INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

X CONGRESO INTERNACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES

por una producción sostenible

Libro de Actas

Asunción - Paraguay, Septiembre 24 al 26 de 2019

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

X CONGRESO INTERNACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES

por una producción sostenible

Libro de Actas

EDITORES

Julián Rivera
Pablo Peri
Julián Chará
Maura Díaz
Luis Colcombet
Enrique Murgueitio

ISBN: 978-958-9386-91-0

2019

Editorial CIPAV

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

TÍTULO
X CONGRESO INTERNACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES
Por una producción sostenible, Libro de Actas.

EDITORES
Julián Rivera
Pablo Peri
Julián Chará
Maura Díaz
Luis Colcombet
Enrique Murgueitio.

DISEÑO GRÁFICO
José Antonio Riascos

ISBN
978-958-9386-91-0

Para citar este libro:
Rivera J., Peri P., Chará J., Díaz M., Colcombet L., Murgueitio E. 2019. X Congreso internacional sobre sistemas silvopastoriles: por una producción sostenible. Libro de Actas. Editorial CIPAV, Cali.

Ficha de catalogación en la fuente:

Sistemas Silvopastoriles: por una producción sostenible, libro de actas / Rivera, Julián; Peri, Pablo; Chará, Julián; Díaz, Maura; Colcombet, Luis; Murgueitio, Enrique -- Cali, CIPAV, 2019

643 páginas, ilustraciones, color
ISBN 978-958-9386-91-0

1. Sistemas silvopastoriles – 2. Ganadería sostenible – 3. Sistemas agroforestales -- 4. Forrajes. – 5. Alimentación del ganado – 6. Productividad agrícola. – 7. Biodiversidad – 8. Leucaena -- 9. Tithonia diversifolia – I. Julián Rivera, Pablo Peri, Julián Chará, Maura Díaz, Luis Colcombet, Enrique Murgueitio, Editores; José Antonio Riascos, Diseñador – II. Título.

633.2 CD 21

Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV.

X CONGRESO INTERNACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES
• POR UNA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE •
Setiembre / 2019 - MBA, Paraguay

INICIO

CRÉDITOS

ENTIDADES

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN 1

SECCIÓN 2

SECCIÓN 3

SECCIÓN 4

ORGANIZAN

KA'AGUY ÑANGAREKORÃ Tetã remimoi Instituto FORESTAL NACIONAL

YVY HA TYMBA ÑANGAREKO Motenondeha Ministerio de AGRICULTURA Y GANADERÍA

TEKOHA HA AKÃRAPU'Ã KATUIRÃ Motenondeha Ministerio del AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Universidad Nacional de Asunción Facultad de Ciencias Agrarias "Construyendo para todos los días"

FECOPROD

INTA

CIPAV

Forestal SYLVIS

WWF

Red Global

AUSPICIAN

POMERA MADERAS

USAID

ALIANZA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

VOLENDAM Ltda.

Genefor Genética Forestal Vivero Clonal

INPASA

Frigorífico Neuland

Frisco

COPACO Comunicación en todo Santaña

UNIQUEWOOD

Solidaridad

Felber FORESTAL

STIHL

UNICOOP

Cooperativa Colonias Unidas

Yerba Mate COLON mejor imposible

Lácteos LOS COLONOS

NEVADO

APOYAN

TETÃPY JEHECHAUKA Sãnãyhyna Secretaría NACIONAL DE TURISMO

TETÃ ARANDUPY Sãnãyhyna Secretaría NACIONAL DE CULTURA

ARTESANÍA PARAGUAY

nelore

universo turismo

CAPASA

SASA

FOREST CARBON PARTNERSHIP

PNUD Al servicio de las personas y las naciones

fmam

FOREPAR

YAGUARETE

muv

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

COMITÉ ORGANIZADOR

Marta Álvarez
Gabriela Romero
Silvana Sosa
Enrique Murgueitio
Luis Colcombet
Maura Díaz
Pablo Peri

COMITÉ CIENTÍFICO

Pablo Peri
Julián Rivera
Luis Colcombet
Julián Chará
Maura Díaz
Enrique Murgueitio
Rogerio Martins Mauricio
Belén Rossner
Antonio Solarte
Fernando Uribe
Stella Maris Huertas
Nahuel Pachas
Jorge Esquivel
Jhon Jairo Lopera
Carolina Giraldo
Florencia Montagnini
Hugo Fassola
Santiago Lacorte
Zoraida Calle
Rocío Santos Gally
Tomás Ruiz
Ernesto Reyes
Fabiana Villa Alves
Rosalía Goertzen
Norbert Weichselberger
Marta Álvarez
Julio Britos
Mariza Toffoletti
Wilson Jara
Karim Musalem
Cynthia Gamarra
Daniel Caballero
Luis Alonso Griffitt
Laura Quevedo
Andrea Weile

CONTENIDO

SECCIÓN 1.....1

GANADERIA SOSTENIBLE, BIODIVERSIDAD, AMBIENTE Y CAMBIO CLIMATICO 1

Sustainable livestock in the world and the role of silvopastoral systems 1

Contribución de los sistemas silvopastoriles a islas de biodiversidad en paisajes fragmentados 9

El bienestar animal, condición de la ganadería en el mundo: oportunidades para el silvopastoreo 21

Leucaena as a driver of sustainable livestock production in silvopastoral systems 33

EcoGram: una herramienta para la mejora del manejo silvopastoril en Iberoamérica 38

Efecto del estrés calórico sobre el bienestar animal de vaquillonas en un sistema silvopastoril respecto de uno pastoril sin sombra 48

Multiple Factor Analysis to identify correlated variables among microclimate, thermal comfort and infrared thermography in agroforestry systems 56

Caracterización de poblaciones de la palma *Acrocomia aculeata* asociadas a sistemas silvopastoriles en el Departamento de Itapúa, sur de Paraguay ..65

Monitoreo de la temperatura vaginal de vacas Hereford, Angus y sus cruzas con Bonsmara durante una ola de calor en Uruguay 72

Caracterización de la compactación y contenido de humedad de suelos en sistemas Silvopastoriles y campo natural de pastura 81

Efecto de la exclusión de herbívoros sobre la composición de plantas y la calidad forrajera en bosques de ñire de Patagonia sur 88

Efecto del dosel de *Berberis microphylla* sobre las condiciones microclimáticas en bosques degradados de *Nothofagus antarctica* en Tierra del Fuego, Argentina 91

Diversidad florística en bosques tropicales y su utilidad como fuente de forraje en el estado de Colima, México 94

Monitoreo del ganado para gestionar la presión de pastoreo: el uso de dispositivos GPS en el sistema silvopastoril portugués Montado– estudio de caso.....97

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

¿Cómo los ovinos eligen su dieta? Explorando la interacción planta-animal en sistemas silvopastoriles 100

Mitigación de metano entérico en novillas alimentadas con *Pennisetum purpureum* y frutos molidos de *Samanea saman* 103

Relación entre la densidad de aves y la disponibilidad de recursos en bosques de *Nothofagus antarctica* (Nothofagaceae) bajo manejo silvopastoril en Tierra del Fuego, Argentina 111

Experiencia cubana acerca de la biodiversidad y manejo de la entomofauna asociada a sistemas silvopastoriles *Leucaena leucocephala-Megathyrsus maximus* 114

Efecto del componente arbóreo sobre la distribución espacial de nutrientes y densidad de lombrices en el suelo 119

El bosque como componente importante del Sistema Agrosilvopastoril de Milpa Alta en la Ciudad de México, México 122

Características e interacciones en el sistema agrosilvopastoral de Milpa Alta en la Ciudad de México, México 125

Propiedades físicas y químicas del suelo en una parcela bajo sistema silvopastoril en la colonia Volendam.....129

Experiencia de la implementación de Sistemas Silvopastoriles en la integración del enfoque de Adaptación al Cambio Climático en las cadenas de la leche y la carne vacuna en Cuba.....131

Elaboración de indicadores para evaluar el impacto de prácticas silvícolas y ganaderas sobre agroecosistemas silvopastoriles en el bajo delta del Río Paraná (Argentina) 136

Comparación de la producción y calidad nutricional de praderas en monocultivo y sistemas silvopastoriles en zona cafetera de Colombia.....138

Investigación participante para la restauración agroecológica mediante sistemas silvopastoriles en comunidades campesinas del sur de Colombia 147

Cattle production in silvopastoral systems compared to monoculture pasture in the Brazilian Cerrado.....150

Valoración nutricional de dos especies arboreas forrajeras altoandinas *Gynoxys campii y Monticalia andicola* para la alimentación animal. 159

Consumo de ocho plantas leñosas por cabras en una región silvopastoril de la mixteca poblana, México.....162

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Biomass allocation and resprouting capacity in four forage shrubs: *Prosopis juliflora*, *Tabebuia chrysanta*, *Phitecellobium dulce* and *Capparis odoratissima* in la guajira, Colombia 170

Frecuencia e intensidad de defoliación sobre la productividad de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en el Noreste de Argentina 173

Avances de la evaluación agronómica del pasto *Axonopus catarinensis* con diferentes niveles de sombra y abono orgánico en el trópico alto colombiano.....176

Comportamiento del sistema *Leucaena leucocephala–Megathyrsus maximus* var Mombasa y campo natural pastoreados por ovejas pelibuey en desarrollo.....179

Caracterización de la calidad de especies forrajeras nativas en un sistema silvopastoril con *Eucalyptus globulus* y del campo natural en el centro-sur de Uruguay 187

El Gandul: Como una alternativa para la implementación de Sistemas Agrosilvopastoriles en la protección de la cuenca de Peñas Blancas, San Carlos, Costa Rica 195

Evaluación del efecto abrigo de una cortina de *Eucalyptus dunii* en un predio ganadero en el sur del Uruguay.....203

Evaluación agronómica de cuatro leguminosas arbustivas como opciones para sistemas silvopastoriles en cuatro sitios del valle geográfico del rio Patía, Cauca, Colombia. 206

Propagación vegetativa de procedencias de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray en el Noreste de Argentina.....214

NIRS para avaliação da composição química da forrageira *Tithonia diversifolia* em sistemas silvipastoris 225

Evaluación nutricional y producción de gas *in vitro* de especies multipropósito de paisajes ganaderos de la región Selva Lacandona, Chiapas, México.....232

Parâmetros de solos e estoque de carbono em área de pastagens de *Urochloa Brizantha* cv. Marandu consorciadas com leguminosa *Arachis pintoi* cv. Belmonte.....235

Productividad de *Urochloa decumbens* bajo un sistema silvopastoril con especies arbóreas nativas y tres frecuencias de corte.....243

Evaluación de *Urochloa decumbens* bajo sistema silvopastoril.....249

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Concentración de carbono en sistemas silvopastoril en Ultisoles y Alfisoles en el perfil del suelo en el Departamento de Caaguazú 256

SECCIÓN 2.....260

PRODUCCION SIMULTANEA DE BIENES PECUARIOS Y FORESTALES.....260

Silvopasture: Sustainable Integration of Livestock, Forage and Forests....260

Implementación y producción en SSP de Sudamérica como alternativa productiva: Beneficios, limitaciones y desafíos 262

La ganadería en el Paraguay y el papel de los sistemas silvopastoriles.....291

Aprendizajes de una parcela agroforestal para implementar sistemas silvopastoriles con especies latifoliadas en Misiones, Argentina 295

Contribución de los sistemas agrosilvoapícolas multiestrato al incremento de la biodiversidad y productividad apícola.....304

Reservas de carbono en sistemas silvopastoriles en el trópico Peruano ..306

Simposio A: Manejo de bosques con ganado en el bioma del Chaco 309

Manejo de Bosques con Ganadería Integrada – MBGI.....309

Experiencias de producción ganadera en el Chaco Seco de Paraguay 311

Manejo de bosques con ganadería integrada.....313

Evaluación de la productividad de forrajeras megatérmicas bajo plantaciones de algarrobo (*Prosopis alba*).....315

Ganadería sostenible en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México: el equilibrio entre la producción y la conservación de la biodiversidad 318

Simposio B: Integración Agricultura - Ganadería y Forestación 323

Los sistemas silvopastoriles con enfoque comunitario.....323

Servicios ecosistémicos en el Chaco Húmedo - producción y conservación en Paraguay.....329

Análisis del crecimiento volumétrico en un sistema silvopastoril con *Eucalyptus* spp. en la Colonia Volendam.....337

Modelado de la Producción Forestal y Pastoril en un Bosque de Caldén en el Sur de la Provincia de Córdoba, Argentina.....339

Caracterización física - química y retención de carbono en suelo de sistemas silvopastoriles como estrategia de recuperación de praderas, región Amazonas – Perú.....349

Simposio C1 Especies forestales y forrajeras estratégicas para Sistemas Silvopastoriles: *Leucaena leucocephala* y otras especies de Leucaena...351

Sistemas silvopastoriles con *Leucaena diversifolia* en Colombia.....351

Desarrollo de estudios integrales con leucaena en sistemas silvopastoriles en Cuba.....360

Sistemas silvopastoriles con leucaena en Argentina 362

Identificación y evaluación de ecotipos destacados de *Tithonia diversifolia* A. Gray para la producción en sistemas silvopastoriles en suelos ácidos de Colombia.....374

Adaptabilidad del sistema silvopastoril intensivo de Leucaena, en asocio con gramíneas, en el corredor seco de Zacapa y Chiquimula; Guatemala 2019.....383

Simposio C2 Especies forestales y forrajeras estratégicas para Sistemas Silvopastoriles: Experiencias de algarrobo (género Prosopis) en sistemas silvopastoriles 391

Regeneración natural de Algarrobos en Sistemas Silvopastoriles 391

Evaluación de diez orígenes de Algarrobo para establecer sistemas silvopastoriles en el Chaco semiárido argentino.....394

Característica, ventajas y limitaciones del uso de madera de Algarrobos *Prosopis* spp. proveniente de sistemas silvopastoriles en carpinterías del Chaco Central Paraguayo 402

Simposio C3 Especies forrajeras arbóreas – arbustivas de importancia en la alimentación de animales:*Tithonia diversifolia* y *Morus alba* 408

Tithonia diversifolia para pecuaria sustentável, Brasil.....408

Efecto de la latencia sobre la germinación de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) 416

Efecto de la sustitución del concentrado por follaje de morera (*Morus alba*) sobre aumento diario de peso vivo en terneros en desarrollo.....425

Evaluación de Morera (*Morus alba*) en pastoreo restringido para la producción de leche. Estudio de caso. 431

Las franjas de bosque como elementos conectores de paisajes ganaderos. Chaco Central, Paraguay /Forest strips as elements connectivity in the cattle raching landscape of Chaco Central, Paraguay 438

Evaluación productiva de sistemas silvopastoriles en la región este del Uruguay 448

Evaluación de la productividad de dos especies forrajeras C4 en sistemas silvopastoriles.....451

Efecto de la aplicación de diferentes fuentes nitrogenadas sobre la calidad forrajera estacional de *Urochloa brizantha* cv MG4 bajo un sistema silvopastoril 459

Valor nutricional del heno del pasto Mombasa confeccionado bajo condiciones de sistema silvopastoril 469

Simulación de sombra para una plantación silvopastoril de eucalipto híbrido según la orientación de plantación: N-S o E-O 477

Crecimiento de *Prosopis alba* Griseb. en plantación pura y sistema silvopastoril, en Chaco, Argentina. 479

Crecimiento otoñal de *Cynodon dactylon (*Tifton 85*)* y *Megathyrsus maximus cv. Aruana* bajo diferentes intensidades lumínicas 488

Tithonia diversifolia influencia nos parâmetros de produção de gás *in vitro* e valor nutritivo das gramíneas forrageiras *Cynodon* spp. e *Pennisetum purpureum* quando associadas*?*.....493

Estrategias de alimentación invernal en sistemas de producción de carne bajo sistemas silvopastoriles en el Noreste de Argentina. 496

Evaluación de la dinámica poblacional de macollos de *Paspalum dilatatum* y *Paspalum umbrosum* en sistemas silvopastoriles 504

Efecto de la nutrición focalizada ultra corta con vainas de leguminosas tropicales en la respuesta reproductiva de ovejas de pelo o lana.....512

SECCION 3.....519

SOCIOECONOMIA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES.....519

Sistemas silvopastoriles en Queensland Australia: estado actual y oportunidades 519

Importancia de definir ex ante las estrategias para la sostenibilidad en los sistemas silvopastoriles 522

Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible, el futuro de la ganadería 541

Factores socioculturales e institucionales para el escalamiento de Sistemas silvopastoriles Experiencias en el Nordeste Agentino (NEA) y Colombia ..555

Yacón (*Smallanthus sonchifolius*), especie con potencial productivo y nutricional como fuente de suplementación estratégica en lechería especializada con sistemas silvopastoriles intensivos en el trópico alto colombiano.....567

Análisis de los resultados económico - productivos de establecimientos silvopastoriles del delta del Paraná bonaerense (Argentina) 570

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Efecto de la oferta y el consumo de *Erythrina berteroana* en un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), en la productividad de leche bovina en la llanura Amazónica peruana 578

Tree component in pastures and its financial contribution to livestock farms in Costa Rica 581

Perspectivas de los sistemas silvopastoriles en la zona centro de la Cuenca del Río de la Plata 585

SECCION 4 595

ESCENARIOS PRODUCTIVOS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES 595

Herederos Silvopastoriles: Relevo Generacional de la Ganadería Sostenible 595

Reconversão pecuária, uma possível trajetória para a sustentabilidade da produção de bovinos no estado do Maranhão 603

Sistema de manejo eco sustentable, integrado frutales –ovinos, en predio orgánico, en área prioritaria de biodiversidad, ecosistema de pre Cordillera de Los Andes, Chile. 609

Desarrollo de un sistema silvopastoril para la recuperación de áreas ganaderas. Estudio de caso en la Finca “Botón de Oro”. 625

Mitigación de riesgos en zonas ganaderas por fenómenos meteorológicos extremos en Sancti Spíritus, Cuba 629

PANEL DE EXPERIENCIAS DE PRODUCTORES SILVOPASTORILES DE PARAGUAY 636

Contribución de las franjas de bosques al bienestar animal en áreas pastoriles en el Chaco central paraguayo 636

SECCIÓN 1

GANADERIA SOSTENIBLE, BIODIVERSIDAD, AMBIENTE Y CAMBIO CLIMATICO

Sustainable livestock in the world and the role of silvopastoral systems

Fritz Schneider

Global Agenda for Sustainable livestock
fritz.schneider@bfh.ch

1. Introduction

Globally, livestock contributes 40% to the total value of reported agricultural output and supports the livelihoods and food security of 1.3 billion people, of whom 800 million are resource-poor farmers. Livestock farming is key to livelihoods, food and nutrition security and employment for all these farmer families.

Livestock production systems[1] worldwide are diverse, ranging from small to large scale and with varying levels of input use. The impact of these systems on the environment (biodiversity conservation, natural resource use, Green House Gas emissions (GHG), on public health (outbreak of pandemics, zoonotic diseases, emergence of AMR, animal-source food nutrient quality, food safety, etc.) as well as the implications for the livelihood and economics of livestock keeping communities are also varied.

Smallholders are important for rural communities especially in Low and Middle Income Countries (LMIC), and provide important environmental benefits. Examples of smallholder, low-input livestock systems include pastoral and agro-silvo-pastoral systems, family poultry, backyard farming, and mixed crop-livestock production systems (rain-fed or irrigated). These livestock systems are the most widespread in LMIC and offer great potential for achieving the SDGs (Wong *et al*, 2017). Within these systems, livestock has multiple functions. It provides food for household consumption, products for income generation and quick cash when emergencies and external shocks occur (i.e. climatic conditions, diseases, price volatility, etc.). They are important assets, critical to the multiple needs of smallholders while also having a cultural and spiritual value and being unique descriptors

[1] https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/brief/moving-towards-sustainability-the-livestock-sector-and-the-world-bank

of the identity of specific pastoralist groups (Global Agenda for Sustainable Livestock, 2019).

By providing opportunities for income generation, livestock helps reduce poverty and support economic growth. It also enables women to become economically active, increasing personal resilience and helping to reduce inequality. Global trends in livestock development alongside higher demand and consumption of meat, milk and eggs have led to increased pressure being placed on livestock systems. Growing demand for animal-sourced food is leading to structural changes in the livestock sector and greater competitive divergence between large-scale systems and marginalised smallholder producers. Large-scale producers can outcompete using intensive production systems and better access to technology and infrastructure. As a result, the economic involvement of smallholder systems is increasingly difficult, with inhibited access to the growing consumer market.

As part of the Global Agenda for Sustainable Livestock (GASL), the Global Network on Silvopastoral Systems (GNSPS) promotes the scaling up of silvopastoral systems worldwide. At global level there are many examples of silvopastoral systems (SPS) contributing to sustainable production by reducing impact on natural resources, increasing productive efficiency, biodiversity and profitability, improving food security and animal welfare and contributing to the mitigation and adaptation to climate change.

2. The Global Agenda for Sustainable Livestock (GASL)

2.1 Strategic framework.

The vision of GASL is to enhance the contribution of the livestock sector to sustainable development. Its mission is to enhance livestock stakeholders' commitment, investments and adoption of good practices and policies in support of the UN Agenda 2030 through a multi-stakeholder partnership process.

For the Action Plan of GASL 2019 – 2021, three outcomes have been defined:

Outcome 1: Enhanced policy dialogue on livestock sustainability issues. GASL facilitates dialogue that improves consensus on sustainable livestock development issues among GASL partners and stakeholders, and with other sectors' stakeholders, resulting in a clearer definition of where and how the livestock sector may best contribute to the Sustainable Development Goals (SDGs).

Outcome 2: Generation and communication of evidence. GASL partners and stakeholders offer tools and robust analytical evidence as inputs into

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

the dialogue process to arrive at practices, policies, strategies and frameworks in support of sustainable livestock development.

Outcome 3: Practice and policy change. GASL advocates practice and policy change (PPC) through multi-stakeholder processes towards the adoption of good practices and conducive policies to improve livestock sustainability at global, regional, national and local levels, through continuous, context-specific improvement and innovation and promoting sustainable livestock sector investments and project development.

During the Action Plan Period 2019 - 2021 GASL will focus on four sustainability domains:

These domains will contribute to the achievement of the SDGs. GASL has identified 9 SDGs with specific and important relevance to livestock and vice versa.

The key messages of GASL are listed in Box 1

Box 1: Key messages of the Global Agenda for Sustainable Livestock

1. The Sustainable Development Goals (SDGs) of the UN Agenda 2030 for Sustainable Development provide the main orientation for the Global Agenda. It advocates for a livestock sector that actively contributes to these goals, at all levels, from local to global.
2. Sustainable livestock are significant contributors to the SDGs and important part of sustainable food systems. They have substantial socio-economic benefits that help nourish the world and steward the land by contributing to food security, nutrition, livelihoods, biodiversity and eradication of poverty.
3. Make livestock and the livestock sector more sustainable and to contribute substantially to the achievement of the SDGs, multi-stakeholder processes, increased investments (public and private) are essential.
4. All stakeholders are interested in contributing to a more sustainable livestock sector.
5. The Global Agenda is designed and roles as a multi-stakeholder partnership committed to the sustainable development of the livestock sector. The Global Agenda therefore:
   - engages in stakeholders' policy dialogue, sharing of experiences, and agrees on action.
   - recognizes the multiple social, economic, and environmental dimensions, their contributions, synergies and trade-offs, and advocates an integrated perspective to problem solving.
   - is evidence-based and seeks to deepen the understanding of livestock development issues and options of all stakeholders.
   - builds capacities to monitor and assess changes and provides tools for policy making at country level.
   - is geared towards practice and policy change through continuous improvement.
   - creates added value by:
     - strengthening inclusion and representativeness of all regions' stakeholders;
     - fostering multi-disciplinary integration of objectives, science and technology, analysis and planning tools;
     - supporting innovation, enhancing synergies and regional comparative advantage.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

2.2. Governance Structure of GASL

Figure 1 shows the governance structure of GASL

Figure 1. Governance Structure of GASL

Clusters: The Clusters ensure an inclusive participation of all sectors of society in the multistakeholder process. They develop and implement the direction of GASL, communicate within and between Clusters and support the Global Agenda financially as well as in fundraising activities.

Guiding Group: Consists of five representatives of each of the seven Clusters. It is supported by the Agenda Support Team and an elected Chair. Members meet 2-3 times a year.

Objectives: The Global Agenda for Sustainable Livestock facilitates dialogue, assembles and communicates evidence and advocates for practice and policy change.

Action Networks: The Action Networks are thematic technical expert groups, creating evidence, making tools and guidelines available, and enhancing practice change.

2.3 History of GASL

The Global Agenda was initiated by the FAO Committee of Agriculture in 2010 based on a request from the Government of the Netherlands supported by Switzerland, New Zealand and France. The creation of GASL was a logical consequence of the work done before by the Livestock Environment and Development Initiative (LEAD), the publication of Livestock's Long Shadow (Steinfeld *et al*. 2005) and the publication Livestock

in a changing landscape (Steinfeld *et al*. 2010). The chronological history is listed in Box 2:

Box 2: History of GASL

1997 – 2005	LEAD Initiative (Livestock Environment and Development)
1999	Livestock to 2020. The next Food Revolution (Delgado *et al*. 1999)
2005	Livestock's Long Shadow (Steinfeld *et al*. 2005)
2010	State of Food and Agriculture Report. Livestock in the balance (FAO, 2009)
2010	Livestock in a changing landscape (Steinfeld *et al*. 2010)
2010	COAG 2010 – the guidance to begin GASL
2011 -2019	Nine MSP Meetings: Brazil, Thailand, Kenya, Canada, Columbia, Panama, Ethiopia, Mongolia and USA
2016	Endorsement of GASL by the Committee of Agriculture of FAO (COAG
2016-2018	Implementation of an approved Action Plan of GASL (2016-2018)
2019-2021	Implementation of an approved Action Plan of GASL (2019-2021)

Figure 2 shows the timeline of GASL and where it came from

Figure 2: Timeline and history of GASL

3. GASL and the Action Network Silvopastoral Systems

The Global Network on Silvopastoral Systems Action Network developed a publication under GASL entitled: Silvopastoral Systems and their Contribution to Improved Resource Use and Sustainable Development Goals: Evidence from Latin America (Chará *et al*. 2018).The report represents a joint effort between two action networks of the Global Agenda: (i) Closing the Efficiency Gap and (ii) the Global Network on Silvopastoral Systems. A framework for evaluating natural resource use efficiency was applied to a variety of silvopastoral production models to determine productivity and their socio-economic and environmental benefits.

It presents an overview of SPS, their main characteristics and advantages regarding production and benefits for the environment and climate, and their contribution to the SDGs, describing the results of ten case studies of adoption of SPS in diverse contexts in Colombia, Mexico, and Argentina, with a focus on land productivity, meat and milk production, and economic performance at the farm level. Based on the findings, policy recommendations are made with a view to scaling-up and promoting SPS in Latin America and other regions.

4. Contribution of silvopastoral systems to sustainable livestock development

FAO (2018) proposed to structure the livestock systems according to the following criteria:

Extensive systems: Extensive systems are typically pastoralist systems, with ruminant grazing of large areas of marginal rangelands.

Labour intensive systems: Labour intensive systems are typically operated by smallholders, mostly as part of mixed crop livestock farms.

Capital intensive systems: Capital intensive systems mainly produce beef, dairy, pork and poultry products.

Where do the silvopastoral systems fit?

Silvopastoral systems are agroforestry arrangements that purposely combine fodder plants, such as grasses and leguminous herbs, with shrubs and trees for animal nutrition and complementary uses. The allow the intensification of cattle production based on natural processes and are recognized as an integrated approach to sustainable land use. SPS promote beneficial ecological interaction that manifest themselves as increased yield per unit area, improved resource use efficiency, enhanced biodiversity, and enhanced provision of environmental services.

Looking at this definition, SPS do not fit well into the FAO proposed structure. SPS make extensive systems more intensive, are labour intensive and in the beginning also capital intensive. Furthermore, successful SPS need a very high level of skills and knowledge on all aspects of forestry, fodder production and animal husbandry practices.

SPS have a tremendous potential to make livestock production more sustainable. These systems, however, are very demanding in skills at all levels and require substantial initial investments. Both, managerial skills and access to investments are often not easily available.

The SPS are an important example that there are options and potentials to make livestock systems more sustainable in the large sense of the term. GASL is willing to support the further development of SPS in all parts of the world with conducive agro-climatic conditions for SPS and is happy to be a platform where innovation can be tested, and best practices can be shared among a multiple stakeholder group.

5. Literature

Chara J, Reyes E, Peri P, Otte J, Arce E, Schneider F (2019). Silvopastoral Systems and their Contribution to Improved Resource Use and Sustainable Development Goals. Evidence from Latin America. FAO, CIPAV. Editorial CIPAV. Cali. Columbia.

Delgado C, Rosegrant M, Steinfeld H, Ehui S, Courbas C (1999). Livestock to 2020. The next Food Revolution. Food, Agriculture and the Environment. Discussion Paper 28. International Food Policy Research Institute, Washington. DC. USA.

FAO (2009. The state of Food and Agriculture. Livestock in a balance. FAO. Rome. Italy.

FAO (2018). Shaping the future of Livestock. FAO. Rome. Italy.

Global Agenda for Sustainable Livestock (2019). Smallholder Livestock Systems. Innovation for Sustainability. A Policy Brief from the NGO Cluster of the Global Agenda for Sustainable Livestock. Rome. Italy.

Steinfeld H, Gerber P, Wassenar T, Castel V, Rosales M, De Haan C (2005). Livestock's Long Shadow. Environmental Issues and Options. FAO. Rome. Italy.

Steinfeld H, Mooney H, Schneider F, Neville L (2010). Livestock in a Changing Landscape. Volume 1. Island Press. Washington DC. USA.

Wong J, de Bruyn J, Bagnol B, Greive H, Li M, Pym R, Alders R (2017). Small-scale poultry and food security in resource-poor settings: A review. Global Food Security. FAO. Rome, Italy.

Contribución de los sistemas silvopastoriles a islas de biodiversidad en paisajes fragmentados

Contribution of silvopastoral systems to biodiversity islands in fragmented landscapes

Florencia Montagnini

Yale University, School of Forestry and Environmental Studies
360 Prospect St., New Haven, CT 06511, USA
Tel: 203-436-4221 (office), 203-484-6773 (home)
email: florencia.montagnini@yale.edu
http://environment.yale.edu, http://gisf.yale.edu
http://www.linkedin.com/pub/florencia-montagnini/46/826/a68
www.facebook.com/MontagniniAF
https://drflorenciamontagnini.wordpress.com/

Resumen

Las islas de biodiversidad (IB) son áreas intactas de terreno, dentro de paisajes alterados, donde especies de plantas y animales pueden prosperar sin mayores interferencias de la actividad humana. Estas IB actúan como refugios ecológicos, promoviendo restauración y conservación en ecosistemas alterados que prevalecen hoy mundialmente. Debido a su estructura más compleja que los monocultivos de pastos, los sistemas silvopastoriles (SSP) proveen beneficios para la biodiversidad. Evaluaciones recientes indican que muchos SSP (por ejemplo, árboles de alta densidad en pasturas y cercas vivas de múltiples estratos) tienen riqueza de especies comparable a la de bosques secundarios jóvenes, y que redes de cercas vivas en pasturas son importantes para la conectividad del paisaje. En estudios recientes en América Latina, los SSP tuvieron mayor número de especies de aves, seguidos de barbechos, fragmentos de bosques y pasturas con baja densidad arbórea. Se evaluó la efectividad de los diferentes usos de la tierra para restaurar y conservar la biodiversidad en un corredor biológico en Costa Rica utilizando aves como indicadores. Los barbechos, bordes de bosques, huertos familiares y SSP tenían mayor número de especies de aves, y también albergaban especies en peligro de extinción. Diseños más complejos como los SSP intensivos (SSPI) que utilizan principios agroecológicos, son más productivos y ambientalmente amigables, con una cobertura arbórea, diversidad de los árboles y complejidad estructural de la vegetación contribuyendo a mejorar el hábitat de aves, mamíferos, reptiles e invertebrados. En entrevistas con ganaderos que adoptaron SSPI en Colombia, el 71% de los agricultores mencionó un aumento en la abundancia y diversidad de aves, 54% informó un aumento en diversidad de plantas y

animales en sus fincas y en las franjas de protección ribereñas, 21 % mencionó una mejora en el control biológico natural, y 11% mencionó un aumento en los avistamientos de especies raras y en peligro de extinción. Las cercas vivas y los cortavientos son a menudo el único componente arbóreo en los paisajes agrícolas, y cumplen funciones en la conectividad entre parches forestales. Agregar más complejidad a estos sistemas contribuye a su valor de biodiversidad, pero puede comprometer sus funciones utilitarias. Se dan recomendaciones para usar diseños y prácticas de SSP que favorezcan la biodiversidad y su inclusión como parte de islas de biodiversidad. El beneficio de biodiversidad de SSP depende de sus componentes y manejo, con mayor biodiversidad en sistemas más complejos, incluyendo varias especies de árboles y arbustos, como en SSP de árboles en pastos, que en bancos de forraje o árboles maderables plantados en pasturas. El uso de especies nativas como parte de SSP confiere varias ventajas a la conservación de la biodiversidad. Se necesitan esfuerzos para alentar el aumento de la cobertura arbórea en SSP, ya sea árboles plantados, o de remanentes del bosque. Los agricultores deben elegir niveles de cobertura arbórea que proporcionen los productos y beneficios esperados sin disminuir la productividad. El uso de mecanismos de pagos por servicios ambientales (PSA) puede proporcionar incentivos para hacer que la ganadería sea más ecológicamente amigable y forme parte de IB en paisajes alterados.

Palabras clave: *Cercas vivas, cobertura arbórea, conectividad, corredores ribereños, Pagos por Servicios Ecosistémicos*

Abstract

Biodiversity islands (BI) are intact areas of land, within an otherwise altered landscape, where plants and animals can thrive without major degenerative interference from human activity. These BI act as ecological refuges, promoting restoration and conservation in altered ecosystems prevalent today worldwide. Because they are more structurally complex than grass monocultures silvopastoral systems (SPS) have important benefits for biodiversity. Recent assessments of biodiversity within SPS indicate that many SPS (e.g., high density trees in pastures and live multi-strata fences) have species richness comparable to those of early secondary forest, and that networks of live fences in pastures are important for landscape connectivity. In recent studies in Latin America biodiversity was evaluated among different land uses, with improved extensive pastures compared to pastures with low tree density, SPS, old fallows, and secondary forests. SPS

had the greatest number of bird species, followed by fallows, forest fragments, and pastures with low tree density. The effectiveness of different land uses to restore and conserve biodiversity in a biological corridor in Costa Rica was assessed using birds as indicators. Forest fallows, forest edges, homegardens and SPS had the greatest numbers of species of birds, also harboring some important endangered species. Recent research and development of SPS has resulted in more complex designs such as the Intensive SPS (ISPS) which use agroecological principles resulting in more productive and environmentally friendly systems. In ISPS the canopy cover, tree diversity, and structural complexity of vegetation, all contribute to improve habitat for organisms such as birds, mammals, reptiles, and invertebrates that find refuge and food resources. In a study based on interviews with cattle ranchers that adopted ISPS in Colombia, 71% of farmers mentioned an increase in abundance and diversity of birds, 54% reported an increase in plant diversity and animals on their farms and in the riparian buffer strips, 21% mentioned an improvement in natural biological control, and 11% mentioned an increase in sightings of rare and endangered species. Living fences and windbreaks are often the only arboreal component in agricultural landscapes, and they serve roles in connectivity among forest patches. Adding more complexity to these systems contributes to their biodiversity value, but it may compromise their utilitarian functions. Recommendations are given to use SPS designs and practices to favor biodiversity and their inclusion as part of biodiversity islands. The biodiversity benefit of SPS depend on the system components and management, with larger biodiversity in the more complex systems including several tree and shrub species, such as in the SPS of natural regenerating trees in pastures, than in the fodder banks or planted timber trees in pastures. Using native species as part of SPS confers several advantages to biodiversity conservation. Efforts are needed to encourage increasing tree cover in pastures, whether the trees are planted, or kept and maintained from forest remnants. Farmers need to choose levels of tree cover that provides expected products and benefits to the system without decreasing productivity. Use of payments for environmental services (PES) mechanisms can be provide incentives to make cattle ranching more environmentally friendly and make part of BI in fragmented landscapes.

Introducción

Una gran parte de la investigación sobre los impactos del manejo de pasturas en la biodiversidad se ha centrado en las aves, particularmente en las especies migratorias, porque se sabe mucho sobre su distribución y

necesidades ecológicas. Las aves son uno de los grupos más afectados por la fragmentación forestal producida por la expansión de la ganadería (Fajardo *et al.* 2009). La mayoría de los estudios sobre diversidad de aves migratorias en áreas de cría de ganado se han realizado en las tierras bajas neotropicales. Las pasturas activas con pastos introducidos soportan niveles muy bajos de diversidad aviar; la diversidad aumenta dramáticamente en los pastizales donde se desarrolla cobertura de arbustos y árboles (Rice y Greenberg 2004).

Debido a que son estructuralmente más complejos que los sistemas de monocultivo de pasto, las prácticas silvopastoriles también tienen importantes beneficios para la biodiversidad. Evaluaciones recientes de la biodiversidad dentro de SSP indican que muchos de estos sistemas (p. Ej., Árboles de alta densidad en pasturas y cercas de múltiples estratos vivos) tienen niveles de riqueza de especies comparables a los del bosque secundario temprano, y que las redes de cercas vivas en pasturas son importantes para la conectividad del paisaje (Francesconi *et al*. 2011a, 2011b; Ibrahim *et al*. 2011). En un estudio realizado en Córdoba, Colombia, se evaluó la estructura y composición del hábitat de la fauna de aves entre los diferentes usos de la tierra entre granjas de ganado, con un manejo extensivo mejorado en comparación con pasturas con baja densidad de árboles, SSP, barbechos viejos y bosques secundarios en etapas avanzadas de sucesión (Múnera *et al*. 2009). En este estudio, el SSP fue el hábitat que tuvo el mayor número total de especies de aves, seguido de los barbechos viejos, los fragmentos de bosque y los pastizales con baja densidad de árboles (Múnera *et al*. 2009).

Promoción de la ganadería ambientalmente amigable

Como se espera que la cría de ganado continúe siendo un uso importante de la tierra, con posibilidades de hacerlo más amigable con la biodiversidad con el uso de SSP, se necesitan esfuerzos para alentar el aumento de la cubierta arbórea en los pastizales, ya sea que los árboles se plantan, o se mantienen restos de antiguos bosques (Harvey y Haber 1999). Los agricultores deben elegir un nivel de cobertura arbórea que proporcione los productos y beneficios esperados para el sistema sin disminuir la productividad del pasto. El uso de mecanismos de pago por servicios ambientales (PSA) puede ser una forma de proporcionar incentivos a los agricultores para que sus actividades de ganadería sean más amigables con el medio ambiente.

Recientemente se realizó un gran proyecto en América Latina para examinar si el pago por servicios ambientales (PSA) aumentó la adopción de SSP en las

granjas de ganado (Ibrahim *et al*. 2011). Como parte de esta investigación, se estudió la biodiversidad animal y vegetal en SSP en paisajes dominados por ganado en Esparza (Costa Rica), Matiguás (Nicaragua) y Quindío (Colombia). Se desarrolló un índice de servicio ambiental (ISA) para determinar el nivel de PSA. Las aves se utilizaron como el indicador principal de la biodiversidad, complementado con estudios de mariposas, hormigas, moluscos y pequeños mamíferos. El ISA para la biodiversidad se basó en el monitoreo de la diversidad de especies de aves en los principales usos de la tierra.

La cantidad de especies de aves observadas en pasturas con alta densidad de árboles o cercas vivas multistratas fue mayor que la de pasturas degradadas y monocultivos de pastos, y fue comparable a la cantidad de especies observadas en bosques ribereños y secundarios (Sáenz *et al*. 2007). El porcentaje de cobertura arbórea y el número de especies arbóreas fueron los dos parámetros más importantes que explicaron la variación en las especies de aves en diferentes usos de la tierra. Estos datos indican que es posible implementar SSP que sean compatibles tanto con los objetivos de producción como con la conservación de la biodiversidad.

Antes de que comenzara el proyecto, los agricultores generalmente manejaban las pasturas con el uso de herbicidas (3-6 litros/ha) para controlar las malezas. El uso indiscriminado de herbicidas en los pastos se asocia con una alta mortalidad de los retoños y las etapas juveniles de las especies nativas multipropósito y madereras (Ibrahim y Camargo 2001). Con la implementación de PSA, el uso de herbicidas se redujo significativamente, lo que puede explicar el aumento de la cobertura arbórea en los pastos con el tiempo.

El inventario de árboles en pasturas en Esparza y Matiguás mostró que había 8-10 especies de árboles dominantes (Murgueitio *et al*. 2011). Además de gestionar la regeneración natural para aumentar la cobertura arbórea en los pastizales, los agricultores privados en Costa Rica y Colombia recibieron capacitación y apoyo para producir plantas de especies arbóreas focales (aquellas de interés para la conservación). Estas plantas se vendieron a muchos ganaderos que reciben PSA y se plantaron a lo largo de cercas vivas y bosques ribereños que fueron cercados para mantener el ganado alejado del bosque ribereño y las fuentes de agua.

Promoción del uso de árboles y palmeras nativas en ranchos ganaderos

El beneficio de biodiversidad de SSP depende de los componentes y el manejo del sistema, con una mayor biodiversidad en los sistemas más complejos, incluidas varias especies de árboles y arbustos, como en el SSP de árboles naturales en pastos, que en los bancos de forraje o árboles de madera plantados en pastizales El uso de especies nativas como parte de SSP confiere varias ventajas a la conservación de la biodiversidad (Montagnini y Finney 2011; Murgueitio *et al*. 2011; Montagnini *et al*. 2013). Recientemente se ha desarrollado un importante conjunto de conocimientos sobre árboles nativos y su adaptabilidad a varios tipos de uso de la tierra, incluidos AFS y SPS. Por ejemplo, más de 130 especies neotropicales han sido examinadas por varios proyectos nacionales y varias han mostrado un buen crecimiento y supervivencia en áreas degradadas (Calle *et al*. 2012).

Los árboles y palmeras nativas juegan un papel importante en los sistemas ganaderos tropicales. Estas especies proporcionan beneficios directos a través de la producción de madera y frutas comestibles para el ganado, y beneficios indirectos a través de la fijación de nitrógeno, la conservación del suelo y el control biológico natural de las plagas (Calle *et al*. 2017). Sin embargo, relativamente pocos árboles y palmeras nativos son manejados activamente por ganaderos en las casi 600 millones de hectáreas que actualmente ocupa esta actividad en América Latina y el Caribe (Murgueitio *et al*. 2011).

Los ganaderos generalmente controlan grandes áreas de tierra pero tienen mano de obra insuficiente y, por lo tanto, tienen una capacidad de inversión limitada por unidad de área. Esto significa que requieren especies de crecimiento rápido, resistentes o resistentes que no inhiban el crecimiento de los pastos (Murgueitio *et al*. 2015). La mayoría de las especies con copas densas serán rechazadas por los ganaderos. Se tolerarán los árboles de copa ancha siempre que permitan que llegue suficiente luz al suelo y sostengan la producción de biomasa de hierba debajo. El manejo de los árboles debe ser simple, especialmente durante los primeros años, cuando los beneficios directos de los árboles aún son modestos (Vieira *et al*. 2014). Todas las especies nativas que se incorporen a SSP harán una contribución importante a la conservación de la biodiversidad al proporcionar recursos para la vida silvestre (Rivera *et al*. 2013; Montoya-Molina *et al*. 2016). Las especies de árboles y palmeras en peligro o vulnerables que se pueden agregar deliberadamente a los sistemas de cría de ganado tendrán un menor riesgo de extinción local.

Aumentando la complexidad y biodiversidad con Sistemas Silvopastoriles Intensivos

Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPI) son arreglos agroforestales que combinan el cultivo de alta densidad de arbustos forrajeros (4,000–40,000 plantas ha-1) con pastos tropicales mejorados y árboles o palmeras en densidades de 100-600 individuos ha-1. Los SSPI se desarrollaron inicialmente en Colombia y se han expandido a México y Brasil, entre otros países (Murgueitio *et al*. 2009, 2011; Chará *et al*. 2017). Se aplican varios principios y estrategias agroecológicas tanto en el diseño como en el manejo de ISPS, que incluyen: i) el uso de varias capas de vegetación (hierbas, arbustos, árboles y palmeras) para maximizar la transformación de la energía solar en biomasa, ii) una menor dependencia de los agroquímicos insumos y energía, enfatizando las interacciones y sinergias entre los componentes biológicos para mejorar el reciclaje y el control biológico, iii) la incorporación y promoción de la biodiversidad en los componentes del sistema y sus alrededores (Chará *et al*.2017). Bajo esta situación, la restauración y conservación de la biodiversidad se mejoran en ISPS en comparación con SPS y aún más cuando se compara con pasturas convencionales sin árboles.

En SSPI, la cubierta del dosel, la diversidad de los árboles y la complejidad estructural de la vegetación contribuyen a mejorar el hábitat de organismos como aves, mamíferos, reptiles e invertebrados que encuentran refugio y recursos alimenticios (Chará *et al*.2015). En las zonas ganaderas de Colombia, los ISPS son uno de los usos de la tierra con mayor riqueza de especies de aves. En la reserva natural de El Hatico en el Valle del Cauca, estos SSPI tienen una mayor cantidad de especies que los fragmentos de bosque y los rodales de bambú natural (Fig. 4). En otras regiones de Colombia, se ha informado que el SSPI tiene más especies de aves, con aproximadamente tres veces más que los sistemas de pastoreo sin árboles (Fajardo *et al* 2009).

En un estudio basado en entrevistas con ganaderos que adoptaron SSPI en la cuenca del río La Vieja, Colombia, el 71% de los agricultores mencionaron un aumento en la abundancia y diversidad de las aves, el 54% informó un aumento en la biodiversidad general de plantas y animales en sus en las granjas y en las franjas de amortiguamiento ribereñas, el 21% mencionó una mejora en el control biológico natural, y el 11% mencionó un aumento en los avistamientos de especies raras y en peligro de extinción (Calle *et al*. 2009).

En un estudio a nivel de paisaje en la Región Andina de Colombia, la abundancia de escarabajos de estiércol se duplicó y la riqueza de especies fue 66% mayor en el SSPI en comparación con los monocultivos de pastos sin árboles (Giraldo *et al*. 2011). Este aumento en la diversidad biológica se

refleja en la provisión de servicios ambientales como la polinización y el control biológico de organismos nocivos para los pastos y el ganado.

A nivel de paisaje, el SSPI puede contribuir a la conectividad entre parches de bosque, así como a la recuperación de sitios estratégicos para la provisión de servicios ambientales (Calle *et al*. 2012). Se han documentado varios ejemplos en los que SPS ha facilitado el movimiento de organismos. Una matriz permeable al movimiento de las aves puede evitar el colapso de pequeñas poblaciones de vida silvestre que están aisladas en fragmentos de bosque (Chará *et al*. 2015).

Corredores en el paisaje agrícola: cercas vivas y cortinas rompevientos

Cercas vivas

El papel principal de las cercas vivas es dividir, separar y proteger las parcelas agrícolas o el ganado. También brindan varios servicios y productos: leña, frutas, forraje y sombra para el ganado; y una función ambiental importante: promueven la biodiversidad (Harvey *et al*. 2005, 2008; Francesconi *et al*. 2011a, 2011b; Ibrahim *et al*. 2011). En Esparza, Costa Rica, Tobar *et al*. (2007) encontraron que la riqueza de especies de mariposas era mayor en cercas vivas de múltiples estratos (70 especies) que en pasturas con densidades de árboles altas (61 especies) y bajas (45 especies). En esta misma área, Rosales y Sáenz (2007) descubrieron que los monos aulladores de manto (Alouatta palliata) preferían el bosque ribereño y los fragmentos de bosque para las actividades diarias y también usaban cercas vivas para moverse dentro de las áreas de pastoreo.

Las cercas vivas promueven la abundancia y diversidad de aves, proporcionando hábitat para aves de manera similar a como lo hacen los parches de bosque, y también pueden ser utilizadas por especies generalistas y especialistas en sabanas. Lo más importante para la conservación de las aves y otra fauna, a nivel del paisaje, las cercas vivas pueden proporcionar una conectividad efectiva entre parches de bosques (Francesconi *et al*. 2011a, 2011b; Francesconi y Montagnini 2015).

Todas las cercas vivas no son igualmente efectivas para atraer aves. Como en otras AFS, la estructura y composición de la cerca son factores importantes que influyen en su uso por especies de aves. La presencia de aves en cercas vivas podría mejorarse alterando las prácticas de manejo de cercas vivas. Esto podría hacerse aumentando la diversidad de árboles, permitiendo que algunos árboles se desarrollen hasta etapas maduras, y

permitiendo que los árboles desarrollen coronas anchas (Francesconi *et al*. 2011a, 2011b). Sin embargo, algunas de estas características pueden no ser tan prácticas o convenientes para el agricultor, y como en otros esfuerzos por aumentar la biodiversidad en AFS, se debe lograr un compromiso entre sus funciones productivas y de conservación.

Cortinas rompevientos

Los cortavientos y los setos desempeñan papeles importantes, ya que a menudo son el único componente arbóreo de un paisaje agrícola y, como tales, proporcionan hábitats y recursos para animales y otras plantas. Al igual que las cercas vivas, los cortavientos y los setos también funcionan como corredores naturales para los movimientos de animales en los paisajes (Harvey *et al*. 2005, 2008). La diversidad de mamíferos y aves en setos y cortavientos depende de su altura, diversidad estructural (número de estratos, número de formas de vida diferentes), diversidad de especies, abundancia y diversidad de plantas herbáceas en el sotobosque, y su manejo (uso de herbicidas e insecticidas , frecuencia de poda, etc.). Por lo tanto, un conjunto de recomendaciones sobre cómo usar cortavientos para restaurar y conservar la biodiversidad incluye lo siguiente (Harvey *et al*. 2005, 2008):

• Restaurar cortavientos viejos o degradados (rellenar huecos, reemplazar árboles viejos o muertos)

• Plante nuevos rompevientos para mejorar la conectividad del paisaje y facilitar los movimientos de los animales.

• Mantener una alta conectividad dentro de la red, así como conexiones con parches de bosque

• Maximizar la diversidad estructural y de especies de plantas en los cortavientos.

• Incluir especies que proporcionan recursos clave o hábitat para la vida silvestre.

• Incluir una mezcla de árboles perennes y caducifolios.

• Minimizar la gestión de setos y cortavientos.

Los cortavientos tienden a ser favorecidos por los agricultores y pueden ser fundamentales para la conservación de la biodiversidad y la conectividad del

paisaje en áreas fragmentadas. Por ejemplo, los cortavientos forestales en el perímetro de los campos agrícolas se usan con frecuencia en la región del Chaco de Argentina, donde aproximadamente el 32% del bosque original permanece en promedio. Estos cortavientos tienen aproximadamente 30 - 50 m de ancho y 1700 m de largo, y representan solo el 5% del área forestal pero proporcionan hasta un 40% de conectividad entre fragmentos de bosque. Esto significa que los cortavientos ayudan a mantener la organización espacial del paisaje y podrían contribuir a la movilidad de los individuos de diferentes especies entre los fragmentos de bosque (Tamashiro 2018). Al igual que las cercas vivas y otras AFS, los cortavientos tienen una variedad de funciones agrícolas y, al enfocarse en sus funciones ambientales, su diseño y manejo deben ser compatibles con su uso agrícola.

Conclusiones

Con el aumento de las amenazas a los ecosistemas naturales en todo el mundo debido a la presión de la población humana que conduce a cambios en los usos del suelo, incluida la deforestación con las consiguientes pérdidas de biodiversidad, se necesitan estrategias alternativas para restaurar y conservar los ecosistemas y los paisajes. A medida que los paisajes se fragmentan más y las reservas y otras áreas protegidas se encuentran más separadas, se necesita conectividad para garantizar caminos para plantar propágulos y vida silvestre.

Existen muchos ejemplos donde AFS es un buen compromiso entre la conservación de la biodiversidad y los resultados esperados de mayor productividad y sostenibilidad. Los sistemas multistrata, que incluyen jardines domésticos y AFS sucesivos, poseen la mayor biodiversidad, mientras que los diseños de AFS más simplificados, como los cultivos perennes y los sistemas silvopastoriles con pocas especies de árboles para sombra, se encuentran en el rango bajo para la biodiversidad. Por lo tanto, para favorecer la restauración y conservación de la biodiversidad, AFS necesita aumentar su complejidad estructural en términos de número de especies y estratos. Sin embargo, incluso el diseño AFS más simple con un solo cultivo y una especie de árbol / arbusto albergará una mayor diversidad que un monocultivo de cultivo o un área degradada. AFS, como las cercas vivas, los cortavientos pueden proporcionar conectividad en el paisaje agrícola fragmentado.

AFS puede estar entre estrategias de ahorro de tierras y de intercambio de tierras. AFS puede desempeñar un papel en la conservación de la tierra, ya que los cultivos y los animales pueden alcanzar una mayor productividad que en los monocultivos, lo que resulta en la intensificación del sistema y la

disminución de la presión sobre las áreas forestales naturales, pastizales y humedales. Al mismo tiempo, los AFS son un buen ejemplo de intercambio de tierras donde la productividad / sostenibilidad y la conservación de la biodiversidad pueden coexistir.

A menudo se necesitan incentivos financieros para promover AFS cuando los aumentos en la productividad aportados por AFS no satisfacen las expectativas de los agricultores. Los pagos por servicios ambientales (PSA) se han utilizado con éxito a este respecto. El uso de especies nativas confiere un mayor valor para la biodiversidad que los exóticos. El conocimiento sobre las especies nativas debería aumentar para que puedan incorporarse en AFS con mayor frecuencia. Se necesitan incentivos para alentar a los agricultores a utilizar más especies nativas.

Cuando se diseñan y mantienen adecuadamente, las islas de biodiversidad pueden contribuir a proteger las poblaciones de plantas y vida silvestre. AFS puede ser parte de islas de biodiversidad, especialmente en zonas de amortiguamiento de áreas protegidas. Las AFS más complejas también pueden constituir una isla de biodiversidad. La promoción de AFS no debe usarse para justificar los cambios en los usos de la tierra, es decir, cortar el bosque para establecer AFS, basado en el hecho de que AFS puede ser amigable con la biodiversidad. Por el contrario, AFS debe planificarse dentro de una estrategia más amplia que contemple el mantenimiento de áreas de bosque natural en el paisaje.

Referencias

Calle, A., Holl, K.D. 2019. Riparian forest recovery following a decade of cattle exclusion in the
Colombian Andes. Forest Ecology and Management 452: 117563

Calle A, Montagnini F, Zuluaga AF (2009) Farmer's Perceptions of Silvopastoral System Promotion in Quindío, Colombia. Bois For Trop 300(2): 79-94.

Chará, J., Camargo, JC., Calle, Z., Bueno, L., Murgueitio, E., Arias, L., Dossman, M., y Molina, EJ. 2015. Servicios ambientales de sistemas silvopastoriles intensivos: mejoramiento del suelo y restauración ecológica. Pp. 331-347 *En*: Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., Eibl, B. (Eds.). Sistemas Agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie Técnica Informe Técnico 402, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Fundación CIPAV. Cali, Colombia. 454pp.

Chará JD, Rivera J, Barahona R, Murgueitio E, Deblitz C, Reyes E, Martins Mauricio R, Molina JJ, Flores M, Zuluaga AF (2017) Intensive silvopastoral systems: economics and contribution to climate change mitigation and public policies. In: Montagnini F (ed) Integrating landscapes: agroforestry for biodiversity conservation and food sovereignty, Advances in Agroforestry 12. Springer, Cham, pp 395–416

Esquivel S., María J. y Zoraida Calle D. 2002. Árboles aislados en potreros como catalizadores de la sucesión en la Cordillera Occidental Colombiana. En: Agroforestería en las Américas 933(34): 43-47.

Fuente: Francesconi, W., Montagnini, F., and Ibrahim, M. 2011. Living fences as linear extensions of forest remnants: a strategy for restoration of connectivity in agricultural

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

landscapes. Pp. 115-126 In: F. Montagnini and C. Finney (Eds.). *Restoring degraded landscapes with native species in Latin America*. Nova Science Publishers, New York.

Francesconi, W., Montagnini, F., and Ibrahim, M. 2011. Using bird distribution to evaluate the potential of living fences to restore landscape connectivity in pasturelands. Pp. 133-142 In: Montagnini, F., Francesconi, W. and Rossi, E. (eds.). *Agroforestry as a tool for landscape restoration.* Nova Science Publishers, New York. 201pp.

Holl, K.D., Leighton Reid, J., Chaves-Fallas, J.M., Oviedo-Brenes, F. and Zahawi, R.A. 2017. Local tropical forest restoration strategies affect tree recruitment more strongly than does landscape forest cover. Journal of Applied Ecology 54, 1091–1099.

Ibrahim, M., F. Casasola, C. Villanueva, E. Murgueitio, E. Ramírez, J. Sáenz, and C. Sepúlveda. 2011. Payment for Environmental Services as a tool to encourage the adoption of silvo-pastoral systems and restoration of agricultural landscapes dominated by cattle in Latin America. Pp. 197-219 In *Restoring degraded landscapes with native species in Latin America,* eds. F. Montagnini, and C. Finney. New York: Nova Science Publishers.

Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., Eibl, B. (Eds.). 2015. *Sistemas Agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie Técnica Informe Técnico 402, CATIE, Turrialba, Costa Rica.* Fundación CIPAV. Cali, Colombia. 454pp.

Montagnini, F. (Ed.) (2017) Integrating landscapes: Agroforestry for biodiversity conservation and food sovereignty. Advances in Agroforestry. Springer, Cham, 504 pp.

Montagnini, F. (Ed.). Biodiversity Islands: Pockets of Protected Land in Human Dominated Environments. Springer. In preparation, 2019-2020.

Múnera, E., B. C. Bock, D. M. Bolívar Vergara y J. A. Botero Botero. 2009. Composición y estructura de la avifauna en diferentes hábitats en el Departamento de Córdoba, Colombia. Pp. 206-225 En: Murgueitio, E., Cuartas, C. y J. Naranjo (eds.). Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo. 2da. Ed. Fundación CIPAV. Cali, Colombia. 490 p.

Murgueitio E, Calle Z, Uribe F, Calle A, Solorio B (2011). Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. For Ecol Manage 261(10): 1654–1663.

Redondo Brenes, A. and Montagnini, F. 2010. Contribution of homegardens, silvopastoral systems, and other human-dominated land-use types to the avian diversity of a biological corridor in Costa Rica. pp.185-224 In: Lawrence R. Kellimore (Editor). *Handbook on Agroforestry: Management Practices and Environmental Impact*. Nova Science Publishers, New York.

Sáenz, JC, Villatoro, F., Ibrahim, M., Fajardo, D, Pérez, M. 2007. Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. Agroforestería en las Américas 45: 37-48

Santos-Gally, R., Boege K., Fornoni J., and Domínguez, C.A. (2019). Cómo transitar hacia una ganadería tropical sostenible. Oikos= web.ecologia.unam.mx

El bienestar animal, condición de la ganadería en el mundo: oportunidades para el silvopastoreo

Animal welfare, condition of livestock in the world: opportunities for silvopastoralism

S. M. Huertas Canén, DMTV, MSc

Especialista en Bienestar Animal
Directora del Centro Colaborador de OIE-Universidad de la Republica O. del Uruguay
stellamaris32@gmail.com

Resumen

El Bienestar Animal (BA) se mide a través de indicadores basados en el animal y en el medio ambiente que lo rodea. El proyecto europeo *Welfare Quality®* definió 4 principios y 12 criterios: condición corporal (CC), ganancia de peso, grado de suciedad del animal, presencia de lesiones visibles en piel y tegumentos, rengueras, corrimientos (nasales, oculares, diarreas, etc.). La observación del comportamiento del animal y el confort térmico son de gran utilidad para evaluar el bienestar. El sector ganadero está apareciendo como uno de los responsables de problemas medioambientales por la fermentación ruminal. La integración de árboles y arbustos con pastos y ganadería: sistemas silvopastoriles (SSP) parece ser beneficiosa ya que aporta sombra y abrigo disminuyendo el estrés térmico en animales y mejora la tolerancia del suelo, siendo una alternativa válida para la ganadería convencional sostenible. En Uruguay, la industria forestal está creciendo, pero no había información sobre el BA de razas europeas en plantaciones. Se trabajó con productores agro-forestales del centro-sur y este del país, midiendo los indicadores de BA en SSP y en pasturas naturales extensivas. Los indicadores de BA fueron aceptables, no apreciándose animales lesionados, enfermos o jadeando. El peso corporal fue adecuado y homogéneo. En verano, los animales en SSP permanecían pastando por más tiempo. Esto explicaría el buen desempeño en SSP aún con menos superficie de pastoreo por la presencia de árboles, generando un microclima que promueve el crecimiento de pasturas de alto valor nutricional.

Palabras clave: *condición corporal, ganancia de peso, estrés térmico, indicadores, integración*

Abstract

Animal Welfare (AW) should be measured mainly through animal based indicators supported by environment surrounding. The European Welfare Quality® project defined 4 principles and 12 criteria: body condition (CC),

weight gain, degree of dirtiness of the animal, presence of visible lesions on skin and teguments, lameness, discharges (nasal, ocular, diarrhea, etc.). Animal behavior observations and thermal comfort are very useful for assessing AW. The livestock sector is appearing as one of those responsible for environmental problems due to ruminal fermentation. The integration of trees and shrubs with pastures and livestock: silvopastoral systems (SPS) seems to be beneficial for animals providing shade and shelter, reducing thermal stress and improving soil tolerance. In many countries is a valid alternative for sustainable conventional livestock. In Uruguay, forestry industry is growing, but there was no information on welfare of European breed animals in commercial plantations. We worked with agro-forestry producers in the south-central and eastern of the country, measuring the AW indicators in SSP and in extensive natural pastures. AW indicators were acceptable; no sick or hampered animals were seen. Body weight was adequate, showing homogeneous groups with little dispersion. During the hot season, animals in SPS remained grazing longer than those in extensive pastures. This would explain the good animal performance in SPS with even less grazing area due to the presence of trees. Under the trees a microclimate is generated that promotes the growth of pastures of greater diversity and nutritional quality.

Keywords: *body condition, weight gain, thermal stress, indicators, integration*

I. Introducción:

El Bienestar Animal (BA) es un tema complejo, de múltiples facetas que incluyen aspectos científicos, éticos, económicos y políticos, así como aspectos culturales y religiosos, tal como lo expresan la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIEa, 2019). La OIE también reconoce la estrecha vinculación existente entre la salud y el bienestar de los animales, incluyéndolo como una de sus prioridades en los planes estratégicos desde el año 2001 hasta la fecha y definiendo el BA “como el modo en que un animal afronta las condiciones en las que vive” (OIE b, 2019). El Prof. Broom (1986) afirma que el BA es “el estado de un individuo tratando de adaptarse al medio ambiente que lo rodea”.

En esta línea, la Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura (FAO) establece el estrecho vínculo existente entre el uso de animales para diversos fines y el bienestar de los seres humanos (FAO, 2009).

El concepto de BA se apoya en las “Cinco Libertades” elaboradas por el consejo para el bienestar de los animales de granja *(Farm Animal Welfare Committee, Reino Unido 1965)*, éstas implican que los animales estén libres

de: hambre y sed; malestar físico y térmico; enfermedad y lesiones; para poder expresar un patrón de comportamiento normal y miedos y angustias.

Basados en estos principios y con criterios científicos, la OIE ha generado normas y directrices que figuran en el Código Sanitario para los Animales Terrestres (Código Terrestre), que resulten guías de carácter voluntario en materia de BA para los más de 180 países miembros de esta organización. Así mismo, la OIE creó el Centro Colaborador en Bienestar Animal y sistemas de producción pecuarios, consorcio conformado por las Facultades de Veterinaria de las Universidades de Valdivia-Chile, UNAM-México y Universidad de la República-Uruguay, con el cometido de colaborar con la temática en la región de las Américas.

El BA se puede medir a través de indicadores basados en el animal siempre complementados por aquellos basados en el medio ambiente que rodea al animal, teniendo claro que éstos últimos aislados no son suficientes para emitir una conclusión certera acerca del BA (Broom 2001; Huertas *ET AL*. 2010; Manteca 2018). Queda claro, por tanto, la necesidad de medir de alguna forma el BA, pero fundamentalmente a través de indicadores objetivos, válidos, confiables y prácticos, lo cual no resulta para nada sencillo.

El proyecto de investigación *Welfare Quality®* (2018) de la Unión Europea integrado por 15 países de la Unión y 4 de América Latina, fue el más grande hasta la fecha que ha tratado de desarrollar protocolos de medición del BA para animales de producción a lo largo de toda la cadena. El mencionado proyecto definió 4 principios: alimentación, alojamiento, sanidad y comportamiento, y 12 criterios para los principios: ausencia de hambre y sed crónicas, confort térmico y en el descanso, facilidad de movimiento, ausencia de lesiones y enfermedades, dolor causado por manejos, expresión de comportamiento social y otras conductas, buena relación humano-animal y conductas positivas (Botreau *et al* 2007). La condición corporal (CC) así como la ganancia de peso; el grado de suciedad del animal, ya sea de los miembros como de la ubre; la presencia de lesiones visibles en piel y tegumentos, en miembros, articulaciones, rengueras, corrimientos (nasales, oculares, diarreas, etc.) son medidas basadas en la observación del propio animal, por lo que tienen una relevancia fundamental y hay que priorizarlas siempre a las medidas en el entorno del animal.

Las concentraciones plasmáticas de algunas hormonas (ej. cortisol) o proteínas de fase aguda también dan idea del nivel de estrés padecido por el animal, pero al requerir la extracción de sangre son invasivos, pudiendo sobre agregar estrés al animal. La frecuencia cardíaca, respiratoria y la

temperatura rectal son más usados, aunque se debe tener presente que para obtenerlos siempre algo de estrés se agrega. La observación del comportamiento de los animales proporciona información interesante acerca de su bienestar, no es invasiva y se puede realizar a campo mediante la observación. El estudio del comportamiento (etología) es una herramienta muy importante en la evaluación del bienestar (Ocampo *et al*. 2011).

Dentro de los indicadores productivos y/o sanitarios se encuentran los índices directos de morbi/mortalidad de diferentes patologías, incidencia/prevalencia de enfermedades multifactoriales, o índices indirectos de calidad de la carcasa a través de la presencia de lesiones (hematomas o machucones), calidad de la carne a través de la medida del pH, color, etc. El confort térmico es de gran importancia para el bienestar del ganado, siendo el estrés por calor un problema serio, disminuyendo el rendimiento, sobre todo en zonas tropicales, pero también está ocurriendo cada vez con más frecuencia en zonas de clima moderado durante el verano (Legrand *et al.* 2009; Herbut *et al.* 2018). Por lo que la observación de la respiración atípica en los animales (jadeo) es de gran utilidad.

Los países de América Latina estarían destinados a proveer los alimentos de origen animal para el mundo, pero esto debe hacerse cuidando el medio ambiente, teniendo en cuenta la seguridad alimentaria produciendo animales sanos y respetando los estándares de Bienestar Animal, en suma: en forma sustentable!

En las cadenas productivas, se observa un gran número de actores involucrados, tales como productores, encargados de animales, transportistas, empleados de las plantas industrializadoras, profesionales, entre otros; quienes juegan un rol fundamental y si no desempeñan bien su tarea pueden llegar a deteriorar severamente el bienestar de los animales productores de alimento (Paranhos da Costa *et al*., 2014). Estos actores claves deben estar debidamente formados para ser los motores del cambio global en materia de BA que se percibe para un futuro cercano (Grandin, 2000; Gallo 2008, 2012; Gallo y Huertas 2015; Huertas *et al*. 2014).

Sin embargo, el sector ganadero en las últimas décadas está apareciendo en el mundo como el responsable del 18% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) medidos en equivalentes de CO^2, más que el correspondiente a los medios de transporte (*Livestock's Long Shadow" 2006)*.

Se asegura que este sector emite el 37% del metano antropogénico que tiene un gran potencial de calentamiento global (PCG), el cual proviene en su mayor parte del proceso de fermentación ocurrido por la digestión entérica de los rumiantes. También es responsable de casi las dos terceras

partes de las emisiones antropogénicas de amonio, las cuales contribuyen significativamente a la lluvia ácida y a la acidificación de los ecosistemas. Por tanto, el sector pecuario produciría el 9% de las emisiones de CO^2 de origen antropogénico, la mayor parte de las cuales se deben a los cambios en el uso de la tierra: principalmente a la deforestación!

Por la magnitud del impacto, la ganadería es uno de los sectores con repercusiones más graves en los principales problemas medioambientales relacionados con la degradación de las tierras, el cambio climático, la contaminación atmosférica, la contaminación del agua y la pérdida de biodiversidad.

Para mitigar este impacto, la FAO (2018) propuso las siguientes tres formas para reducir sustancialmente las emisiones de la producción ganadera: 1. Mejoras de productividad: mejorando las prácticas de cría se pueden reducir las emisiones entre un 20 y un 30%; captura de carbono a través de un manejo mejorado de los pastos (mezcla de gramíneas y leguminosas, picado, tratamiento con urea uso estratégico de suplementos, etc.); una mejor integración ganadera en la bio-economía circular (mejorar la eficiencia reproductiva, reduciendo la incidencia y el impacto de enfermedades, parásitos y cargas de insectos, adaptación del ganado a entornos cambiantes y la resistencia al estrés). 2. Secuestro de carbono. Se estima que los pastizales contienen 343 mil millones de toneladas de carbono a nivel mundial, casi un 50% más de lo que se almacena en los bosques en todo el mundo (crecimiento del sector ganadero, la mala gestión del pastoreo y la negligencia de las políticas han llevado al pastoreo excesivo) soluciones para restaurar la calidad de los pastizales y aumentar el carbono del suelo ajustar la presión de pastoreo (cercas eléctricas, fertilización y manejo de nutrientes, introducción de especies (p. ej. leguminosas) y la integración de árboles y pastos (silvopastoreo). 3. Mejor integración de la ganadería en la bioeconomía circular: una economía circular minimiza las fugas de energía y materiales del sistema recirculándolos en la producción. subproductos agroindustriales como salvado, melaza o tortas de semillas oleaginosas, representan casi el 30% de la ingesta total de alimento del ganado (esto es bueno) La ganadería también contribuye a la bioeconomía y la producción total de alimentos al aumentar la productividad de los cultivos a través del estiércol y la tracción animal reciclando y recuperando nutrientes. Mejor integración de la ganadería en la bioeconomía circular desechos animales (p.ej. biogás).

La incorporación de SSP, constituye una modalidad en la que se combinan gramíneas y leguminosas con arbustos y árboles destinados tanto a la alimentación animal como a otros usos complementarios tales como la producción de madera. Se basan en la producción integrada de árboles y/o arbustos con pasturas y rumiantes, siendo el conjunto de prácticas de uso

de la tierra que combina el rubro forestal con agricultura y/o ganadería (Russo & Botero 1996; Peri *et al*. 2016). No son sistemas homogéneos, existiendo varias maneras en que se puede integrar la producción forestal y ganadera (Bussoni *et al*., 2017). La diversidad de SSPs abarca sistemas con árboles exóticos como ocurre en Uruguay, con bosques nativos como ocurre en La Pampa en Argentina, sistemas con pino nativo en el sur de Estados Unidos, hasta sistemas pequeños en superficie con especies exóticas en Brasil (Cubbage *et al*. 2012).

Esta integración parce ser beneficiosa al componente animal ya que aporta sombra y abrigo, contribuyendo a la disminución del estrés térmico permitiendo una mayor ganancia diaria de peso por animal respecto a los que no disponen de sombra (Calle *et al*. 2012). A nivel del suelo mejora la tolerancia a los períodos de clima extremo (Murgueitio *et al*. 2009). En términos económicos y en percepción de los mismos productores, la diversificación de la producción posibilita obtener ingresos adicionales (Cubbage *et al*. 2012).

Investigaciones en países tropicales como Colombia, Nicaragua y Costa Rica han demostrado que los SSP acumulan más carbono en biomasa aérea y en suelos que las pasturas degradadas (Montagnini *et al*. 2013). El mismo autor ha publicado datos que evidencian mayor acumulación de dióxido de carbono equivalente (CO^2e) en SSP que en praderas sin árboles. Por tanto, al producir con menores emisiones de metano, dióxido de carbono y dióxido de nitrógeno, estos sistemas se consideran una herramienta importante para la mitigación al cambio climático; al mismo tiempo que reducen los efectos de climas extremos tales como sequías, fuertes lluvias, heladas y vientos desecantes (Harvey *et al*. 2013).

Así mismo, al proveer a los animales de sombra, abrigo, alimentos y agua en forma permanente, contribuye al BA, siendo una alternativa válida para la ganadería convencional sostenible en América Latina (Broom *ET AL* 2013). En algunas regiones tropicales que durante años se partió de ambientes selváticos densamente arbolados pero que fueron talados para luego realizar cultivos (por lo general monocultivo), ahora se están tratando de promover sistemas integrados de pasturas, árboles y arbustos con animales ((Montagnini *et al*. 2015).

En países como Uruguay, donde por cientos de años la producción de carne se realizó en forma extensiva a cielo abierto en pasturas naturales, en las últimas décadas se han comenzado a promover nuevos modelos que buscan la sustentabilidad al integrar plantaciones forestales exóticas (principalmente *Eucaliptus* spp.) con producción de carne (Polla, 2000). La industria forestal ha sido uno de los principales factores que ha llevado a reformular la producción ganadera para pasar de rubro único a multi-rubro en el caso de muchos productores. Este sector en los últimos 20 años pasó

de 186.000 hectáreas forestadas en 1990 a 1.098.000 hectáreas en 2017 (MGAP-DIEA, 2016).

La ley forestal N°15.939 (Poder Legislativo, 1988) dio un gran impulso al desarrollo de la industria forestal y entre otras propuestas establecía beneficios financieros y exenciones impositivas con el objetivo de promover la forestación en suelos considerados de baja productividad, la mayoría de estos ubicados en zonas ganaderas. Este cambio en el uso de la tierra ha sido un factor importante para el desarrollo de los SSPs. (Bussoni *et al*. 2015). El aumento de los precios internacionales de la carne y el incremento de la demanda de productos forestales son elementos que dinamizan los SSP. Actualmente no cabe duda que la integración de las actividades forestales y ganaderas proporciona sinergias económicas, sociales y ambientales (Lacorte y Esquivel 2009). En Uruguay la superficie replantada es de un 77% y las especies utilizadas son *Eucalyptus ssp* (MGAP/DIEA, 2016), que está bien adaptado a las condiciones del país y cubre la demanda del mercado (Fedrigo *et al* 2018).

En los SSP la superficie de pastoreo y sitios de corte, pueden ser compartidos o no, modificando la estructura del tapiz vegetal (Olmos *et al*., 2005, Formoso, 1990), según la densidad y relación de las especies utilizadas (Boggiano *et al*. 2005; Formoso, 2005). Los diseños de plantación, varían de región en región y de país en país, con potencialidad de diferentes tipos agricultura entre las filas o sin ellas. Esta última opción, sin modificación de las pasturas.

Cuando productores ganaderos deciden incorporar la forestación a sus establecimientos se enfrentan básicamente a dos escenarios: el primero plantar en zonas que no son de valor (o de bajo valor) para la ganadería. En este caso se plantan altas densidades de árboles y una vez que los mismos alcanzan un tamaño suficiente para que el ganado no los dañe, el productor asigna ganado en estas áreas para utilizar con fines productivos la pastura que crece sobre todo en callejones y algo bajo las plantaciones. Una vez que los árboles alcanzan cierto tamaño y cobertura de dosel, el pasaje de luz hacia el suelo se verá interrumpido por lo que el crecimiento de la pastura no será compatible con la producción ganadera. El segundo escenario implica utilizar potreros de calidad regular o buena para la ganadería y realizar la plantación de los árboles en un marco que permita el pasaje de luz hacia la pastura sin importar la altura de los árboles. Un ejemplo de este tipo de marco es el marco 2 x 3 x 12, que implica plantar dos filas de árboles juntas a 3 metros de distancia entre sí y entre las dos filas siguientes 12 metros de distancia (MGAP DGF BID, 2008). En los espacios más abiertos es donde se dará el mayor crecimiento de pastura y por lo tanto a diferencia del primer escenario, a lo largo de casi la totalidad del turno forestal será posible realizar actividad ganadera.

Se ha reportado que los animales en SSP presentan mejor condición corporal que en los potreros sin árboles, siendo esta medida un fuerte indicador de bienestar Mancera *et al*. (2018). Así mismo se encontró que muestran menos ansiedad y miedo en comparación a aquellos en pasturas abiertas, y esto fue asociado a una mayor posibilidad de ocultamiento total o parcial (Ocampo *et al*., 2011). Muchos de los resultados de los trabajos de investigación provienen de animales de razas cebuinas y en zonas tropicales, habiendo hasta el momento muy poca información sobre indicadores de bienestar de bovinos de razas europeas productoras de carne en SSPs en zonas templadas y con tapices vegetales naturales.

Por tanto, tratar de medir los indicadores de BA en las condiciones propias de Uruguay fueron los objetivos principales del proyecto INIA-FPTA "Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas productivos silvopastoriles y sistemas forestales existentes en el país y su relación con la producción de bovinos de carne", cuyos datos se resumen seguidamente.

II. Materiales y Métodos

Se trabajó con productores agro forestales del centro-sur y sur-este del Uruguay, casi todos pertenecientes al grupo de Productores Forestales Unidos del Sureste Uruguayo (FORESUR Gie). Los criterios de selección de los establecimientos, fueron los siguientes: que contaran con plantaciones comerciales de *Eucaliptus ssp* para producción de pulpa de papel y potreros con Campo Natural (CN) sin mejoras y contiguos a los SSP, que tuvieran ganado de razas europeas (*Hereford o Angus* o sus cruzas), que desearan formar parte del estudio permitiendo al equipo del proyecto ingresar periódicamente a realizar la colecta de datos, tanto de animales como de pasturas, árboles y suelos.

En cada predio se partió de un grupo de animales de igual raza, edad, sexo y peso (de 24 a 40 según el establecimiento), que se dividió aleatoriamente y se asignó la mitad a cada uno de los tratamientos: SSP y CN contiguos y con aguadas naturales en todos los casos.

Periódicamente cada 45 días se realizaban visitas a los establecimientos, los animales eran llevados a las instalaciones en las primeras horas de la mañana, permaneciendo en corrales separados según la procedencia (SSP o CN). Luego de algunas horas, se registraban individualmente los indicadores de BA de acuerdo al protocolo de evaluación de *Welfare Quality®* para el ganado vacuno: condición corporal (CC), suciedad, presencia de cojeras, Lesiones o alteraciones de los tegumentos, Presencia de tos, secreciones (nasal, ocular), respiración dificultosa, diarrea, rumen hinchado, Respiración acelerada o dificultosa (2009) teniendo en cuenta las condiciones extensivas y semi-extensivas presentes en los países latinoamericanos (Huertas *et al*

2009). Adicionalmente, se registró el peso corporal individual y se realizaron estudios observacionales de comportamiento y uso del espacio.

III. Resultados y Discusión

Luego de 7 visitas y más de 900 registros de observaciones a animales, no se encontraron animales con puntaje positivo para ninguno de los indicadores de BA, tanto aquellos en SSP como los de CN en todos los establecimientos, pudiendo implicar que el ambiente físico en el que se encontraban fue apropiado para el bienestar de los mismos, minimizando el riesgo de lesiones y enfermedades, tal como sugiere Fraser *et al*. (2013). La CC se consideró satisfactoria, no registrándose ningún animal tan delgado como para considerarlo no aceptable. No se observaron animales con placas de barro que pudieran ser catalogados como "sucios" durante las visitas, este hallazgo es más típico de animales mantenidos en encierros. Tampoco se observaron animales rengos o con signos de cojera, ni animales con corrimientos de ningún tipo, diarreas o respiración dificultosa (jadeo) en ninguna de las visitas.

En cuanto a la evolución del peso corporal, no se encontraron diferencias entre los tratamientos ($p = 0.176$). No se apreciaron descensos pronunciados de peso más allá de los esperados durante las épocas de invierno. Sin embargo, los animales mantenidos en SSP mostraron menos dispersión en los pesos, es decir, grupos más homogéneos, hecho muy deseado por los productores a la hora de comercializar su hacienda. Con relación al uso del espacio, durante los meses más fríos, en SSP al mediodía y de tarde los animales de se encontraron bajo los árboles y pastando, mientras que la mayoría de aquellos en CN estaban echados en zonas de abrigo. Durante los meses cálidos, los animales en SSP presentaron un patrón de pastoreo más constante y con mayor proporción de individuos. Estas actitudes comportamentales pueden explicar que los animales de SSP no hayan perdido peso aun con menor superficie de pastoreo debido a la presencia de los árboles.

IV Conclusiones

Al menos en las observaciones realizadas durante dos años, la presencia de montes de *Eucaliptus* spp plantados en los suelos de menor calidad, en algunos predios del centro y sureste del Uruguay, no afectó el rendimiento ni el bienestar de animales de razas europeas para carne.

Claramente, debajo de los árboles se generan determinadas condiciones ambientales que permiten que los animales en SSP pasen más tiempo pastando en el verano. Este microclima también promueve el crecimiento de pasturas de mayor calidad y diversidad (Fedrigo *et al* 2018). En el entorno del sotobosque, incluso con menos luz solar, el índice de diversidad botánica

fue mayor para SSP (Bueno *et al* 2017), promoviendo así un sistema sostenible (Broom *et al* 2013; Broom 2016; Barro *et al* 2012; Huertas *et al* 2018).

En condiciones similares de manejo, ciertas categorías (animales jóvenes y rodeos de cría) en plantaciones comerciales (2x2 y 2x2x7) presentaron ganancias de peso similares a pesar de la menor superficie de pastoreo debido a la presencia de árboles. Los SSP tienen una función de protección frente a las radiaciones solares y vientos, siendo la forestación el lugar preferido por los animales para pastorear durante las horas de más calor, mientras que los animales en CN prefieren permanecer parados o en alguna isla de árboles si hay.

La presencia de animales en la forestación contribuye a mantenerla limpia disminuyendo los riesgos de incendios. El SSP colabora con la producción ganadera, constituyendo una alternativa válida, con beneficios para el medio ambiente. En SSP se encuentra más diversidad y mayor frecuencia de pasturas de alto valor nutricional (lo que explicaría, en parte, el buen desempeño de los animales en SSP). La obtención de madera constituye un "plus" para los productores, permitiendo diversificar los negocios, ayudando a lograr rendimientos más estables a largo plazo.

Bibliografía

Barro R. S., Varella A. C., Lemaire G., de Medeiros R. B., de Saibro J. C., Nabinger C., Bangel F. V., Carassai I. J. 2012. Forage yield and nitrogen nutrition dynamics of warm-season native forage genotypes under two shading levels and in full sunlight. Rev Bras Zootec 41:1589-1597.

Boggiano P., Zanoniani R., Millot J.C., (2005). Respuestas del Campo Natural a Manejos crecientes de Intervención. INIA. 151:105-113.

Botreau R, Veissier I, Butterworth A, Bracke MBM, Keeling LJ, (2007). Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. Animal Welfare 16: 225-228.

Broom DM (1986) Indicators of poor welfare. British Veterinary Journal. Vol 142, 6: 524-526

Broom DM, 2001. Animal welfare: concepts and measurement. Journal of Animal Science 69, 4167-4175

Broom, D. M., Galindo, F.A., Murgueitio, E. (2013). Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. Proc R Soc B 280, 20132025.

Bussoni A, Juan C, Fernández E, Boscana M, Cubbage F, Bentancur O. (2015) Integrated beef and wood production in Uruguay: potential and limitations. Agroforestry Systems 89:1107-1118.

Bussoni, A., Alvarez, J., Cubbage, F., Ferreira, G., Picasso, V. 2017. Diverse strategies for integration of forestry and livestock production. Agroforestry Systems, pp1-12. https://doi.org/10.1007/s10457-017-0092-7

Calle, Z., Murgueitio, E., Chará, J. 2012 Integrating forestry, sustainable cattle-ranching and landscape restoration. In: Unasylva, The Power of Forests. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Vol 63/239:31-40, Rome.

Cubbage F, Balmelli G, Bussoni A, Noellemeyer E, Pachas A, Fassola H, Colcombet L, Rossner B, Frey G, Dube F, Lopes de Silva M, Stevenson H, Hamilton J, Hubbard W. (2012).

Comparing silvopastoral systems and prospects in eight regions of the world. Agroforestry Systems 86:303-314.

Fedrigo, J.K., Benítez, V., Santa Cruz, R., Posse, J., Santiago, R., Hernández, J., Mantero, C., Morales, V., Silveira, E., Viñoles, C. 2018. Opportunities and challenges for the silvopastoral systems in Uruguay. Veterinaria (Montevideo), Vol 54/209- 4: 20-30 DOI: 10.29155/VET.54.209.4

Formoso D., 2005. La Investigación en Utilización de Pasturas Naturales sobre Cristalino desarrollada por el Secretariado Uruguayo de la Lana. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Treinta y Tres. 151. pp 51-57.

Gallo C. & Huertas S. (2015) Main animal welfare problems in ruminant livestock during preslaughter operations: a South American view. Animal, page 1 of 8 © The Animal Consortium 2015.

Gallo C. (2008) Using scientific evidence to inform public policy on the long distance transportation of animals in South America. Veterinaria Italiana 44(1), 113-120.

Gallo, C. (2012).- Bienestar animal y calidad de carne en Latinoamérica. In: Bienestar Animal, Productividad y Calidad de la Carne 2ª Ed. (Mota-Rojas, D., Huertas Canen, S., Guerrero-Legarreta, I., y Trujillo-Ortega, eds) Ed. Elsevier. Mexico, 3-11

Grandin T. (2000) Livestock Handling and Transport, 4th Edition. CABI Publishing: New York, USA.

Harvey, C; Chacón, M; Donatti, C; Garen, E; Hannah, L; Andrade, A; Bede, L; Brown, D; Calle, A; Chará, J; Clement, C; Gray, E; Hoang, M; Minang, P; Rodríguez, A; Seeberg-Elverfeldt, C; Semroc, B; Shames, S; Smukler, S; Somarriba, E; Torquebiau, E; van Etten, J; Wollenberg, E. (2013) Climate-smart Landscapes: Opportunities and Challenges for Integrating Adaptation and Mitigation in Tropical Agriculture. Conservation Letters 7(2):77-90.

Herbut P, Angrecka S, Walczak J. (2018) Environmental parameters to assessing of heat stress in dairy cattle-a review. Int J Biometeorol. 62(12):2089–2097. doi:10.1007/s00484-018-1629-9

Huertas SM, Paranhos da Costa M, Manteca X, Galindo F and Morales M (2009) An Overview of the Application of the Animal Welfare Assessment System in Latin America. In: An Overview of the Development of the Welfare Quality® Project Assessment Systems. Welfare Quality Report No 12. Linda Keeling (Eds) pp 70-89 ISBN 1-902647-82-3 ISSN 1749-5164

Huertas S., Gil A., Piaggio J. & van Eerdenburg F. (2010).- Transportation of beef cattle to slaughter houses and its relation to animal welfare and meat quality in an extensive production system. Animal Welfare, 19, 281-285.

Huertas S, Bobadilla P, Bueno H, Cesar D, Piaggio J and Gil A 2018 Environmental Conditions in a Temperate Weather Silvopastoral System vs. Natural Grassland and their Impact on Animal Beef Production. *Biomedical Journal Scientific & Technical Research* 3:2 doi: 10.26717/BJSTR.2018.03.000885

Lacorte S., Esquivel J. 2009. Sistemas silvopastoriles en la Mesopotamia Argentina. Reseña del conocimiento, desarrollo y grado de adopción. 1º Congreso nacional de sistemas silvopastoriles. [Posadas, Misiones, Argentina, 14-16/Mayo/2009]. pp. 70-82.

Legrand AL, von Keyserlingk MA and Weary DM 2009 Preference and usage of pasture versus free-stall housing by lactating dairy cattle. Journal of Dairy Science 92: 3651-3658

Manteca, Xavier. (2018) Indicadores de bienestar animal y protocolos de valoración. II Conferencia sobre Veterinaria y Bienestar Animal Zaragoza, 16-17 de noviembre de 2018 (disponible en: http://colvet.es/files/2_X_Manteca_Indicadores_y_protocolos.pdf) (fecha de consulta: 15 de ag 2019)

MGAP/DIEA. (2016). Anuario Estadístico Agropecuario 2016. Dirección de Estadísticas Agropecuarias. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

Montagnini, F, Ibrahim M, Murgueitio E. (2013). Silvopastoral systems and mitigation of climate change in Latin America. Bois et Forets des Tropiques 316: 3- 16.

Montagnini, F; Somarriba, E; Murgueitio, E; Fassola, H; Eibl, B. 2015. Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales. Serie técnica. Informe técnico 402. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Editorial CIPAV, Cali, Colombia. 454p.

Murgueitio E., Ibrahim M., 2009. Cattle and the environment in Latin America. In: Murgueitio E., Cuartas C., y Naranjo J. (Eds.). Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo. 2da. Ed. Fundación CIPAV. Cali, Colombia, p. 20-39.

Ocampo, A., Cardozo, A., Tarazona, A., Ceballos, M., Murgueitio, E. (2011). La investigación participativa en bienestar y comportamiento animal en el trópico de América: oportunidades para nuevo conocimiento aplicado. Revista Colombiana Ciencias Pecuarias 24, 332–346.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2009) Creación de capacidad para la implementación de buenas prácticas de bienestar animal. Informe de la Reunión de expertos de la FAO. Roma. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/012/i0483s/i0483s00.htm (fecha de consulta: 15 de ag 2019)

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2018) Soluciones ganaderas para el cambio climático. (disponible en: http://www.fao.org/3/I8098ES/i8098es.pdf) (fecha de consulta: 15 de ag 2019)

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE)a.- Bienestar Animal. Disponible en: http://www.oie.int/es/bienestar-animal/el-bienestar-animal-de-un-vistazo/ (fecha de consulta: 15 de agosto de 2019)

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE)b.- Código Sanitario para los Animales Terrestres, Cap 7. Disponible en: http://www.oie.int/es/normas-internacionales/codigo-terrestre/acceso-en-linea/ (fecha de consulta: 15 de ag 2019)

Paranhos da Costa M.; Huertas S.; Strappini A. & Gallo C. (2014) Handling and transport of cattle and pigs in South America. En: Livestock, Handling and Transport. 4th Ed. Edited by Temple Grandin, CABI

Poder Legislativo 1988. Ley Forestal N°15.939. https://legislativo.parlamento.gub.uy/temporales/leytemp7479033.htm. Con acceso 9/02/18.

Polla, C. (2000). Experiencias en Sistemas Productivos Agroforestales y Silvopastoriles en Uruguay. Sitio argentino de Producción Animal. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/31-sistemas_productivos_agroforestales_silvopastoriles_uruguay.pdf (fecha de consulta: 15 de agosto 2019)

Welfare Quality Network (2018) http://www.welfarequality.net/en-us/home/ (fecha de consulta: 15 de agosto 2019)

Leucaena as a driver of sustainable livestock production in silvopastoral systems

HM SHELTON

School of Agriculture and Food Sciences, The University of Queensland, Brisbane, Australia

Correspondence: H.M. Shelton, School of Agriculture and Food Sciences, The University of Queensland, Brisbane, 4072 Australia. Email: m.shelton@uq.edu.au

Introduction

Leucaena leucocephala (leucaena) has multiple uses. It is a vegetable for human consumption, wood for bio-energy and paper pulp, an anthelmintic for humans and ruminants, and especially, it is known as an excellent forage for ruminants.

There has been exponentially increasing interest in the species since the 1950s with almost 100,000 entries on Google Scholar. The previous conference on leucaena was held in Vietnam in 1998. Accordingly, with assistance from CIPAV based in Colombia, and Meat and Livestock Australia and ACIAR based in Australia, the University of Queensland staged an International Leucaena Conference in November, 2018. Approximately 120 conference delegates from 12 countries shared knowledge and practical experiences regarding leucaena. Topics covered were how we plant, manage and use leucaena around the world. The Proceedings of the Conference, can be found in two special issues (#2 and #4, volume 7) of the online Journal Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales published in 2019.

This review summarises the main issues arising from the conference that impact on the question: - can leucaena act as a driver of sustainable livestock production in silvopastoral systems.

Varieties

Dalzell (2019) noted early use of leucaena by humans was based entirely upon the very narrow germplasm of a single genotype of *L. leucocephala* ssp. *leucocephala* ('common' leucaena), that had spread pantropically from its centre of origin in Mexico. Genetic improvement began in the 1950s when vigorous 'giant' leucaena genotypes (*L. leucocephala* ssp. *glabrata*) were identified. Cultivars such as Hawaiian K8, Peru and El Salvador were selected and promoted in silvopastoral systems in Australia and in multipurpose agroforestry systems throughout the tropics. Plant breeding for improved forage production resulted in the release of cv. Cunningham in 1976 in Australia. These cultivars of 'giant' leucaena displayed broad environmental adaptation but lacked tolerance of cold temperatures (and frost) and adaptation to acid soils. The arrival of the psyllid insect pest (*Heteropsylla cubana*) from the Caribbean in the early 1980s devastated both 'common'

and 'giant' leucaena all around the world. However, some giant leucaenas exhibited a degree of tolerance to the psyllid pest and were released in Australia as cultivars Tarramba and Wondergraze and in Hawaii as cv. LxL. Since the 1990s, plant breeding programs have sought to develop cultivars with greater psyllid tolerance derived from the interspecific hybridization between *L. pallida* and *L. leucocephala* ssp. *glabrata,* resulting in the release of cv. 'KX2 leucaena' in Hawaii for timber and forage production, and cv. Redlands in Australia as a forage cultivar.

Dalzell (2019) identified development of sterile leucaena as a high priority. He argued that a sterile leucaena would lead to increased adoption in regions, e.g. Western Australia, where leucaena propagation is not permitted owing to concerns over potential weediness (Campbell et al. 2019).

The conference endorsed the need to coordinate international G x E evaluations of existing and new leucaena cultivars and selection of elite germplasm due to limited R&D resources. It is essential that all R&D personnel involved in leucaena plant evaluation are aware of the origins of the genetic material they are using and the location of international collections of leucaena. The World Leucaena Catalogue provides detailed passport information, including origins, collector, local ID identifiers for cross-referencing with other collections, but needs updating due to an updated understanding of speciation within the genus (Abair *et al*. 2019) .

Establishment and management

Buck *et al*. (2019a) outlined best practice to achieve successful establishment of leucaena. In Australian grazing situations, best outcomes with existing commercial varieties occur on deep, fertile, well-drained neutral-alkaline soils in the 600-800 mm rainfall zone, while psyllid-tolerant cv. Redlands is better adapted in higher rainfall environments. Recommendations are to plant into fully prepared seedbeds with ample stored moisture and corrected for nutrient deficiencies, in double rows 6 m apart. Seed should be scarified, inoculated with rhizobium and treated for insect control prior to planting plus beetle bait after planting.

There are many reasons to develop efficient cost-effective micro- and macro-vegetative propagation methods for leucaena (Idol *et al*. 2019). Vegetative propagation would be advantageous for: expediting breeding programs; distribution of sterile materials; planting in non-arable locations; small-scale hand-plantings in Asia; and even for planting on smaller holdings in coastal Queensland, where commercial seedling planters might be effective. Provided soil moisture is adequate, advantages are quicker establishment plus reduced challenge from weeds, domestic animals and wildlife.

Feeding and management

Conference delegates confirmed that leucaena is a highly palatable, productive and profitable forage option used by beef producers in northern Australia and by beef, dairy and goat producers in Central America, South America and Asia. In Australia, when sown with either native or exotic companion grasses, leucaena provides significant productivity, economic, environmental and social benefits Buck et al. (2019b). Cattle on leucaena-grass pastures will gain 250–300 kg/year, and at a higher stocking rate than on straight grass pastures, while production per hectare can be 2-4 times that from rundown buffel grass pasture. In Colombia, at stocking rates of 2.5-4.5 head/ha, beef cattle gained 0.65-0.8 kg/d, while dairy cows yielded 5-14 kg milk/head/d, depending on animal genetics, season and supplementation, with up to 17,000 kg milk/ha/year (Zapata Cadavid 2019).

Goats are well adapted to leucaena and are productive in terms of live-weight gains, milk production and reproduction on diets containing up to 100% Leucaena (Cowley *et al*. 2019). Successful feeding systems included both grazed and cut-and-carry intensive strategies.

Appropriate grazing management is necessary to maximize leucaena-grass pastures production; however, many graziers do not manage this aspect well and it can be costly to correct. In Australia, a range of commercial and home-made slashing devices are used to mechanically cut tall leucaena to bring it into the reach of grazing animals (Shelton 2019).

Toxicity

Leucaena contains the non-protein amino acid mimosine (Shelton et al. 2019) and cattle, naïve to leucaena, can be initially affected by mimosine toxicity, showing symptoms of hair loss, salivation and loss of appetite. Mimosine is rapidly converted to DHP which is reported to be chronically toxic. However, most livestock raisers in Australia and internationally observe that symptoms are short-lived, with animals quickly recovering to show excellent production. The current understanding in Australia is that graziers with cattle on leucaena are wise to inoculate cattle with *Synergistes jonesii* as protection against toxicity. However, new evidence from Indonesia where Bali cattle being fed diets up to 100% leucaena showed that conjugation of DHP by the liver, and not *S. jonesii,* though ubiquitously present at low populations, was the major detoxification pathway, and inoculation was not necessary (5). Since no other country has access to the laboratory-fermented source of *S. jonesii*, this finding, if widely applicable, has the potential to remove a major world-wide barrier to adoption of leucaena for feeding ruminants.

Alternative uses

There is increasing interest in leucaena as a dual-purpose plant suitable for producing both biofuel as well as feed for livestock. Tudsri et al. (2019) reported that the chemical composition of leucaena was excellent for heat

generation on combustion. They reported that the arboreal character and wood yield of cv. Tarramba, as well as many hybrid lines, showed excellent potential as biofuel and recommended planting configurations that delivered both biofuel and livestock feed.

The environment

There are multiple environmental benefits from leucaena that provide triple bottom-line benefits (environmental, social, economic) including C storage, animal welfare and reduced enteric methane emissions (Chara et al. 2019). High-quality feed during the dry season and during droughts in Asia delivers control of many internal parasites. Organic beef production in Australia is possible from leucaena pastures on fertile soils.

Despite the many positive attributes, environmental concerns about the weed potential of leucaena remain a major issue in Australia and worldwide (Campbell *et al*. 2019). Leucaena does not invade undisturbed ecosystems. Nevertheless, if not properly managed, current commercial varieties of leucaena produce long-lived seed that can spread outside of planted paddocks onto roadsides and along riparian zones.

Conclusions

There is huge potential to expand the area of leucaena pastures around the world. Nevertheless, there was general agreement at the conference that, despite overwhelming evidence for the high productivity, profitability and sustainability of leucaena feeding to ruminants around the world, adoption of the innovation was universally well below expectations. Delegates were unanimous in agreeing that the momentum for collaboration and information exchange established during the conference should be continued.

Other priorities identified for future work included: (a) a requirement for sterile and cool tolerant leucaena varieties for some locations; (b) a better understanding of appropriate row spacing and methods for height control which interact with % leucaena in diet; (c) there is need to confirm if conjugation of DHP occurs in ruminants other countries than Indonesia, and is therefore a major pathway for neutralisation of leucaena toxicity; (d) there is a need greater integration of trees into large scale leucaena plantations plantings to promote C sequestration and biodiversity; and finally, (e) the anthelmintic properties of leucaena for ruminants, non-ruminants, and humans requires further study.

The question – “can leucaena be a driver for sustainable livestock production in silvopastoral systems’ is now be addressed by summarising **t**he principal features of leucaena.

Environmental

- It is a perennial legume (long lived), and is drought tolerant;

- It contributes N &C to soil, improves H20 penetration, and reduces need for N fertilization of inter-row grass;
- It increases biodiversity, reduces CH4 emissions, and can deliver saleable C credits; and
- It reduces pressure to clear larger areas of forest, or marginal lands, and can intensify production on less land.

Livestock / economic features

- It increases production and quality of beef and milk due to improved nutrition;
- It improves animal welfare due to improved nutrition, especially in dry season; and
- It can double profitability.

It can be concluded that leucaena does contribute to sustainable livestock production in silvopastoral systems**.**

References

Abair, A., Hughes, C.E. and Bailey, C.D. 2019. The evolutionary history of Leucaena: recent research, new genomic resources, and future directions. *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales* 7: 65-73.

Buck, S.R., Rolfe, JW, Lemin, CD, and English, B.H. (2019a). Establishment of leucaena in Australia. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 7:104–111.

Buck, S.R., Rolfe, J.W., Lemin, C.D. and English, B.H. 2019b. Adoption, profitability and future of leucaena feeding systems in Australia. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales 7:303–314.

Campbell, S., Vogle, W., Brazier, D., Vitelli, J., and Brook, S. 2019. Weed leucaena and its significance, implications and control. *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales* 7:280–289.

Chará, J, Rivera, J., Barahona, R., Murgueitio E., and Calle, Z., Giraldo, C. 2019. Intensive silvopastoral systems with Leucaena leucocephala in Latin America. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicale*s 7:259–266.

Cowley, F.C. and Roschinsky, R. 2019. Incorporating leucaena into goat production systems. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 7:173–181.

Dalzell, S.A. 2019. Leucaena cultivars - current releases and future opportunities. *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales* 7:56–64.

Idol, T., Youkhana, A. and Santiago, R.P. 2019. Vegetative and micropropagation of leucaena. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 7:87–95.

Shelton, H.M. 2019. International Leucaena Conference: Highlights and priorities. *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales* 7: 469-478.

Shelton, H.M., Kerven, G.K. and Dalzell, S.A. 2019. An update on leucaena toxicity: Is inoculation with Synergistes jonesii necessary? *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 7:146–153.

Tudsri, S., Chotchutima, S., Nakamanee, K., and Kangwansaichol, K. 2019. Dual use of leucaena for bioenergy and animal feed in Thailand. *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales* 7:193–199.

Zapata Cadavid, A., Mejía, C., Solarte, L., Suárez, J., Molina, C.H., Molina, E.J., Uribe, F., Murgueitio, E., Navarro, C., Chará, J., and Manzano, L. 2019. Leucaena intensive silvopastoral system: The CIPAV experience in Colombia. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 7:353–358.

EcoGram: una herramienta para la mejora del manejo silvopastoril en Iberoamérica

EcoGram: a tool for improving silvopastoral management in Ibero-America

P. Bustos[1]; R. Soler[2]; A. Bussoni[3]; G. Moreno[1]; M. Catalán[1]; G. Palomo[1]; E. Sales-Baptista[4]; A. Pinelli-Saavedra[5]; C. Munka[3]; P. Peri[6;7;8]; R. Martins[10]; J. Chara[11]; E. Somarriba[13]; C. Ovalle[12]; P. Sánchez[9]

[1]Universidad de Extremadura. Campus de Cáceres y Plasencia, España. pbustos@unex.es
[2]Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET), Tierra del Fuego, Argentina.
[3]Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Uruguay.
[4]Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas. Universidade de Évora. Portugal.
[5]Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Hermosillo, Sonora, México.
[6]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.
[7]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), EEA Santa Cruz, Argentina.
[8]Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA), Santa Cruz, Argentina.
[9]FEDEHESA, España
[10]Universidade Federal de São Joâo del Rei, Brasil
[11]Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, Cali, Colombia
[12]Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Chile
[13]Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica. pbustos@unex.es

Resumen

La red iberoamericana para la mejora tecnológica de sistemas silvopastoriles financiada por CYTED, EcoGram, busca mejorar los procesos de gestión de sistemas silvopastoriles (SSP) en Iberoamérica y en la Península Ibérica mediante la captura masiva de datos en terreno que faciliten la construcción posterior de modelos productivos. Para ello, se está involucrando a propietarios y gestores para que con sus dispositivos móviles aporten datos y respuestas, buscando una colaboración recíproca con los centros de investigación (ciencia ciudadana) que conforman la red. Se establecieron una serie de variables biofísicas que facilitan la interpretación de la información enviada. Dichas variables corresponden a uno de los grandes componentes de un SSP: arbolado, agua, ganado, pasto o suelo. Además, cada variable fue agrupada de acuerdo a su objetivo: de estado (ej., superficie de potreros), de manejo (ej., raleos), de producción (ej., madera, frutos) o de conservación (ej., biodiversidad). Para acceder a esta información se ha desarrollado una aplicación para móviles con la que el usuario puede enviar imágenes libres o rellenar formularios guiados que responden a una necesidad de datos concreta. Un ejemplo concreto es el subconjunto de estas variables referentes al funcionamiento de los procesos

del ecosistema, que se transforman directamente en el Índice de Salud de Pastos. Los datos georreferenciados obtenidos se almacenan en la plataforma EcoGram, alojada en la Universidad de Extremadura, a la que tienen acceso todos los grupos de la red y que permitirá crear una base de conocimiento más amplia sobre los SSP y estimular la cooperación científica entre países.

Palabras clave: *Monitoreo, producción sostenible, tecnologías de la información, sistemas agroforestales.*

Abstract

The Ibero-American Network for the technological improvement of silvopastoral systems: EcoGram, seeks to improve the management processes of silvopastoral systems (SSP) in Ibero-America through the use of an application for mobile devices. For its operation it is necessary to involve owners and managers in the continuous acquisition of data and questions, seeking a reciprocal collaboration with research centers (citizen science) and directed to the construction and maintenance of a high-quality data bank. For this, a series of biophysical variables were established that facilitate the interpretation of the information sent by the users. Each of these variables corresponds to one of the major components of an SSP: trees, cattle, grass or soil. In turn, each variable was grouped according to its objective: state (e.g., paddock area, productive purposes), management (e.g., thinning), production (e.g., wood, fruits) or conservation (e.g., biodiversity). To load this information, guided forms have been developed that facilitate the use of the tool. From a subset of these variables, the Rangeland Health Index was adapted to determine the functioning of ecosystem processes. The results obtained serve to integrate them into the EcoGram platform, which will allow for a broader knowledge base on the systems and the opportunity for scientific cooperation between countries.

Keywords: *Monitoring, sustainable production, information technology, agroforestry systems.*

Introducción

El uso de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en el desarrollo productivo y sostenible está ganando terreno en los últimos años en todo el mundo (Heeks, 2010; Kostoska y Kocarev, 2019). El primer paso para un conocimiento profundo de los sistemas silvopastoriles (SSP) y ser de apoyo en las tomas de decisiones de los productores, es medir aquellos aspectos o fenómenos que puedan resultar de interés. Los SSP han sido estudiados desde aspectos tales como las interacciones entre los

componentes pastoril, ganadero y forestal (Nair, 2009; Nuberg *ET AL*., 2009; Somarriba *ET AL*., 2012; Peri *ET AL*., 2016), pero existen pocos estudios que permitan a partir de las nuevas tecnologías, hacer partícipe a todos los involucrados en el proceso de manera directa. En este contexto, las TIC abren las puertas a la posibilidad de medir de forma recurrente y precisa múltiples variables potencialmente relevantes con las que se puedan caracterizar y construir modelos explicativos del sistema (Quiñones-Cuenca *ET AL*., 2017; Xiaojie *ET AL.* 2019). Con el mismo esfuerzo, estas tecnologías permitirían crear un registro histórico de su evolución temporal a mayor escala. Pese a todo este potencial y el impacto que estas acciones tendrían en la mejora de los SSP en Latinoamérica, los problemas prácticos de la implantación de sensores y sistemas de medida específicos en grandes áreas con baja densidad de población y sin infraestructura energética o de comunicaciones son enormes (Nagel, 2012; Bakker *ET AL*., 2018; Vásquez-Bermúdez *ET AL*., 2019; Goubella y Gonseca, 2008). Una alternativa de gran potencial es el uso de imágenes satelitales que pueden proporcionar índices muy útiles (ej., clasificación de tipos de suelo o vegetación). Sin embargo, el nivel de detalle espacial y temporal, y muchas veces la posición o ángulo que se requiere en la medida para la caracterización de estos ecosistemas, está todavía lejos de lo que los satélites pueden ofrecer. Con unas prestaciones superiores en cuanto a resolución y maniobrabilidad, los drones están ocupando también un nicho de gran potencial (Cárdenas *ET AL*., 2018; Lakhwani *ET AL.,* 2018), pero sus limitaciones de autonomía en las enormes extensiones de los SSP limitan también su aplicabilidad como herramientas de monitorización continua.

Como respuesta a esta necesidad y con el objetivo de incentivar el uso de las TICs en los SSP para mejorar su gestión y sostenibilidad, en el año 2016 se conformó la *Red Iberoamericana para la mejora tecnológica de sistemas silvopastoriles: EcoGram* que está financiada por CYTED. En esta red participan más de 100 investigadores y productores provenientes de 10 países de Iberoamérica. EcoGram propone como solución inmediata al problema del monitoreo de precisión, el uso del teléfono móvil como dispositivo captador de datos multimodales (video, imágenes, audio, texto, etc) con capacidad de almacenamiento local y transmisión en el momento de conectividad. El teléfono móvil puede ser ubicado por el propietario o trabajador de la explotación en múltiples lugares y en diferentes momentos, volviendo una y otra vez a los lugares de medida seleccionados sin que ello suponga un esfuerzo importante y a un coste económico nulo. El teléfono móvil dispone de varios sensores y se puede ampliar con dispositivos externos de medida (ej., sensor de humedad de suelo o de pH) que le

transmitan los datos vía Bluetooth. A estas posibilidades casi sin límite hay que añadir el papel del usuario en la toma de datos. En los trabajos realizados en EcoGram, hay situaciones en las que el usuario tiene un papel fundamental en la medida y lo que se recoge es su respuesta a una pregunta concreta sobre el estado del entorno. El proceso para responder a estas preguntas puede implicar tomar una fotografía, contar y evaluar el número de árboles a su alrededor o estimar la proporción de un cierto tipo de plantas en el suelo que pisa. En cualquiera de los casos, la información capturada en el teléfono móvil queda referenciada espacial y temporalmente, y es enviada a un servidor en el momento en que hay cobertura o conectividad Wifi. Con esta filosofía, creemos que es posible movilizar a miles de propietarios y gestores de SSP en los territorios de aplicación, para crear un sistema de información a una escala sin precedentes y que permitirá mejorar los modelos existentes de los SSP.

Metodología de trabajo

La red EcoGram busca mejorar los procesos de gestión de SSP en Iberoamérica y en la Península Ibérica a través del uso de una aplicación para dispositivos móviles (App). Para su funcionamiento fue necesario involucrar a propietarios y gestores en la adquisición continua de datos y preguntas, buscando una colaboración recíproca con los centros de investigación (ciencia ciudadana) y dirigida a la construcción y mantenimiento de un banco de datos de alta calidad. El estudio cubre una gran variedad de situaciones socio-productivas, desde extensos campos en Patagonia Argentina y México, hasta pequeños y medianos productores en el resto de los países. Para ello, se realizaron reuniones de trabajo entre los investigadores de cada país participante y se establecieron una serie de variables biofísicas que facilitan la interpretación de la información enviada por los usuarios. Para conducir la carga de esta información, se desarrollaron formularios guiados que facilitan el uso de la herramienta.

Por otro lado, se tomó el Índice de Salud de Pastos (ISP) adaptado previamente por el equipo de INDEHESA a partir del modelo propuesto por (Xu *ET AL*. 2019) para la Patagonia. Dicho índice, se basa en la comparación de cada sitio de monitoreo con el área de referencia determinada para ese ambiente y en virtud de lo próximo o alejado de la variable en cuestión (ej., suelo desnudo, descomposición de bostas, gramíneas perennes, regeneración) se establece una puntuación (entre -100 y +100). Esto permite situar el sitio en una escala fácilmente comparable con otros parámetros biofísicos de estimación directa, así como evaluar el resultado de las prácticas de manejo instauradas en la finca. Para determinar el potencial forrajero y el funcionamiento de los procesos del ecosistema, el monitoreo

se ha de realizar en una situación biológica similar en todo caso. Como referencia en pico de producción de biomasa y con no más de un 10% de floración de gramíneas.

Herramientas tecnológicas

Como parte de los trabajos realizados en la red EcoGram, se ha diseñado e implementado un sistema de información orientado a la captura masiva de información de los ecosistemas de interés. La forma de llevar a cabo este objetivo es involucrar al mayor número posible de propietarios, gestores y trabajadores de las explotaciones, facilitándoles para ello una sencilla aplicación que descargan en su teléfono móvil y les permite enviar varios tipos de información a un servidor central. Se han dividido los contenidos que pueden enviar en dos tipos: eventuales y dirigidos. Los primeros son fotografías o audios que pueden enviar

siempre que lo deseen y encuentren una situación o estado del medio que les parezca relevante. Los contenidos dirigidos tienen el formato de un formulario con varias preguntas que deben responder en secuencia y para ello se les ofrece una respuesta ya cuantificada. Un ejemplo de formulario es el que aparece en la Figura 1, diseñado para evaluar el índice de salud de pastos (ISP). Estos formularios pueden personalizarse para cada grupo de usuarios. Junto a esta funcionalidad, la aplicación cuenta con un servicio integrado de mensajería que mantiene en contacto al usuario con el grupo de investigación que coordina el uso de esta herramienta en cada región. Estos grupos tienen acceso al bando de datos generado a través de un sitio web, desde el que pueden visualizar la llegada de imágenes, mensajes y formularios completados. Este software se está ampliando actualmente para incluir nuevas herramientas que faciliten la gestión de las relaciones con los usuarios finales, la integración de nuevos usuarios y el análisis de los datos. Estos tres aspectos están estrechamente relacionados ya que, por ejemplo, cuando un nuevo usuario comienza a colaborar se introducen en el sistema los datos territoriales y productivos de su explotación. Con esa información se le indican una serie de puntos de muestreo en los que tomar las medidas que requiere el formulario *on-line* y las que debe volver periódicamente. Los primeros análisis de los datos recogidos pueden conducir a un cambio en la estrategia de muestreo, en la solicitud de datos adicionales a través de fotografías de elementos específicos o, incluso, la modificación de los elementos del formulario.

Figura 1. Capturas de la aplicación EcoGram donde se puede seguir el proceso de inicio, identificación, completado del formulario asignado, finalización y envío.

Resultados y Discusión

Hasta el momento se han incluido 40 fincas (establecimientos productivos) de 7 países Iberoamericanos (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción general de las fincas experimentales en cada país participante de EcoGram, con detalle de la superficie de cada una y la proporción de superficie arbolada.

País	Entidad Responsable	Finca/Predio	Superficie (ha)	Superficie arbolada (%)
Uruguay (Rocha, Florida, Lavalleja, Flores, Maldonado)	Facultad de Agronomía - UdelaR	Lavalleja-Aigua Rocha-Velázquez Flores-Grutas del Palacio Lavalleja-Mariscala Flores-La Casilla 1 Flores-La Casilla 2 Florida-Reboledo Florida- Cerro Colorado Rocha India Muerta Maldonado	 576 230 231 123 237 104 1.300 695 109 334	 32% 2% 6% 3% 2% 3% 12% 8% 45% 37%
España (Mérida, Extremadura)	Fedehesa	La Rinconada	442	74,6%
Argentina (Patagonia Sur)	CONICET INTA UNPA	Ea. Pirinaica Ea. El Roble Ea. La Fueguina Ea. Las Hijas Ea. Morro Chico	22.305 13.145 15.729 10.000 27.296	65,3% 43,0% 69,8% 71,0% 19,4%
Portugal (Évora, Almeida)	Universidad de Évora	Paicão Courelas Defeza	231 352 267	79,6% 100% 40,0%

		Herdade da Mitra Souséis Falcoeira	150 97 523	0,0% 0,0% 86,0%
México (Sonora)	CIAD, A.C.	El Chileno La Porcheña La Cueva El Chuvisco Figval Móchopa El Pechohui	1.000 315 14.000 10,5 58 76 1000	80% 60% 90% 4,7% 40% 59,2% 40%
Chile (O'Higgins, Maule, Patagonia)		Cauquenes , Porvenir Cauquenes La Quinta La Estrella Santa Dolores	 20 25 600 400	 sd sd sd sd
Brasil (Minas Gerais y Maranhão)	UFSJ	Fazenda Cuba Fazenda Mona Lisa Chacara das Gabirobas	 56,3 783 26	 35,5% 28,7% 57,7%

sd = sin datos

Asimismo, como resultado de las reuniones de trabajo y discusiones entre investigadores, se logró identificar 63 variables biofísicas (Tabla 2). Cada una de dichas variables corresponden a uno de los grandes componentes de un SSP: agua, arbolado, ganado, pasto o suelo. A su vez, cada variable fue agrupada de acuerdo a su objetivo: de estado (ej., superficie de potreros, fines productivos, esquema de pastoreo), de manejo (ej., raleos, podas, fertilización, suplemento para animales), de producción (ej., madera, frutos, carne, leche, lana) o de conservación (ej., especies indicadores de biodiversidad, actividad biológica, regeneración arbórea).

Tabla 2. Detalle de las variables biofísicas definidas y agrupadas de acuerdo a su objetivo (de estado, manejo, producción o conservación).

	Agrosistema	**Arbolado**	**Pasto**	**Ganado**	**Suelo**
Estado	Superficie Producciones Agro-esquema: Unidades Cercas Agua Precipitación Estación Seca Estación Fría	Origen Especies Edad Diversidad de tamaños Cobertura/ Densidad Altura dominante Utilidad	Origen Tipo Especies dominantes	Tipo Vocación Tipos de producción Carga Ganadera Herbívoros nativos	Tipo Prácticas de conservación del suelo
Manejo		Plantación Podas Claras Talas Descorche	Siembra Cosecha Limpieza Fertilización Esquema de pastoreo	Tiempo de permanencia Periodo de alimentación suplementaria	Movilización del suelo
Producción		Madera Leña Carbón Corcho Frutos	Biomasa: Cobertura Biomasa: Altura Calidad: leguminosas Calidad: malezas Calidad: otros indicadores Índice de Verdor: foto	Carne Leche Lana Animales de vida Bajas Alimentación suplementaria	
Conservación	Especies invasoras Actividad Biológica	Regeneración Ramoneo Residuos leñosos		% perennes Especies indicadoras	Materia orgánica Erosión Heces: densidad Heces: descomposición

Finalmente, se definieron un subconjunto de variables principalmente aquellas relativas al suelo pero también arbolado, arbustos y pastos (ej., suelo desnudo, erosión, encostramiento, descomposición de bostas, edafofauna, gramíneas perennes, leguminosas, arbustos, arbolado adulto, regeneración, productividad), para estimar el ISP (Tabla 3).

Tabla 3. Matriz de evaluación para calcular el Índice de Salud de Pastos (ISP) propuesta.

				GRADO DE ALEJAMIENTO DEL AREA DE REFERENCIA				
NUM.	ATRIBUTO	INDICADOR DE PROCESO	PUNTAJE	N-L	L-M	M	M-E	E-T
1	SUELO DESNUDO	% SUELO DESNUDO	20 A -20	< 5%	5 a 10%	10-25%	25 a 50%	> 50%
				20	10	0	-10	-20
2	ESTABILIDAD/RESISTENCIA DE LA SUPERFICIE	DUREZA DE COSTRA SUPERFICIAL	0 A -10	Suelo suelto (como mantequilla)	Leve encostramiento evidente.	Encostramiento delgado, débil, rompe facil.	Encostramiento evidente, duro, requiere presión con los dedos para romperse.	Encostramiento duro, requiere objeto metálico para romperse.
				0	0	0	-5	-10
3	EROSION HIDRICA	MICROSURCOS ACTIVOS	0 A -20	No se observan	No se observan	No se observan	La formación de microsurcos es moderadamente activa y bien definida en todo el	La formación de microsurcos es severa y bien definida en casi todo el sitio
		SURCOS ACTIVOS		No se observan	No se observan	No se observan	Surcos visibles de ancho menor a 2 cm	Surcos muy visibles, de ancho
		CARCAVAS ACTIVAS		No se observan	No se observan	No se observan	Se observan con escasa frecuencia cárcavas activas	Se observan comunmente cárcavas activas
		TOTAL		0	0	0	-10	-20
4	EDAFOFAUNA	EVIDENCIA DE MICROFAUNA	10 A 0	Los signos de actividad de microfauna son abundantes y fáciles de encontrar	Leve a moderada reducción en los signos de microfauna.	Moderada reducción de los signos de microfauna. Algunos componentes ausentes	Poca abundancia de signos de microfauna en relación al potencial del sitio	Casi nulos signos de microfauna. Ausencia de componentes del ecosistema
				10	5	0	0	0
5	DESCOMPOSICIÓN DE BOSTA	ANTIGÜEDAD DE BOSTAS	10 A 0	La bosta se descompone rapidamente, las bostas no están momificadas. Mucha actividad de insectos	La bosta se descompone algo más lento, pero las bostasmomificadas son minoría. Moderada	Algo de descomposición pero la mayoría de la bostas están momificadas. Poca actividad de insectos	Descomposición muy lenta, bostas momificadas. Escasa actividad de insectos	Descomposición muy lenta, bostas de mas de dos años. Escasa actividad de insectos
				10	5	0	0	0
6	GRAMINEAS PERENNES	COBERTURA	10 A 0	> 20%	5 a 20%	< 5%	< 5%	< 5%
				10	5	0	0	0
7	LEGUMINOSAS	ABUNDANCIA Y VIGOR	10 A 0	Son abundantes > 20%, vigorosas y se reproducen	10-20%, vigor medio	0-10%, vigor bajo	No hay	No hay
				10	5	0	0	0
8	ARBUSTOS	TIPO	10 A -10	Especies arbustivas forrajeras con buen vigor y reproducción	Especies arbustivas forrajeras con buen vigor y sin reproducción	No hay	Especies arbustivas no palatables o no accesibles (jara, adelfa, zarzas)	Especies arbustivas no palatables o no accesibles muy abundantes y vigorosas
				10	5	0	-5	-10
9	ARBOLADO	SALUD DE ADULTOS	10 A -10	Mas del 75% de los arboles estan sanos	Entre el 60 y 75% de los arboles estan sanos	Entre 40 y 60% de los arboles estan sanos	Entre 20 y 40% de los arboles estan sanos	< 20% de los arboles estan sanos o hay < 15 pies /ha
				10	5	0	-5	-10
		REGENERACION	10 A -20	> 100 /ha renuevos, al menos 50% pasa de 2 m-	50-100/ha, 25 a 50 % supera 2 m-	20-50/ha, solo el 10% supera los 2 m	1-20 arboles, no supera los 2 m	sin regeneracion
				10	5	0	-10	-20
10	PRODUCTIVIDAD	% DEL POTENCIAL (considerar los 3 estratos)	10 A -10	Excede el 80% de la producción potencial del sitio para primavera u otoño basada en el clima reciente, Máxima fotosíntesis	60-80% de la producción potencial del sitio basado en el clima reciente	40-60% de la producción potencial del sitio basado en el clima reciente	20-40% de la producción potencial del sitio basado en el clima reciente	Menos del 20% de la producción potencial del sitio basado en el clima reciente. Mínima Fotosíntesis
				10	5	0	-5	-10

Conclusiones

Los resultados parciales obtenidos sirven a los efectos de integrarlos a la plataforma de EcoGram lo que permitirá tener una base de conocimiento más amplia sobre los sistemas, y la oportunidad de una cooperación científica entre países. El poder desarrollar tecnologías que incluyan a los productores e investigadores en una misma plataforma es un proceso de investigación participativa actualizado con las herramientas informáticas, lo que abre nuevas ramas de la investigación y aplicación en diferentes campos de acción. Asimismo se espera poder avanzar en la obtención de indicadores

síntesis que permitan realizar evaluaciones más integradas de los componentes de las fincas y de intercambio entre los países.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación de CYTED a través de la Red Iberoamericana para la mejora tecnológica de sistemas silvopastorales, ref. 517RT0530.

Bibliografía

Bakker, K. Ritts M., 2018. Smart Earth: A meta-review and implications for environmental governance. Global Environmental Change 52, 201-211.

Cárdenas, A., Moliner, A., Hontoria, C., Schernthanner, H., 2018. Analysis of land-use/land-cover changes in a livestock landscape dominated by traditional silvopastoral systems: a methodological approach. International Journal of Remote Sensing 39(14), 4684-4698.

Goubella C, Gonseca A., 2008. New Approaches to Environmental Monitoring: The Use of ICT to Explore Volunteered Geographic Information. Geo Journal 72(3), 185-197.

Heeks, R., 2010. Do information and communication technologies (ICTs) contribute to development? Journal of International Development 22(5), 625-640.

Kostoska O, Kocarev L., 2019. A Novel ICT Framework for Sustainable Development Goals. Sustainability 11(7), 1961; https://doi.org/10.3390/su11071961

Lakhwani K, Gianey H, Agarwal N, Gupta S., 2018. Development of IoT for Smart Agriculture a Review. ICETEAS, Jaipur, India, 841 pp. 425-432

Nagel, J., 2012. Principales barreras para la adopción de las TIC en la agricultura y en las áreas rurales. CEPAL, pp. 54.

Nair, R.P.K., Kumar, B.M., Nair, V.D., 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 172, 10–23.

Nuberg, I., Brendan, G., Reid, R., 2009. Agroforestry for natural resource management. CSIRO, Collingwood, pp. 347.

Peri, P.L., Dube, F., Costa Varella, A., 2016. Silvopastoral Systems in the Subtropical and Temperate Zones of South America: An overview, in: Peri, P.L., Dube, F., Costa Varella, A. (Eds.), Silvopastoral Systems in Southern South America. Springer, Gainesville, USA, pp. 1–8. doi:10.1007/978-3-319-24109-8

Quiñones-Cuenca, M., González-Jaramillo, V., Torres, M., Jumbo, M., 2017. Monitoring System of Environmental Variables Using a Wireless Sensor Network and Platforms of Internet of Things. Enfoque UTE 8: 329-343.

Somarriba, E., Beer, J., Alegre-Orihuela, J., Andrade, H., Cerda, R., DeClerck, F., Detlefsen, G., Escalante, M., Giraldo, L., Ibrahim, M., Krishnamuraty, L., Mena-Mosquera, V., Mora-Delgado, J., Orozoco, L., Scheelje, M., Campor, J., 2012. Mainstreaming Agroforestry in Latin America, in: Agroforestry-The Future of Global Land Use Advances in Agroforestry. pp. 429–453. doi:10.1007/978-94-007-4676-3_7

Vásquez-Bermudez, M.J., Hidalgo, J., Crespo-León, K., Cadena-Iturralde, J., 2019. Citizen Science in Agriculture Through ICTs. A Systematic Review. CITAMA 2019, Guayaquil, Ecuador, January 22-25.

Xiaojie, S., Xingshuang, A., Qingxue, Z., Huimin, L., Lianming, X., Xia, S. Yemin, G., 2019. State-of-the-Art Internet of Things in Protected Agriculture. Sensors 2019.

Xu, S., Rowntree, J., Borrelli, P., Hodbod, J., Raven, M.R., 2019. Ecological Health Index: A Short Term Monitoring Method for Land Managers to Assess Grazing Lands Ecological Health. Environments 6, 67; doi:10.3390/environments6060067

Efecto del estrés calórico sobre el bienestar animal de vaquillonas en un sistema silvopastoril respecto de uno pastoril sin sombra

Bottegal, D.[1]; Reifschneider, S.[2]; Torres, T.[2]; Gutiérrez, E.[2]; Viana, H.[1], Zimerman, M [1]., Rodríguez, S.[2]; Bianchi, E.[1]; Auat, M.[2]; Torres, J.C.[2]; Fiorenza, M.[2]; Mendez, P.[2]; Drube, M.[2]; Savino, L.[2]; Ballón, M.[1]; Suarez, F.[1]; Lara, J[1].*

[1]Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido.
[2]Facultad de Agronomía y Zootecnia, UNT.
bottegal.diego@inta.gob.ar

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del estrés calórico sobre vaquillonas (Vq.) Braford en un sistema silvopastoril (SP) y uno pastoril sin sombra (PP), en Tucumán, Argentina. Se realizaron evaluaciones de comportamiento grupal e individual, durante seis jornadas, en el periodo estival, para detectar cambios en el repertorio comportamental. Se tomaron muestras de sangre, mensualmente, para analizar la evolución de parámetros fisiológicos. Se realizaron pesajes cada 28d y se estimó la ganancia de peso. Las condiciones ambientales fueron evaluadas mediante el índice de temperatura y humedad e índice de carga térmica (HLI). Los valores de HLI permitieron observar diferencias en las condiciones ambientales entre ambos sistemas, mostrando siempre los menores niveles en SP, especialmente en bajo-copa. Esta situación produjo cambios en el tiempo destinado a cada comportamiento en los días de evaluación en ambos sistemas. En el PP el tiempo que las Vq. estuvieron en el bebedero fue mayor que en SP. Durante las horas de mayor HLI, las Vq. del SP destinan mayor tiempo a estar echadas bajo la sombra. La ganancia de peso y las variables fisiológicas, no mostraron diferencias entre sistemas. El estudio del comportamiento animal conjuntamente con el de las condiciones ambientales permite concluir que los sistemas silvopastoriles son una alternativa eficaz para aminorar los efectos del estrés calórico en bovinos en las regiones subtropicales.

Palabras clave: *Prosopis alba, bovinos, comportamiento animal, sombra.*

Abstract

This study aimed to assess the effect of heat stress on Braford heifer (Vq.) in a silvopastoral system (SP) versus tree-less pasture system (PP), both located in Tucumán, Argentina. In six days during the warm season, individual and group behavioral measurements were made to detect changes in heifers´ behavior. Every month, blood samples were taken to detect physiological

parameter changes. Besides, the heifers were weighted every 28d and body weight gain was estimated. Environmental conditions were evaluated through humidity and temperature index and heat load index (HLI). The HLI values showed differences between systems, SP had always the lowest levels, especially under trees. This thermal situation could produce changes in behavioral pattern in both systems. In PP the animals spent more time drinking than in SP. During the hottest hours (with highest level of HLI), SP´s heifers spent more time lying under trees. Body weight gain and physiological variables did not show differences between systems. The study of animal behavior and environmental conditions (expressed by HLI) allow us to conclude that silvopastoral systems are an effective alternative to reduce the heat stress in cattle raised under subtropical conditions.

Keywords: *Prosopis alba, cattle, animal behavior, shade.*

Introducción

El cambio climático tiene un impacto negativo sobre los sistemas ganaderos, dado que disminuye la calidad y cantidad de forraje, aumenta el consumo de agua y la incidencia de enfermedades del ganado, afecta la eficiencia productiva y el bienestar de los bovinos, producto del estrés calórico (Thornton *et al*., 2009; Nardone *et al*., 2010). En este contexto, la incorporación del estrato arbóreo a los sistemas pastoriles (PP), es decir la instalación de un sistema silvopastoril (SP), puede ser considerada una alternativa para disminuir el impacto ambiental negativo sobre los animales y mejorar la estabilidad de los sistemas (Morales *et al*., 2017; Huertas *et al*., 2018). La interacción animal-ambiente debe ser considerada uno de los puntos críticos para asegurar la eficiencia productiva del sistema. Esta interacción se puede interpretar mediante el análisis de las condiciones climáticas imperantes en el sistema y de las variables comportamentales, fisiológicas y productivas de los bovinos (Navarini *et al*., 2009), entendidas estas últimas como una respuesta a las primeras. El estrés calórico se expresa en el bovino en aumento de la temperatura corporal, frecuencia respiratoria, mayor nivel de jadeo y cambios en la fisiología (Mader *et al*., 2006; de Araújo Marques *et al*., 2011; Baumgard y Rhoads, 2013; Barragán Hernandez *et al*., 2015). Algunos estudios demuestran cambios en el comportamiento durante los días o las horas del día de mayor calor (Améndola *et al*., 2016; Foust y Headlee, 2017). En este sentido, existen índices que combinan las variables ambientales y permiten predecir situaciones de estrés térmico (Buffington *et al*., 1981), como el índice de temperatura y humedad (ITH) (Valtorta y Gallardo, 1996; Lara *et al*., 2014) o el índice de carga térmica (HLI), recomendado para zonas tropicales por considerar el efecto de la radiación solar y la velocidad del viento sobre el animal (Gaughan *et al*., 2008). El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del estrés calórico, valorado mediante índices ambientales, sobre el

bienestar animal de vaquillonas en un sistema silvopastoril y en uno pastoril sin sombra.

Materiales y Métodos:

El estudio se realizó en el Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido-INTA (clima subtropical subhúmedo con estación seca), Tucumán, Argentina. Un total de 48 vaquillonas (Vq.) Braford, fueron distribuidas aleatoriamente en cuatro grupos de 12 animales, asignando 2 grupos o repeticiones/sistema. Se evaluó un sistema silvopastoril (SP: pastura *Chloris gayana* con estrato arbóreo de *Prosopis alba* de 20 años de edad y un marco de plantación de 10m x 10m) y uno pastoril (PP, pastura *C. gayana* sin árboles y sin sombra). Cada repetición contó con 2,7ha, donde se realizaba pastoreo rotativo en parcelas de 0,9 ha. Además, cada sistema presentó una parcela de reserva de forraje de 3ha. Desde el ingreso de las Vq. (160kg de peso vivo y 8 meses de edad) en junio/18 hasta su egreso en marzo/19 se realizaron pesadas (previo encierre de 18hs en corrales sin agua ni comida) cada 28 días, para estimar la ganancia de peso (carne.ha^{-1}.año^{-1}). A su vez, antes de cada cambio de parcela se realizó muestreo de disponibilidad forrajera (kg.ha^{-1}) por método de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975), el cual consistió en seleccionar cinco patrones en cada lote. Para el SP se tomaron patrones en entre-copa (EC) y en bajo-copa (BC) de los árboles. Se realizaron 50 observaciones por condición de la pastura. La disponibilidad se calculó como el promedio de las estimaciones visuales.

En ambos sistemas y en la época estival (noviembre/18-marzo/19) se registró, a una altura de 1,6m del suelo, cada 15 min: temperatura y humedad relativa ambiente mediante Hygrochrom Ibutton®, temperatura de globo negro (esferas plásticas negras de 8cm de diámetro con Thermochrom Ibutton®) y velocidad del viento con anemómetro. Dentro del SP se consideraron dos sitios de evaluación ambiental: BC y EC. Con cada registro ambiental se calculó el ITH (Valtorta y Gallardo, 1996) y el HLI (Gaughan *et al*., 2008). El ITH presenta cuatro rangos asociados al estrés térmico (siendo normal un ITH<74), mientras que el HLI consta de un nivel umbral de estrés para bovinos Braford de 90.

Se realizaron mediciones de comportamiento animal en seis jornadas de 12h diarias (7:00-18:30h) con intervalos de 15d entre diciembre/18 y marzo/19. En cada jornada, se establecieron cuatro sesiones de observación: mañana (7:00-9:30h); mediodía (10:00-12:30h); siesta (13:00-15:30h) y tarde (16:00-18:30h). Las observaciones se realizaron cada 3 minutos y de manera simultánea en todas las repeticiones, mediante la técnica de muestreo por barrido (observación grupal) y focal (sobre tres Vq. individualizadas). Se consideraron los siguientes estados: Rumia (Rum) echada o parada, Parada,

Pastoreo, Echada, Locomoción y Beber. Además, se registró la ubicación de las Vq. en el SP: BC o EC. También se evaluó el score de jadeo propuesto por Mader *et al*. (2006) en cinco momentos del día.

Por otra parte, cada 30d, entre noviembre/18-febrero/19, se tomaron muestras de sangre de todas las Vq, por venopunción, para evaluar la concentración plasmática de proteínas totales, globulinas, albúminas, urea y hematocrito.

Los datos se analizaron a través del paquete estadístico Infostat 2014, utilizando modelos lineales mixtos y test DGC (Di Rienzo *et al*., 2002) para comparación de medias (α=0,05). El sistema y el día (o la sesión, según correspondiera) se consideraron como efectos fijos; el grupo y el animal como efecto aleatorio. Los datos de comportamiento se transformaron mediante arcoseno (√proporción). Las variables ambientales se analizaron de manera descriptiva. Cuando la interacción (Sistema*Día) no presentó efecto, se analizaron los efectos principales de manera individual.

Resultados y discusión:

La ganancia de peso de las vaquillonas no presentó diferencias entre sistemas (266,4 SP vs 263 PP kg carne.ha^{-1}.año^{-1}). Sin embargo, la disponibilidad forrajera fue mayor, en términos absolutos, en PP que en SP (9,5 vs 7,6 tn ms.ha^{-1}.año^{-1}) aunque no se presentaron diferencias estadísticas. De esta manera, los resultados de producción de carne podrían asociarse a mejoras en la calidad de las pasturas en SP (Peri *et al*., 2007; Sousa *et al*., 2010) producto de cambios favorables en el suelo y microclima bajo la canopia arbórea (Pollock *et al*., 2009). Asimismo, Baldassini *et al*. (2018) y Santos *et al*. (2018) destacaron que la menor producción de materia seca en SP puede asociarse a una disminución en la radiación disponible por efecto del sombreo impuesto por la copa de los árboles.

Las condiciones ambientales, expresadas mediante los valores de HLI, fueron más estresantes en PP, a partir de diciembre se mostraron siempre superiores ($p<0,0001$) a los niveles alcanzados en los demás sitios, siendo BC el sitio de menor estrés térmico (Gráfico 1). Desde noviembre a marzo la cantidad de registros de HLI>90 representaron para PP, EC y BC un total de 38d, 31d y 20d respectivamente, sobre 151d registrados. Por su parte, los valores medios de ITH no permitieron detectar diferencias entre sitios durante la época estival, coincidente con Lara *et al*. (2014). De esta manera, el ITH pierde relevancia en condiciones subtropicales, al no considerar el efecto de la radiación solar. Asimismo, es posible encontrar altos niveles de ITH en SP, dado que la humedad relativa en estos sitios puede ser mayor que en sistemas sin árboles (Lopes *et al*., 2016).

Durante las jornadas de comportamiento la condiciones térmicas más estresantes, por orden de severidad, se presentaron los día 3 (24/enero), 2 (9/enero) y 5 (20/febrero) de observación (Gráfico 2). Coincidentemente, el día 3 registró la mayor cantidad de animales jadeando, donde PP se diferenció de SP por la mayor cantidad de Vq. con score 2 de jadeo ($p<0,0001$). El día 3, en ambos sistemas, también registró la mayor cantidad de animales parados, posiblemente como un mecanismo para disipar el calor corporal (Bottegal *et al*., 2018).

Durante las jornadas de comportamiento se observó que los momentos del día donde el HLI era máximo correspondían al mediodía y siesta. En estas sesiones las Vq del SP permanecieron más tiempo en BC ($p<0,001$), más tiempo echadas ($p=0,0089$) y echadas rumiando ($p=0,0014$) que las Vq. de PP. Existen evidencias que demuestran que la mayor parte de la rumia se realiza echada, especialmente durante la noche (Kilgour, 2012). En ambos sistemas, la Rumia fue menor a la mañana ($p=0,0091$) debido, posiblemente, a que las Vq. destinan las horas más frescas del día (menor HLI) al pastoreo. En este sentido, en SP las sesiones de mayor pastoreo fueron durante la tarde y la mañana (67 y 55% del tiempo, respectivamente). Por su parte, en PP la mañana fue la sesión de mayor pastoreo (60% del tiempo) y durante la tarde incrementaron el tiempo que permanecieron echadas. Vale destacar que el tiempo destinado al pastoreo, durante el estudio, fue semejante en ambos sistemas pese a las diferencias térmicas existentes entre sistemas (Tabla 1). Foust y Headlee, (2017) sostienen que el patrón de comportamientos de los bovinos no sólo responde al efecto térmico sino también a un esquema de comportamiento diurno, donde el pastoreo es máximo durante la salida y puesta de sol. En ambos sistemas y durante el mediodía, se observó a las Vq. más tiempo bebiendo ($p=0,0147$). Beber mostró una tendencia de ser superior en PP que en SP, los días 3, 2 y 5. El comportamiento de Locomoción fue superior en PP. Lopes *et al*. (2016) arribaron a resultados similares al evaluar un sistema pastoril vs dos arreglos silvopastoriles.

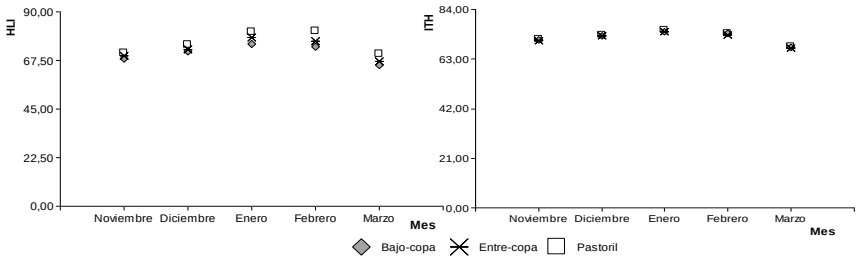


Gráfico 1: Valores medios de HLI e ITH en sitios (pastoril, entre-copa y bajo-copa) en los meses de la época estival.

Los valores encontrados para las variables fisiológicas en estudio se ubicaron dentro de los rangos de referencia para bovinos (González *et al*., 2000) y no presentaron efecto de los sistemas evaluados. Las variables estudiadas permiten conocer el estado nutricional del animal, dado que la producción de forrajera fue aceptable en ambos sistemas se asume que no existieron situaciones de restricción alimenticia. En este sentido, Tadich *et al*. (2003) informaron que los bovinos requieren varios días de ausencia de alimento para experimentar ayuno fisiológico. En cuanto al efecto del mes sobre las variables fisiológicas sí se presentaron diferencias, posiblemente asociados a cambios en la calidad del forraje consumido y al factor ambiental, coincidente con lo expresado por González *et al*. (2000).

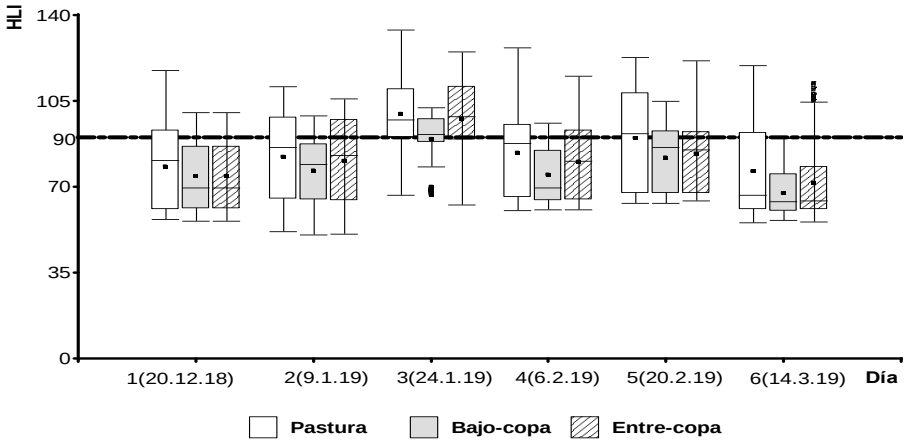


Gráfico 2: Valores mínimos, medios, máximo, P25, P50 y P75 de HLI por sitio y día de observación de comportamiento.

Tabla 1. Porcentaje medio de tiempo destinado a cada comportamiento en los distintos días (D) de observación en el sistema silvopastoril (SP) y pastoril (PP).

	Rumia Echado		Rumia Parado		Parada		Pastoreo		Echada		Beber		Locomoción	
Día	SP	PP	SP	PP	SP	PP	SP	PP	SP	PP	SP	PP	SP	PP
1	1,9 B	2,2 B	3,3 b	8,9 b	11,9B	9,6 B	75,4A	72,0A	1,3 b	0,6 b	0,4 b	0,4 b	5,4 b	6,1 b
2	6,0 B	2,6 B	4,9 b	10,3b	17,3B	18,0B	63,4B	55,1B	4,9 a	1,6 b	0,2 b	2,0 a	3,1 c	10,3a
3	6,6 B	2,7 B	7,2 b	7,5 b	20,1A	32,4A	53,8B	46,2B	8,3 a	1,7 b	1,0 b	3,0 a	2,8 c	6,4 b
4	11,9A	10,4A	5,5 b	6,2 b	14,2B	11,9B	55,7B	63,2B	8,4 a	4,7 a	1,0 b	0,7 b	3,2 c	2,6 c
5	8,0 B	3,6 B	2,6 b	16,4a	10,6B	17,3B	72,3B	53,3B	2,3 b	5,4 a	0,5 b	1,7 a	3,5 c	2,1 c
6	11,8A	5,5 A	4,5 b	2,5 b	12,5B	14,5B	57,7B	69,7B	11,0a	5,0 a	0,5 b	0,6 b	1,7 c	2,0 c
EEM[1]	0,1		0,2		0,02		0,6		0,2		0,04		0,1	
p-valor														
Sist	0,1915		0,0215		0,1396		0,7702		0,0916		0,0119		0,0491	
Día	0,005		0,2134		<0,0001		0,0108		0,0002		0,0171		<0,0001	
Sist*D	0,8119		0,0065		0,1703		0,1409		0,0856		0,0833		0,0016	

Letras minúsculas indican diferencias (α=0,05) entre sistema y día, letras mayúsculas indican diferencias entre día para un mismo comportamiento. [1]EEM: error estándar medio.

Conclusiones:

La incorporación del estrato arbóreo en los sistemas ganaderos resulta ser una alternativa para mitigar los efectos adversos del estrés calórico sobre los animales. En el presente estudio no se encontraron diferencias en la producción de carne a favor del SP, y si bien la producción de forraje fue menor, en términos absolutos, en SP –a causa del sombreo- es posible que la calidad de esa pastura compense la menor producción de materia seca. El índice de carga térmica resulta ser una herramienta útil para detectar situaciones térmicamente estresantes en estos sistemas. Cabe mencionar que durante los días y momentos más estresantes los animales del SP hacen uso de la sombra de los árboles y modifican el patrón de comportamiento, mientras que en un sistema pastoril sin sombra los animales aumentan el nivel de jadeo, permanecen más tiempo en locomoción, beben más y realizan la rumia parados, en otras palabras se afecta el estado de bienestar animal. Se considera necesario continuar los estudios productivos, de comportamiento animal y fisiología de estrés en sistemas silvopastoriles.

Agradecimientos:

Los autores agradecen el apoyo de la Asociación Cooperadora INTA Leales y del proyecto PIUNT A622.

Bibliografía:

Améndola, L., Solorio, F. J., Ku-Vera, J. C., Améndola-Massiotti, R. D., Zarza, H., y Galindo, F. 2016. Social behaviour of cattle in tropical silvopastoral and monoculture systems. Animal. 10:863–867.

de Araújo Marques, J., Cunha Leite, L., Moya Romero, D. C. 2011. Bienestar animal en sistemas silvopastoriles Animal welfare in silvopastoral systems. Rev. Colomb. Cienc. Anim. 4:80–87.

Baldassini, P., Despósito, C., Piñeiro, G., Paruelo, J. M. 2018. Silvopastoral systems of the Chaco forest: Effects of trees on grass growth. J. Arid Environ. 156:89–95.

Barragán Hernandez, W. A., Mahecha Ledesma, L., Cajas Girón, Y. S. 2015. Variables Fisiológicas-Metabólicas de Estrés Calórico en Vacas Bajo Silvopastoreo y Pradera sin Árboles. Agron. Mesoam. 26:211–223.

Baumgard, L. H., Rhoads, R. P. 2013. Effects of Heat Stress on Postabsorptive Metabolism and Energetics. Annu. Rev. Anim. Biosci. 1:311–337.

Bottegal, D., Nasca, J., Zimerman, M. 2018. Estrés térmico y comportamiento animal de novillitos Criollo Argentino, Braford y F1 durante la recría. Rev. Arg. Prod. Anim. 38:91–167.

Buffington, D. E., Colloazo-Arocho, A., Canton, G. H., Pitt, D., Thatcher, W. W., Collier, R. J. 1981. Black Globe Humidity Index (BGHI) as Comfort Equation for Dairy Cows. Trans. ASABE. 24:711–714.

Foust, A. M., Headlee, W. L. 2017. Modeling shade tree use by beef cattle as a function of black globe temperature and time of day. Int. J. Biometeorol. 61:2217–2227.

Gaughan, J. B., Mader, T. L., Holt, S. M., Lisle, A. 2008. A new heat load index for feedlot cattle. J. Anim. Sci. 86:226–234.

González, F., Barcellos, J., Ospina, H., Ribeiro, L. 2000. Perfil metabólico em ruminantes: seu

uso em nutricao e doencas nutricionais. (F. González, editor)

Haydock, K. P., Shaw, N. H. 1975. The Comparative Yield Method for Estimating Dry Matter Yield of Pasture. Australian Journal of Agriculture and Animal Husbandry. Aust. J. Agric. Anim. Husb. 15:663-670.

Huertas, S. M., Bobadilla, P. E., Bueno, H. J., Cesar, D., Piaggio, J. M., Gil, A. D. 2018. Environmental Conditions in a Temperate Weather Silvopastoral System vs. Natural Grassland and their Impact on Animal Beef Production. Biomed. J. Sci. Tech. Res. 3:1–2.

Kilgour, R. J. 2012. In pursuit of "normal": A review of the behaviour of cattle at pasture. Appl. Anim. Behav. Sci. 138:1–11.

Lara, J., Bottegal, D., Zimerman, M., Suarez, A., Ballón, M., Martínez Calsina, L. 2014. Condiciones ambientales y consumo de agua en un sistema silvopastoril comparado con un sistema pastoril. Rev.Arg.Prod.Anim.34:2014.

Lopes, L. B., Eckstein, C., Pina, D. S., Carnevalli, R. A. 2016. The influence of trees on the thermal environment and behaviour of grazing heifers in Brazilian Midwest. 755–761.

Mader, T. L., Davis, M. S., Brown-Brandl, T. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. J. Anim. Sci. 84:712–719.

Morales, A. M. T., Ceballos, M. C., Londoño, G. C., Cardona, C. A. C., Ramírez, J. F. N., da Costa, M. J. R. P. 2017. Welfare of cattle kept in intensive silvopastoral systems: A case report. Rev. Bras. Zootec. 46:478–488.

Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. S., Bernabucci, U. 2010. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. Livest. Sci. 130:57–69.

Navarini, F. C., Klosowski, E. S., Campos, A. T., Teixeira, R. D., Almeida, C. P. 2009. Conforto térmico de bovinos da raça Nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. Eng. Agrícola. 29:508–517.

Peri, P. L., Lucas, R. J., Moot, D. J. 2007. Dry matter production, morphology and nutritive value of Dactylis glomerata growing under different light regimes. Agroforest Syst. 70:63–79.

Pollock, K. M., Mead, J., McKenzie, B. A. 2009. Soil moisture and water use by pastures and silvopastures in a sub-humid temperate climate in New Zealand. Agroforest Syst. 75:223–238.

Di Rienzo, J. A., Guzman, A. W., Casanoves, F. 2002. A multiple-comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. J. Agric. Biol. Environ. Stat. 7:129–142.

Santos, D. C., Guimarães Júnior, R., Vilelab, L., Alcantara Maciel, G., Souza França, A. F. 2018. Implementation of silvopastoral systems in Brazil with Eucalyptus urograndis and Brachiaria brizantha: Productivity of forage and an exploratory test of the animal response. Agric. Ecosyst. Environ. 266:174–180.

Sousa, L. F., Maurício, R. M., Moreira, G. R., Goncalves, L. C., Borges, I., Pereira, L. G. R. 2010. Nutritional evaluation of Braquiarão grass in association with Aroeira trees in a silvopastoral system. Agrofor. Syst. 79:179–189.

Tadich, N., Gallo, C., Echeverria, R., van Schaik, G. 2003. Efecto del ayuno durante dos tiempos de confinamiento y de transporte terrestre sobre algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés en novillos. Arch. Med. Vet. 35:171–185.

Thornton, P. K., van de Steed, J., Notenbaert, A., y Herrero, M. 2009. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. Agric. Syst. 101:113–127.

Valtorta, S., Gallardo, M. 1996. El estrés por calor en producción lechera. INTA Misceláneas. 173–185.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Multiple Factor Analysis to identify correlated variables among microclimate, thermal comfort and infrared thermography in agroforestry systems

Análise Fatorial Múltipla para identificar variáveis correlacionadas entre microclima, conforto térmico e termografia por infravermelho em sistemas agroflorestais

Nivaldo Karvatte Junior[1], Fabiana Villa Alves[2], Roberto Giolo de Almeida[2], Eliane Sayuri Miyagi[1], Carlos Eduardo Crispim de Oliveira Ramos[3], Camilla Diniz Barreto[3], Ariadne Pegoraro Mastelaro[1], Bruna Ferrari[4]

[1]Federal University of Goiás, UFG, Goiânia, GO. E-mail: nivaldok@gmail.com
[2]Brazilian Agricultural Research Corporation, Campo Grande, MS.
[3]Federal University of the Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, BA.
[4]Federal University of Mato Grosso do Sul, UFMS, Campo Grande, MS.

Abstract:

Goal was to use the Multiple Factor Analysis to reduce dimensionality of variables, to identify groups of correlated variables and to obtain a common assessment tool to evaluate microclimate, thermal comfort and infrared thermography in agroforestry systems. The experiment was conducted at the Embrapa Beef Cattle, Campo Grande, MS, from July 2015 to February 2016, corresponding to winter and summer seasons, in two agroforestry systems with different tree densities and spatial arrangements of native and planted trees. Readings were made from 8:00 a.m. to 4:00 p.m., for microclimate parameters (air temperature, dew point temperature, black globe temperature, relative humidity, wind speed, global solar radiation, photosynthetically active radiation and luminosity), thermal comfort (Temperature and Humidity Index, Black Globe and Humidity Index, Radiation Thermal Load), and infrared thermography (temperature and humidity of tree crown and soil surface), under full sun and shadow projection. Multiple Factor Analysis found three Synthetic Analytical Dimensions that explained 55.5% of the total observed variance. Strong and positive associations between infrared thermography, microclimate, thermal comfort and radiation were found. Thus, it is suggested that infrared thermography is a potential tool to be used for microclimate prediction and thermal comfort under agroforestry systems.

Keywords: Animal environment, animal production, animal welfare, thermal imagers.

Resumo

O objetivo foi utilizar a Análise Fatorial Múltipla para identificar grupos de variáveis correlacionadas, reduzir a dimensionalidade de dados e obter uma ferramenta de avaliação em comum para avaliar microclima, conforto térmico e termografia por infravermelho em sistemas agroflorestais. O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, no período de julho de 2015 a fevereiro de 2016, compreendendo os meses correspondentes às estações de inverno e verão, em dois sistemas agroflorestais com diferentes densidades e arranjos espaciais de árvores nativas e cultivadas. Desse modo, das 08h00 às 16h00, foram registrados os parâmetros microclimáticos (temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, temperatura de globo negro, umidade relativa, velocidade do vento, radiação solar global, radiação fotossintéticamente ativa e luminosidade), de conforto térmico (Índice de Temperatura e Umidade, Índice de Temperatura de Globo e Umidade e Carga Térmica de Radiação), e de termografia por infravermelho (temperatura e umidade das copas das árvores e da superfície do solo), nas posições a pleno sol e na projeção da sombra. A Análise Fatorial Múltipla encontrou três Dimensões Analíticas Sintéticas que explicaram 55,5% da variância total observada. Fortes e positivas associações entre termografia por infravermelho, microclima, conforto térmico e radiação foram encontradas. Assim, sugere-se que a termografia por infravermelho é uma potencial ferramenta a ser utilizada para a predição do microclima e conforto térmico animal em sistemas agroflorestais.

Palavras-Chave: *Ambiência animal, bem-estar animal, imagens térmicas, produção animal.*

Introduction

The use of technologies and tools for environmental surveys in the rural sector gains momentum as issues such as animal welfare and thermal comfort raise the interest and need for changes in the farming sector (Alves *et al*., 2017). In response to expanding demand, micrometeorological research has been carried out to better understand the effects of the different interactions that microclimatic parameters exert under animals, especially those produced on pasture (Karvatte Junior *et al*., 2016; Oliveira *et al*., 2017). Although efficient, these studies use a series of variables that, during the recording of data, require a large number of equipment and in

some cases makes it impossible to optimize the study and to obtain rapid results.

In order to solve these problems, Multiple Factor Analysis (MFA) can reduce the concomitant dimensionality of quantitative and qualitative subsets of data within the same dataset, identifying associations between observational variables, in order to define a common factor between them and contribute decisively to facilitate data collection and interpretation of results (Abdi and Valentim, 2007).

In this research, we used MFA to identify groups of correlated variables, to reduce dimensionality of data and to obtain a common tool to evaluate microclimate, thermal comfort and infrared thermography in agroforestry systems.

Materials and methods

The study was conducted at the experimental station of the Brazilian Agricultural Research Corporation - Embrapa Beef Cattle, in Campo Grande - MS (20º27'S, 54º37'W, average elevation: 530 m). Climate of the region is in the transition between hot temperate (Cfa) and tropical humid (Aw), with rainfall and average annual temperature of 1560 mm and 23,0 °C (Köppen, 1949).

The experimental area, with 12 ha, has two silvopastoral systems with 6 ha each, both split into 4 paddocks of 1.5 ha each, having Piatã grass (Urochloa brizantha CV. BRS Piatã), being: (SS) silvopastoral system with eucalyptus trees (Eucalyptus grandis x E. urophylla, clone H 13) planted in single rows and density of 227 trees per ha (22x2m); and (SC) a conventional system containing some native species of the Brazilian Cerrado, baru (Dipteryx alata (Vogel)) and cambará (Gochnatia polymorpha (Less)), in random arrangement, with density of 3 adult trees per ha.

The experimental period was from June 2015 to February 2016, in correspondence to the winter (dry) and summer (rain) seasons in the region. Readings were carried out simultaneously in two paddocks, one for each system, for four consecutive days in each experimental month from 08h00 to 16h00, in one-hour intervals.

Thermal images were captured using an infrared thermographyc imager (Testo®, model 875 2i), configured with emissivity of 0.97, hot and cold data record palette and 7.5 mm lens (32° x 23° ; f/0.84), located at the height of the evaluator's eyes (approx. 1.75 m), distant approximately 10 m away from

the trees, between tree rows of in the SS system and in front of the trees in the SC system.

The thermal images were analyzed through the IRSoft® program (Testo software), obtaining the maximum and minimum values of temperature (ºC) and humidity (%) of the pasture surface (TIVs and HTIVs) and tree crowns (TIVc and HTIVc), in the shadow projection and under full sun for calculating the respective averages.

At the same time, the microclimate parameters: air temperature (Ta, ºC), dew point temperature (Tdp, °C), black globe temperature (Tbg, °C), relative air humidity (RH, %) and wind speed (Ws, ms-1) were recorded for the subsequent calculation of the Temperature and Humidity Index (THI, Thom, 1958), Black Globe and Humidity Temperature Index (BGHI, Buffington, 1981) and Radiant Thermal Load (RTL, Esmay, 1979), considering the Average Radiant Temperature (ART). Equipment were allocated at 2.0 m of trees and to 1,5 m above ground, in the positions at full sun and projected shadows, in two repetitions per paddock, according to Karvatte Junior *et al*. (2016).

Radiation partitions were obtained through a LI-COR® spectroradiometer (LI-1400), connected to Quantum sensors (LI-190, measuring from 400 to 1100 nm), for evaluating global solar radiation (Q, W m-2). Pyranometer (Li, model LI-200, readings from 400 to 700 nm) for photosynthetically active radiation (P, µmol.m-2s-1) and Photometer (Liquor, model LI-210R) for luminosity (f, Lux). Monthly records were taken at five sample points in full sun and shadow projection, 1.5m high, with sensors facing solar direction.

The data set was subject to statistical analysis using the Multiple Factor Analysis (MFA) using the statistical package R (Fox, 2005). Multiple Factor Analysis (MFA) seeks to establish linear combinations among variables, as well as to create synthetic elements (factors) that add to the observed variance, in order to reduce the dimensionality of a multivariate data set, obtaining a common factor. Its striking difference against other factorial techniques is the assignment, a priori, of thematic groups of variables, both quantitative and qualitative, with the purpose of grouping the original variables to establish analysis strategy. During the statistics procedures, data are categorized and divided into different thematic groups, represented by the formation of Synthetic Analytical Dimensions (SAD), to explain relationship among variables within each group and among groups (Escofier and Pagès, 2008).

Results and discussion

In this work, groups formed with their respective explanatory variables were: 1) Temperatures [Ta, Tbg, Tdp and ART]; 2) Wind and Humidity [Ws (max), Ws (min), Ws (md) and RH]; 3) Thermal Comfort Indices [THI, BGHI and RTL]; 4) Solar radiation [Q, P and f]; and, 5) Infrared Thermography (TIV) [TIVc, TIVs, HTIVc and HTIVs]. Together, these groups contributed to the formation of three different SAD and explained 55.5% of the total variance observed (Figure 1). Overall, the percentage of variance explained by the SAD was low, but able to demonstrate relationships among variables studied in the agroforestry systems, corroborating the data obtained by Barreto (2016), which obtained 72.4% of the variance observed by the set of three SAD, when using Multiple Factor Analysis to evaluate potential of microclimate characterization and farming thermal comfort, using thermal images of environments with scattered trees.

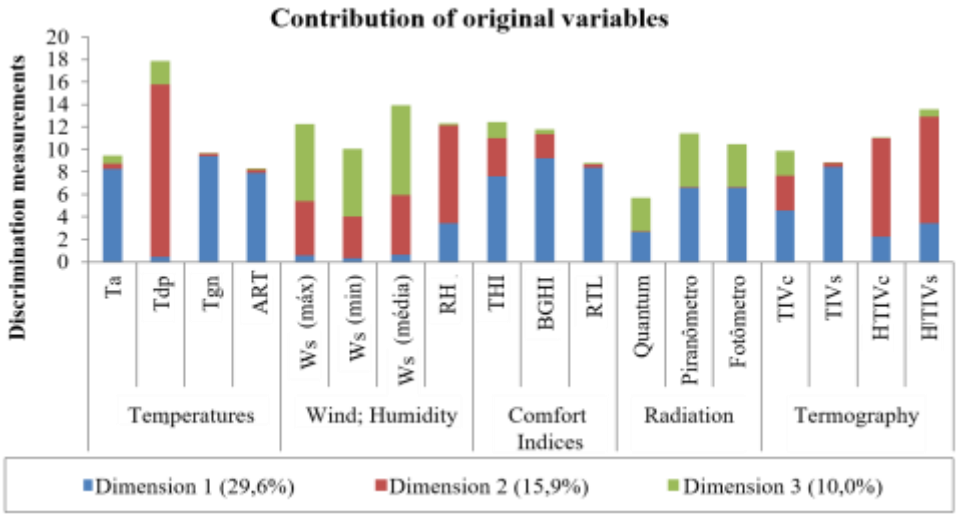


Figure 1: Contribution of original variables, within each group, to the formation of Synthetic Analytical Dimensions 1, 2 and 3.

It was observed that the SAD 1, represented by the variables air temperature (Ta, 8.26%), black globe temperature (Tbg, 9.40%), average radiant temperature (ART, 7.93%), Temperature and Humidity (THI, 7.61%), Black Globe and Humidity Temperature Index (BGHI, 9.24%), Radiant Thermal Load (RTL, 8.38%) and surface infrared thermography (TIVs, 8 , 47%) and in smaller percentage by Solar Radiation measured by Quantum (2.7%); (6.6%) and Photometer (6.6%), explained the largest portion of the total variance observed (29.6%), suggesting that, within the experimental conditions studied, these were the variables that most influenced the establishment of the thermal environment.

Afterwards, with formation of SAD 2, represented by the variables dew point temperature (Tdp, 15.3%), relative humidity (RH, 8.67%), humidity by infrared thermography of canopy (HTIVc, 8.78 %) and surface (HTIVs, 9.5%), a contribution of 15.9% was observed for the explanation of the total variance, and 10.0% for the DAS 3 formation, represented by the variables maximum wind speed [Ws (max), 6.87%], minimum [Ws (min), 6.0%] and mean [Ws (md), 7.96%].

With these results it was possible to generate the bidirectional graph of the factorial plane defined by the coordinates of two orthogonal dimensions (Figure 2). In this illustration, it is possible to observe that the infrared thermography of tree crown (TIVc) and the surface (TIVs) are strongly and positively associated to the variables that make up the group of Temperatures (Ta, Tbg and ART), Thermal Comfort Indexes (THI, BGHI and RTL) and Solar Radiation (Q, P and f), positioned near the X axis of DAS 1 (29.6%), suggesting that infrared thermography can be used as an alternative tool for microclimate evaluation and prediction of thermal comfort in agroforestry systems.

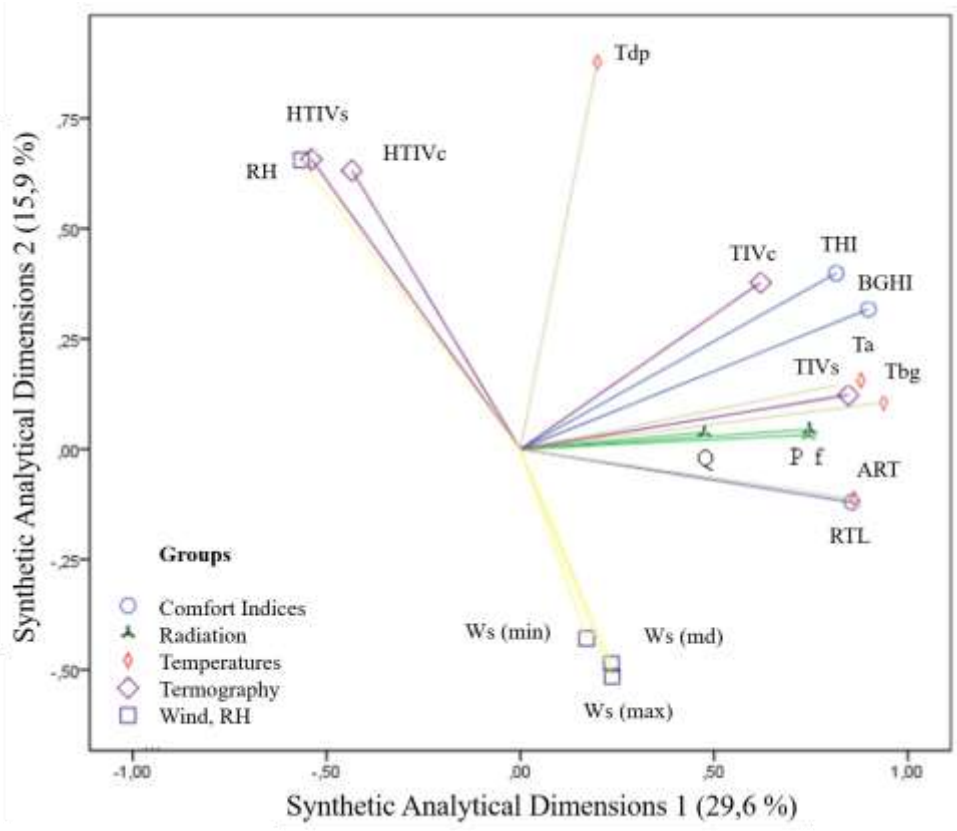


Figure 2: Bidirectional contribution of the original variables to orthogonal dimensions and their interactions.

Also in this figure, the relative humidity through crown infrared thermography (HTIVc) and surface (HTIVs) had a strong association with the relative humidity (conventional evaluation), but negatively associated with the variables related to wind speed (Ws max, Ws min and Ws med). Grouping these modalities on the Y axis of DAS 2, in opposite quadrants, indicates that the wind speed interferes with the relative air humidity fluctuations of the evaluated environments.

In fact, wind is the climatic variable related to the removal of air moisture from a system, and, when it presents different tree densities, variation of this microclimatic parameter happens (Brow *et al*., 1995). However, results obtained support the hypothesis of using infrared thermography as a tool to evaluate thermal environment in agroforestry systems. In addition to being portable, lightweight and easy to handle equipment, infrared thermal imagers are highly accurate sensitive, capable of storing large amounts of data and reducing the number of field devices (Barreto, 2016).

Likewise, groups formed by the original variables (Figure 1) collaborated for the emergence of DAS 3, represented by the associated variance (eigenvalue) to each original variable. With formation of this DAS, the emergence of the group called Systems (0.61%) [formed by the variables: integration systems (SS, SC), season of the year (dry and rainy), local (shade and sun) and times of the day], suggests that factors such as experimental arrangement, seasons of the year, time of day and equipment arrangement have critical influence on establishment of microclimate conditions and thermal comfort in agroforestry systems (Figure 3).

In fact, Karvatte Junior *et al*. (2016), when evaluating microclimate and thermal comfort in crop-livestock-forest integration systems, observed that during hours of greater thermal stress, between 11:00 am and 2:00 p.m., different tree spacing and densities allowed for reduction of 2 to 8 °C of temperature with an increase of 1.4 to 4.5% of relative humidity and variation from 0.0 to 4.8 ms-1, providing considerable changes in animal thermal comfort under canopy.

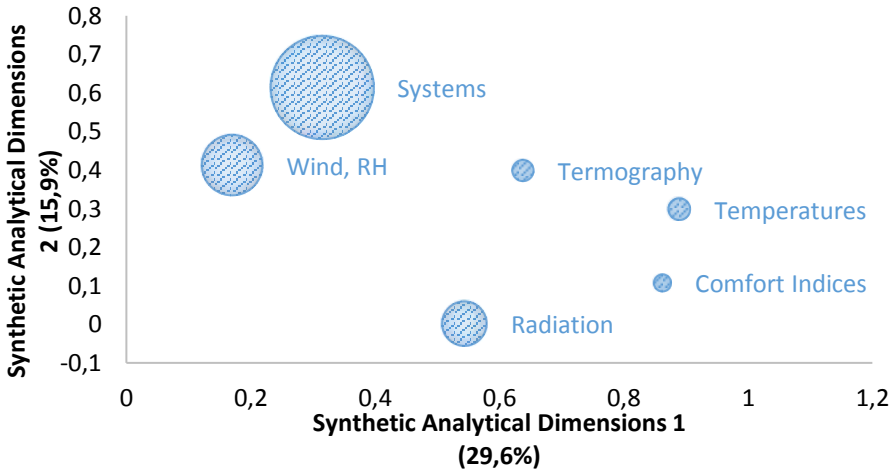


Figure 3. Contribution of original variables to the formation of Synthetic Analytical Dimension 3.

Conclusions

Multiple factor analysis explained 55.5% of the total variance observed in this study. Infrared thermography showed strong and positive associations with the microclimatic parameters, thermal comfort and radiation. Infrared thermography is a tool with potential to be used for prediction of microclimate and animal thermal comfort in agroforestry systems.

References

Abdi, H., Valentin, D. 2007. Multiple factor analysis (MFA). N. Salkind (Ed.), Encyclopedia of Measurement and Statistics, Sage, Thousand Oaks (CA), pp.657–663.

Alves, F.V., Barreto, C.D., Ramos, C.E.C. de O., Oliveira, C.C. de., Karvatte Junior, N., Leite, L.C., Leite, M.C. de P. 2017. Potencial do uso de termografia por infravermelho para investigação térmica do ambiente rural. In: Anais do VII Congresso Brasileiro de Biometeorologia, Ambiência, Comportamento e Bem-Estar Animal "Responsabilidade Ambiental e Inovação". Brasil, pp.1-4.

Brown, R.D., Gillespie, T.J. 1995. Microclimate landscape design: Creating thermal comfort and energy efficiency. John Wiley & Sons, New York.

Buffington, D.E., Collazo Arocho, A., Canton, G.H., Pitt, D. 1981. Black globe humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. Transactions of The Asae, 24, 711–714.

Barreto, C.D. 2016. Termografia por infravermelho para avaliação do conforto térmico animal. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA. pp.45.

Escofier, B., Pagès, J. 2008. Analyses factorielles simples et multiples: Objectifs, mèthodes et interprétation. Paris:Dunod, 4ª ed., pp.318.

Esmay, M.L., 1979. Principles of animal environment. AviPublishing, Porto Oeste.

Karvatte Junior, N., Klosowski, E.S., Almeida, R.G. de., Mesquita, E.E., Oliveira, C.C. de., Alves, F.V. 2016. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. International Journal of Biometeorology, 60, 1-9.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Köppen, W. 1949. Climatologia: con um estúdio de lós climas de la tierra. Fondo de Cultura Econômica, México.

Oliveira, C.C. de., Alves, F.V., Almeida, R.G. de., Gamarra, É.L.V., Severino, D.J.M., Almeida, P.G.M. de. 2017. Thermal comfort indices assessed in integrated production systems in the Brazilian savannah, Agroforest Systems, 96, 6, 1659-1672.

Fox, J. 2005. The R Commander: A Basic Statistics Graphical User Interface to R. Journal of Statistical Software, 14, 9, 1-42.

Thom, E.C. 1958. Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating. Transaction Of The American Society of Heating, 55, 7, 65-72.

Caracterización de poblaciones de la palma *Acrocomia aculeata* asociadas a sistemas silvopastoriles en el Departamento de Itapúa, sur de Paraguay

E. Ramirez Haedo[1]; A. Verga[2]; R.R. Negrelle[3]*

[1]Doctoranda en la Universidad Nacional Santiago del Estero, Argentina; Universidad Católica "Ntra. Sra. de la Asunción" Campus Universitario Itapúa -Facultad de Ciencias Agropecuarias - Hohenau; Universidad Nacional de Itapúa-Facultad de Ciencias Agropecuarias; Instituto Forestal Nacional (INFONA).
[2]INTA, La Rioja - Argentina
[3]Universidad Federal de Paraná, Curitiba - Brasil
*Autor para correspondencia: erhaedo@hotmail.com

Resumen

El mbokaya (***Acrocomia aculeata* (Locq.) Lodd. Ex Mart.)** es una especie de palma muy utilizada en Paraguay para la extracción del aceite de mbokaya, para la elaboración de aceite comestible extraída del mesocarpo. También se utiliza las semillas para hacer jabón y las hojas como forraje para animales. El mbokaya forma parte del paisaje en toda la Región Oriental del Paraguay y está asociado frecuentemente en sistemas silvopastoriles y agroforestales. En la presente entrega se presentan resultados de caracterización de los suelos y su influencia en caracteres de hojas y frutos de tres poblaciones de *A. aculeata* asociados a sistemas silvopastoriles. Se trabajó con tres poblaciones de la región sur-oeste y centro del Departamento de Itapúa (Gral. Artiga, Trinidad y Obligado). Para caracterizar el suelo, se obtuvo una muestra compuesta por cada sitio, entre 0 – 20 cm de profundidad, constituida por una mezcla de 10 sub-muestras. Fueron determinados los niveles de macro y micronutrientes, además de % de MO, pH, Al^{+}, C.I.C, saturación de bases y composición textural. Las características ambientales en las cuales se desarrolla la especie abarcan suelo Ultisol, de textura franco-arcillo-arenosa, arcilloso-arenosa. En su composición química son pobre en fosforo y rico en hierro, pH ácido a muy ácido; los macronutrientes potasio, calcio, magnesio varían de acuerdo a la textura del suelo, siendo bajo en suelo de textura franco-arcillo-arenosa y alto en suelo arcilloso. Entre los micronutrientes, el zinc, boro y manganeso se encuentran en cantidades adecuadas en todas las poblaciones; el azufre y cobre varían desde bajo a alto. Las variadas características físico-químicas del suelo donde se encontraron las poblaciones muestreadas resaltaron la plasticidad adaptativa de la especie y se observaron mayores valores en hojas y frutos.

Palabra clave: Ambiente, *Acrocomia aculeata*, composición físico – química.

Abstract

The mbokaya (*Acrocomia aculeata* (Locq.) Lodd. Ex Mart.) is a species widely used in Paraguay for the extraction of the oil of mbokaya, for the elaboration of edible oil extracted from the mesocarp. Seed are also used -to make soap

and its leaves are used fodder for animals. The mbokaya is part of the landscape throughout the Eastern Region of Paraguay and is frequently associated with silvopastoral and agroforestry systems. The objective of this work is to characterize the environments in which this species develops. In this presentation we focus on the characterization of soils and its influence on characters of leaves and fruits of three populations of *A. aculeata* associated with silvopastoral systems. We worked with three populations of the south-west region and center of the Department of Itapúa (Gral. Artiga, Trinidad and Obligado). To characterize the soil, a composite sample was obtained for each site, between 0 - 20 cm deep, constituted by a mixture of 10 sub-samples. The levels of macro and micronutrients were determined, as well as% OM, pH, Al +, C.E.C, base saturation and textural composition. The environmental characteristics in which the species develops include Ultisol soil, with a loam-clay-sandy, clay-sandy texture. In their chemical composition they are poor in phosphorus and rich in iron, acidic to very acidic pH; the macronutrients potassium, calcium, magnesium varied according to the texture of the soil, being low in soil with a clay-sandy-loam texture and high in clay soil. Among the micronutrients, zinc, boron and manganese are found in adequate amounts in all populations; Sulphur and copper varied from low to high. The varied physical-chemical characteristics of the soil where the sampled populations were found highlighted the adaptive plasticity of the species and higher values were observed in leaves and fruits.

Keyword: *Environment, Acrocomia aculeata, physical - chemical composition.*

Introducción

La palmera mbokaya (***Acrocomia aculeata*** **(Locq.) Lodd. Ex Mart.)** es una especie muy utilizada en Paraguay para la extracción del aceite de mbokaya, para la elaboración de aceite comestible extraída de la pulpa o mesocarpo; también se usa la semilla para hacer jabón y las hojas se usan como forraje para animales. El mbokaya forma parte del paisaje en toda la Región Oriental del Paraguay y está asociado frecuentemente en sistemas silvopastoriles y agroforestales.

Motta *et al*. (2002) encontraron en Minas Gerais, Brasil que *A. aculeata* acompaña áreas de suelos con fertilidad natural más elevada y vegetación primitiva de fisionomía forestal, como la de bosque sub-caducifolio. López Bhering *et al.* (2010) determinaron la distribución de poblaciones naturales de *A. aculeata* en el Estado de Minas Gerais y Nordeste del Estado de Goiás, sobre suelo Latossolo, siempre asociado a red de drenaje. Han encontrado que el 93,1 % de individuos muestreados habitan en clima semi-húmedo y los restantes 6,9 % en clima semiárido.

Freitas Teles (2009) estudió poblaciones naturales de esta especie en la región Centro y Sur del Estado de Goias, habitando suelos Cabissolos y Neosolos, de textura media o franco-arcillo-arenosa, con mayor densidad de plantas en suelos de media a alta fertilidad, con saturación de bases superior a **50%** y rico en potasio.

En Paraguay, Gauto (2009) en un estudio fitogeográfico sobre estados de conservación de las palmeras (familia Arecaceae) paraguayas cita a esta especie en los departamentos de Concepción, Amambay, Canindeyú, San Pedro, Central, Cordillera, Paraguarí, Guaira y Misiones que corresponde a la Ecorregión Aquídaban, Litoral Central, Selva Central y Amambay (SEAM, 2013).

Méreles (2005) citaron sabanas con palmares de *A. aculeata* en la cuenca del Lago Ypoa, región Oriental del Paraguay, en ambientes modificados antrópicamente y muy típicos del centro de la región Oriental del Paraguay en suelos friables, muy sueltos, muy arenosos y ácidos.

El objetivo de la presentación se enfoca en las características físicas y químicas de los suelos de sistemas silvopastoriles donde se desarrollan la especie *A. aculeata* y su influencia en la capacidad productiva de la especie en el Departamento de Itapúa, Sur de Paraguay

Materiales y Métodos

Las poblaciones *A. aculeata* de Gral. Artiga (Figura 1), Trinidad y Obligado están en sistemas silvopastoriles, donde están asociados con *Cynodon dactilon* y *Brachiaria brizanta* en Gral. Artigas; *Panicum maximun* y *Andropogon bicornis* en Trinidad; y en Obligado esta asentadas en pastizales de *Brachiaria brizanta.*

Para el estudio de la composición química y física del suelo, se obtuvo una muestra compuesta por cada sitio, constituida por una mezcla de 10 sub-muestras bien distribuidas dentro del área de muestreo y extraída entre 0 - 20 cm de profundidad con ayuda de barreno de suelo. Las muestras de suelos fueron envasados en bolsas plásticas, etiquetadas y mantenidas a la sombra hasta su traslado. Posteriormente fueron llevadas al laboratorio de análisis del Laboratorio SUSTENTAB, donde se realizaron los respectivos análisis.

Fueron determinados los niveles de macronutrientes: fósforo, potasio, calcio y magnesio. Los micronutrientes azufre, hierro, cobre, zinc, boro y manganeso, que fueron extraídos por el método de Mehlich I (1953). Además se determinó % de materia orgánica, pH, C.I.C (capacidad de intercambio catiónico) total, saturación de bases (% V) y composición textural. Los análisis físicos de textura fueron realizados por medio de la dispersión de las partículas del suelo con hidróxido de sodio (NaOH).

Figura 1. Población de *A. aculeata* asociados a pastura de *Cynodon dactylon* y *Brachiaria brizantha* en Gral. Artiga - Departamento de Itapúa - Sur de Paraguay

Resultados y Discusión

Tabla 2. Resultados del análisis físico-químico del suelo en la capa de 0 - 20 cm de profundidad en área de sistemas silvopastoriles asociados a *A. aculeata* en el Departamento de Itapúa, Sur de Paraguay.

Elemento	Unidad de medida	Trinidad	Obligado	Gral. Artigas
MO	%	1,67	3,42	2,19
P	mg.kg-1	<3,00	3,01	<3,00
K	cmol(+).kg-1	0,15	>0,50	0,15
Ca	cmol(+).kg-1	0,48	7,54	0,99
pH	-	4,64	5,69	5,25
Al	cmol(+).kg-1	1,17	0,01	5,93
CIC	cmol(+).kg-1	7,98	14,38	5,24
V	%	12,78	66,69	7,63
S	mg.kg-1	9,62	7,28	8,19
Fe	mg.kg-1	56,38	139,32	49,33
Cu	mg.kg-1	0,35	1,58	0,44
Zn	mg.kg-1	0,23	4,52	0,21
B	mg.kg-1	0,28	0,31	0,28
% Arcilla		31,00	45,00	30,00

Las condiciones ambientales en el área de distribución de las especies de *Acrocomia* en el sur de Paraguay, lo sitúa sobre suelos Ultisol de origen areniscas y de basaltos; contenido de 30 – 50 % de arcilla, textura arcillo-arenoso, franco-arcillo-arenosa. De baja a alta fertilidad, bajo a alto en contenido de calcio, bajo en fosforo, bueno en potasio, suelos muy ácidos a levemente ácidos, aluminio desde bajo a muy alto contenido, saturación de base de 7,63 – 67,50 %. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los suelos varío de 5,24 – 18,86 cmol (+).kg^{-1}, siendo bajo en Gral. Artiga con suelo de textura franco-arcillo-arenosa; con valor adecuado en Trinidad con suelo de textura franco-arcillo-arenosa y muy alto en Obligado de textura arcillosa fina, azufre de bajo a medio, hierro de 49,33 – 232,77 mg.kg^{-1}, cobre de medio a alto, zinc de medio a muy alto, boro de medio a alto y el manganeso en dosis alta en todas las poblaciones de *Acrocomia* observadas y asociados a pasturas nativas e implantadas.

En la Tabla 2 se observa que el número de pinas de *A. aculeata* no presenta diferencias significativas entre las diferentes poblaciones muestreadas. Para las variables número de foliolos, Nº de racimo/planta y Nº de frutos/racimo se observa diferencias significativas, siendo las palmeras de *A. aculeata* de Obligado con mejores valores en su composición físico-químicas presentan mayores valores de las variables de hojas y frutos.

Tabla 2. Comparaciones de medias de variables de hojas y frutos de poblaciones de *A. aculeata* del Departamento de Itapúa, Sur de Paraguay.

Variable	Trinidad	Obligado	Gral. Artiga
NPI	27,77 a	25,83 a	25,3 a
NFOL	254,87 b	265,03 a	238,13 c
Nº racimo/Planta	5,17 c	10,80 a	8,83 b
Nº. Frutos/racimo	119,77 c	310,10 a	294,80 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P>0,05) por el Test *LSD* Fisher
Referencia: NPI=Número de pina, NFOL: Número de folíolo, Nº Inflores= Número de inflorescencia

Estos resultados denotan una amplia gama de tipos de suelos, textura y composición química, donde las especies del género *Acrocomia y* las pasturas asociadas, tales como *Panicum máximun, Brachiaria brizantha y Andropon bicorni* donde se desarrollan; poseen una plasticidad adaptativa a diferentes ambientes y condiciones edafo-climaticas para expresar al máximo su potencial genético, que lo convierte en unas especies promisorias para ocupar lugares marginales, limitados por sus características físico-química para otros cultivos.

Según Motta *ET AL*. (2002) la distribución de *Acrocomia aculeata* en Minas Gerais, muestra preferencia por suelos eutróficos (ricos en N y P) en contra de los suelos álicos de alta acidez. También Lorenzi (1992) menciona la preferencia de esta especie por suelos fértiles; sin embrago Novaes (1952), afirma que la palmera se adapta a suelos pobres, cubiertos por Cerrados, en el Estado de Sao Paulo, en tanto que Freitas Teles *et al*. (2011) lo identificó en suelos con medio a alto niveles de fertilidad, en suelo tipo cambissolo y neossolo y de textura arenosa, franco-arcillo-arenosa, saturación de base mayor de 50 % y altos niveles de potasio coincidente en muchos aspectos a lo encontrado en la presente investigación.

Conclusiones

- Las características de los suelos en las cuales se desarrolla la especie *A. aculeata* abarca suelo Ultisol, de textura franco-arcillo-arenoso, arcilloso-arenosa.
- En su composición química son pobre en fosforo y rico en hierro.
- El pH vario de ácido a muy ácido.
- El potasio, calcio, magnesio vario de acuerdo a la textura del suelo, siendo bajo en suelo de textura franco-arcillo-arenosa y alto en suelo arcilloso.
- El zinc, boro y manganeso se encuentran en cantidades adecuadas en todas las poblaciones.
- Las de palmeras de *A.aculeata* asentadas en suelos derivados de basaltos, de textura arcilloso, con mejores características física-química, presentan mayores caracteres productivos, como se observa en Obligado; en relación a los suelos derivados de areniscas, de textura franco-arcillo-arenoso, con características químicas inferiores, que presentan caracteres productivos menores, observada en Gral. Artiga y Trinidad.
- Las propiedades químicas del suelo, tales como el pH, porcentaje de base intercambiable y contenido de Aluminio, afecta directamente a la capacidad productiva de las palmeras, tal como se observa en la población de Trinidad.

Agradecimiento

Al programa de post-grado de la Itaipú Binacional por el financiamiento.

Bibliografía

Freitas Teles, H. 2009. "Caracterizaçâo de ambientes com ocorrência natural de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Logg. ex Martius e suas populaçòes nas regiôes Centro e Sul do Estado de Goías". Tesis Mestrado, Universidade Federal de Goías, Programa de Pos-graduaçâo en Agronomia - Area Produçao Vegetal, Goiânia. 137 p.

Freitas Teles, H. D., Pires, L. L., Garcia, J., Rosa, J. Q. S., Farias, J. G., & Naves, R. V. 2011. "Ambientes de ocorrência natural de macaúba". *En:* Pesq. Agropec. Trop., Goiânia 41(4):595-601. ISSN 1983-4063. Disponible en: www.agro.ufg.br/pat.

Gauto, M. I. 2009. "Conservation status assessment of paraguayan palms (Arecaceae)". Master in Biology, Universite de Geneve, Faculte des Science, Geneve. 132 p.

Lorenzi, H. 1992.*Árvores brasileiras*: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum.

Lopes Bhering, L.; M. F. Vilelea; F. G. Aquino; B. G. Laviola; N. T. Vilela Junqueira and A. Cargnim. 2010. "Mapeamiento de maciços naturais de ocurrencia de macaúba (*Acrocomia aculeata*) visando á exploraçâo sustentâvel". En EMRAPA: ALGODÂO, IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simposio Internacional de Oleaginosas Energeticas p 143 -148. Joâo Pessoa.

Mehlich, A. 1953. "Determination of P, Ca, Mg, K, Na and NH_4^+". North Carolina Soil Test División, Publ. North Carolina Dept. of Agriculture, Raleigh p 1 – 53.

Mereles, M. F. 2005. "Aportes al conocimiento de la flora y las comunidades vegetales en la cuenca del lago Ypoá, Región Oriental, Paraguay". Miscelanea 14:159-168.

Motta, P. E. F; N. Curi; A. T. Olivera-Filho and J. B. N. Goames. 2002. "Ocorrencia da macauba en Minas Gerais: relaçao com atributos climaticos, pedologicos y vegetacionais". Pesquiza Agropecuaria Brasilera 37(7):1023-1031.

Novaes, R. F. *Contribuição para o estudo do coco macaúba*. 1952. 85 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias)–Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1952.

SEAM. 2013. Resolución Nº 614/13. "Por lo cual se establecen las Ecorregiones para las Regiones Oriental y Occidental del Paraguay". Asunción, Paraguay. 3p.

Monitoreo de la temperatura vaginal de vacas Hereford, Angus y sus cruzas con Bonsmara durante una ola de calor en Uruguay

Monitoring the vaginal temperature of Hereford, Angus cows and their crosses with Bonsmara during a heat wave in Uruguay

JK Fedrigo[1]; R Santa Cruz[1]; F Baez[2]; V Benítez[1]; C Viñoles Gil[1]*

[1]PDU Agroforestal (CUCEL). Ruta 26 km 408, Cerro Largo.
[2] PDU Instituto Superior de la Carne (CUT). Ruta 5, km 386, Tacuarembó.
* jkfedrigo@gmail.com

Resumen

El presente trabajo determinó si las olas de calor que ocurren en Uruguay durante el período de entore generan cambios en la temperatura corporal de vacas de cría de distintos grupos genéticos. Fue monitoreada la temperatura vaginal de 10 vacas de cría (4 Hereford o Angus y 6 cruza con Bonsmara) y la temperatura y humedad del aire y del globo negro durante el periodo de una ola de calor (10 a 27 de enero de 2019). La temperatura vaginal fue significativamente inferior para los animales con cruza Bonsmara, y sus variaciones fueron poco afectadas durante las horas más calientes del día. Por otra parte, la temperatura vaginal las vacas Hereford y Angus fue modificada por las variables atmosféricas y se ajustó a modelos de regresión de temperatura del aire y del índice de temperatura y humedad (ITH). Fue encontrado que el valor de ITH 72,8 constituye el límite crítico superior para el mantenimiento constante de la temperatura vaginal, siendo que valores superiores determinan su aumento lineal. En conclusión, vacas con cruza Bonsmara presentan una mejor capacidad termorreguladora que animales Hereford y Angus, los cuales tienen un marcado aumento de la temperatura corporal durante los periodos de ola de calor que ocurren en los meses de verano en Uruguay, lo que, puede comprometer la eficiencia reproductiva de las vacas. Es necesario explorar alternativas como los sistemas silvopastoriles para mitigar el estrés calórico en las vacas Hereford y Angus, predominantes en los sistemas criadores del Uruguay.

Palabras claves: *Estrés calórico; Índice de Temperatura y Humedad; Índice del Globo Negro; Genética.*

Abstract

The present work determined if heat waves that occur in Uruguay during mating period generate changes in the body temperature in breeding cow of different genetics groups. The vaginal temperature in 10 breeding cows (4 Hereford or Angus and 6 cross with Bonsmara) and the air and black globe

temperature and humidity during a heat wave period (January 10 to 27 of 2019) was monitored. The vaginal temperature was significantly lower for animals with Bonsmara crosses, and their variations were little affected during the hottest hours of the day. On the other hand, the vaginal temperature of Hereford and Angus cows was modified by atmospheric variables and was adjusted to regression models of air temperature and temperature and humidity index (THI). It was found that the THI value of 72.8 constitutes the upper critical limit for the constant maintenance of the vaginal temperature, being that higher values determine its linear increase. In conclusion, Bonsmara crosses cows have a better thermoregulatory capacity than Hereford and Angus cows, which have a significant increase in body temperature during periods of heat wave that occur in the summer months in Uruguay, and that may compromise the reproductive efficiency of cows. It is necessary to explore alternatives such as silvopastoral systems to mitigate caloric stress in Hereford and Angus cows, predominant in the breeding systems of Uruguay.

Keywords: *Caloric stress; Temperature and Humidity Index; Black Globe Index; Genetics.*

Introducción

La cría vacuna en Uruguay se realiza utilizando como base forrajera el campo natural (Paruelo *et al*., 2010). El manejo adecuado del rodeo de cría debe acompasar la curva de producción de forraje con los requerimientos del animal (Soca and Orcasberro, 1992). Por lo tanto, la definición del período de entore (diciembre-febrero) es la clave, para que el pico de requerimientos de lactación coincida con el pico de producción de forraje. El problema es que los meses de diciembre y enero coinciden con la ocurrencia de olas de calor que promueven estrés en las vacas (Santa Cruz *et al*., 2018). El estrés calórico impacta negativamente sobre la eficiencia reproductiva, producto de alteraciones en el crecimiento folicular, la calidad del ovocito y el desarrollo embrionario temprano (Ronchi *et al*., 2001). Estos cambios se explican por alteraciones en las concentraciones de las hormonas luteinizantes y esteroideas (estradiol y progesterona), que juegan un rol importante en el mecanismo de reconocimiento materno de la preñez. El retraso en el momento en que ocurre la concepción y los bajos porcentajes de preñez finales tienen un impacto negativo en la productividad y la economía de los sistemas criadores (Perry and Cushman, 2013; Wiltbank, 1990).

En Uruguay, especialmente en los sistemas extensivos de producción de carne, la problemática del estrés calórico se encuentra subestimada (Rovira, 2014), probablemente porque no existe información científica nacional que

cuantifique la magnitud del impacto. Por lo tanto, el uso de alternativas para su mitigación, como los sistemas silvopastoriles (SPP), son reducidas. Las olas de calor se definen utilizando el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) que relaciona las variables climáticas temperatura y humedad, donde valores de 72 a 75 se consideran como el umbral crítico (Rovira, 2014). Sin embargo, para una completa caracterización del ambiente es necesario considerar la radiación solar y la velocidad del viento, variables que están implícitas en la temperatura del globo negro. Por esto, previamente hemos realizado una caracterización ambiental utilizando el ITH del globo negro (ITHGN), donde registramos olas de calor más frecuentes y severas respecto al uso del ITH (Santa Cruz *et al*., 2018). De todas formas el ITH del globo negro (ITHGN) es un índice poco utilizado y todavía no está claro cómo se relaciona con los cambios fisiológicos en el animal y si realmente es un mejor índice para monitorear el estrés calórico.

La hipótesis de nuestro trabajo es que durante las olas de calor ocurren cambios fisiológicos en las hembras del ganado de cría, evidenciados por aumentos en la temperatura vaginal y que los animales cruza Bonsmara (BO) son más tolerantes al estrés ambiental. Los objetivos del presente trabajo fueron: 1) determinar los periodos de estrés calórico durante el entore, utilizando el ITH y el ITHGN, 2) monitorear la temperatura interna del animal (vaginal) cuando exista una alerta por ola de calor, 3) evaluar cómo se relacionan las variaciones de la temperatura animal con el ITH y el ITHGN.

Materiales y métodos

El estudio fue realizado en la Estación Experimental Prof. Bernardo Rosengurtt (EEBR) de la Facultad de Agronomía ubicada en el departamento de Cerro Largo (latitud S 32° 21’ 23,41”; longitud O 54° 26’ 31,96”), Uruguay, desde el 3 de diciembre de 2018 hasta el 28 de febrero de 2019.

El monitoreo del ambiente térmico fue realizado cada 15 minutos por medio de sensores de temperatura y humedad del aire (HOBO-Pendant) ubicados en abrigos meteorológicos de 1,5 m de altura. Los aportes calóricos originados por la radiación solar directa y por convección fueron detectados por la medición de la temperatura horaria del aire en esferas de Vernon (globos negros). Las esferas utilizadas eran huecas y confeccionadas en cobre, de 15 cm de diámetro, pintadas en color negro mate, e instaladas a 1,5 m de altura. En el interior de las esferas se colocaron registradores automáticos de temperatura i-Buttons Dallas (Thermochron DS1921G-F5) también programados para tomar registros cada 15 minutos.

Se calculó el ITH y el ITHGN por medio de la ecuación ITH o ITHGN = (0,8*temperatura) + [(%humedad relativa/100) * (temperatura-14.4)] + 46.4,

utilizando las variables temperatura del aire y del globo negro respectivamente (Buffington *et al*., 1981). Para el monitoreo de la temperatura animal se utilizaron dispositivos intravaginales usados a los cuales se les colocó registradores i-Buttons Dallas (Thermochron DS1921G-F5), como fue realizado por Nabenishi *et al*. (2011). Se utilizaron 10 vacas adultas (4 Hereford (HE) o Angus (AA) y 6 cruza con BO) y los dispositivos fueron colocados del 17 al 30 de enero. Este momento fue definido acorde a las advertencias de ola de calor solicitadas a INIA - Uruguay de forma quincenal. Todos los animales pastorearon juntos en el mismo potrero y tenían acceso a sombra natural.

Para la variable temperatura vaginal en función del ITH, ITHGN y temperatura del aire, fueron realizadas regresiones lineales ($y_{ij}=a+bx+e_{ij}$) y segmentadas ($yij=L+U[(R<x)(R-x)]+e_{ij}$) durante un periodo de ola de calor, siendo y_{ij} la variable dependiente, a el intercepto, b es el coeficiente lineal, x es la variable independiente, e_{ij} es representa el error experimental, L es el valor máximo observado, U es la constante de la ecuación, y R es el punto de quiebre. Debido a la ausencia de significancia de los coficientes de regresión para el grupo genético con cruza BO, se presentaron ecuaciones solamente para los animales HE y AA. Para representar las variaciones en la temperatura vaginal entre grupos raciales en función del ITH y durante el periodo experimental, fueron realizadas gráficas con líneas de tendencia. Los análisis y regresiones fueron realizadas usando el software JMP (SAS Inst. Inc., Cary, NC).

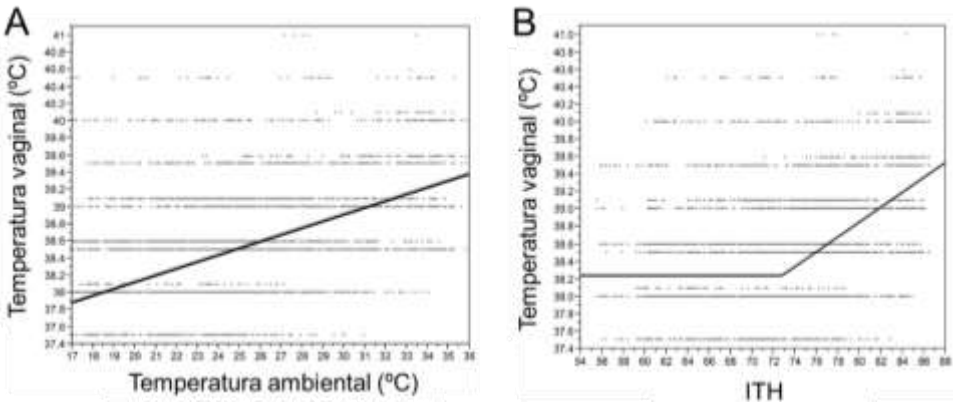
Resultados

Temperatura ambiente y temperatura vaginal

La temperatura vaginal aumentó acorde al aumento en la temperatura ambiente (R^2= 0,29; P < 0,0001; gráfica 1A), y la ecuación que mejor describió esa relación fue temperatura vaginal = 36,55 + 0,079 * temperatura ambiental.

ITH y temperatura vaginal

El modelo para temperatura vaginal e ITH fue significativo (R^2= 0.28; P < 0,0001). Durante la ola de calor, se constató el valor de ITH 72,8 como el punto a partir del cual la temperatura vaginal comienza a aumentar (Si ITH < 72,8 temperatura vaginal = 38,23 ºC; si ITH > 72,8 temperatura vaginal = 38,23 + 0,085(ITH – 72,8) (gráfica 1B).



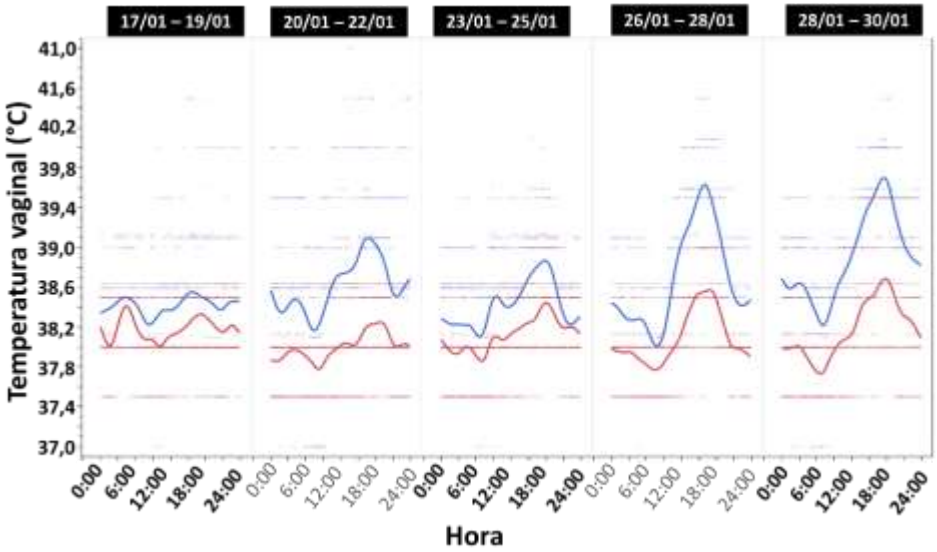
Gráfica 1. Regresión de la temperatura vaginal con la temperatura ambiental en vacas Hereford o Angus y sus cruzas con Bonsmara (n = 10), durante una ola de calor (A), y Regresión de la temperatura vaginal con el Indice de temperatura y humedad (ITH) en vacas Hereford o Angus y sus cruzas con Bonsmara (n = 10), durante una ola de calor (B)

ITHGN y temperatura vaginal

El modelo para el ITHGN y la temperatura vaginal no fue significativo, no encontrándose asociación entre ambas variables (datos no presentados).

Temperatura vaginal entre razas

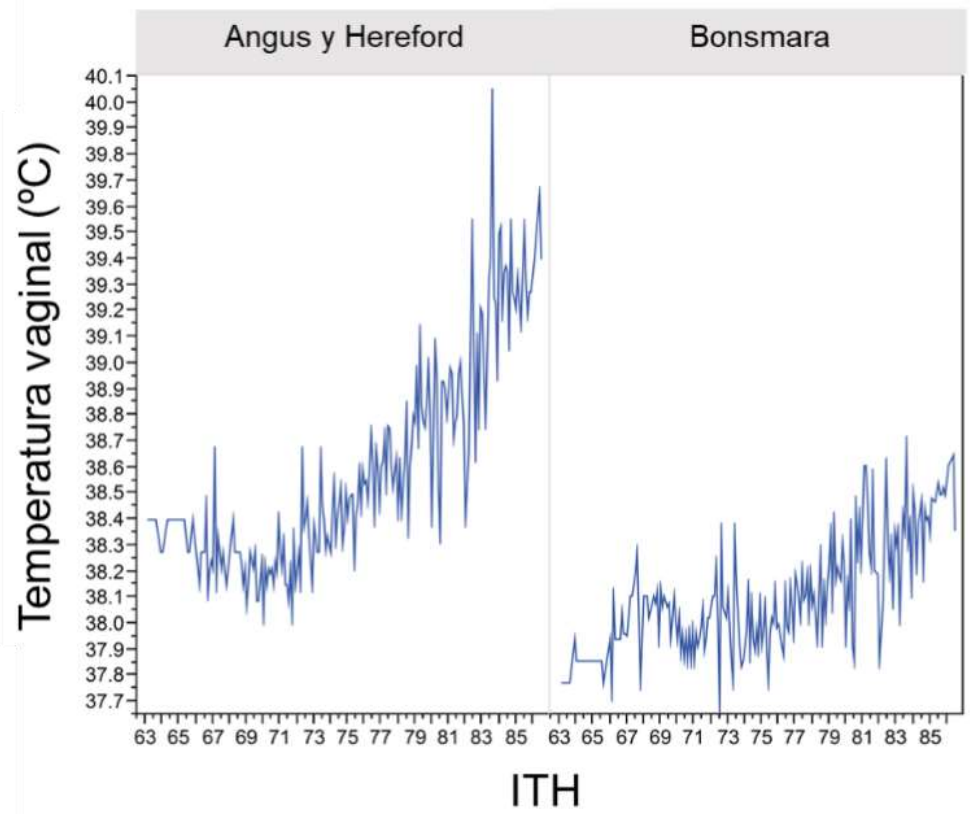
La temperatura vaginal de las razas británicas (HE y AA) fue siempre superior y los picos de temperatura coincidentes con los días de ola de calor y las horas de la tarde (12 a 16 horas) fueron más pronunciados que en las hembras cruza BO (gráfica 2).



Gráfica 2. Evolución horaria de la temperatura vaginal de vacas Hereford y Angus (línea azul) y sus cruzas con Bonsmara (línea roja) durante todo el período evaluado.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

A su vez, al analizar por separado las variaciones de temperatura de las distintas razas acorde al ITH, constatamos que los aumentos de temperatura vaginal en el ganado británico se producen a un menor ITH y a una mayor intensidad (gráfica 3).



Gráfica 3. Relación de los cambios en la temperatura vaginal con los cambios en el ITH, en vacas Hereford y Angus (panel izquierdo) o sus cruzas con Bonsmara (panel derecho).

Discusión

La hipótesis de que durante las olas de calor ocurren cambios fisiológicos en las vacas, evidenciados por aumentos en la temperatura vaginal y que los animales cruza BO son más tolerantes al estrés ambiental fue aceptada. En las vacas HE y AA se observó una clara asociación positiva entre el aumento de temperatura vaginal y la temperatura ambiental, y un punto crítico a partir de un ITH de 72,8 en que la temperatura vaginal aumentó en forma marcada. Durante los 5 días de duración de la ola de calor, se observó un aumento en la temperatura vaginal de las vacas más pronunciado durante las horas de la tarde, que fue de mayor magnitud y duración en las razas HE y AA que en sus cruzas con BO.

Se observó una relación lineal entre la temperatura vaginal y la temperatura ambiental. Sin embargo, la temperatura ambiente solo explicó un 28 % del aumento en la temperatura vaginal, dejando de manifiesto la capacidad de

los animales, con acceso a sombra, de regular ese aumento. Por otra parte, la relación de la temperatura vaginal con el ITH brinda información muy relevante, demostrando que hay un punto de quiebre a ITH 72,8 a partir del cual el aumento de la temperatura vaginal es lineal a niveles de 39,6ºC cuando el ITH alcanza valores de 88. Estos resultados son relevante para la eficiencia reproductiva de las vacas, ya que se ha reportado que un ITH de 73 es el umbral crítico a partir del cual comienza a afectarse la reproducción (Amundson *et al*., 2006).

Un resultado relevante de nuestro trabajo es que el ITHGN no estuvo asociado con la temperatura vaginal. El ITHGN es un indicador que probablemente represente mejor la condición a la que está sometido el animal porque pondera el calor producido por la radiación (Buffington *et al*., 1981). La ausencia de asociación entre ambas variables probablemente sea debido a que el ITHGN se midió solamente al sol, subestimándose las horas en que los animales hicieron uso de la sombra, y evitaban el calentamiento por la radiación solar. En nuestras condiciones de producción, sabemos que la temperatura del aire es 3ºC menor y la temperatura del globo negro es 6 a 9ºC menor a la sombra de los árboles respecto a la situación a pleno sol, y que la reducción depende de la densidad de los mismos (Fedrigo *et al*., 2018; Munka *et al*., 2017). Por lo tanto, sería importante en próximos experimentos monitorear la temperatura del globo negro a la sombra y monitorear el comportamiento animal para determinar el momento y duración del uso de la sombra. De todas formas, este trabajo deja en evidencia la importancia del uso de medidas de mitigación de estrés térmico como la sombra, y su potencial impacto en la eficiencia reproductiva de las vacas. Es así, que los SPP surgen como una alternativa de sumo valor para mitigar los efectos del estrés térmico. Sería de gran valor, incluir esta metodología (temperatura vaginal) en SSP y poder cuantificar el real impacto. Los SSP presentan la ventaja de que la sombra está distribuida en el potrero, evitándose grandes traslados para hacer uso de la misma y generándose alternancias de momentos de sol y sombra, pudiendo incluso el animal estar pastoreando a la sombra. Sumado a esto, la mejor calidad de la pastura reportada en estos sistemas (Fedrigo *et al*., 2018), podría ser otro aspecto positivo para la producción animal, pero sería importante que todo esto sea cuantificado y valorado científicamente.

Se observó una clara diferencia entre las vacas AA y HE, respecto a las BO, en el aumento de la temperatura vaginal durante la ola de calor. El aumento fue mucho más marcado en las razas británicas respecto a sus cruzas con la sudafricana, que mantuvo controlada la temperatura vaginal aún a altos niveles de ITH. La resistencia al calor de la raza BO, que tiene una alta proporción de sangre Afrikaner, ha sido descrita anteriormente (Bonsma, 1949). Esta capacidad de tolerar altas temperaturas está relacionada con

variables constitutivas y fisiológicas diferentes entre razas, que incluyen propiedades de la piel y el pelo, su capacidad de sudar, la capacidad aislante de su piel y la presencia de apéndices especiales (Bonsma, 1949; Hansen, 2004). Otro resultado relevante de éste experimento, es que la máxima temperatura alcanzada por las vacas AA y HE ocurrió en horas de la tarde, pero fue variable en los 5 días que duró la ola de calor. El máximo valor registrado fue de 40 º C a un ITH de 83 en las razas británicas. Estos resultados tienen varias consecuencias relevantes para el estudio de estrés calórico en nuestras condiciones de producción: 1. Que deben realizarse estudios de evaluación de la temperatura vaginal en una secuencia de al menos 5 años, porque la máxima temperatura alcanzada depende de la duración e intensidad de la ola de calor; 2- que los resultados obtenidos en estudios de éste tipo permiten ajustar la intensidad y duración del choque térmico en modelos *in vitro*, para que se aproximen a las condiciones reales a las que están sometidas las vacas (Baez *et al*., 2019); 3- que el uso de cruzamientos con razas tolerantes al calor, puede claramente ser una estrategia para mitigar los efectos del estrés calórico en nuestros sistemas criadores; 4- que se requiere de estudios sobre variables fisiológicas, comportamentales y reproductivas en SSP para evaluar su capacidad de mejorar la productividad de vacas servidas en verano.

Conclusiones

Concluimos que durante el entore ocurren olas de calor que determinan importantes aumentos en la temperatura vaginal, a niveles que pueden comprometer la eficiencia reproductiva del rodeo, y que ese aumento depende de la raza, siendo de mayor intensidad y duración en las razas Británicas comparadas con sus cruzas con BO. Teniendo en cuenta que el 80% del rodeo de cría de Uruguay es de razas británicas, la introducción de SSP sería una excelente alternativa para evitar esos efectos perjudiciales sin necesidad de introducir una nueva raza.

Bibliografía

Amundson, J.L., Mader, T.L., Rasby, R.J., Hu, Q.S., 2006. Environmental effects on pregnancy rate in beef cattle. J. Anim. Sci. 84, 3415–3420. doi:10.2527/jas.2005-611

Baez, F., Camargo, A., Reyes, A.L., Marquez, A., Paula-Lopes, F., Viñoles, C., 2019. Time-dependent effect of heat shock on the zona pellucida ultrastructure and in vitro developmental competence of bovine oocytes. Reprod. Biol. in revision.

Bonsma, J.C., 1949. Breeding cattle for increased adaptability to tropical and subtropical environments. J. Agric. Sci. 39, 204–221. doi:10.1017/S0021859600005037

Buffington, D.E., Canton, G.H., Pitt, D., 1981. Black Globe-Humidity Index (BGHI) as Comfort Equation for Dairy Cows 711–714.

Fedrigo, J.K., Santa Cruz, R., Benítez, V., Courdin, V., Ferreira, G., Posse, J.P., Viñoles, C., 2018. Dynamics of forage mass, air temperature and animal performance in a silvopastoral system of Uruguay. Agrofor. Syst. doi:10.1007/s10457-018-0335-2

Hansen, P.J., 2004. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. Anim. Reprod. Sci. 82–83, 349–360. doi:10.1016/j.anireprosci.2004.04.011

Munka, C., Bussoni, A., Boscana, M., Alvarez, J., Rachetti, M., Cabrera, G., Fernandez, E., 2017. Forestación en predios ganaderos del sur del Uruguay: evaluación del ambiente térmico, in: 9º Congreso Internacional Sistemas Silvopastoriles. Sistemas Silvopastoriles: Aportes a Los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Manizales, Colombia, pp. 147–158.

Nabenishi, H., Ohta, H., Nishimoto, T., Morita, T., Ashizawa, K., Tsuzuki, Y., 2011. Effect of the temperature-humidity index on body temperature and conception rate of lactating dairy cows in Southwestern Japan. J. Reprod. Dev. 57, 450–456. doi:10.1262/jrd.10-135T

Paruelo, J.M., Piñeiro, G., Baldi, G., Baeza, S., Lezama, F., Altesor, A., Oesterheld, M., 2010. Carbon Stocks and Fluxes in Rangelands of the Río de la Plata Basin. Rangel. Ecol. Manag. 63, 94–108. doi:10.2111/08-055.1

Perry, G.A., Cushman, R., 2013. Effect of age at puberty/conception date on cow longevity. Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract. 29, 579–590. doi:10.1016/j.cvfa.2013.07.011

Ronchi, B., Stradaioli, G., Verini Supplizi, A., Bernabucci, U., Lacetera, N., Accorsi, P.A., Nardone, A., Seren, E., 2001. Influence of heat stress or feed restriction on plasma progesterone, oestradiol-17[beta], LH, FSH, prolactin and cortisol in Holstein heifers. Livest. Prod. Sci. 68, 231–241.

Rovira, P., 2014. The effect of type of shade on physiology, behaviour and performance of grazing steers. Animal 8, 470–6. doi:10.1017/S1751731113002413

Santa Cruz, R., Fedrigo, J., Benítez, V., Viñoles, C., 2018. Condiciones ambientales durante el entore en sistemas de cría pastoriles en Uruguay, in: Encuentro de Investigadores de La Región Noreste.

Soca, P., Orcasberro, R., 1992. Propuesta de manejo del rodeo de cría en base a estado corporal, altura del pasto y aplicación de destete temporario. Jorn. Prod. Anim. Paysandú Evaluación Física y Económica Altern. Tecnológicas para la cría en predios Ganad. 54–56.

Wiltbank, J., 1990. Challenges for improving calf crop, in: 39th Annual Beef Cattle Short Course, University of Florida. pp. 1–22.

Caracterización de la compactación y contenido de humedad de suelos en sistemas Silvopastoriles y campo natural de pastura

Characterization of the compaction and moisture content of soils in Silvopastoral systems and natural pasture field

M. Nuñez; E. Benítez León; J.J. Bonnin; J. Paiva.

Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. Casilla de Correo 1618
madelcarmenunez@gmail.com

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la variación de la compactación y el contenido de humedad de suelos en sistemas silvopastoriles y campo natural. El estudio se realizó en una empresa ganadera y forestal localizada en el Distrito de Maciel, Dpto. de Caazapá, Paraguay. Para determinar la resistencia mecánica a la penetración del suelo se utilizó un penetrómetro electrónico marca Eijkelkamp, registrando puntos distantes a 50 m unos de otro en sentido de "zigzag". Fueron considerados parámetros estadísticos de promedio, desvío estándar (DS), coeficiente de variación (CV), y valores mínimo y máximo. El análisis espacial de los datos se realizó a través de un análisis geoestadístico para verificar la autocorrelación espacial, investigar la magnitud de la correlación entre las muestras y su similitud o no con la distancia. El análisis estadístico de la Resistencia a la Penetración (RP), en el área de campo natural presenta una media de 1,08 MPa y 37,6% de contenido de humedad respondiendo a una textura Arenosa a Areno Franco. En el sistema silvopastoril la Resistencia a la Penetración (RP) presenta una media de 1,55 MPa y contenido de humedad de 30,26% contando con una textura que va de Franco Arcillo Arenosa, Arcillo Arenosa a Arcillosa. Los resultados nos brindaron que ninguna de las áreas de estudio se encuentra en un rango critico de compactación

Palabras clave: *Textura del suelo, sistema integrado, resistencia a la penetración, resistencia mecánica del suelo, plantación forestal.*

Abstract

The present report had the objective to characterize the variation of soil compaction in silvopastoral systems and natural field. The study plots are located in a livestock and forestry company located in Maciel District, Department of Caazapá, Paraguay. To determine the mechanical resistance to soil penetration, an Eijkelkamp electronic penetrometer was used, registering points distant 50 meters from each other in "zigzag" direction. Statistical Analysis on the average parameters, standard deviation (SD), coefficient of variation (CV), and minimum and maximum value were considered. The spatial analysis of the data was carried out through a

geostatistical analysis to verify the spatial autocorrelation, study the magnitude of the correlation between the samples and their similarity or not with the distance. The statistical analysis of the Resistance to Penetration (RP), in the natural field area presents an average of 1.08 MPa and 37.6% of moisture content responding to a Sandy texture to sand loam. In the silvopastoral system, the Resistance to Penetration (RP) had an average of 1.55 MPa and a moisture content of 30.26%, with a texture ranging from sandy clay loam, sandy clay to clayey. The results gave us that none of the study areas is in a critical range of compaction.

Keywords: *Soil texture, integrated system, resistance to penetration, mechanical resistance of the soil, forest plantation.*

Introducción

Diversos estudios sugieren que en América Latina y el Caribe, el proceso de pérdida y degradación de suelos se debe principalmente a la deforestación masiva, a la sobreexplotación de suelos; ocasionando problemas graves como la compactación de suelo (Valenzuela 1993, PNUMA 2003). La compactación crea problemas de enraizamiento en las plantas, reduciendo por tanto los rendimientos. Las evaluaciones regionales muestran que la compactación es común y está deteriorando Asia, América Latina y el Caribe. El sobrepastoreo y la propagación de la agricultura mecanizada en regiones tales como Asia y América Latina y el Caribe son citados como factores principales que contribuyen a la compactación (FAO 2015).

En los sistemas silvopastoriles se desarrollan, conjuntamente, árboles y pasturas que se explotan para la producción animal. El objetivo de estos sistemas además de incrementar la productividad de forma sostenible, es ser una opción para revertir la degradación de los pastizales al aumentar la protección física del suelo y al contribuir a la recuperación de la fertilidad. En ese sentido, el estudio de las propiedades físicas del suelo tiene un papel preponderante en la caracterización de su productividad, siendo la compactación un fenómeno que afecta negativamente diversas propiedades del suelo como la estructura, la dinámica del agua y el aire, así como procesos de oxidación reducción y poblaciones de organismos, entre otros (Henríquez y Cabalceta 1999, Porta *et al*. 2003).

Ante lo expuesto anteriormente, el objetivo del trabajo fue caracterizar la variación de la compactación y el contenido de humedad de suelos en sistemas silvopastoriles y campo natural.

Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló en una empresa ganadera y forestal localizado en el Distrito de Maciel, Dpto. de Caazapá, Paraguay, fueron seleccionadas dos áreas, una de pastoreo bajo sistema de campo natural y otra área manejada con sistema silvopastoril.

El área seleccionada para campo natural fue muestreada con ayuda de un penetrómetro electrónico de la marca Eijkelkamp, en donde el primer punto se tomó a 50 m del borde de la parcela para evitar el efecto borde, de allí se tomaron puntos distantes a 50 m entre sí, siguiendo una línea en sentido de "zigzag" hasta completar 10 puntos por línea. La siguiente línea de puntos fue iniciada a 100 metros del último punto registrado en la línea anterior, siguiendo el mismo orden y distancia de muestreo mencionados anteriormente, alcanzando la cobertura de 40 ha de campo natural. Esta área fue dividida en parte alta y parte baja, con la finalidad de realizar una caracterización más detallada de ambas partes.

El área seleccionada para estudio del Sistema Silvopastoril se efectuó de manera similar a la de campo natural. En esta se midió 20 m del borde de la línea de plantación y de allí se comenzaron a registrar los puntos a 50 m de distancia entre sí en sentido de "zigzag" nuevamente hasta completar un bloque para avanzar al siguiente, alcanzando la cobertura de siete bloques en 60 ha de parcelas bajo sistema silvopastoril.

El componente arbóreo del sistema silvopastoril seleccionado para el estudio pertenece al híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus camaldulensis* con 6 años de edad y una densidad de 789 plantas/ha. En cuanto a las pasturas implantadas estas fueron *Brachiaria ruziziensis* y *Brachiaria humidicola* inicialmente y en la actualidad se desarrolla entre estos, el *Axonopus compresus* también conocido como pasto jesuita o campo natural.

Con respecto a la carga animal en cada área, en la parcela de estudio de campo natural en invierno es de 0,5 unidades ganaderas y 1,2 en verano. Mientras que en la parcela de estudio de silvopastura es de 0,4 unidades ganaderas en invierno y 0,8 en verano.

En cada punto donde se realizó la determinación de resistencia mecánica a la penetración del suelo, también se determinó el contenido de agua en el suelo utilizando un sensor de humedad electrónico, incorporado al penetrómetro electrónico. Estos datos fueron debidamente georreferenciados con un GPS incorporado al penetrómetro. Los datos de compactación fueron clasificados según lo propuesto por Ribeiro (2010).

Para la determinación de características físicas del suelo en ambos sistemas se realizó un muestreo de suelo con la utilización de una pala con la cual se extrajo muestras en la profundidad de 0 a 30 centímetros.

Los parámetros considerados en el análisis estadístico fueron el promedio, desvío estándar (DS), coeficiente de variación (CV), mínimo y máximo a través del programa estadístico InfoStat-2011. El análisis espacial de los datos se realizó a través de un análisis geoestadístico para verificar la autocorrelación espacial, investigar la magnitud de la correlación entre las muestras y su similitud o no con la distancia. Para dicho análisis, se utilizó el

programa GS+Geostatistics. Finalmente, los parámetros de los semivariograma se ajustaron y fueron usados para la elaboración de mapas de distribución espacial de los parámetros analizados en esta investigación

Resultados y Discusión

El análisis estadístico de la Resistencia del suelo a la Penetración (RP), en el área de estudio de campo natural presentó una media de 1,08 MPa, En áreas de pastoreo, la compactación por el pisoteo bovino se concentró a los 10 cm, en el caso del área estudiada (Figura 1a) se obtuvo una media de 1,07 MPa en esa camada de profundidad y un valor máximo de 1,70 MPa. De acuerdo a los valores de resistencia observado en la parcela de campo natural, la camada superficial del suelo (0 a 10 cm) presentó una baja resistencia a la penetración. Esta respuesta pudo ser influenciada por el contenido de agua en el suelo, que en el momento del levantamiento de datos se encontraba con 37,6%. Se observó que existe una disminución a la resistencia en la parte central de la parcela indicándonos que con el aumento de la profundidad del suelo disminuye la resistencia en áreas puntuales de la parcela muestreada.

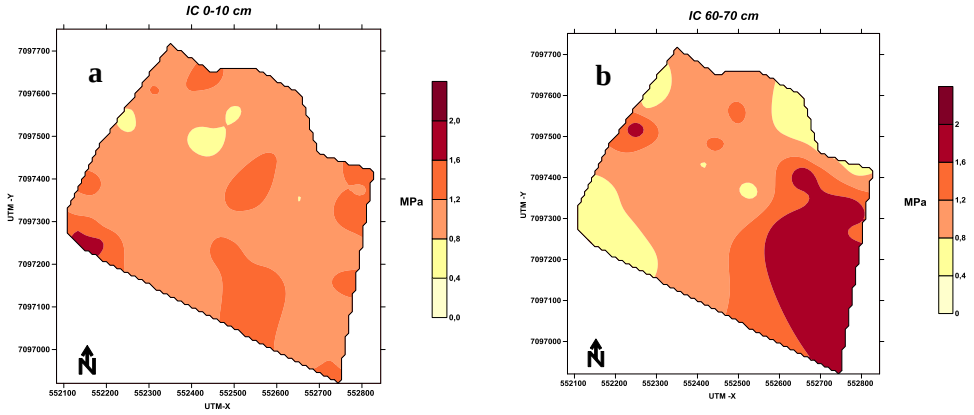


Figura 1. Mapa de resistencia a la penetración en el área de campo natural en profundidades de 0 a 10 cm (a) y 60 a 70 cm (b).

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico de la Resistencia del suelo a la Penetración (RP) en el área estudiada de Sistema Silvopastoril (SSP), presentó una media de 1,55 MPa. Es importante resaltar que por su mayor densidad de raíces en el SSP y por la cobertura que da al suelo, reduce la acción de pisoteo de los animales que resulta en la compactación de suelo (Pinzon *et al*. 2004). En las primeras camadas estudiadas se observó un aumento de la resistencia a la penetración a medida que aumenta la profundidad del suelo. La camada de 40 a 50 cm con una resistencia a la penetración de 1,81 MPa resulta la más compactada de la parcela (Figura 2a). A partir de la profundidad de 50 – 60 cm (Figura 2b) se observó una disminución de resistencia a la penetración hasta la camada de 70 – 80 cm, estas últimas (60 – 70 y 70 – 80 cm) presentan fragmentos aislados con un

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

máximo de 2,88 MPa y 3,30 MPa. Valores encima de 3 MPa, que según Zou *et al*. (2000), se consideran restrictivos para el desenvolvimiento radicular de especies forestales. Cabe resaltar que en fragmentos bien localizados se presentaron resistencia a la penetración nula (0 MPa) en todas las profundidades.

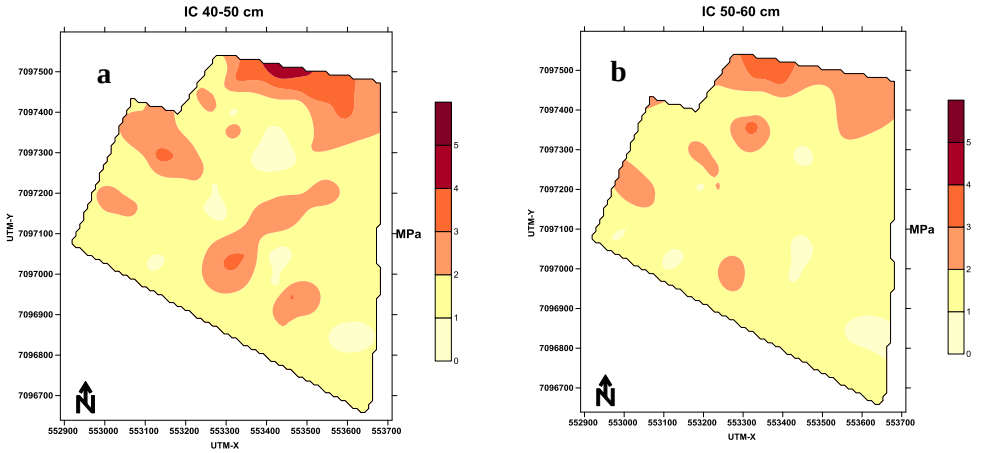


Figura 2. Mapa de resistencia a la penetración en área de Sistema Silvopastoril en profundidades de 40 a 50 cm (a) y50 a 60 cm (b).

Con respecto al análisis estadístico de los parámetros de contenido de agua por medio del sensor electrónico, se observó que existe un valor promedio de 37,60% en el suelo del área de campo natural. Lapen *et al*. (2004) encontraron que hay una buena relación entre resistencia a la penetración y contenido de humedad. El rango de contenido de agua en campo natural (Figura 3a) fue de 22 % <CH<52 % y con una variabilidad de 16,76%. En su mayor extensión este mantiene una humedad constante, aunque esta área cuenta con una zona alta y zona baja, dichas áreas tienen distintos rangos de humedad, esto ya nuevamente depende del tipo de granulometría.

En el área de estudio de SSP se pudo observar más homogeneidad en cuanto al contenido de humedad en el suelo. Esta área mantuvo un rango de 15%<CH<79%, (Figura 3b) como media se obtuvo 30,26% con una variabilidad del 33,97%.

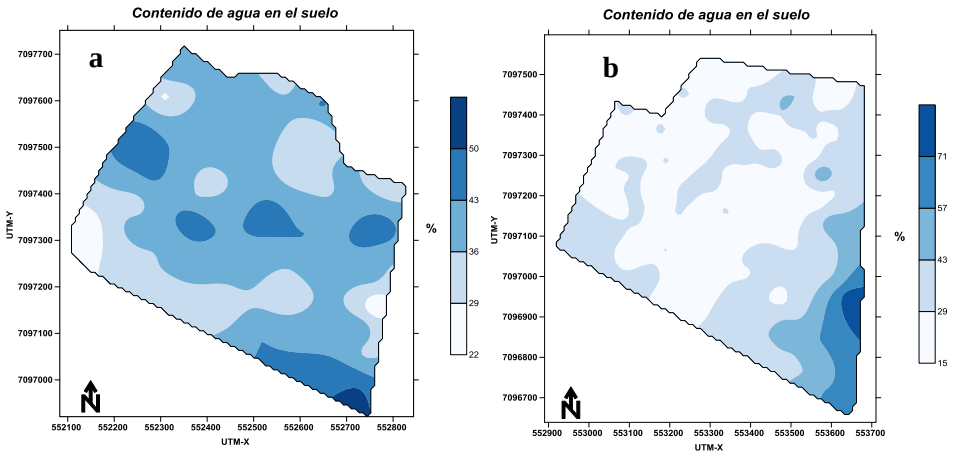


Figura 3. Mapa de Contenido de agua en el suelo del área de estudio del Campo Natural (a) y en el área de Sistema Silvopastoril (b).

Lo que respecta a las características físicas del suelo, los resultados del análisis de las muestras del área de estudio de campo natural a una profundidad de 0 – 30 cm nos muestran como en una misma área podemos encontrar dos tipos de textura de suelo. En la zona alta tenemos un suelo con textura Arenosa (89% Arena – 4% Limo – 7% Arcilla) y en la parte baja contamos con una textura Areno Franco (82% Arena – 8% Limo – 10% Arcilla). Según IICA (1993) una de las ventajas del tipo de suelo arenoso es que resiste a la compactación, considerando la distribución espacial de la RP se cumple esta regla en el área estudiada de campo natural, ya que la zona alta en comparación a la zona baja presenta un nivel de compactación más bajo.

En la parcela de sistema silvopastoril se obtuvo que en las profundidades muestreadas varía la textura del suelo. En la profundidad de 0 – 20 cm va de Franco Arcillo Arenosa (68% Arena – 10% Limo – 22% Arcilla) a Arcillo Arenosa (60% Arena – 3% Limo – 37% Arcilla) y en la profundidad de 20 – 30 cm va de Arcillo Arenosa (57% Arena – 5% Limo – 38% Arcilla) a Arcillosa (44% Arena – 14% Limo – 42% Arcilla). Suelos de textura fina se comportan como más susceptibles a la compactación, debido a que tienen mayor porosidad que suelos de texturas gruesas (Harris 1971). En el área estudiada del sistema silvopastoril se observó que se cumple esta regla, ya que a partir de la camada de 20 – 30 cm la resistencia a la penetración fue en aumento.

Conclusiones

El área con Sistema Silvopastoril presenta una baja compactación considerando que Ribeiro (2010) menciona que de 0 – 2 MPa se considera como baja resistencia a la penetración. Por tanto, dicha área no cuenta con restricciones significativas ya que valores encima de 3MPa se considera restrictivo para el desenvolvimiento radicular de especies forestales según Zou *et al.* (2000).

Igualmente, el área de campo natural se encuentra en la categoría baja en cuanto a resistencia a la penetración. Según López (2002) y Collares (2005)

una significativa restricción del desarrollo de las raíces para cultivos anuales se encuentra alrededor de los 2 MPa.

El alto porcentaje de contenido de humedad en ambos sitios contribuye a una baja resistencia a la penetración (compactación). Demostrando ambas parcelas de estudio, que hay una buena relación entre resistencia a la penetración y contenido de humedad, mencionado por Lapen *et al* (2004).

Bibliografía

COLLARES, G.L. Compactação em Latossolos e Argissolo e relação com parâmetros de solo e de plantas. Santa Maria, Uni ver sidade Federal de Santa M aria, 2005. 106p. (Tese de Doutorado)

FAO "Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación" y GTIS "Grupo Técnico Intergubernamental del suelo". Estado Mundial del Recurso Suelo (EMRS) – Resumen Técnico (en línea) 2015. Consultado el 21 de noviembre. Disponible en http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf

Harris, W. 1971. The soil compaction process. En: Compaction of Agricultural Soils. Barnes, K. Monograph publicado por American Society of Agricultural Engineers. Michigan, USA. pp. 471.

Henríquez C., Cabalceta G. 1999. Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque Agrícola. ACCS. 1 ed. San José, Costa Rica. 111 p.

IICA. 1993. Proyecto de desarrollo rural sostenible de zonas de fragilidad ecología en la región del trifinio. GT. pp. 133

Lapen, D. Topp, G. Edwards, M. Gregorich, E. Curnoe, W. 2004. Combination con penetration resistance/water content instrumentation to evaluate cone penetration-water content relationships in tillage research. Soil Till. pp. 51-62

Lopez, R. 2002. Degradación del suelo: Causas, procesos, evaluación e investigación. Mérida, Ven. 280 p

Pinzón, A. Amézquita, E. 2004. Compactación de suelos por el pisoteo de animales en pastoreo en el piedemonte amazónico de Colombia. En: Pasturas Tropicales, Vol 13. No 2. pp. 21-26

Porta, J. López-Acevedo, M. Roquero C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi Prensa. España. 3ª ed. 929 p

PNUMA "Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente". 2003. GEO América Latina y el Caribe: Perspectivas del Medio Ambiente. Consultado el 21 de noviembre del 2018. Disponible en http://www.pnuma.org/deat1/pdf/GEO%20ALC%202003-espanol.pdf

Ribeiro, C.A. 2010. Variabilidade espacial da resistência mecánica do solo à penetração em áreas mecanizadas de cana-de-açúcar (Saccharum officinarum) (en línea). Ing. Agrónomo. São Paulo, Brasil, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. 68p. Consultado 27 02 19. Disponible en https://repositorio.unesp.br

Valenzuela, R. 1993. Perdida y degradación de suelos en América Latina y el Caribe. Conferencia Internacional de Derecho Ambiental. Revista EURE. Vol. XXI, N°58. 66-72p.

Zou, C.; Sands, R.; Buchan, G.; Hudson, I. 2000. Least limiting water range: A potential indicator of physical quality of forest soils. Australian Journal of Soil Research, v. 28, pp. 947-958

Efecto de la exclusión de herbívoros sobre la composición de plantas y la calidad forrajera en bosques de ñire de Patagonia sur

Effect of herbivore exclusion on plants composition and forage quality in ñire forests of southern Patagonia

R. Soler[1]; G. Bustamante[1]; A. P. Blazina[1]

[1] Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC), CONICET.
Houssay 200 (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina.
rosinas@cadic-conicet.gob.ar

Resumen

Para el manejo de pasturas naturales en los sistemas silvopastoriles (SSP) es necesario conocer la respuesta de las plantas. Esto permitiría aprovechar mejor los recursos forrajeros y evitar llegar a la degradación del sistema. Asimismo, la competencia de la vegetación junto con el ramoneo de herbívoros, son dos factores que generalmente limitan la regeneración de los árboles, la cual debe mantenerse para evitar la pérdida del componente arbóreo en los SSP. En Tierra del Fuego, en 2014 establecimos un ensayo de exclusiones diferenciales (cada una de 15×15m) en cuatro bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) con uso ganadero: cuatro alambrados de 1,5m de alto (exclusión de ganado), cuatro alambrados de 2,5m (exclusión de ganado y guanacos) y cuatro áreas con pastoreo (control). En cada clausura y en el control instalamos cinco transectas permanentes (n=60) de 5 m de largo para evaluar la riqueza y cobertura de especies, utilizando el método de intersección puntual, a intervalos de 10 cm (50 puntos por transecta). En cada punto, se registraron todas las especies en los diferentes estratos vegetales. Luego, agrupamos las especies según la bibliografía en forrajeras y no forrajeras, y de acuerdo al contenido proteico (calidad forrajera) de cada especie definimos tres sub-grupos: baja (2 a 6,5%), media (6,6 a 10,5%), y alta calidad (10,6 a 15%). Analizamos el efecto de la exclusión sobre la abundancia de cada grupo de plantas con ANOVAs de medidas repetidas y test post-hoc de Tukey ($p<0,05$). Después de cinco años de estudio, no detectamos un efecto de las exclusiones sobre la cobertura vegetal total ($F=1,01$; $p=0,375$) que varió entre 70% y 88%. Las plantas forrajeras (consideradas de calidad) se vieron favorecidas por la exclusión de herbívoros ($F=4,23$; $p=0,04$) comparadas con el grupo de las no forrajeras, que fueron más abundantes en las parcelas con pastoreo (26%) comparadas con las exclusiones (17-20%). Sin embargo, al considerar los subgrupos de baja, media y alta calidad proteica, sólo detectamos diferencias entre los años de muestreo. La abundancia de especies de baja calidad y alta calidad se redujeron ($F=4,48$; $p=0,01$ y $F=6,13$; $p<0,01$, respectivamente), mientras que las de media calidad se incrementaron ($F=4,19$; $p=0,01$) con el tiempo.

Por otro lado, la altura de la vegetación se incrementó significativamente con los años (de 19,5 a 40,0 cm en 5 años) y superó la altura de la regeneración arbórea (de 5,6 a 9,5 cm en 5 años) dentro de las exclusiones. Estos resultados demuestran que los herbívoros afectan directamente la abundancia de especies forrajeras e indirectamente a las otras plantas nativas, incluyendo la regeneración arbórea. A futuro es necesario evaluar en detalle la calidad de cada especie vegetal y las variaciones estacionales (primavera, verano, otoño, invierno) en la disponibilidad del alimento.

Palabras clave: *Herbivoría, sotobosque, plantas nativas, Nothofagus, manejo sostenible.*

Abstract

Knowledge about the response of native plants is necessary to improve the pasture management in silvopastoral systems (SSP). This not only helps the rational use of natural forage but also avoids the ecosystem degradation. Moreover, plant-plant competition at the understory along with herbivore grazing and browsing, are two factors that generally limit tree regeneration in SSP which must be sustained over time to avoid overstory losses in the SSP. In Tierra del Fuego, in 2014 we established differential exclusions (15 × 15m each) in four ñire forests (*Nothofagus antarctica*) with livestock: four fences of 1.5m high (excluding livestock), four fences of 2.5m (excluding livestock and guanacos) and four grazed areas (control). At each exclusion and control areas we installed five permanent transects (n = 60) of 5 m length to evaluate the plants species richness and abundance by using the point intersection method, at intervals of 10 cm (50 points per transect). All species in different vegetation layers were recorded at each intersection point. Then, we grouped the species according to the literature in forage and not forage species, and we defining three sub-groups according to the protein content (forage quality) of each species: low (2 to 6.5%), medium (6.6 to 10.5%), and high quality (10.6 to 15%). We analyzed the effect of exclusion on the abundance of each plant group with repeated measures ANOVAs and Tukey post-hoc test ($p<0.05$). After five study years, we did not detect an effect of the exclusions on the total vegetation cover ($F=1.01$, $p=0.375$) that varied between 70%-88%. Forage plants were favored by the exclusion of herbivores ($F=4.23$, $p=0.04$) compared with non-forages, which were more abundant in the grazing plots (26%) compared with exclusions (17-20%). However, when considering subgroups of low, medium and high protein quality, we only detected differences between the years of sampling. The abundance of low quality and high quality species decreased ($F=4.48$, $p=0.01$ and $F=6.13$, $p<0.01$, respectively), while those of medium quality increased ($F=4.19$, $p=0.01$) over time. On the other hand, plant height in the understory increased significantly over the years (from 19.5 to 40.0 cm in 5 years) and exceeded the height of tree seedlings (regeneration) inside the

exclusions (from 5.6 to 9.5 cm in 5 years). These results show that herbivores directly affect the abundance of forage species and indirectly to other native plants, including tree regeneration. In the future it is necessary to evaluate the quality of each plant species with more detail and the seasonal variations (spring, summer, autumn, winter) of forage availability.

Keywords: *Herbivory, understory, native plants, Nothofagus, sustainable management.*

Efecto del dosel de *Berberis microphylla* sobre las condiciones microclimáticas en bosques degradados de *Nothofagus antarctica* en Tierra del Fuego, Argentina

Effect of *Berberis microphylla* canopy on microclimatic condition in degraded *Nothofagus antarctica* forests in Tierra del Fuego, Argentina

G. Bustamante[1]; M. Arena[2]; A. P. Blazina[1]; R. Soler[1]

[1] CADIC, CONICET, B. Houssay 200, (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina.
[2] Universidad de Morón, CONICET, Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina
gime.nb@hotmail.com

Resumen

Los incendios intencionales seguidos por el ramoneo de herbívoros en bosques nativos con producción ganadera, modifican la estructura y composición vegetal, así como los parámetros ambientales del ecosistema. Esta situación altera el proceso de regeneración natural, dificulta la recuperación del dosel arbóreo y disminuye el potencial productivo de estas tierras forestales. Sin embargo, la ocurrencia de plantas arbustivas podría generar condiciones microclimáticas favorables bajo su dosel para el establecimiento de otras plantas, ya sean leñosas o herbáceas. En la provincia de Tierra del Fuego (Patagonia Sur, Argentina), miles de hectáreas de bosques de *Nothofagus antarctica* (ñire) se quemaron intencionalmente durante la década de los años 30's y han sido utilizadas como campos de pastoreo desde entonces. Esta práctica junto con la presión de la herbivoría favoreció el establecimiento del arbusto *Berberis microphylla* (calafate) en alta densidad y una lenta recuperación del bosque, incluso con árboles jóvenes creciendo asociados a estos arbustos. Este estudio evalúa si la presencia de arbustos de calafate en estos bosques degradados, provee condiciones microclimáticas más favorables (ej., mitigación de heladas y sequía, menor radiación solar) para el desarrollo de la regeneración arbórea y otras especies vegetales, comparado con la condición climática fuera de la copa. En tres sitios de bosque abierto, donde predomina el estrato arbustivo de calafate, seleccionamos 90 arbustos al azar en tres sectores diferentes (n=30 arbustos por sitio). En cada uno, medimos los siguientes parámetros considerando las posiciones bajo y fuera de la influencia de sus copas: radiación fotosintéticamente activa (PAR), temperatura del aire (T°A), temperatura del suelo (T°S), humedad relativa (HR), densidad aparente del suelo (DS), carbono total del suelo (CTS) y textura del suelo. La PAR, la T°A promedio y la T°S fueron menores ($p < 0,001$) debajo de la copa (170,7 nm, 4,6 °C y 3,9 °C, respectivamente) comparado con fuera de la copa de arbustos (864,6 nm, 5,3 °C y 5,5 °C, respectivamente). Por el contrario, la HR fue mayor ($p < 0,001$) debajo (73,8%) respecto a fuera de las copas (67,5%) de los arbustos, mientras que la DS fue menor ($p < 0,001$) debajo (0,65 g/cm^3)

con respecto a fuera de las copas de los arbustos (0,83 g/cm^3). La presencia del dosel de arbustos no influyó en el CTS (23,1-23,8%), ni en la textura del suelo (arena: 58,0-59,6%, limo: 35,2-36,4%, arcilla: 5,2-5,5%). La presencia de calafate genera un microclima más frío bajo su dosel, manteniendo el aire húmedo y el suelo suelto (no compactado). Estas condiciones microclimáticas podrían mejorar el hábitat estimulando la dinámica de plantas leñosas (sucesión secundaria) y la recuperación del bosque expuesto constantemente al estrés biótico (ganado) y al estrés abiótico, especialmente durante la temporada de verano, cuando el clima seco y la radiación solar tienen gran incidencia.

Palabras clave: *Facilitación, interacción planta-planta, radiación solar, servicios ecosistémicos.*

Abstract

Intentional fires followed by livestock browsing in native productive forests, modify the vegetation structure and composition, as well as the environmental parameters of forest ecosystems. This situation alters the process of natural regeneration, hinders the recovery of the tree canopy and decreases the productive potential of these forest lands. However, the presence of some shrubby plants could generate singular microclimatic conditions under its canopy and benefiting the establishment of other (woody or herbaceous) plants. In Tierra del Fuego Island (South Patagonia, Argentina), thousands hectares of *Nothofagus antarctica* (ñire) forests were burned intentionally during the 30's and have been used as grazing fields since then. This practice together with the herbivory pressure favored a vigorous establishment of *Berberis microphylla* (calafate) shrubs and a slow forest recovery, even with young trees growing spatially associated to these bushes. This study evaluates whether the presence of calafate provides more favorable microclimatic conditions under its canopy (e.g., frost and drought mitigation, lower solar radiation) for the development of tree regeneration and other plant species than outside shrub canopy condition. In three open forest sites, where the structure is dominated by calafate shrub layer, we randomly selected 90 shrubs in three different sectors (n = 30 shrubs per site). In each one, we measure the following environmental parameters considering the positions under and outside the influence of shrub canopy: photosynthetically active radiation (PAR), air temperature (T°A), soil temperature (T°S), relative air humidity (HR), apparent soil density (AD), total soil carbon (CTS) and soil texture. PAR, mean T°A and mean T°S were lower ($p<0.001$) under (170.7 nm, 4.6°C and 3.9°C, respectively) than outside of shrubs (864.6 nm, 5.3°C and 5.5°C, respectively). Contrary, HR was higher ($p<0.001$) under (73.8%) than outside (67.5%) of shrubs, while SD was lower ($p<0.001$) inside (0.65 g/cm^3) than outside of shrubs (0.83 g/cm^3). The presence of shrub canopy did not influence CTS (23.1-23.8%), neither soil

texture (sand: 58.0-59.6%, silt: 35.2-36.4%, clay: 5.2-5.5%). Our results indicate that the presence of calafate shrub generates a cooler microclimate under its canopy, keeping moister air condition and soft soil. These microclimatic conditions could improve the habitat by stimulating the woody vegetation dynamic (secondary succession) and the recovery of the forest, which is constantly exposed to biotic stress (livestock) and abiotic stress especially during the summer season, when dry weather and solar radiation have a high incidence on vegetation.

Keywords: *Ecosystem services, nursery shrubs, plant-plant interaction, solar radiation.*

Diversidad florística en bosques tropicales y su utilidad como fuente de forraje en el estado de Colima, México

Floristic diversity in tropical forests and their use as forage source in Colima State, Mexico

M. L. Román-Miranda; A. Mora-Santacruz y G. A. González-Cueva*

Profesores Investigadores.- Departamento de Producción Forestal.
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara
Carretera Guadalajara- Nogales km 15.5 Zapopan, Jalisco.
* maryleo7rom@gmail.com

Resumen

La constante deforestación que existe en los diferentes ecosistemas, origina la eliminación de especies de árboles y arbustos que aún no han sido debidamente identificados y que pueden ser un recurso potencial invaluable por su carácter de uso múltiple, entre ellos: ser fuente de alimento para la ganadería y fauna silvestre, principalmente en la época seca. Sin embargo, son pocas las especies que se utilizan en sistemas de producción pecuaria; por lo que el objetivo de este estudio, fue identificar especies arbóreas forrajeras en zonas tropicales, las cuales pueden ser introducidas en sistemas silvopastoriles. El estudio se realizó en el estado de Colima, se delimitó los tipos de vegetación de bosques tropicales y con base a recorridos de campo, se identificaron sitios de productividad forrajera; registrándose especies de interés pecuario. Se tomaron muestras del material comestible follaje y/o frutos de las especies más representativas de los tipos de vegetación, para análisis bromatológicos, asimismo, se realizó una revisión bibliográfica de otras especies tropicales para conocer características nutricionales, referido al contenido de proteína y fracciones de fibra. Se consultaron tres de los principales herbarios del país, para conocer su distribución ecológica y los usos en el medio rural. Los resultados indican que los bosques tropicales presentan una diversidad arbórea de utilidad forrajera, destacándose 23 familias; 53 géneros y 83 especies; predominando la familia Fabaceae (leguminosas), con 39 taxones, representando el 47% del total. La distribución de especies se presenta tanto en bosques tropicales caducifolios (BTC) como en bosques tropicales subcaducifolios (BTSc) con un total de (20 especies), solo presentes en BTSc, se identificaron (17 especies), con una mayor distribución en BTC con (46 especies); donde las fabáceas fueron más abundantes, incluidas las tres subfamilias (Faboideae, Caesalpinoideae y Mimosoideae), con un mayor número de especies de la subfamilia Mimosoideae. En cuanto al contenido de proteína destacan varias especies de esta misma familia por su alto valor

proteico como: *Leucaena leucocephala* y *L. lanceolata* 32.23 y 29. 05%; respectivamente. Sin embargo, hay que resaltar también los altos contenidos de proteína de especies no leguminosas como: *Jacaratia mexicana* (27.1%), *Gyrocarpus jatrophifolius* (22.7%); *Cordia dentata* (21.47%) y *Capparis indica* (20.8%). Las fracciones de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA); varían entre especies con respecto a FDN los valores oscilan de 16. 4% para *Cordia elaeagnoides*, hasta 70.2% en *Inga laurina*. En cuanto a contenidos de FDA los valores más bajos son para *C. elaeagnoides* (9.7%) y los más altos para *I. laurina* (50.80%). La parte comestible de las especies incluye hojas, flores y frutos. Por otro lado la mayoría de las arbóreas son de uso múltiple, destacando el maderable, medicinal y ornamental. Se concluye la diversidad de especies arbóreas en bosques tropicales, las cuales representan una opción viable para ser introducidas en sistemas silvopastoriles, como fuente de forraje, para rumiantes en pastoreo en el trópico seco.

Palabras clave: *Composición química; especies forestales, ganadería extensiva, sistemas silvopastoriles y trópico seco.*

Abstract

The constant deforestation that exists in different ecosystems, leads to the elimination of species of trees and shrubs that have not yet been duly identified and that may be a potential resource invaluable as a multiple use, among them: to be a source of food for livestock and wildlife, mainly in the dry season. However, just a few species are used in livestock production systems, so the objetive of this study was to evaluate trees fodder in tropical areas, which could be used in silvopastoral systems. The study was carried out in Colima state, It was delimited the vegetation types of tropical forests and based on field trips we identified sites of forage productivity and registering livestock interest species. Samples were taken from the edible foliage material and/or fruits of the most representative species of vegetation types, for analysis bromatological we also conducted a review of the literature of other tropical species to knowing nutritional characteristics, about the protein content and fiber fractions, three of the country's main herbariums were also consulted for ecological distribution and their utility in rural areas. The results indicated that the deciduous tropical forest has a tree diversity of forage utility, highlighting 23 families; 53 genera and 83 species; predominating the fabaceae family (Leguminosae) with 39 taxa, representing 47% of the total. The distribution of species is presented in tropical deciduous forest (TDF) and tropical subdeciduous forest (TSF) with (20 species), only in subdeciduous tropical forest (17 species), with a greater

distribution of species in tropical deciduous forest with (46 species), where the fabaceae were the most species, including the three subfamilies (Faboideae, Caesalpinoideae and Mimosoideae), with major number of species to Mimosoideae subfamily. As for protein content, several species of this same family stand out for their high protein value such as: *Leucaena leucocephala* and *L. lanceolata* with 32.23 and 29.05%, respectively. However, it is also to highlight the high protein content of non-leguminous species such as: *Jacaratia mexicana* (27.1%), *Gyrocarpus jatrophifolius* (22.7%), *Cordia dentata* (21.47%) and *Capparis indica* (20.8%). Fractions of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), vary between species with respect to NDF values range from 16.4 % for *Cordia elaeagnoides* up to 70.2% in *Inga laurina.* As for ADF contents the lowest values were for *C. elaeagnoides* (9.7%) and the highest for *I. laurina* (50.80%). The edible part of the species includes leaves, flowers and fruits. On the other hand, the most of the trees species are multi-purpose, highlighting wood, medicinal and ornamental use. It concluded the diversity of arboreal species in tropical forests represent a viable option to be introducing in sylvopastoral systems as a source of fodder for ruminants in grazing dry tropic.

Keywords: *Cattle grazing, chemical composition, dry tropic, forest species, and sylvopastoral systems.*

Monitoreo del ganado para gestionar la presión de pastoreo: el uso de dispositivos GPS en el sistema silvopastoril portugués Montado– estudio de caso

Cattle monitoring to manage grazing pressure: The use of GPS tracking collars in the Portuguese silvopastoral Montado – case study

M.I. Ferraz-de-Oliveira[1,2,4]; M. Cancela d'Abreu[1,2]; Luis Rato[3]; E. Sales-Baptista[1,2]

[1]ICAAM – Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Instituto de Formação e Investigação Avançada, Universidade de Évora., Ap. 94, 7006-554 Évora.
[2]Departamento de Zootecnia, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora,
[3]LISP - Laboratório de Informática, Sistemas e Paralelismo, Instituto de Formação e Investigação Avançada, Universidade de Évora
[4]corresponding author: mifo@uevora.pt

Resumen

Los sistemas de pastoreo extensivo son una combinación integrada de animales, suelos, plantas y procedimientos, utilizados para abordar la producción animal en entornos siempre cambiantes. En los sistemas de pastoreo extensivo, la distribución espacial del ganado es un tema central, tanto para los objetivos de producción como para los de conservación. El Montado **(**sistema silvopastoril en Portugal) es un ecosistema caracterizado por un dosel abierto de *Quercus. rotundfolia* y *Quercus suber* y una variada cobertura de arbustos y pastizales pastoreados por diferentes especies de ganado. La producción ganadera es una actividad dominante y una de las fuentes de ingresos más importantes para las comunidades rurales. Sin embargo, gestionar un sistema de este tipo para maximizar la producción ganadera de manera sostenible es un desafío. Tanto el sobrepastoreo como el subpastoreo pueden ocurrir e impactar negativamente en el ecosistema. La concentración de pastoreo de ganado en áreas de terreno planas, cerca de fuentes de agua, en galerías ribereñas y en áreas con árboles jóvenes ocurre a menudo. A la inversa, el ganado tiende a evitar laderas empinadas, áreas tupidas y áreas alejadas del agua. La concentración de pastoreo de ganado asociada con la distribución desigual del pastoreo conduce a subpastoreo y sobrepastoreo en el mismo potrero. La presión de pastoreo, considerando simultáneamente la disponibilidad de pastos, la carga ganadera y el tiempo dedicado al pastoreo en un prado determinado, se ha ideado como un indicador útil para monitorear el pastoreo.

La tecnología del Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) permite el seguimiento y monitoreo de la posición y los movimientos del ganado las 24 horas del día. Los datos de seguimiento pueden usarse para producir mapas de la actividad de pastoreo real a través del tiempo. Esta información se puede usar para estimar la cantidad de días de pastoreo según la utilización real del potrero. Además, la identificación de áreas de pastoreo preferidas dentro de un potrero se puede usar para derivar acciones de manejo específicas, como la protección de la regeneración de árboles, el posicionamiento de fuentes de agua o el uso de cercas eléctricas.

En el presente estudio en curso, combinamos el monitoreo del comportamiento espacial del ganado con el monitoreo de la disponibilidad de pastos. Usamos 4 collares GPS (Digit Animal) para monitorear el movimiento de una manada (48 bovinos) en un potrero de 38ha al largo de la época de mayor crecimiento del prado (Primavera, 2018) en Herdade da Mitra, Universidad de Évora (Portugal). Las posiciones (latitud y longitud) se recopilaron cada 30 minutos y los datos se transmitieron a través de la red de área amplia de baja potencia Sigfox. Los mapas de ocupación de intensidad se dibujaron utilizando la función de mapa de calor de la API de Google Maps. El comportamiento del ganado cambió en respuesta a la disminución del valor nutritivo del pasto. Monitorear la distribución del pastoreo y la biomasa y valor nutritivo del pasto puede ayudar a los productores a manejar mejor la intensidad de pastoreo y la utilización del potrero.

Palabras clave: *Manejo del pastoreo; Collares GPS; Sistemas de pastoreo extensivo; Seguimiento de Ganado.*

Abstract

Extensive grazing systems are an integrated combination of animals, soils, plants and procedures, used to address animal production in ever changing environments. Within extensive grazing systems livestock spatial distribution is a central issue, both for production and conservation objectives. The Portuguese silvopastoral Montado is a human shaped ecosystem characterized by an open tree canopy of *Quercus*. *rotundfolia* and *Quercus suber* and a diverse undercover of shrubs and grasslands grazed by different livestock species. Livestock production is a dominant activity and one of the most important sources of income to rural communities in Montados. However, to manage such system for maximization of livestock production on a sustainable basis is challenging, as both overgrazing and undergrazing may occur and negatively impact the ecosystem. The concentration of livestock grazing in areas of gentle terrain, near water sources, within riparian galleries and in areas with small young trees often occurs. Conversely, livestock tend to avoid steep slopes bushy areas and areas far from water. The concentration of livestock grazing associated with uneven grazing distribution leads to undergrazed and overgrazed areas across one single paddock. Grazing pressure, considering simultaneously the pasture availability, stocking rates, and the time spent grazing in a given paddock, has been devised as a useful indicator to monitor grazing.

Global Navigation Satellite System (GNSS) technology enables livestock tracking and monitoring of position and movements on a 24 hour basis. Tracking data may be used to produce maps of real grazing activity across time. This information can be used to estimate possible number of grazing days based on real paddock utilization rather than potential paddock utilization. Furthermore the identification of preferred grazing areas within a paddock may be used to derive site specific management actions, such as protection of tree regeneration, positioning of water sources or use of electric fencing.

In the present ongoing study, we combine monitoring of spatial behaviour of livestock with monitoring of pasture availability. We used 4 GPS collars

(Digit Animal) to monitor a herd (48 cattle) movement across a 38ha paddock over the pasture growing season (2018) in Herdade da Mitra, Universidade de Évora (Portugal). Positions (latitude and longitude were collected every 30 minutes and data transmitted via Sigfox low power wide area network. Intensity occupation maps were drawn using the *heatmap* function of the Google Maps API. Data on pasture biomass availability as well as nutritive value were obtained and the number of grazing days estimated using the protein and energy requirements of the cattle herd as well as its spatial distribution. Cattle behaviour changed in response to pasture decline of nutritive value. Monitoring cattle grazing distribution and pasture biomass and nutritive value can assist producers to better manage grazing intensity and paddock utilization.

Keywords: *Grazing management; GPS collars; Extensive grazing systems; Livestock tracking.*

Acknowledgements:

This work was co-funded by National Funds through FCT—Foundation for Science and Technology under the Project UID/AGR/00115/2019. The work is also funded by PDR 2020 under the Project GO BovMais – 101-031130. The authors acknowledge the support of CYTED (Ecogram_Red 517RT0530).

¿Cómo los ovinos eligen su dieta? Explorando la interacción planta-animal en sistemas silvopastoriles

How do sheep choose their diet? Exploring the plant-animal interaction in silvo-pastoral systems

E. Sales-Baptista[1,2]✉; M.I. Ferraz-de-Oliveira[1,2] ; J.A. Lopes de Castro[1,2]; J. Serrano[3]; M. Cancela d'Abreu[1,2]

[1]ICAAM – Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Instituto de Formação e Investigação Avançada, Universidade de Évora, Ap. 94, 7006-554 Évora;
[2]Departamento de Zootecnia, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora;
[3]Departamento de Engenharia Rural, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora;
✉ corresponding author: elsaba@uevora.pt

Resumen

Los sistemas silvopastoriles (SSP) se caracterizan por la integración deliberada de árboles y ganado, gestionados simultáneamente para los productos animales y forestales. Incluyen una infinidad de combinaciones que van desde sistemas de bajos insumos (basados en pastos, arbustos y árboles nativos) hasta sistemas más intensificados, apoyados por la siembra de pasturas o por el cultivo de arbustos y árboles forrajeros en altas densidades. Debido a las complejas relaciones, preservar el equilibrio dinámico entre todos los elementos del sistema es siempre un desafío, independientemente del modelo de SSP utilizado, y el ganado es con frecuencia el componente más disruptivo. Con un entorno alimentario intrínsecamente diverso, las decisiones de forrajeo de los animales influyen en el SSP no solo a corto plazo sino a largo plazo. Las propiedades químicas y la abundancia relativa de los recursos vegetales, al configurar tanto las preferencias como la probabilidad de encuentro, establecen la base de las interacciones planta-animal. La selección de la dieta se define así como lo que el animal termina comiendo debido a las restricciones en el contexto de pastoreo.

Para comprender las relaciones que subyacen en la elección de la dieta, utilizamos cámaras de punto de vista para observar el comportamiento de pastoreo sin interrupciones.

El estudio se realizó en un potrero de 2.3 ha de silvopastura nativa permanente y biodiversa, con 21 robles (*Q. rotundifolia*) que ocupan el 15.7% del área, pastoreados por 15 ovejas (ovejas Merinas Pretas no preñadas con un promedio de 72 kg de peso corporal) durante 11 semanas. El período experimental cubrió la temporada de crecimiento de pasturas (abril a junio, correspondiente a la primavera en la zona templada, con un clima mediterráneo).

Seis ovejas fueron equipadas con collares GNSS y con cámaras GoPro durante los picos de actividad de pastoreo (2 x 1d / semana). Los videos fueron analizados con un software de análisis de comportamiento. El valor nutritivo y la biomasa se midieron semanalmente cortando cuatro áreas de 0.5 m x 0.5 m en los tres parcelas más pastoreadas a lo largo de un camino

de pastoreo de 24 h. El enfoque posibilitó la conexión de actividades de comportamiento de pastoreo con 12 microhábitats de alimentación, definidos mediante la combinación de características funcionales tales como: tamaño (alto vs corto), grupo funcional: pasto (Poaceas), leguminosas (Fabaceas), otras herbáceas y madurez (verde vs seco).

A lo largo de la temporada de crecimiento del pasto, la biomasa aumentó (de 3866 a 6240 kg de materia seca/ha), la proteína bruta disminuyó (12.3 a 10.8%) y las ovejas cambiaron su dieta. El porcentaje de inclusión de Poaceas cambió de 14.2 a 43.1, mientras que las Fabaceas cambiaron de 63 a principios de abril a 23.9 % en mayo y desaparecieron de la dieta en junio. Los cambios en la dieta están conectados con un aumento en el número de estaciones de alimentación. Los animales de pastoreo adaptaron su consumo al aumentar también la duración del pastoreo en cada estación de alimentación (12.3, 14.5 y 16.3 segundos en abril, mayo y junio, respectivamente). Las ovejas mostraron una preferencia por las plantas menos maduras, gastando el 71% en microhábitats de alimentación con plantas verdes y pasaron más tiempo ingiriendo leguminosas (18.4 s) que gramíneas (13.5 s). El enfoque que utilizamos respeta las decisiones de los animales y ayuda a desenredar la red de interacciones entre los animales y sus nichos de alimentación, lo que proporcionaría información valiosa y detallada que se puede utilizar en cualquier SSP.

Palabras clave: *Selección de la dieta; Estructura de pastoreo; Microhabitats alimentarios; Collares GPS; Monitoreo de video.*

Abstract

Silvopastoral systems (SPS) are characterised by the deliberate integration of trees and grazing livestock, managed simultaneously for animal and forest products. They include an infinitude of combinations ranging from systems of low input (based in native occurring grasses, shrubs and trees) to more intensified systems, supported by sowing of pasture or by cultivating fodder shrubs and trees in high-densities. Additionally, SPS are multifunctional systems delivering a wide range of ecosystem services. Due to the multi-dimension and complex relations of SPS, preserving the dynamic balance among all the elements is always a challenge regardless of the SPS model used, and grazing livestock are frequently the most disruptive component of the system. With a food environment inherently diverse, animal foraging decisions influences the SPS not just in the short-term but more importantly, in the long-term. Chemical properties and relative abundances of plant resources, by shaping both preferences and probability of encounter set the basis of plant-animal interactions. Diet selection is thus defined as what the animal ends up eating due to the grazing context constraints.

To understand the relations between resources and grazing animals underlying diet choice we used point-of-view cameras to observe the undisturbed grazing behaviour. The study was conducted on a 2.3ha paddock of permanent biodiverse native silvopasture with 21 oak trees

(*Q.rotundifolia*) covering 15.7% of the area grazed by 15 ewes (non-pregnant Black Merino sheep, with an average of 72 kg body weight) during 11 weeks. The experimental period covered the pasture growing season (April to June, corresponding to spring in the temperate zone, with a Mediterranean climate). Six ewes were fitted with GNSS position loggers and also with GoPro cameras during peaks of grazing activity (2 x 1d/week). Videos were analysed with a behavioural observation software. The nutritive value and biomass of pasture were measured weekly by cutting four 0.5 m x 0.5 m plots in the three most grazed patches along a 24 h grazing trail. The approach made possible to connect grazing behavioural activities to 12 different feeding microhabitats defined from combining plant functional traits such as: plant size (tall vs short), plant functional group (grass (Poaceas), legumes (Fabaceas), other herbaceous) and sward maturity (green vs dry).

Along the pasture growing season biomass increased from (3866 to 6240 kg dry matter/ha), crude protein decreased (12.3 to 10.8%) and sheep changed their diet. The percentage of inclusion of Poaceas changed from 14.2 to 43.1 whereas Fabaceas change from 63 in the beginning of April to 23.9 % in May and disappearing from the diet in June. Changes in the diet where linked with an increase in the number feeding stations. The grazing animals adapted their intake by also increasing the average duration of grazing in each feeding station (12.3, 14.5 and 16.3 seconds in April, May and June respectively). Sheep showed a preference for less mature plants, spending 71% of their time in green feeding microhabitats and in average they spent more time ingesting legumes (18.4s) than grasses (13.5s).

The approach we used respect animal decisions contributing to untangle the net of interactions between the grazing animals and their feeding niches, providing insightful rich information that could be used in any SPS.

Acknowledgements:

This work was co-funded by National Funds through FCT—Foundation for Science and Technology under the Project UID/AGR/00115/2019. The authors acknowledge the support of CYTED (Ecogram_Red 517RT0530).

Mitigación de metano entérico en novillas alimentadas con *Pennisetum purpureum* y frutos molidos de *Samanea saman*

Enteric methane mitigation in heifers fed *Pennisetum purpureum* and ground pods of *Samanea saman*

S. S. Valencia Salazar; I. C. Molina Botero; A. T. Piñeiro Vázquez; G. Jiménez Ferrer; Juan C. Ku Vera*

*El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Ganadería y Ambiente. Carrera Panamericana - Periférico Sur, C.P. 29290, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.
saraudea@gmail.com

Resumen

El metano (CH_4) entérico es un subproducto de la fermentación de los carbohidratos en el rumen y constituye una pérdida de la energía consumida por los rumiantes. Los frutos de *Samanea saman* han sido reportados como estrategia de suplementación y reducción de las emisiones de CH_4 en rumiantes. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de frutos molidos de *S. saman* sobre el consumo, la digestibilidad y producción de metano en novillas cruzadas alimentadas con pasto *Penisetum purpureum*. Se utilizaron cuatro novillas en un diseño en cuadrado Latino (4×4) con cuatro períodos de 25 días. Los niveles de inclusión de los frutos de *S. saman* fueron: 0, 10, 20 y 30% de la MS ofrecida. La producción de CH_4 se midió usando cámaras de respiración de circuito abierto. El CH_4 mostró una reducción lineal a medida que a la inclusión de *S. saman* en la dieta se incrementó ($p = 0.007$). Se observó una reducción del 57% de CH_4 (g/kg MSC) con 30% de inclusión comparado con la dieta control ($p = 0.009$). La inclusión de *S. saman* en la ración tiene la capacidad de reducir las pérdidas de energía como metano sin afectar el consumo y la digestibilidad de la ración.

Palabras clave: *Ganadería Tropical, metabolitos secundarios, almidón, ácido propiónico, leguminosas forrajeras*

Abstract

Enteric methane (CH_4) is a byproduct of the fermentation of carbohydrates in the rumen and constitutes a loss of the energy consumed by ruminants. Pods of *Samanea saman* have been reported as a strategy of supplementation and mitigation of CH_4 emissions in ruminants. The objective of the work was to evaluate the effect of the inclusion of *S. saman* pods on intake, digestibility and methane production in crossbred heifers fed *Pennisetum purpureum*. Four heifers were used in a Latin square design (4 × 4) with four periods of 25 days. Levels of inclusion of the pods of *S. saman* were: 0, 10, 20 and 30% of the DM offered. Production of CH_4 was measured using open circuit respiration chambers. CH_4 showed a linear

reduction as the inclusion of *S. saman* in the diet increased (p = 0.007). A reduction of 57% of CH_4 (g/kg DMI) was observed with 30% inclusion compared to the control diet (p = 0.009). The inclusion of *S. saman* in the ration has the ability to reduce energy losses as methane without affecting the intake and digestibility of the ration.

Keywords: *Tropical livestock, secondary metabolites, starch, propionic acid, forage legumes*

Introducción

La ganadería bovina ha recibido gran atención en los últimos años por su relación con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El CH_4 proveniente de la ganadería es principalmente generado por el aumento en el número de animales, la calidad de las dietas y el manejo de las heces. La mayor proporción de CH_4 producido por el sector ganadero es generado a partir de los procesos fermentativos en el rumiante y constituye una pérdida de la energía total consumida por el animal, lo cual establece una ineficiencia productiva. Diversos autores han reportado que el uso de compuestos como las saponinas, los taninos condensados y aceites esenciales reducen la producción de CH_4 a nivel ruminal (Goel *et al*., 2008; Knapp *et al*., 2014; Harrison *et al*., 2015). Sin embargo, la efectividad de los metabolitos secundarios varía dependiendo de la fuente, el tipo y nivel de la sustancia activa responsable del efecto sobre los microrganismos (Salem *et al*., 2012). Recientemente se han realizado investigaciones encaminadas al uso de recursos forrajeros tropicales, tales como árboles y arbustos, los cuales además de su potencial en la alimentación de los rumiantes, poseen una amplia variedad de metabolitos secundarios (Delgado, 2014). La especie *Samanea saman* (Jacq.) Merr. constituye una alternativa como suplemento alimenticio por su producción de frutos en épocas secas (Delgado, 2014) y su alta calidad nutritiva, adicionalmente contiene metabolitos secundarios (taninos condensados y saponinas) con potencial antimetanogénico (Valencia-Salazar *et al*., 2018).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de frutos molidos de *Samanea saman* en la ración sobre el consumo, la digestibilidad aparente y la producción de metano entérico en novillas alimentadas con pasto *Pennisetum purpureum* de baja calidad.

Materiales y Métodos

Ubicación

La colecta de frutos secos se hizo en la ciudad de Mérida, Yucatán, México. El clima de la región es cálido subhúmedo con temperatura promedio anual de 26°C y humedad relativa entre 66 a 89% (García,1981). El ensayo se realizó en el Laboratorio de Cambio Climático y Ganadería de la Facultad de

Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán, México.

Animales experimentales

Se utilizaron cuatro novillas cruzadas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) con un peso promedio de 261.5 ± 1.29 (μ ± DS) kg alojadas individualmente en jaulas metabólicas.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño cuadrado Latino 4 x 4 (Cochran and Cox, 1991), cada periodo tuvo una duración de 25 días; 17 días de adaptación a la dieta y 7 días para la medición de las variables de respuesta.

Tabla 1. Composición química de las dietas.

	Porcentaje de inclusión de frutos de *Samanea saman*			
	0	**10**	**20**	**30**
Composición química (% MS)				
Materia orgánica	93.07	93.45	93.83	94.18
Proteína cruda	9.81	9.85	9.84	9.81
Fibra detergente neutra	58.73	56.94	55.24	53.21
Fibra detergente ácida	35.87	35.09	34.43	33.58
Almidones totales	0.60	2.41	4.12	5.82
Energía bruta (MJ/kg DM)	15.8	15.9	16.1	16.3
Metabolitos secundarios (g/kg MS)				
Taninos condensados	0	1.2	2.4	3.6
Saponinas	0	1.6	3.1	4.7
MS: Materia seca				

Dietas experimentales

Los frutos fueron secados y molidos a un tamaño de partícula de 3mm. La dieta estuvo compuesta de *Penisetum purpureum* picado en base fresca y los porcentajes de inclusión del fruto fueron 0, 10, 20, 30% de la materia seca ofrecida (Tabla 1). Todas las raciones fueron suplementadas con harina de soya, salvado de trigo y melaza. Las raciones fueron balanceadas por proteína y energía y ofrecidas una sola vez en la mañana considerando un consumo del 2.5% del peso vivo (NRC, 2001).

Consumo y digestibilidad aparente

El consumo de materia seca (MS), materia orgánica (OM) y fibra detergente neutra (NDF) se determinó por medio de la diferencia entre lo ofrecido y rechazado en un periodo de 24 h. La digestibilidad aparente se determinó por el método descrito por Schneider y Flatt (1975).

Producción de metano

La producción de metano se midió en dos cámaras de respiración de circuito abierto (Pinares-Patiño y Waghorn, 2012; Canul-Solis *et al*., 2017). El aire dentro de las cámaras se extrajo mediante un generador de flujo de masas (Flowkit® Sable Systems International®, EE. UU.) a una velocidad de 300 L por minuto. Una submuestra del aire extraído de la cámara se envió a un analizador infrarrojo de CH_4 (MA-10 Sable Systems International, EE. UU.). Las mediciones se realizaron durante 23 h por 3 días consecutivos. La temperatura y la humedad relativa dentro de las cámaras se mantuvo a 23°C y 55%, respectivamente. Los datos se extrapolaron a 24 h con el software ExpeData® (Sable Systems International®, EE. UU.). El sistema de cámaras fue calibrado con anterioridad mediante la inyección de CH_4 de alta pureza (99,997%; Praxair®, México) en las cámaras y se determinó el porcentaje de recuperación (97 -102%%) de CH_4 por gravimetría entre la cantidad de metano liberada y el metano recuperado en el analizador.

Análisis químicos

Las muestras de alimento ofrecido, rechazado y heces fueron secadas para la determinación de la materia seca y molidas a un tamaño de partícula de 1 mm. Se determinó el contenido de proteína cruda (PC) (AOAC, Método # 992.15), materia orgánica por combustión (AOAC, método número 923.03) fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) por Van Soest *et al*. (1991) y energía bruta (EB) por medio de una bomba calorimétrica (C200, IKA Works® Inc., Staufen, Alemania) de las muestras. La pérdida de energía en forma de metano se determinó con el calor de combustión del metano (55.22 MJ/kg CH_4) (Brouwer, 1965). El contenido de almidón del alimento se determinó utilizando la metodología de Goñi *et al*. (1996), taninos condensados TC por el método de Folinciocalteu (Makkar y Becker, 1993) y el contenido de saponinas utilizando el método colorimétrico (Kerem *et al*., 2005). Los ácidos grasos volátiles en el líquido ruminal de las novillas se determinaron por cromatografía de gases de acuerdo con Ryan (1980).

Análisis estadístico

El consumo, la digestibilidad aparente y la producción de metano fueron sometidos a un análisis de varianza para un diseño cuadrado latino de 4 × 4 (Cochran y Cox, 1991) utilizando el procedimiento PROC ANOVA de SAS® 9.2 software (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2006). Adicionalmente, se realizó un análisis de superficie de respuesta utilizando el procedimiento LSMEANS de SAS para determinar el efecto lineal, cuadrático o cúbico de los tratamientos (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2006).

Resultados y discusión

El consumo de MS, MO y FDN no se vio afectado por la inclusión de los frutos de *S. saman* en la dieta y fueron similares entre los tratamientos (Tabla 2). El bajo contenido de metabolitos secundarios en los frutos de *Samanea saman* no afectó el consumo y concuerda con lo reportado por Anantasook *et al*. (2015) quienes sugieren que el bajo contenido de saponinas y taninos condensados del fruto no afecta la aceptabilidad de la ración. El consumo de proteína y energía bruta incrementaron resultando en una respuesta lineal debido a la calidad nutricional de los frutos (PC=14.9 %) y a su alta inclusión en la dieta. Una pequeña reducción en la digestibilidad de la FDN fue registrada la cual puede ser explicada por un disminución en la población de bacterias celulolíticas en el rumen debido al efecto de los taninos condensados y las saponinas de los frutos. Galindo *et al*. (2012) evaluó el efecto de *S. saman*, *Albizia lebbeck* y *Tithonia diversifolia* sobre la población de metanógenos y observaron una reducción en la población de bacterias celulolíticas con la inclusión de *S. saman*.

Tabla 2. Consumo y digestibilidad aparente en novillas alimentadas con *P. purpureum* y niveles crecientes de frutos de *Samanea saman.*

	Porcentaje de inclusión de frutos de *Samanea saman* (% MS)						**Contraste**		
	0	**10**	**20**	**30**	**EE**	**P-valor**	**L**	**Q**	**C**
PV (kg)	262	261	263	260	0.64				
Consumo									
MS (kg/d)	6.26	6.44	6.16	6.49	0.28	0.66	ns	ns	ns
MS (% PV)	2.39	2.47	2.34	2.49	0.09	0.45	ns	ns	ns
MO (kg/d)	5.85	5.81	5.36	5.47	0.24	0.28	ns	ns	ns
PC (g/d)	613.40	644.46	639.22	670.36	49.08	0.15	*	ns	ns
FDN (kg/d)	3.42	3.76	3.46	3.58	0.23	0.62	ns	ns	ns
MJ/kg MS	15.82	15.99	16.19	16.32	0.08	<0.0001	**	ns	ns
TC (g/d)	0.00	7.69	15.6	23.3	0.54	<0.0001	**	ns	ns
SAP (g/d)	0.00	9.98	20.26	30.33	0.71	<0.0001	**	ns	ns
Digestibilidad aparente (%)									
MS	59.1	63.5	60.3	59.5	2.03	0.08	ns	*	ns
MO	58.9	61.5	56.2	57.1	1.45	0.10	ns	ns	ns
FDN	53.7	59.1	51.9	53.1	3.24	0.32	ns	ns	ns

PV: Peso vivo; MS: Materia seca; MO: Materia orgánica; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutra; FDA: Fibra detergente ácida; TC: Taninos condensados; SAP: saponinas; Superficie de respuesta: L: contraste lineal; Q: contraste cuadrático; C: contraste cúbico; EE: Error estándar. * P<0.05; ** P<0.01; ns: no significativo (P>0.05).

La producción de metano mostró una reducción lineal significativa a partir de la inclusión de los frutos en la dieta (Tabla 3). El contenido de metabolitos

secundarios en los frutos de *S. saman* pueden afectar la síntesis de CH_4 en el rumen. Los taninos condensados de los frutos de *S. saman* suprimen la producción de CH_4 (Anantasook y Wanapat, 2012) por medio del incremento en la síntesis de propionato y en consecuencia se reduce la disponibilidad de hidrógeno metabólico necesario para las arqueas como donador para la reducción del CO_2 a CH_4. Las saponinas tienen igualmente la capacidad de modificar los patrones de fermentación y en muchos casos se incrementa la eficiencia energética cuando la relación acético:propiónico disminuye sin afectar la degradabilidad ruminal (Valencia-Salazar *et al*., 2018). La adición de saponinas (3 g/día) mejora las ganancias diarias de peso y la eficiencia de la alimentación en cabras debido al incremento en el flujo de proteínas duodenales (Wang *et al*., 1997). La inclusión de frutos de *Enterolobium cyclocarpum* como fuente de saponinas incrementó las proporciones molares de ácido propiónico en el líquido ruminal y consecuentemente generó una reducción de metano en 36% en ovinos Pelibuey (Albores-Moreno *et al*., 2017).

Tabla 3. Producción de metano entérico y proporciones molares de AGV en novillas alimentadas con *P. purpureum* y niveles crecientes de frutos de *Samanea saman.*

	Porcentaje de inclusión de frutos de *Samanea saman* (% MS)						**Contraste**		
	0	**10**	**20**	**30**	**EE**	**P-valor**	**L**	**Q**	**C**
Items									
CH_4 (g/d)	87.14	64.64	51.94	42.76	6.77	0.03	**	Ns	ns
CH_4 (g/kg MSC)	13.73	10.06	9.12	5.90	0.78	0.00	**	Ns	ns
CH_4 (g/kg MOC)	14.79	11.13	9.76	7.75	1.05	0.04	**	Ns	ns
Pérdida de energía en forma de CH_4 (% EB)	4.70	3.38	2.82	2.15	0.31	0.01	**	Ns	ns
Proporciones molares de AGV (%)									
Acético	70.32	68.39	66.72	60.05	1.27	<.0001	**	Ns	ns
Propiónico	17.66	18.45	19.88	21.77	1.20	0.01	**	Ns	ns
Butírico	9.7	10.98	10.97	15.20	0.59	<.01	**	Ns	ns
Relación acético: propiónico	4.01	3.74	3.42	2.82	0.25	<.01	**	Ns	ns

AGV: Ácidos grasos volátiles; CH_4 (g/d): gramos de CH_4 por día; MSC: Materia seca consumida; MOC: Materia orgánica consumida; EB: Energía bruta; Superficie de respuesta: L: contraste lineal; Q: contraste cuadrático; C: contraste cúbico; EE: Error estándar. * P<0.05; ** P<0.01; ns: no significativo (P>0.05).

En este estudio, se encontró un aumento en las proporciones de los ácidos propiónico y butírico en el rumen, mientras que la proporción de ácido acético y acético:propiónico se redujo al aumentar los niveles de *S. saman* en la ración. El contenido de almidones totales (180.1 g/kg MS) en los frutos de *S. saman* podrían haber inducido un cambio en el patrón de fermentación ruminal y, en consecuencia, reducir la producción de metano. Las dietas de granos de cereales ricas en contenido de almidón aumentan la proporción de ácido propiónico. Hosamani *et al*. (2005) señalaron que la composición química de las vainas de *S. saman* es equivalente a cualquier subproducto de grano de cereal como el arroz sin aceite. El cambio observado en las proporciones molares AGV con la inclusión del fruto, conduce a una mejora en la eficiencia de utilización de la energía metabolizable absorbida (Blaxter, 1989) que conduce a una mejoría en la ganancia de peso del animal o producción de leche.

Conclusiones

La inclusión de frutos de *S. saman* mejora la calidad de la ración debido al aumento en las concentraciones de energía y proteína fermentable en el rumen que son deficientes en los sistemas de ganadería tropical y reduce las emisiones de CH_4 entérico en novillas cruzadas alimentadas con pastos tropicales de baja calidad.

Bibliografía

Albores-Moreno, S., Alayón-Gamboa, J.A., Ayala-Burgos, A.J., Solorio-Sánchez, F.J., Aguilar-Pérez, C. F., Olivera-Castillo, L., Ku-Vera, J.C., 2017. Effects of feeding ground pods of Enterolobium cyclocarpum Jacq. Griseb on dry matter intake, rumen fermentation, and enteric methane production by Pelibuey sheep fed tropical grass. Trop. Anim. health Prod. 49, 857-866.

Anantasook, N., Wanapat, M., 2012. Influence of rain tree pod meal supplementation on rice straw based diets using in vitro gas fermentation technique. Asian-Australasian J. Anim. Sci. 25, 325–334. doi:10.5713/ajas.2011.11131.

Anantasook, N., Wanapat, M., Cherdthong, A., Gunun, P., 2015. Effect of tannins and saponins in Samanea saman on rumen environment, milk yield and milk composition in lactating dairy cows. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl). 99, 335–344. doi:10.1111/jpn.12198.

AOAC., 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington: AOAC International.

Blaxter, K., 1989. Energy metabolism in animals and man. CUP Archive.

Brouwer, E., 1965. Report of subcommittee on constants and factors, in: Blaxter, K.L. (Ed.), Energy Metabolism of Farm Animals Third Symposium on Energy Metabolism. Academic Press, London, pp. 441–443.

Canul-Solis, J.R., Piñeiro-Vázquez, A.T., Arceo-Castillo, J., Alayón-Gamboa, J.A., Ayala-Burgos, A.J., Aguilar-Pérez, C.F, Solorio-Sánchez, F.J., Castelán-Ortega, O.A., Lachica-López, M., Quintana-Owen, P., Ku-Vera, J.C., 2017. Design and construction of low-cost respiration chambers for ruminal methane measurements in ruminants. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 8, 185-191.

Cochran, W.G., Cox, G.M., 1991. Diseños Experimentales. 2nd ed. Trillas, Mexico.

Delgado D., Hera, R., Cairo, J. & Orta, Y., 2014: Samanea saman, árbol multipropósito con potencialidades como alimento alternativo para animales de interés productivo. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 48 (3): 205-212.

García, E., 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía, UNAM.

Goel, G., Makkar, H.P.S., Becker, K., 2008. Changes in microbial community structure, methanogenesis and rumen fermentation in response to saponin-rich fractions from different plant materials. J. Appl. Microbiol. 105, 770–777. http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.03818.

Goñi, I., Garcia-Diz, L., Mañas, E., Saura-Calixto, F., 1996. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. Food chem. 56, 445-449.

Harrison, M.T., McSweeney, C., Tomkins, N. & Eckard, R.J., 2015: Improving greenhouse gas emissions intensities of subtropical and tropical beef farming systems using Leucaena leucocephala. Agricultural Systems, 136: 138–146.

Hosamani, S.V., Gowda, N.K.S., Kololgi, S.D., 2005. Evaluation of Chemichal, Nutritve and Feeding Value of Rain Tree Pods, Karnataka. J. Agric. Sci. 18, 110–113.

Kerem, Z., German-Shashoua, H., Yarden, O., 2005. Microwave-assisted extraction of bioactive saponins from chickpea (Cicer arietinum L). J. Sci. Food Agric. 85, 406–412. doi:10.1002/jsfa.1989.

Knapp, J.R., Laur, G.L., Vadas, P.A., Weiss, W.P., Tricarico, J.M., 2014. Invited review: enteric methane in dairy cattle production: quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. J. Dairy Sci. 97, 3231–3261.

Makkar, H.P.S., Becker, K., 1993. Vanillin-HCl method for condensed tannins: Effect of organic solvents used for extraction of tannins. J. Chem. Ecol. 19, 613–621. doi:10.1007/BF00984996.

NRC., 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7 edition. Washington: Natl Acad Sci.

Pinares-Patiño, C.; Waghorn G., 2012. Technical Manual on Respiration Chamber Designs. Ministry of Agriculture and Forestry, Wellington, New Zealand. ISBN 978-0-478-38788-9.

Ryan, J.P., 1980. Determination of volatile fatty acids and some related compounds in ovine rumen fluid, urine and blood plasma by gas-liquid chromatography. Anal. Biochem. 108, 374-384.

Salem, A., Hassam, A.,Khalil, M., Gado H, Alsersy H., Simbaya J., 2012: Effects of sun-drying and exogenous enzymes on nutrients intake, digestibility and nitrogen utilization in sheep fed Atriplex halimus foliages. Animal Feed Science Technology, 171 (2–4):128–135.

SAS Institute., 2006. SAS/STAT Software, Version 9.00. SAS, Cary, NC

Schneider, B.H., Flatt, W.P., 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. University of Georgia Press.

Valencia-Salazar, S., Piñeiro, A.T., Molina, I. C., Lazos, F.J., Uuh, J.J., Segura, M., Ramírez, L., Solorio, F.J., Ku, J.C., 2018. Potential of Samanea saman pod meal for enteric methane mitigation in crossbred heifers fed low-quality tropical grass. Agricultural and Forest Meteorology (258) 108-116. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.12.262

Wang, Y.X., McAllister, T.A., Newbold, C.J., Cheeke, P.R., Cheng, K.J., 1997. Effects of Yucca Extract on Fermen- tation and Degradation of Saponins in the Rusitec. Pro- ceedings of Western Section, American Society of Anamal Science, Vol. 48. Nashville, Tennessee, USA. 49-152.

Relación entre la densidad de aves y la disponibilidad de recursos en bosques de *Nothofagus antarctica* (Nothofagaceae) bajo manejo silvopastoril en Tierra del Fuego, Argentina

Relationship between the density of birds and the availability of resources in *Nothofagus antarctica* (Nothofagaceae) forests under silvopastoral systems in Tierra del Fuego, Argentina

J. Benitez; A.P. Blazina; R. Soler; M.V. Lencinas.

Laboratorio de Recursos Agroforestales CADIC-CONICET,
B. Houssay 200 (9410), Ushuaia, Argentina.
jbenitezgaias@gmail.com

Resumen

Los bosques de *Nothofagus antarctica* en Tierra del Fuego ocupan principalmente la zona central de la isla y actualmente se han intentado dirigir hacia un manejo silvopastoril más sustentable. En dicha provincia, las aves constituyen el grupo de vertebrados más abundante y diverso de los ambientes terrestres. Debido a que la disponibilidad de recursos, así como las características del bosque respecto de su estructura forestal, son factores determinantes de la densidad de las poblaciones de aves, el objetivo del estudio fue determinar cómo la estructura forestal, la vegetación del sotobosque y la artropofauna influyen en la densidad de aves en bosques de ñire bajo manejo silvopastoril de Tierra del Fuego (Argentina). Se seleccionaron 32 parches de bosque con ganado y diferente estructura forestal (distribuidos en Ea. Los Cerros y Ea. Rolito), donde se realizaron 3 censos de aves mensuales (enero y febrero de dos años consecutivos) y se caracterizó: la estructura forestal, mediante una parcela de radio variable en el centro de cada parche; el sotobosque, mediante estimación visual de coberturas de especie consumidas por aves; y la artropofauna, con 3 trampas de caída (tipo pitfall) por parche de bosque, durante la misma época del año. Los datos se evaluaron mediante un análisis de correspondencia canónico-CCA, utilizando una matriz de densidad para 15 especies x 120 muestras (922 individuos registrados, omitiendo a las carnívoras), que se contrastó contra 3 variables de estructura forestal (área basal-AB, cobertura de copas-CC y fase de crecimiento), 5 de sotobosque (riqueza total, y coberturas de arbustos, gramíneas, dicotiledóneas y total) y 9 de artropofauna (riqueza de órdenes, y abundancias de Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Araneae, Acarina, Homoptera y total). Inicialmente se consideraron todas las variables explicatórias, pero al observar una clara influencia de la CC y la fase de crecimiento, se decidió considerarlas como

covariables para poder evaluar la influencia de las demás variables. La máxima variación explicada con dos ejes fue del 75% y se observó una agrupación de las especies según su nivel trófico. La variable que más se correlacionó al eje 1 fue la cobertura de arbustos, mientras que la abundancia de coleópteros y dípteros se correlacionaron con el eje 2, aumentando en sentidos opuestos. En el diagrama de ordenamiento se resaltaron las diferencias entre aves insectívoras excavadoras como el *Campephilus magellanicus* que estuvo asociada a la abundancia de coleópteros, mientras que las omnívoras como *Curaeus curaeus* y *Xolmis pyrope* estuvieron más asociadas a la abundancia de dípteros y de arbustos, respectivamente. Por lo tanto, independientemente de la estructura forestal, la densidad de las especies de aves insectívoras y omnívoras que habitan estos bosques estaría asociada a la abundancia de su principal fuente de alimento, en especial ciertos grupos como los insectívoros excavadores. La conservación de las comunidades de aves en los bosques de *N. antarctica* con manejo silvopastoril podría mejorarse manteniendo estructuras o condiciones que promuevan la presencia de sus fuentes de alimento (ej. troncos en descomposición que favorecen la presencia de coleópteros).

Palabras clave*: Sotobosque, artropofauna, aves insectívoras, aves omnívoras*

Abstract

The *Nothofagus antarctica* forests in Tierra del Fuego mainly occupy the central zone of the island and currently, sustainable management proposals for them are silvopastoral systems. In this province, birds are the most abundant and diverse vertebrate group in terrestrial environments. Because availability of resources, as well as the characteristics of the forest regarding its forest structure, are determining factors of the density of bird populations, the objective of the study was to determine how forest structure, understory vegetation and arthropods influence in bird density of *N. antarctica* forest under silvopastoral handling in Tierra del Fuego (Argentina). We selected 32 patches with livestock and different forest structure (distributed in Ea Los Cerros and Ea. Rolito). Three bird censuses were carried out monthly (January and February of two consecutive years) in each patch, where we characterized: forest structure, by a plot of variable radius in the center of the patch; understory vegetation, by visual estimation of plant species cover consumed by birds; and arthropod assemblage, with 3 pitfall traps during those sampling months. The data were evaluated by a canonical correspondence analysis-CCA, using a density matrix of 15 species

x 120 samples (922 registered individuals, omitting the carnivorous). This was contrasted against several variables: 3 of forest structure (basal area-AB, canopy cover-CC and growth phase), 5 of understory (total richness, and shrub, grasses, dicots and total cover) and 9 of arthropods (order richness, and abundance of Coleoptera. Diptera, Hymenoptera, Araneae, Acarina, Homoptera and total). Initially all the explanatory variables were considered, but CC and the growth phase have too much strong influence; therefore, we considered them as covariables looking to evaluate the influence of the other variables. The maximum variation explained with two axes was 75% and grouping of the species was observed according to their trophic level. The more correlated variable with axis 1 was the shrub cover, while Coleoptera and Diptera abundance correlated with axis 2 in opposite directions. In the ordination diagram, there was a differentiation between excavator insectivorous bird species, as *Campephilus magellanicus*, that was associated with Coleoptera abundance, while omnivorous birds as *Curaeus curaeus* and *Xolmis pyrope* were more associated with Diptera abundance and shrub cover, respectively. Therefore, regardless forest structure, the density of the bird species would be associated with the abundance of its main source of food, especially certain groups such as excavator insectivorous bird species. The conservation of bird communities in *N. antarctica* forests under silvopastoral systems could be improved by maintaining structures or conditions that promote the presence of their food sources (e.g. decomposing trunk that favor the presence of Coleoptera).

Keywords: *Understory, arthropods, insectivorous birds, omnivorous birds*

Experiencia cubana acerca de la biodiversidad y manejo de la entomofauna asociada a sistemas silvopastoriles *Leucaena leucocephala-Megathyrsus maximus*

N., Valenciaga Valdés, M., Herrera Perdomo,
T. E., Ruiz Vázquez, y C. M. Mora Díaz

Instituto de Ciencia Animal (ICA), Carretera Central km 47 ½,
San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba
nvalenciaga@ica.co.cu, nvalenciaga1966@gmail.com

Abstract

Given the high susceptibility that *Leucaena leucocephala* can show to the defoliator *Heteropsylla cubana* and to the action of the cutting ant *Atta insularis*, which could limit the promotion and use of this plant. An investigation was conducted during 4 years in two silvopastoral systems with this forage tree, associated with guinea grass (*Megathyrsus maximus*) and a control area with guinea monoculture belonging to a dairy unit under a typical Red Ferralic soil. With the objective of sharing the Cuban experience about biodiversity and management of the entomofauna associated with Leucaena-Guinea silvopastoral systems, with emphasis on the behavior of these two insects. The studies were developed in experimental areas, belonging to the Institute of Animal Science, San Jose de las Lajas Municipality, Mayabeque Province of the Republic of Cuba. The sowing of leucaena was carried out annually and in a staggered way, at the beginning of the rainy period, according to the protein bank technology of Ruiz *et al.* (1987). The entomofauna was studied under a stratified sampling, with monthly frequency. The arboreal stratum (leucaena) was sampled taking five samples of 60 raids / ha and 20 samples of regrowth according to the methodology of Mangoendihardjo *et al.* (1990). In the herbaceous stratum (guinea), 50 frames / ha of 25m^2 were launched and 5 samples of 20 raids were taken. Keys were used at the end for taxonomic identification. For the study of *Atta insularis* the paddocks were subdivided into areas of 100 m^2 (10 x 10 m) (adapted from Lopes 2001), for a total of 56 squares / paddock. In each one, the number and disposition of the nests, the number of leucaena plants and the presence and quantity of other shrub species were registered for 6 months. A data matrix was prepared in Excel with the populations of phytophages and bioregulators associated with agroecosystems and averaged by time (rain and dry). They were analyzed statistically through the contingency tables and comparison analysis of proportions ($\chi 2$). The biodiversity associated with the agroecosystems under study was determined through the calculation of ecological indices with the DIVERS program (Fringe 1993). The spatial distribution of the nests of *A.*

insularis was determined according to spatial disposition indices: average variance ratio. The results confirm the *H. cubana* is the main dominant phytophagous leucaena, with proportions higher than 60% in the rain and 80% in the dry (P <0.001). Less species richness is evidenced (26) in the control area compared to the area associated with leucaena (34). However, the dominance shown by the psyllid associated with the sprouts of leucaena causes lower diversity indexes (0.246 and 0.159) in the silvopastoral systems compared with the guinea monoculture area (2.703). *A. insularis* showed a spatial distribution of aggregate type (ID = 6.25, a = 3.79 and b = 0.42), with 99 nests ha-1. The period of maximum incidence of Leucaena psyllid was found at the end of the rainy season and the beginning of the dry season (October-December), conditioned by biotic and climatic factors. Intercropping with short cycle crops, such as corn and vigna in the leucaena establishment, proved to be an alternative method to reduce competition with weeds, while favoring the presence of bioregulatory insects in the system and decreasing the damage caused by the psyllid various species of ants, spiders and coccinellids are found as predators of the Leucaena psyllid. The increase in plant biodiversity and the exploitation time of the silvopastoral system favors the regulation of *A. insularis* and *H. cubana* populations. Therefore, having the theoretical basis for the management of both insect-pests under a silvopastoral system of Leucaena-Guinea in Cuban conditions has allowed to continue using *L. leucocephala*, as a multipurpose tree, by virtue of the benefits it provides to the Cuban livestock.

Keyword: *Silvopastoral system, Leucaena leucocephala, insect-plague*

Resumen

El árbol *Leucaena leucocephala* ha sido reconocido por sus usos múltiples, facilidad de propagación y manejo, así como calidad excepcional de forraje, factores que han sido clave para promover su adopción. Sin embargo, le conceden a esta especie alta susceptibilidad ante el defoliador *Heteropsylla cubana* y a la acción de la hormiga cortadora *Atta insularis*, lo que puede limitar la promoción y uso de esta planta. Cuba tiene más de 20 años de experiencia en el manejo de sistemas silvopastoriles con predominio de *L. leucocephala* como planta forrajera, asociada al pasto guinea (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs) con cuyo estrato herbáceo se han logrado los mejores resultados. Por ello, el ***objetivo*** consiste en compartir la experiencia cubana acerca de la biodiversidad y manejo de la entomofauna asociada a sistemas silvopastoriles Leucaena-Guinea, con énfasis en los insectos *Heteropsylla cubana* y *Atta insularis.* Los estudios se desarrollaron en condiciones de campo y en laboratorio, en áreas experimentales, pertenecientes al Instituto de Ciencia Animal, Municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque de la República de Cuba situada en los 22°55' LN y los 82°0' LW, a 92 m snm.

Área experimental

La investigación se condujo en la unidad lechera, vaquería Genético 3, en dos agroecosistemas silvopastoriles compuesto por el árbol *L. leucocephala* y el pasto base *M. maximus,* en suelo Ferrálico Rojo típico. Se utilizó un área control de monocultivo de guinea bajo las mismas condiciones de suelo. El experimento se desarrolló durante 4 años.

Procedimiento experimental

Las plantas de leucaena se sembraron anualmente y de forma escalonada, al inicio del período lluvioso, 1er. año (cuartones 1-4), 2do. año (cuartones 5-7) y 3er. año (cuartones 8 y 9), según la tecnología de banco de proteína de Ruiz *et al.* (1987). Para el estudio de la entomofauna se partió de un muestreo estratificado, con frecuencia mensual. El estrato arbóreo (leucaena) se muestreó utilizando la red entomológica para la captura de los insectos de hábitos voladores. Se tomaron cinco muestras de 60 redadas por cada hectárea a evaluar, según metodología de Fernández (1995). Para la colecta de huevos, larvas, ninfas y organismos ápteros se utilizó la metodología de Mangoendihardjo *et al*. (1990), tomando 20 muestras de rebrotes. En el estrato herbáceo (guinea), para la captura de huevos, larvas, ninfas y organismos ápteros se utilizó un marco cuadrado de 0.25 m^2, tirando 50 marcos por cada hectárea a evaluar. Para los insectos voladores, se tomaron, con la red entomológica cinco muestras, de 20 redadas cada una. Todas las muestras se introdujeron en bolsas plásticas con su respectiva identificación y se trasladaron al laboratorio para su procesamiento e identificación taxonómica. Para el estudio de *Atta insularis* los cuartones se subdividieron en áreas de 100 m^2 (10 x 10 m) (adaptado de Lopes 2001), para un total de 56 cuadrados/cuartón. En cada cuadrado se registró, durante 6 meses, el número y la disposición de los nidos de *A. insularis*, el número de plantas de leucaena y la presencia y cuantía de otras especies arbustivas.

Análisis estadístico

Se confeccionó una matriz de datos en Excel con las poblaciones de fitófagos y biorreguladores asociados a los agroecosistemas y promediados por época (lluvia y seca). Se analizaron estadísticamente a través de las tablas de contingencia para probar si había interacción entre los factores (planta e insectos). Se utilizó además, el análisis de comparación de proporciones ($\chi 2$) y la dócima de Duncan (1955) para la diferenciación entre las medias mediante el software SPSS-11.5 (Visauta 1998) y el paquete estadístico INFOSTAT (2001). Se determinó la biodiversidad asociada a los

agroecosistemas en estudio a través del cálculo de los índices ecológicos con el auxilio del programa DIVERS (Franja 1993). La distribución espacial de los nidos de *A. insularis*, se determinó según los índices de disposición espacial: razón de varianza media (índice de dispersión- ID) y la ley de la potencia de Taylor, para ello se utilizó el software ADE (Análisis de la Distribución Espacial), versión 2.0 para Windows (Miranda 2000). Se aplicó la técnica exploratoria multivariada factorial por correspondencia múltiple, con el Software STATISTICA v.6 (Díaz 2001), para describir la relación entre las variables suelo, plantas arbóreas y nidos de *A. insularis*. Para verificar si las poblaciones de *A. insularis* cumplen con los supuestos estadísticos de normalidad y homogeneidad de la varianza, se utilizó la prueba de bondad de ajuste $\chi 2$ y de Levene, respectivamente (Siegel y Castellan 1995). Cuando las poblaciones no cumplieron estos supuestos, se aplicaron pruebas no paramétricas.

Principales Resultados

Se ratifica al psílido *H. cubana* como el principal fitófago dominante de leucaena, con proporciones superiores al 60 % en la época de lluvia y 80 % en la seca ($P<0.001$). Su ciclo de vida transita por huevo, ninfa y adulto, con una duración promedio de huevo a adulto de 17 días bajo las condiciones del trópico húmedo. Las poblaciones colectadas en el pastizal de Guinea, como área control, evidencian menor riqueza de especies (26) comparado con esta misma especie asociada con leucaena (34). Sin embargo, la dominancia mostrada por el psílido asociada a los rebrotes de leucaena provoca menores índices de diversidad (0,246 y 0,159) en los sistemas silvopastoriles comparados con el área de monocultivo de guinea (2,703). Por su parte, *Atta insularis* manifestó una distribución espacial de tipo agregada (ID = 6.25,a = 3.79 y b = .42), con 99 nidos ha-1. La mayor concurrencia de nidos (125 nidos ha-1, $P<0.001$) de leucaena (679 plantas ha-1, $P<0.001$) y otros árboles (22 plantas ha-1, $P<0.05$) tuvo lugar en el suelo Ferralítico Rojo hidratado. Los cuartones, sembrados en 1996, coincidieron en ser los de mayor número de nidos y de plantas por hectárea. con un período de máxima incidencia,a finales de la época de lluvia y principios de la seca (octubre-diciembre), condicionado por los factores bióticos y climáticos. Sin embargo, el intercalamiento con cultivos de ciclo corto, como maíz y vigna en el establecimiento de leucaena, es un método alternativo para reducir la competencia con las arvenses, a la vez que favorece la presencia de insectos biorreguladores en el sistema, disminuyendo de esta forma el daño ocasionado por el psílido. Dentro de los biorreguladores del psílido se destacan depredadores de diversas especies de hormigas, arañas y coccinélidos. Se constata que con el aumento de la biodiversidad vegetal y el tiempo de explotación del sistema silvopastoril se favorece la regulación de las poblaciones de *A. insularis* y *H. cubana*. Por ello, contar con las bases

teóricas para el manejo de ambos insectos-plaga bajo un sistema silvopastoril de leucaena-guinea en condiciones de Cuba ha permitido continuar utilizando a *L. leucocephala*, como árbol multipropósito, en virtud de los beneficios que brinda a la ganadería cubana.

Palabras Clave: *Sistema silvopastoril, Leucaena leucocephala, insectos-plaga*

Bibliografía

Díaz, J. F. C. 2001. Introducción a los métodos no paramétricos. Aplicación del paquete estadístico STATISTICA en la solución de problemas. Facultad de estadística e Informática. Universidad Veracruzana, México. p.99

Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests.Biometrics 11:1.

Fernández, M. 1995. Papel de los biorreguladores y algunos factores climáticos en la población de *unaspis citri* C. (Homoptera: Diaspididae). Parte II. Rev. Protección Veg. 10(2): 105-116.

Franja, 1993. Programa Divers. Exe. Argentina.

InfoStat. 2001. Manual del usuario. Software estadístico. Versión 1.0 Triunfar S.A. La Rioja. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Lopes, B. C. 2001. Ecologia comparativa de *Acromyrmex striatus*. (Roger, 1863) e de *Cyphomyrmex morschi* Emery, 1887 (Formicidae: Myrmicinae: Attini) em dunas da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC. Tesis en Opción al Grado de Dr. en Cs. Biológicas. Sao Paulo, Brasil. 191 p.

Mangoendihardjo, S.; Wagiman, F.X.; Trisyono, Y.A. &Sujuno, M. 1990. Seasonal abundance of Leucaena psyllid populations in Yogyakarta, Indonesia. En: B. Napompeth & K.G. Mac Dicken (Eds). Leucaena Psyllid: Problem and management. Proceeding of on International Workshop held in Bogor, Indonesia.January 16-211989 Winrock International/IDRC/ NFTA. Pp. 111-113.

Miranda, I. 2000. ADE.2.1. Sistema para el análisis de la disposición espacial de una población. CENSA. La Habana, Cuba.

Ruiz, T. E.; Febles, G; Hernández, C. 1987. Manejo. En: T. E. Ruiz. ; G. Febles (Eds.). *Leucaena*: Una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. EDICA. Cuba. p. 167.

Siegel, S. & Castellan, N.J. 1995. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Editorial Trillas, México. 437p.

Visauta, E. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows. Estadística multivariada. Vol 2. Mc GrawHill Ínter América de España, S. A. V. 358 p.

Efecto del componente arbóreo sobre la distribución espacial de nutrientes y densidad de lombrices en el suelo

Effect of the arboreal component on the spatial distribution of nutrients and density of earthworms in the soil

R. Robles Rodríguez; D. Eulogio Bailón; L. Collazos Paucar

Universidad Nacional Agraria de la Selva. Carretera Central Km. 1.21 Tingo María.
rafael.robles@unas.edu.pe

Con el objetivo de evaluar el efecto del componente arbóreo entre dos especies sobre la distribución espacial de nutrientes y densidad de lombrices en el suelo en sistemas silvopastoriles manejado bajo pastoreo, se realizó un estudio en el Distrito de Aucayacu, Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco, en Perú. La zona de estudio está ubicada geográficamente a 8°55'53'' latitud sur y a 76°07'50'' de longitud oeste, en la zona de vida de bosque muy húmedo premontano tropical, a una altitud de 650 metros sobre el nivel del mar y con una precipitación media anual de 3,500 mm. Los sistemas silvopastoriles evaluados fueron: el sistema con guaba (SIB) establecido con *Inga edulis*; y el sistema con capirona (SCB) establecida con *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex Schum. (SCB). Ambas parcelas con pasto *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster, establecidas hace 6 años. La guaba es una especie de rápido crecimiento cuyo fruto tiene demanda en la región; mientras que la capirona es una especie nativa de regeneración natural de rápido crecimiento y es aprovechada comercialmente. Ambas parcelas tienen una densidad de 22 árboles/ha. La carga animal en cada parcela fue de 1.8 UA/ha. Las parcelas tienen un suelo franco arcilloso, de origen aluvial. Se tomaron muestras en seis intervalos: 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 y 3 m de distancia con respecto al eje del árbol. Se tuvo 25 repeticiones por sistema. Las muestras de suelo fueron tomadas hasta 30 cm de profundidad. Se evaluaron MO (%), P_2O_5 (ppm), k_2O (kg/ha), y CIC (meq/100 g.) y la densidad de lombrices (lombrices/m^2). Para determinar la densidad de lombrices se aplicó la metodología del Tropical Soil Biology and Fertility Programe (TSBF). Se utilizó análisis de regresión lineal y análisis de varianza para las distancias entre los sistemas. La MO fue significativamente diferente ($p<0.05$) en las distancias evaluadas en ambos sistemas. Mayores tenores de MO se registran a un metro de los árboles en ambos sistemas (3.94 % en SIB y 2.54% SCB); similar resultado se registra con P_2O_5 ($P<0.05$) logrando mayores tenores a 1 m (18.75 ppm en SIB) y 1.5 m (14.25 ppm en SCB); ambos sistemas muestras menores tenores a 3 m de distancia (15.75 ppm en SIB y 10.75 ppm en SCB). No se encontraron diferencias significativas con K_2O y CIC, entre las distancias evaluadas ($p>0.05$). La densidad de lombrices resultó significativa ($p<0.05$), mostrando mayores densidades entre 0.5 a 1 m de los árboles (352 y 368 lombrices/m^2

respectivamente en SIB; 288 y 352 lombrices/m^2 respectivamente en SCB); ambos sistemas muestran menores densidades a 3 m (270 lombrices/m^2 en SIB y 240 lombrices/m^2 en SCB). El componente arbóreo en la parcela silvopastoril influye en la fertilidad química y biológica del suelo, mostrando un mayor contenido cerca de los árboles. El uso de *Inga edulis* (SIB) proporciona mayores nutrientes y mayor densidad de lombrices en el suelo que con *Calycophyllum spruceanum* (SCB), condición necesaria para la recuperación de suelos degradados.

Palabras clave: *Silvopastoril, fertilidad química y biológica del suelo.*

In order to evaluate the effect of the arboreal component between two species on the spatial distribution of nutrients and density of earthworms in the soil of silvopastoral systems managed under grazing, a study was carried out in the district of Aucayacu, province of Leoncio Prado, Huánuco region in Peruvian. The study area is located geographically at 8°55'53'' south latitude and at 76°07'50'' west longitude, in the zone of life of very humid tropical premontane forest, at an altitude of 650 meters above the level of the sea and with an average annual rainfall of 3,500 mm. The silvopastoral systems evaluated were: the system with guaba (SIB) established with *Inga edulis*; and the system with capirona (SCB) established with *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. F. ex Schum. (SCB). Both plots with pasture *Urochloa brizantha* (Hochst ex A. Rich.) R.D. Webster established 6 years ago. The guaba is a species of rapid growth whose fruit is in demand in the region; while the capirona is a native species of natural regeneration of fast growth and is taken advantage of commercially. Both plots have a density of 22 trees / ha. The stocking rate in each plot was 1.8 AU / ha. The plots contain clay loam soil of alluvial origin. Samples in six intervals: 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 and 3 meters away from the axis of the tree were taken. 25 repetitions per plot there were. The soil samples up to 30 cm deep were taken. Organic matter (%), P_2O_5 (ppm), K_2O (kg / ha), and CEC (meq/100 g) and density of earthworms (earthworms/m^2) were evaluated. To determine the density of earthworms, the Tropical Soil Biology and fertility Programe (TSBF) was applied. Linear regression analysis and analysis of variance for the distances between the systems were used. The MO was significantly different ($p < 0.05$) in the distances evaluated in both systems. Higher tenors were recorded at one meter from the trees in both systems (3.94 % in SIB and 2.54 % in SCB); similar result was obtained with P_2O_5 ($P < 0.05$) achieving higher tenors to one meter (18.75 ppm in SIB) and at 1.5 meter (13.75 ppm in SCB). Both systems show smaller tenors at 3 m distance (15.75 ppm in SIB and 10.75 ppm in SCB). The values of K_2O and CEC, were not significantly different ($p > 0.05$) in the distances evaluated in both systems. The density of earthworms was significant ($p < 0.05$), showing higher densities between 0.5 to 1 meter of the trees (352 and 368 worms/m2 respectively in SIB, 288

and 352 worms/m2 respectively in SCB); both systems show lower densities at 3 m (270 worms/m2 in SIB and 240 worms/m2 in SCB). The arboreal component in the Silvopastoral plot influence the chemical and biological fertility of the soil, showing higher contents in closer to trees. The use of guaba (SIB) provides higher nutrients and higher earthworms density in the soil than with capirona (SCB), necessary condition for recovery of degraded soils.

Keywords: *Silvopastoral, chemical and biological soil fertility.*

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

El bosque como componente importante del Sistema Agrosilvopastoril de Milpa Alta en la Ciudad de México, México

The forest as an important component of the agrosilvopastoral system in Milpa Alta, Mexico City, Mexico

J.G. Rivera Martínez[1]; J.D. Grande Cano[2]; H.R. Losada Custardoy[2]; J. Cortés Zorrilla[2]; J. Vieyra Durán[2].*

[1]Departamento de Biología de la Reproducción. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Ciudad de México, México.
[2]Área de Sistemas de Producción Agropecuarios. Departamento de Biología de la Reproducción. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Alcaldía de Iztapalapa. C.P. 09340, Ciudad de México, México.
* ifig@xanum.uam.mx

Resumen

El sistema agrosilvopastoril de Milpa Alta (SASPMA) en el sureste de la Ciudad de México incluye la producción de ovinos, agricultura de temporal y utilización de sus residuos de cosecha, pastizales y otros recursos forrajeros de los bosques de la zona. El aprovechamiento del bosque representa una forma diversificada de uso de los recursos naturales renovables por los productores. La investigación tuvo como objetivo conocer y validar la importancia del bosque como un componente y una forma de utilizar los recursos naturales de manera diversificada en el SASPMA. En el desarrollo de la investigación se realizaron encuestas y entrevistas a productores, autoridades locales, técnicos e informantes clave de las comunidades de la zona; también se realizaron recorridos de campo y evaluaciones de la vegetación en los sitios de pastoreo de las ovejas. Entre los resultados más relevantes se identificó que el SASPMA se realiza es una zona con altitudes de 2500 metros, donde la mayoría de los productores utilizan el recurso forrajero del bosque como estrato primario para la alimentación de los animales. El bosque tiene un estrato arbóreo adulto, arbustos y una capa herbácea densa, cuya composición está asociada al pastoreo de los ovinos. La mayoría de los árboles son nativos e incluyen especies de *Pinus, Quercus*, *Abies* y *Buddelia*, arbustos como *Rubus strigosus* y *Baccharis conferta* y una cubierta densa de pastos amacollados (*zacatón*), hábitat único del centro de México, formado principalmente por *Festuca* y *Muhlenbergia*. Los pobladores locales de los pueblos cercanos realizan diversas actividades asociadas al bosque distribuidas en las diferentes estaciones del año. La extracción de madera, leña y suelo, cacería,

recolección de plantas y el *ocoteo* (obtención de astillas de madera ricas en resina utilizadas como combustible) se realizan todo el año, mientras la recolección de hongos, resina y el corte de árboles de Navidad son estacionales. La biodiversidad de plantas recolectadas incluye cuatro especies comestibles, 17 plantas mágicas/medicinales, 10 ornamentales y seis especies de hongos. En conclusión, la sobreexplotación del SASPMA puede alterar la composición de la cubierta forestal y provocar cambios en los suelos forestales. Esto podría llevar a una mayor erosión del suelo, con implicaciones para los ciclos de agua dentro del sistema y la recarga de agua subterránea que alimenta a la ciudad. También podría afectar la calidad del agua y la disponibilidad de cultivos y vegetación natural. Los cambios en el ciclo del agua también modificarían la vegetación natural, lo que afectaría a las ovejas que pastan en el área y sus alrededores.

Palabras clave: *Sistemas agrosilvopastoriles*; *producción de ovinos*; *agroforestería periurbana*; *recursos forestales*; *pastos nativos*

Abstract

The agrosilvopastoral system of Milpa Alta (ASPSMA) in the Southeast of Mexico City includes sheep production, rain-fed agriculture and the use of crop residues, pastures and other fodder resources of the forests in the area. The use of forest represents a diversified way of use the renewable natural resources by producers. This research aimed to know and validate the importance of the forest and its use as a component and a diversified way of using natural resources in the ASPSMA. For the research, surveys and interviews were conducted with producers, local authorities, technicians and key informants of the communities in the area; field trips and vegetation assessments were also carried out in the sheep grazing sites. The results show that the SASPMA is carried out in an area with altitudes of 2500 meters, where most of the producers use the forest's fodder resource as the primary stratum for animal feeding. The forest has an adult tree stratum, shrubs and a dense herbaceous layer, whose composition is associated with sheep grazing. Most of trees are native and include *Pinus*, *Quercus*, *Abies* and *Buddelia* species, shrubs such as *Rubus strigosus* and *Baccharis conferta* and a dense cover of bunched grasses (*zacatón*), unique habitat of central Mexico, formed mainly by *Festuca* and *Muhlenbergia* species. The local inhabitants of the nearby towns carry out diverse activities associated with the forest, distributed in the different seasons of the year. The wood, firewood and soil extraction, hunting, collection of plants and the *ocoteo* activity (obtaining of wood chips rich in resin used as fuel) are carried out throughout the year, while mushrooms and resin collection or Christmas

trees cutting are seasonal. The diversity of collected plants in the forest includes four edible species, 17 magical/medicinal plants, 10 ornamentals and six mushrooms species. In conclusion, the overexploitation of the ASPSMA can alter the composition of forest cover and cause changes in forest soils. This could lead to greater soil erosion, with implications for water cycles within the system and groundwater recharge that feeds the city. It could also affect water quality and the availability of crops and natural vegetation. Changes in the water cycle would also modify natural vegetation, which would affect sheep grazing in the area and its surroundings.

Keywords: *Agrosilvopastoral systems*; *sheep production*; *periurban agroforestry*; *forest resources*; *native grasses*

Características e interacciones en el sistema agrosilvopastoral de Milpa Alta en la Ciudad de México, México

Characteristics and interactions of the agrosilvopastoral system in Milpa Alta, Mexico City, Mexico

J.G. Rivera Martínez[1]; J.D. Grande Cano[2]; H.R. Losada Custardoy[2]; J. Cortés Zorrilla[2]; J. Vieyra Durán[2].*

[1]Departamento de Biología de la Reproducción. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Ciudad de México, México.
[2]Área de Sistemas de Producción Agropecuarios. Departamento de Biología de la Reproducción. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Alcaldía de Iztapalapa. C.P. 09340, Ciudad de México, México. *
ifig@xanum.uam.mx

Introducción

En el sistema agrosilvopastoril de Milpa Alta (SASPMA) en el sureste de la Ciudad de México, se da importancia al manejo de los recursos y a la integración de sus componentes, y difiere de otros enfoques que enfatizan en los sistemas como actividades separadas para optimizar la producción.

Objetivos

El objetivo de la investigación fue conocer las principales características e interacciones de los componentes del SASPMA e identificar características de sustentabilidad del sistema.

Materiales y Métodos

La atención se centró en el manejo de recursos que realiza la población local. Mediante la aplicación de cuestionarios, ejercicios de mapeo, encuestas y entrevistas a productores de la zona se caracterizaron los principales componentes e interacciones del sistema.

Resultados

El SASPMA es una actividad tradicional con un conjunto de prácticas agrícolas, ganaderas y manejo de recursos naturales que explican sus principales características y relaciones que proporcionan diversos beneficios para la población local como materiales de construcción, alimentos, energía y una amplia variedad de plantas y animales silvestres y domésticos. El

manejo de los recursos como las plantas cultivadas y la vegetación implican el manejo del suelo y el movimiento de rotación de cultivos y animales. Los principales componentes del sistema incluyen el bosque de pino (*Pinus* spp.), pastos nativos de los géneros *Muhlenbergia*, *Festuca*, *Sporobolus*, *Heteropogon* o *Agrostis*, pastos introducidos (principalmente *Lolium perenne*), ganado (principalmente ovinos) y prácticas agrícolas (principalmente el cultivo de maíz, *Zea mays*). Aunque el sistema ganadero involucra principalmente la producción de ovinos, los pastizales se usan ocasionalmente para vacas lecheras y animales de tracción. Existe una interacción entre el bosque y los animales, porque dicho recurso natural proporciona una parte significativa del alimento para el ganado. Además, la actividad ganadera es una fuente importante de reciclaje de nutrientes por su provisión de estiércol. La producción de ovejas es la principal fuente de ingresos en efectivo para los productores involucrados con el ganado. La siembra de cultivos, principalmente el maíz, y la recolección de plantas en el bosque proporcionan recursos principalmente para el consumo doméstico. Ocasionalmente se venden pequeños excedentes en el mercado local y/o se intercambian entre familiares y amigos. Se recolectan plantas de familias botánicas como Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Passifloraceae, Portulacaceae, Asteraceae y Agavaceae, que ofrecen plantas alimenticias como *Amaranthus hybridus*, *Chenopodium murale* o *Portulaca oleraceae*; medicinales: *Ch. ambrosioides*, *Cuphea aequipetala*, *Passiflora* sp., y *Ruta graveolens*; ornamentales como *Tithonia tubiformis*, *Yucca* sp., *Muhlenbergia* sp., y hongos de los géneros *Amanita* sp. y *Boletus* sp.). Debido a sus características superpuestas (por ejemplo la recolección de leña, madera o plantas del bosque) y complementarias (como el estiércol de los animales utilizado como abono de los cultivos), en el sistema no existe una temporada baja particular para sus actividades, y varias de ellas presentan rasgos de sustentabilidad.

Conclusiones

Aunque el SASPMA presenta evidencias de sustentabilidad, la falta de conocimiento detallado e integración de los componentes del sistema (bosque, pastos, ganado y prácticas agrícolas) así como las preocupaciones sobre la explotación de los recursos pueden representar riesgos futuros para su continuidad.

Palabras clave: *Agrosilvopastoralismo*; *agroforestería periurbana; agroforestería* pecuaria; *sustentabilidad*; *producción ovina*

Abstract

Introduction

In the agrosilvopastoral system of Milpa Alta (SASPMA) in the Southeast of Mexico City, importance is given to resource management and the integration of its components, and differs from other approaches that emphasize systems as separate activities for optimize production.

Objectives

The objective of this research was to know the main characteristics and interactions of the SASPMA components and identify sustainability characteristics of the system.

Materials and Methods

The focus was on the management of resources carried out by the local population. Through the application of questionnaires, mapping, surveys and interviews with producers in the area, the main components and interactions of the system were characterized.

Results

SASPMA is a traditional activity with a set of agricultural, livestock and natural resource management practices that explain its main characteristics and relationships and provide various benefits for the local population such as building materials, food, energy and a wide variety of wild and domestic plants and animals. The management of resources such as cultivated plants and vegetation involve soil management and the rotation movement of crops and animals. The main components of the system include pine forest (*Pinus* spp.), native grasses of the genera *Muhlenbergia*, *Festuca*, *Sporobolus*, *Heteropogon* or *Agrostis*, introduced grasses (mainly *Lolium perenne*), livestock (mainly sheep) and agricultural practices (mainly cultivation of corn, *Zea mays*). Although the livestock system mainly involves sheep production, grasslands are occasionally used for dairy cows and draught animals. There is an interaction between forest and the animals, because this natural resource provides a significant part of the feed resources for livestock. In addition, livestock activity is an important source of nutrient recycling because of its manure supply. Sheep production is the main source of cash income for producers involved with livestock activity. Planting crops, mainly corn, and collecting plants in the forest provide resources primarily for domestic consumption. Occasionally small surpluses are sold in the local market and/or exchanged with family and friends. Botanical families such as Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Passifloraceae,

Portulacaceae, Asteraceae and Agavaceae are collected, offering edible plants such as *Amaranthus hybridus*, *Chenopodium murale* or *Portulaca oleraceae*; medicinal plants: *Ch. ambrosioides*, *Cuphea aequipetala*, *Passiflora* sp., and *Ruta graveolens*; ornamentals such as *Tithonia tubiformis*, *Yucca* sp., *Muhlenbergia* sp., and mushrooms of the genera *Amanita* and *Boletus*. Due to their overlapping characteristics (for example the collection of firewood, wood or forest plants) and complementary (such as animal manure used as fertilizer for crops), there is no particular low season for the activities in the system, and several of them have sustainability characteristics.

Conclusions

Although SASPMA presents evidence of sustainability, the lack of detailed knowledge and integration of the system components (forest, pastures, livestock and agricultural practices) as well as concerns about the exploitation of resources may represent future risks for their continuity.

Keywords: A*grosilvopastoralism*; *periurban agroforestry; livestock agroforesttry*; *sustainability*; *sheep production*

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Propiedades físicas y químicas del suelo en una parcela bajo sistema silvopastoril en la colonia Volendam

Physical and chemical properties of the soil in a plot under a silvopastoral system in the Volendam colony

Fernando Abel Arzamendia Cuevas; Maura Isabel Díaz Lezcano; Higinio Moreno; Norbert Weichhselberger; Isidoro Gabriel Benitez

Universidad Nacional de Asunción,
Facultad de Ciencias Agrarias.
leirbag3008@gmail.com

Los sistemas silvopastoriles constituyen una forma de uso de la tierra en donde los árboles, arbustos, pastos y animales interactúan entre sí, son una alternativa viable que permiten mejorar la calidad de los suelos. La parcela estudiada está ubicada en Villa del Rosario, Paraguay, dentro de la Colonia Volendam. Cuenta con una densidad de 4 m X 4,5 m entre plantas de *Eucalyptus urograndis* que fue instalada sobre la pastura existente de *Brachiaria brizantha* totalizando en una hectárea 586 árboles y actualmente posee 2 años de edad. El trabajo consistió en el análisis de las propiedades físicas del suelo, como la densidad aparente, textura y color, pedregosidad y compactación y propiedades químicas como el pH, materia orgánica y contenido de sales fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y Aluminio (Al) a tres profundidades de 0 a 10 de 10 a 30 cm y 30-60 cm. Además se caracterizó la biomasa arbórea, herbácea y el componente animal dentro de la parcela en estudio. La densidad aparente indicó que el estado del suelo era compactado, estando comprendida entre 3,1 y 3,7 g/cm^3, la textura areno-franco y de color marrón rojizo. El pH fue ligeramente ácido en todas las profundidades siendo el promedio normal de la zona, en tanto que el contenido de materia orgánica y todas las sales fue bajo en todas las profundidades, lo que indica una escasa fertilidad de suelo. Según Hanh (2017), el contenido de fosforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K) y Aluminio Intercambiable se encuentran en nivel bajo-medio en el Departamento de San Pedro. En cuanto a los parámetros dasométricos se determinó que el DAP promedio fue de 9 cm, la altura comercial de 4 m, la altura total de 9 m, el área basal de 3,71 m^2/ha y un volumen total de 16 m^3/ha. En lo que respecta a pasturas, se registró una MS de 16,75 t/ha con crecimiento que se encuentra entre los rangos de 40- 50 cm dentro de la parcela y de 20 cm con la salida de los animales. El componente animal está constituido de bovinos de la raza Nelore y en promedio de 25 animales híbridos en la parcela. La escasa fertilidad y compactación del suelo se refleja en el lento crecimiento del componente forestal.

Palabras Claves: *Carbono orgánico, biomasa forestal, materia orgánica, densidad aparente.*

Silvopastoral systems are a form of land use where trees, shrubs, grasses and animals interact with each other, are a viable alternative to improve the quality of the soil. The studied plot is located in Villa del Rosario, Paraguay, within the Volendam It has a density of 4 m X 4.5 m between plants of Eucalyptus urograndis that was installed on the existing pasture of Brachiaria brizantha, totaling in one hectare 586 trees and currently has 2 years of age. The work consisted in the analysis of the physical properties of the soil, such as the apparent density, texture and color, stoniness and compaction and chemical properties such as pH, organic matter and phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) and Aluminum (Al) at three depths from 0 to 10 from 10 to 30 cm and 30-60 cm, and the arboreal, herbaceous biomass and the animal component were characterized within the plot under study. The apparent density indicated that the state of the soil was compacted, being between 3.1 and 3.7 g/cm^3, the texture sandy-loam and reddish brown. The pH was slightly acidic at all depths being the normal average of the zone, while the content of organic matter and all salts was low at all depths, indicating poor soil fertility. According to Hanh (2017), the content of phosphorus (P), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Potassium (K) and Interchangeable Aluminum are found in the low-medium level in the Department of San Pedro. Regarding the parameters, it was determined that the average DAP was 9 cm, the commercial height of 4 m, the total height of 9 m, the basal area of 3.71 m^2 / ha and a total volume of 16 m^3 / ha . With regard to pastures, an MS of 16.75 t / ha was recorded with growth of between 40-50 cm within the plot and of 20 cm with the exit of the animals., And as far as the animal component is concerned, the Nelore breed is established. on average 25 hybrid animals on the plot. The low fertility and compaction of the soil is reflected in the slow growth of the forest component.

Keywords: *Organic carbon, forest biomass, organic matter, apparent density.*

Experiencia de la implementación de Sistemas Silvopastoriles en la integración del enfoque de Adaptación al Cambio Climático en las cadenas de la leche y la carne vacuna en Cuba

Experience of integrating the Climate Change Adaptation approach in the milk and beef chains in Cuba

Carlos Manuel Lopetegui Moreno[1]; Maruchi Alonso Esquivel[1]; Aymara Hernández Morales[2]; Odenis Gómez Brito[3].

[1]Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical/Oficina Nacional del proyecto Agrocadenas.
[2]Programa de Naciones Unidas para el Desarrrollo, PNUD.
[3]Delegación Provincial de la Agricultura de Sancti Spíritus.
Onp-coordtecnica@iift.cu

Resumen

Desde enero del 2014, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Ministerio de la Agricultura de Cuba (MINAG), en articulación con el Ministerio de Comercio Interior (MINCIN) y el Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL), comenzaron el proceso de implementación del Programa de apoyo al fortalecimiento de cadenas agroalimentarias a nivel local (AGROCADENAS). Este Programa cuenta con el apoyo de la Unión Europea (UE) y la Agencia Suiza de Cooperación para el Desarrollo (COSUDE).

AGROCADENAS concentró gran parte de sus acciones en la creación y el fortalecimiento de las capacidades locales y nacionales para la implementación de la Cadena de valor de le leche vacuna en la región central del país y de la carne vacuna en la región oriental. Dada su importancia en el desempeño y la calidad del producto final, se concentró un número importante de intervenciones para fortalecer el eslabón producción en ambas cadenas y específicamente los procesos relacionados con la producción de alimentos para el ganado. En la cadena de la leche se fortalecieron 12 proyectos de intervención y en la cadena de la carne se fortalecieron 9 proyectos.

Específicamente en la cadena de la leche, antes de iniciar el proyecto, la producción de semillas de especies de pastos y forrajes se limitaba a los esfuerzos de algunos productores de avanzada que producían su propia semilla y los volúmenes logrados resultaban despreciables para la región. Con las mejoras introducidas por el proyecto, mediante el fortalecimiento a la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Sancti Spíritus, se produjeron, 1.508,95 kg se de semilla botánica de leguminosas forrajeras: Glycine *(Neonotonia wightii),* Stylo (Stylosanthes guianensis), Dolichos *(Lablab purpureum),* Kudzú *(Pueraria phaseoloides),* Canavalia *(Canavalia ensiformis)* y Morera, todas con categoría original y básica y 82 t de semilla

vegetativa de especies forrajeras (*Pennisetum purpureum*- King grass y Titonia *(Tithonia diversifolia (Hems) Gray)*.

Se promovió por el proyecto la adopción de las medidas necesarias para diversificar las especies de pastos y forrajes con especies de alto rendimiento y valor nutricional, acorde a la regionalización de cultivares (*Brachearia híbrida*- cultivares: Cayman, Mulato II y Cobra) (*Brachearia brizantha*- cultivar Marandú). Se consolidó un programa de producción de semillas que ha permitido satisfacer la demanda presente y futura de las Unidades Productoras.

Se adoptaron las tecnologías para la utilización eficiente de las fuentes de alimento disponibles: Bancos de biomasa con el empleo de *Pennisetum purpureum- cultivares OM-22 para corte de forraje y CT- 115 para pastoreo*. Se promovió el fomento en 15 fincas ganaderas, de Sistemas silvopastoriles (SSP), a partir de las experiencias demostradas por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Sancti Spíritus y la transferencia de tecnologías desarrolladas por el Instituto de Ciencia Animal (ICA). Los SSP en proceso de fomento y desarrollo se han estructurado en correspondencia con las condiciones edafoclimática de las diferentes zonas seleccionadas y se han establecido Fincas con cuartones de 0,25 ha con cercado a base de postes vivos de Leucaena (Leucaena leucocephala) y Bienvestido (Gliricidia cepium), estrato arbóreo en franjas con Leucaena y Titonia o Girasolillo *(Tithonia diversifolia (Hems) Gray),* la incorporación de individuos de Arbol de Nim *(Azadirachta indica)* en las esquinas de los cuartones para el control de plagas y estrato herbáceo (pasto) compuesto *por* Guinea *(Ginea likonii);* además se han establecido sistemas agro- silvo- pastoriles, con el fomento y desarrollo de postes vivos con especies frutales en los cuartones establecidos o el empleo de plantaciones establecidas, incorporando el fomento de pastos mejorados (Brachearia híbrida y Brachearia Brizanta) entre hileras de árboles frutales. Se potenció el uso de las FRE (eólica, paneles solares,) para riego y abasto de agua. Se fortalecieron las capacidades en las personas e instituciones para el manejo de Riesgos ante fenómenos meteorológicos extremos (sequía, inundaciones, salinidad y Fuertes vientos).

La producción de forraje se incrementó en 50 301 t, con un rendimiento promedio en dos cortes de 25 t/ha, en secano y sin fertilización. Se incrementó el área dedicada a la producción de forraje en 493.64 ha.

Antes del proyecto, las producciones de heno resultaban despreciables, pues no se disponía de la tecnología necesaria. Con el fortalecimiento inducido por el proyecto, la producción de heno se incrementó en 7 104 t, con rendimientos promedios de 6 t/ha en 2.5 cortes en secano y sin

fertilización. En el casos de proyectos específicos desarrollados en unidades productivas especializadas se alcanzaron 15 t/ha en 2.5 cortes con la utilización de pastos mejorados (*Brachiarias* Híbridas) en secano y sin fertilización; en algunas entidades se obtuvieron 28 t/ha en 2 cortes con riego y fertilización química (50 kg de N/ha) y con fertilización orgánica (compost 2.3 t/ha) después de cada corte. El 76% del heno producido se consumió en las propias unidades de producción.

En 2014- 2015 el heno se producía de forma manual de mala calidad y solamente se destinaba a los terneros, en 2016- 2019 con la adquisición de la maquinaria (Familias de implementos para corte y empaque de heno), se dispuso de heno con mejor calidad y se benefició a 16858 cabezas de ganado con prioridad para las hembras en desarrollo. Se incrementó en 10012 cabezas de ganado beneficiadas con el consumo de heno y el consumo percápita por día a 1.15 kg.

Palabras claves: *Diversificación, Biomasa, Silvopastoreo, Producción de heno.*

Summary

Since January 2014, the United Nations Development Program (UNDP) and the Ministry of Agriculture of Cuba (MINAG), in coordination with the Ministry of Internal Trade (MINCIN) and the Ministry of Food Industry (MINAL)), began the implementation of the Program to support the strengthening of food chains at the local level (AGROCADENAS). This Program has the support of the European Union (EU) and the Swiss Agency for Development Cooperation (SDC).

AGROCADENAS concentrated much of its actions in the creation and strengthening of local and national capacities for the implementation of the value chain of dairy milk in the central region of the country and beef in the eastern region. Given its importance in the performance and quality of the final product, a significant number of interventions were concentrated to strengthen the production link in both chains and specifically the processes related to the production of feed for livestock. In the milk chain 12 intervention projects were strengthened and in the meat chain 9 projects were strengthened.

Specifically in the milk chain, before starting the project, the production of seeds of grass and forage species was limited to the efforts of some leading producers who produced their own seed and the volumes achieved were insufficient for the region. With the improvements introduced by the project, through the strengthening of the Experimental Station of Pastures and Forages of Sancti Spíritus, 1,508.95 kg were produced from botanical

seed of forage legumes: Glycine (*Neonotonia wightii*), Stylo (*Stylosanthes guianensis*), Dolichos (*Lablab purpureum*), Kudzú (*Pueraria phaseoloides*), Canavalia (*Canavalia ensiformis*) and Morera, all with original and basic category and 82 t of vegetative seed of forage species (*Pennisetum purpureum*- King grass and Titonia (*Tithonia diversifolia* (Hems) Gray).

The project promoted the adoption of the necessary measures to diversify pasture and forage species with species of high yield and nutritional value, according to the regionalization of cultivars (*Brachearia hybrid*-cultivars: Cayman, Mulato II and Cobra) (*Brachearia brizantha* - cultivate Marandú). A seed production program was consolidated that has allowed to meet the present and future demand of the Production Units.

Technologies for the efficient use of available food sources were adopted: Biomass banks with the use of *Pennisetum purpureum*-cultivars OM-22 for forage cutting and CT-115 for grazing. The promotion of 15 livestock farms, of silvopastoral systems (SSP), was promoted based on the experiences demonstrated by the Experimental Station of Pastures and Forages of Sancti Spiritus and the transfer of technologies developed by the Institute of Animal Science (ICA). The SSPs in the process of development and development have been structured in correspondence with the edaphoclimatic conditions of the different selected areas and farms with quarters of 0.25 ha have been established with fences based on live Leucaena (*Leucaena leucocephala*) and Bienvestido *(Gliricidia cepium)*, tree stratum in strips with Leucaena and Titonia or Girasolillo *(Tithonia diversifolia* (Hems) *Gray)*, the incorporation of individuals from Arbol de Nim *(Azadirachta indica)* in the corners of the pest control and herbaceous stratum (grass) composed of Guinea *(Ginea likonii)*; In addition, agro-silvo-pastoral systems have been established, with the promotion and development of live posts with fruit species in the established quarters or the use of established plantations, incorporating the promotion of improved pastures *(Brachearia hybrid and Brachearia Brizanta)* between rows of trees fruit trees.

The use of FRE (wind, solar panels,) for irrigation and water supply was enhanced. Capacities were strengthened in people and institutions for risk management in the face of extreme weather events (drought, floods, salinity and strong winds).

Forage production increased by 50,301 t, with an average yield in two cuts of 25 t /ha, in dry land and without fertilization. The area dedicated to forage production was increased by 493.64 ha.

Before the project, the productions of haygrass were insufficient, because the necessary technology was not available. With the strengthening induced by the project, the production of haygrass increased by 7104 t, with average yields of 6 t/ha in 2.5 cuts, in dry land conditions and without fertilization. In the case of specific projects developed in specialized production units, 15 t/ha were reached in 2.5 cuts with the use of improved pastures *(Brachiarias hybrids)* in dry land conditions and without fertilization. In some entities, 28 t/ha were obtained in 2 cuts, with irrigation and chemical fertilization (50 kg of N/ha) and with organic fertilization (compost 2.3 t/ha), after each cut. 76% of the haygrass produced was consumed in the production units themselves.

In 2014-2015 the haygrass was produced manually of poor quality and was only destined for the calves, in 2016-2019 with the acquisition of the machinery (Families of implements for cutting and packing of haygrass), haygrass was available tedded with better quality and benefited 16858 units of livestock with priority for developing females. It increased by 10012 units of livestock benefiting from the consumption of haygrass and per capita consumption per day to 1.15 kg.

Keywords: *Diversification, Biomass, Silvopastoral Systems, Production of haygrass.*

Elaboración de indicadores para evaluar el impacto de prácticas silvícolas y ganaderas sobre agroecosistemas silvopastoriles en el bajo delta del Río Paraná (Argentina)

Development of indicators to evaluate the impact of forestry and livestock practices on silvopastoral agroecosystems in the lower delta of the Paraná River (Argentina)

Cornaglia, PS[1]; Fariña, I[1]; Jacobo, EJ[2].

[1]Cátedra de Forrajicultura.
[2]Área de Agroecología. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
Av. San Martín 4453. CABA 1417. Argentina.
cornagli@agro.uba.ar

Resumen

Los humedales del bajo Delta del Río Paraná (Argentina) figuran entre los ecosistemas más vulnerables y sensibles a la acción antrópica. Actualmente, es la principal región productora de salicáceas del país y la ganadería silvopastoril es una actividad productiva que se ha incrementado en los últimos años. El aumento del stock de ganado y la intensificación del sistema de producción pueden afectar la biodiversidad y los servicios ambientales, a escala regional y local, de manera que son necesarios la planificación y el monitoreo de las diferentes prácticas que complementan la actividad silvopastoril. Este aspecto cobra un especial interés en el caso del Delta, considerando que dichos ambientes poseen una gran fragilidad, por lo cual llevar a cabo un manejo sustentable es fundamental. Para ello, se propone evaluar el impacto que podrían causar diversas prácticas relacionadas con las principales actividades productivas de la región sobre el estado de la sustentabilidad (o los aspectos críticos que ponen en peligro la misma) de establecimientos de la Zona Núcleo Forestal del Bajo Delta del Río Paraná, manejados por medianos y grandes productores. En este trabajo se desarrollaron indicadores conformes a las características de la región, se buscó que los mismos sean descriptivos y representativos y demuestren sensibilidad ante cambios del sistema productivo evaluado. Se consideraron tres dimensiones de análisis de la sustentabilidad: ecológico-productivo, sociocultural y económico–productivo. Se construyeron 12 indicadores y 49 subindicadores. Los indicadores corresponden a 5 ecológico-productivos (Suelo y ambiente, Manejo del agua, Biodiversidad, Impacto del sistema ganadero e Impacto del sistema forestal), 3 indicadores socioculturales (Mano de obra, Satisfacción de necesidades básicas y Conocimiento y conciencia ecológica) y 4 indicadores económico-productivos (Índices de producción ganadera, Índices de producción forestal, Riesgo económico e Indicadores económicos). En establecimientos foresto-ganaderos

representativos de la región se instalarán indicadores de monitoreo prediales. El desarrollo de indicadores constituirá una herramienta valiosa para el análisis comparativo de la sustentabilidad de sistemas silvopastoriles de establecimientos con diferente nivel de intensificación. Asimismo, busca brindar a los investigadores y técnicos las herramientas para poder llevar a cabo la etapa de selección y descripción de indicadores específicos.

Palabras Clave: *Sustentabilidad, producción ganadera, salicáceas, sistemas silvopastoriles.*

Abstract

Wetlands in the lower Paraná River Delta (Argentina) are among the most vulnerable and sensitive ecosystems to anthropic action. Currently, it is the main production region of salicaceae in the country and silvopastoral livestock is a productive activity that has increased in recent years. Increased livestock stock and intensification of the production system can affect biodiversity and environmental services at regional and local levels, so planning and monitoring of the different practices that complement silvopastoral activity are necessary. This aspect has a special interest in the case of the Delta, considering that these environments possess a great fragility, for which to carry out a sustainable management is fundamental. To this end, it is proposed to assess the impact that various practices related to the main productive activities of the region could have on the state of sustainability (or the critical aspects that threaten it) of establishments of the Forest Core Zone of the Lower Delta of the Paraná River, managed by medium and large producers. In this work, indicators were developed that conform to the characteristics of the region, were sought to be descriptive and representative and demonstrate sensitivity to changes in the evaluated productive system. Three dimensions of sustainability analysis were considered: ecological-productive, sociocultural and economic and productive. Twelve indicators and 49 subindicators were constructed. The indicators correspond to 5 ecological-productive (Soil and environment, Water management, Biodiversity, Impact of the livestock system and Impact of the forest system), 3 sociocultural indicators (Manpower, Basic needs satisfaction and Ecological Knowledge and awareness) and 4 Economic-Productive Indicators (Livestock production indices, Forest production indices, Economic risk and Economic Indicators). Indicators of land monitoring will be installed in representative forestry-livestock establishments in the region. The development of indicators will be a valuable tool for the comparative analysis of the sustainability of silvopastoral systems of establishments with different levels of intensification. It also seeks to provide researchers and technicians with the tools to carry out the selection and description stage of specific indicators.

Keywords: *Sustainability, livestock, salicaceae, silvopastoral systems*

Comparación de la producción y calidad nutricional de praderas en monocultivo y sistemas silvopastoriles en zona cafetera de Colombia

Comparison of the production and nutritional quality of grasslands in monoculture and silvopastoral systems in the Colombian coffee zone

E. Apráez; A. Gálvez; J. Apráez

Universidad de Nariño. San Juan de Pasto, Colombia
eapraez@gmail.com

Resumen

Se determinó el efecto de algunos arreglos silvopastoriles sobre la producción y calidad de las praderas en la zona cafetera de Nariño. Sobre praderas de pasto imperial *(Axonopus scoparius)* y guatemala *(Tripsacum andersonni)* se implantaron las arbustivas botón de oro *(Tithonia diversifolia),* acacia de pradera *(Senegalia angustissima)* y reventador *(Clibadium* sp *)*, así: A1: *A. scoparius*; A2: *T. andersonni*; A3: *A. scoparius* + *T. diversifolia*; A4: *A. scoparius* + *S. angustissima*; A5: *A. scoparius* + *C.* sp; A6: *T. andersonni* + *T. diversifolia*; A7: *T. andersonni* + *S. angustissima*; A8: *T. andersonni + Cl.* sp. Se realizó análisis de suelo antes y después, para establecer cambios físicos y químicos resultantes de los arreglos. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. Las medias fueron comparadas mediante prueba de Tukey. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SAS, versión 9.2. (SAS Institute, INC. 2008). Las parcelas con *T. andersonni* produjeron mayor cantidad ($p<0,01$) de biomasa (0,88 a 1,44 kg MS/m^2), mayores alturas (1,09 m a 1,14 m), y menores periodos de recuperación, 139 días. La atura alcanzada por los arbustos fue mayor en *T. diversifolia* y *S. angustissima*, superando un metro. La sobrevivencia y profundidad radicular fue alta para las tres arbustivas, destacándose *S. angustissima.* El pH y la densidad aparente del suelo se incrementaron quizá como consecuencia de la reducción de materia orgánica en el sistema.

Palabras clave: *Biomasa, pH, arbustos, suelos, forrajes.*

Abstract

The effect of implanting silvopastoral arrangements on the production and nutritional quality of pastures in the coffee zone of Colombia was determined. On prairies of imperial grass (*Axonopus scoparius*) and Guatemala (*Tripsacum andersonni*) were planted the golden button shrubs (*Tithonia diversifolia*), prairie grass (*Senegalia angustissima*) and burrower (Clibadium sp), thus: A1: *A. scoparius*; A2: *T. andersonni*; A3: *A. scoparius +*

T. diversifolia; A4: *A. scoparius + S. angustissima*; A5: *A. scoparius + C.* sp; A6: *T. andersonni + T. diversifolia*; A7: T*. andersonni + S. angustissima*; A8: *T. andersonni + Cl.* sp. Soil analysis was done before and after the implementation of the shrubs, to determine the physical and chemical effects resulting from the arrangements. A randomized block design was used with arrangement in divided plots. The means were compared with the Tukey test. The statistical analyzes were performed with the statistical package SAS, version 9.2. (SAS Institute, INC. 2008). The plots with *T. andersonni* produced a larger amount ($p < 0.01$) of biomass (0.88 to 1.44 kg DM / m2), had higher growth (1.09 m to 1.14 m), and a shorter period of recovery, 139 days. The bushes of *T. diversifolia* and *S. angustissima* reached greater height, exceeding one meter. Survival was high for the three shrubs and *S. angustissima* stood out for the length of roots. The pH and the apparent density of the soil increased perhaps due to the reduction of organic matter in the system.

Keywords: *Biomass, pH, shurbs, soils, forage.*

Introducción

Resulta indiscutible el aporte de los sistemas silvopastoriles (SSP) a los esquemas de producción, tanto por sus contribuciones al suelo, a las plantas asociadas y, como consecuencia, a su composición nutricional. No obstante, existen especies con posibilidades forrajeras que no han sido empleadas de manera intensiva y su uso ha estado limitado por el desconocimiento del uso alternativo de su semilla o follaje (Altieri, 1997). Asimismo, dadas las características de los pastos tropicales, con bajos niveles de proteína y alta fibra, el follaje de especies arbustivas y arbóreas puede constituir una opción para la alimentación, principalmente durante los períodos secos. Muchas de estas especies tienen valores nutricionales apreciables y pueden producir buena cantidad de biomasa comestible. Adicionalmente, las especies arbustivas y/o arbóreas lignifican principalmente en los tallos y no tanto en las hojas, como sí lo hacen la gran mayoría de las gramíneas, de allí su mayor estabilidad en la calidad composicional del follaje (Hernández *et al*., 1998). Bajo tales consideraciones, este trabajo evaluó la productividad agronómica de arreglos silvopastoriles basados en dos gramíneas: imperial (*Axonopus scoparius),* guatemala (*Tripsacum andersonni),* y tres arbustivas: botón de oro *(Tithonia diversifolia*), acacia de pradera *(Senegalia angustissima)* y reventador *(Clibadium* sp.*)* con el fin de establecer su potencial en los SSP.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el municipio de Chachagüí, coordenadas: longitud oeste 77º 14’ 37’’ y latitud norte 01º 16’ 22’’, temperatura promedio de 18 ºC, 1900 msnm, 900 mm de precipitación y humedad relativa del 87 % (IDEAM, 2011). Zona clasificada como Bosque sub-andino o sub-montano (TPH) (Márquez,2003).

Prueba agronómica. Se empleó un arreglo silvopastoril de pastura en callejones, utilizando dos lotes experimentales de 775 m^2 cada uno, cada lote se dividió en cinco bloques de 5 m x 25 m. Dichos bloques se subdividieron en 4 parcelas de 25 m^2, para un total de 20 parcelas experimentales por lote. La distancia entre bloque y parcelas fue de un metro; en los arbustos la distancia de siembra fue de 2.5 m.

Tratamientos. Se evaluaron ocho arreglos con cinco réplicas por tratamiento, de la siguiente manera: A1: *A. scoparius*; A2: *T. andersonni*; A3: *A. scoparius* + *T. diversifolia*; A4: *A. scoparius* + *S. angustissima*; A5: *A. scoparius* + *C.*sp; A6: *T. andersonni* + *T. diversifolia*; A7: *T. andersonni* +*S. angustissima*; A8: *T. andersonni + Cl.* sp. Para el análisis estadístico de dichas variables, se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, donde la parcela estaba constituida por la gramínea y la subparcela por el arreglo gramínea arbustiva. Los datos se procesaron con el programa estadístico SAS, versión 9.2. (SAS Institute, INC., 2008). Para detectar diferencias estadísticas ($p<0.01$) se realizó la prueba de comparación múltiple de Tukey. Se evaluaron las siguientes variables:

Producción de biomasa seca. Con el análisis proximal de Weende, método AOAC (1995).

Índice de Área foliar (IAF). Con biomasa producida y la relación hoja-tallo (Bernal, 1994).

Altura de Plantas. Se midió desde el cuello de la raíz hasta la punta de la hoja más larga.

Profundidad radicular. Se excavó hasta encontrar las puntas de las raíces más profundas.

Periodo de recuperación. Con el estado "abanderado" del pasto, según Rojas et al., (1991).

Altura total. Las mediciones se hicieron desde el cuello de la raíz hasta la yema terminal.

Diámetro del tallo. Desde la siembra se tomaron regularmente mediciones cada dos meses.

Diámetro de copa. Mediciones bimestrales con cinta métrica.

Las variables edáficas. Se realizó antes de implantar las especies en la pradera y al finalizar el experimento, siguiendo la metodología de Unigarro *et al.,* (2009) para:

pH, materia orgánica (MO), nitrógeno total (NT), fósforo disponible (PD), potasio de cambio (KC), nitratos y nitritos, densidad aparente (DA), densidad real (DR), porosidad total (PT) y capacidad de campo (CC).

Resultados y discusión

Tabla 1. Análisis fisicoquímico de suelos previo al ensayo

Parámetros químicos	Unidad de medida	Parte alta	Parte baja
pH		5,20	4,90
MO	%	7,30	6,60
Fósforo disponible	mg/kg	4,71	5,13
Potasio	cmolcarga/kg	0,44	0,16
Nitrógeno total	%	0,28	0,25
Carbono orgánico	%	4,24	3,81
Nitratos	mg/kg	<2	<2
Parámetros físicos			
Densidad aparente	g/cc	0,92	0,85
Densidad Real	g/cc	2,39	2,44
Porosidad	%	61,50	65,30
Capacidad de Campo	%	27,10	31,00

Fuente: Laboratorio de suelos e insumos agrícolas, Universidad de Nariño.

Potasio. Fue diferente entre la parte alta 0,44 meq/100g y 0,15 meq/100g en la baja del terreno. Los SSP presentaban contenidos medios de potasio, para la parte alta y bajos para la parte alta, factores que se asocian a proceso de eutrofización, como lo describe Burbano y Rivera (2006).

Nitrógeno total (NT). En la parte alta fue de 0,28% y en la parte baja 0,25%, cantidad que se considera como un contenido medio de nitrógeno en relación a la zona como lo reporta Burbano y Rivera (2006).

Carbono orgánico (CO). Se observó en niveles medios, entre 4,24% y 3,81% en las partes alta y baja respectivamente, dada la estrecha relación con la MO, y la transformación en nutrientes absorbidos por la planta (Nakane *et al.*1987).

Nitratos. se detectaron rangos menores de 2 mg/kg en ambos niveles del terreno; lo que determina que estos suelos requieren de una enmienda a base de nitrógeno, elemento esencial para su desarrollo (Giovannini 1997).

Densidad Aparente (DA). Los valores de esta variable (0,85 a 0,92 g/cc) demuestran su relación con el contenido de MO dentro del ensayo puesto que el contenido de ésta puede variar estacionalmente por efecto de labranzas y con la humedad del suelo (Keller y Håkansson, 2010).

Densidad real (DR). Presenta valores entre 2,39 a 2,44%, debido a que el contenido de los distintos elementos del suelo es el que determina las variaciones de la DR. Se afirma que, si la DR es inferior a 2,65 g/cm^3, el suelo posee un alto contenido de yeso, o de MO si es significativamente superior a 2,65 g/cm^3 (Ponce de León y Capurro, 1980).

Porosidad. Inicial entre 61,5% y 65,3%, valores normales para este tipo de suelo. Debido a que ésta se obtiene de la relación entre DA y DR, los resultados guardaron estrecha relación, atribuible a la pérdida de MO.

Capacidad de campo (CC). Osciló entre 27,10% en la parte alta y 31,00% en la baja, cifras consistentes con la textura del suelo; Duran (2000) califica la CC como una constante característica de cada suelo y depende fundamentalmente de la textura, cantidad de MO y grado de compactación.

Tabla 2. Producción agronómica

Tratamiento	Biomasa MS (kg/m^2)	Altura (cm)	I.A.F(m^2/m^2)	P. Raíz (cm)	P.R.(días)
A1	0,66cd	89,84c	12,43cf	27,31	149,5
A2	0,99b	114,25ab	11,42f	31,04	139,09
A3	0,81b	101,11b	20,55a	28,23	
A4	0,81b	92,52c	15,04cde	29,89	
A5	0,98ab	101,54b	18,17ab	26,56	
A6	1,29a	114,20ab	14,66ce	30,56	
A7	0,88b	109,43ab	10,03f	29,99	
A8	1,44a	116,05ab	16,40bde	30,99	

Biomasa MS (kg/m^2), Altura (cm), I.A.F: Índice de área foliar (m^2/m^2), P. Raíz: Profundidad de raíz (cm), P.R: Periodo de recuperación (días).

Producción de biomasa. En relación a las variables evaluadas los tratamiento que presentaron mayor contenido de biomasa en relación a materia seca fueron, A6 (1,29) y A8 (1,44), presentando así valores mayores en esta variable, los arreglos con *T. andersonni* produjeron mayor cantidad ($p<0,01$) de que los de *A. scoparius*, mientras que para la variable altura de planta, pues los porcentajes de MS en las arbustivas, no obstante ser diferentes, incidieron de manera marginal sobre el total de biomasa en razón a la cantidad cosechada en cada tratamiento.

Altura de planta. Se observaron diferencias ($p<0.01$) en los tratamientos A1 y A4, los cuales presentaron un menor tamaño alcanzando valores de 89,94 y 92,52, respectivamente los tratamientos con *T. andersonni* alcanzaron mayores alturas (109,43 a 116,05 cm), atribuibles a la condición fisiológica de dicha especie. Los valores fueron inferiores a los reportados por Bernal (1994) para *A. scoparius*, quien reporta alturas de 2,5 a 3,0 m.

Índice de área foliar (IAF) de las gramíneas. Este indicador resultó diferente ($p<0.01$) entre tratamientos. La superioridad de los lotes de *A. scoparius* (12,4 a 20,5) es atribuible al rápido crecimiento de esta especie, en especial cuando la pastura dispone de agua, los tratamientos con *A. scoparius + T. diversifolia* (A3), los que mejor se comportaron.

Profundidad radicular. No hubo diferencias ($p>0,01$) entre gramíneas. El crecimiento de las raíces se consideró normal, ya que la longitud máxima encontrada no superó los 35 cm.

Periodo de recuperación. Sólo las condiciones edafoclimáticas fueron decisivas en este indicador. En *T. andersonni* ($p<0,01$) fue 139 días, en *A. scoparius* 10 días más. Los periodos de recuperación más prolongados coincidieron con las épocas secas. En las arbustivas no se hizo esta medición, debido que el tiempo que duró la investigación, no fue suficiente para lograr un crecimiento apropiado de ellas para efectuar podas y obtener resultados para este parámetro.

Variables dasométricas

Altura. La altura alcanzada por los arbustos en los dos años de experimentación (Tabla 2) mostró diferencias ($p< 0,01$). *T. diversifolia* y *S. angustissima* superaron el metro de altura, *Clibadium* sp. tuvo un crecimiento menor en donde los tratamientos A3, 4,5 y 6 presentaron diferencias estadísticas significativas lo cual no refleja una relación entre esta variable y la producción de biomasa, ya que *Clibadium* sp presentó mayor ramificación y crecimiento lateral, hecho que incrementó la biomasa cosechada. Gálvez (2007) asegura que *Clibadium* sp crece bien en suelos arenosos con pH bajo. Respecto a *S. angustissima*, se sabe que en condiciones favorables puede crecer hasta una altura de 5 metros, pero para este trabajo el tratamiento correspondiente a esta especie (A8), no se relaciona con este trabajo.

Tabla 3. Variables dasométricas

Tratamiento	Altura(cm)	D. copa(cm)	Rebrotes	P. radicular(cm)
A3	99,37a	85,51bc	17,70b	34,00
A4	102,69a	79,89c	10,01c	37,00
A5	81,05b	58,25d	15,00b	31,00
A6	107,70a	123,27a	25,65a	34,00
A7	108,65a	77,33c	13,41bc	29,00
A8	82,85b	98,61b	17,00b	30,33

D.C: Diámetro de copa (cm), Rebrotes (número total), P.R: Profundidad radicular (cm).

Diámetro de copa. Se observaron diferencias (p<0,01) entre las arbustivas en las distintas asociaciones, con un mayor diámetro (123,27 cm) en *T. diversifolia* asociada con *T. andersonni*, tratamiento A6 y menor (58,25 cm) con *A. scoparius* + *C.*sp la cual mostró gran adaptabilidad, puesto que se desarrolla a temperaturas desde 10 hasta 30 °C, con altitud entre 0 y 2.600 msnm, en suelos de neutros a ácidos y desde fértiles hasta muy pobres (Ríos y Salazar 1992).

Rebrotes. Fue mayor (p<0,01) en *T. andersonni* + *T. diversifolia* (A6), confirmando su vigor y adaptación a las condiciones provistas, lo que ratifica su rusticidad (CIPAV, 2004).

Longitud de raíces: no presentó diferencias (p>0,01) entre los tratamientos. El perfil compacto del suelo pudo limitar su crecimiento, que se vio compensado con la elongación lateral que sobrepasó los 2 metros.

Análisis de suelos. Las Tablas 3 y 4 resumen los resultados y, en virtud de la pendiente del terreno, la discusión hará referencia a parte alta y baja del lote experimental.

pH. Antes del estudio se encontraron valores de 5,2 en la parte alta y 4,9 en la parte baja, que debido a su exceso de acidez resultan ser limitantes para los cultivos, especialmente por la posible toxicidad de Al, Fe y Mn, y deficitarios en N, P, Ca y Mg (Estrada, 2001). Dos años después se observó un incremento en el pH, en ambas zonas del terreno y en las parcelas asociadas con los arbustos, llegando hasta 5,93 en la cabecera y 5,69 en la base, lo que estaría relacionado con los tratamientos sembrados, atenuando así dicho problema y que resulta en de gran importancia en la recuperación de dichos suelos.

Materia orgánica (MO). Inicialmente fue mayor en la parte alta (7,3 %) que en la baja (6,6%), atribuible a la extracción que hicieron las plantas para una mayor producción de forraje, la cual es muy significativa determinando la zona de desarrollo del cultivo, la inclinación del terreno y las lluvias pudieron causar pérdida de MO, por lo cual no se debe desestimar estas condición es que si ven se ven favorecidas por la siembra de los SSP, el periodo de tiempo evaluado no determino una atenuación de dichos procesos.

Fósforo (P). La cantidad, antes de la implantación de los arreglos, fue de 4,71 mg/kg en la parte alta y 5,13 mg/kg en la baja. Hubo reducción después de los dos años de trabajo, atribuible a la extracción del forraje, la cual puede llegar a 5 - 60 kg/ha (Guerrero, 1980).

Notas del revisor:

Los resultados de las variables físicoquímicas del suelo dejan un manto de duda sobre si los SSP son extractivos o no. Los valores iniciales versus los valores finales dejan ver que para la mayoría de las variables los valores cambiaron negativamente. Por ejemplo, al final del experimento por la DA al parecer los suelos se compactaron más por tanto retienen menos humedad y afectan el desarrollo radicular, y no tiene sentido cuando existe árboles y arbustos (SSP). Me entra la duda si las muestras tomadas fueron de la forma correcta o si hubo algún problema en laboratorio. Por tanto, para esta parte sugiero lo siguiente:

1. Dejar los resultados de análisis físicoquímico del suelo, solo los del inicio del experimento y mostrarlos como caracterización del área donde se implementaron los arreglos (tratamientos).
2. Esta información deberá ir al incio de los resultados describiendo las particularidades del suelo.
3. Hacer los cambios necesarios en el resto del paper y eliminar por completo todo lo explicado en las variables de análisis de suelos.
4. Centrarse en darle mayor discusión a las variables de producción agronómica y dasométricas.

Conclusiones

A2, A6, A7 y A8 presentaron los mejores indicadores en producción de biomasa (0,88 a 1,44 kg MS/m^2), altura de la planta (1,09 a 1,14 m) y periodo de recuperación (139 días).

Las variables dasométricas de mejor desempeño, como diámetro de copa (1,23m) se observaron en A3 y A6, y el crecimiento fue superior en *T. diversifolia* y *S. angustissima* las cuales superaron 1 m, demostrando su adaptación a esta condición climática.

Se evidenció un efecto notorio de la implementación de los sistemas silvopastoriles sobre el suelo de las praderas de las dos gramíneas, en las cuales el pH y la Densidad Aparente se incrementaron, pero MO, N, P, Nitratos y la porosidad se redujeron, quizá por la mayor extracción de nutrientes en esos sistemas

Bibliografía

Altieri, M., 1997. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. 3rd ed. La Habana Cuba: CLADES, pp. 249.

AOAC (Official Methods of Analysis. Ass.Off.), 1995. Agricultural Chemist. 16thed. Washington, D.C.

Bernal, J., 1994. Pastos y forrajes tropicales. 3rd ed. Bogotá Colombia: Buda, pp. 314.

Burbano, S., Rivera, C., 2006. Valoración nutritiva de los forrajes de papayuelo (*C. aconitifolius*) y botón de oro (T*ithonia diversifolia*) en mezcla con pasto kingrass (*P.hybridum*) para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) durante las fases de crecimiento y engorde. Tesis de pregrado. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

Duran, A., 2000. Propiedades hídricas de los suelos. Cátedra de Edafología. Área de suelos y aguas. Facultad de Agronomía, Universidad de la República.

Estrada, J., 2001. Pastos y Forrajes para el trópico colombiano. 1st ed. Universidad de Caldas, Manizales Colombia, pp. 511.

Gálvez, A., 2007. Sistemas alternativos de alimentación. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. Pasto, Colombia.

Giovannini, G., 1997. The effect of fire on soil quality ñ Physical and chemical aspects. In: Forest fire risk and management. Proceedings of the European School of Climatology and Natural Hazards course, European Commission, pp. 217-248.

Guerrero, R., 1980. Diagnóstico químico de la fertilidad del suelo. Sociedad Colombiana de la Ciencia del suelo. Bogotá, Colombia, pp. 141- 179.

Hernández, I., Milera, M., Simon, L., Hernández, D., Iglesias, J., Lamela, L., Toral, O., Matías, C., Francisco, G., 1998. Avances en las investigaciones en sistemas silvopastoriles en Cuba. En: Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica".

IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.), 2011. Boletín climatológico San Juan de Pasto.

Keller, T., Håkansson, I., 2010. Estimation of reference bulk density from soil particle size distribution and soil organic matter content. Geoderma 154, 398-406.

Márquez, G., 2003. Colombia: un país irrepetible: Introducción a los ecosistemas tropicales. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) y Departamento de Biología. CD – ROOM.

Nakane, K., Tsubota, H., Yamamoto, M., 1987.Simulation of soil carbon cycling following clear cutting in a Japanese red pine forest. Journal of Japanese Forest Society 69, 417-426.

Ponce de León, R., Capurro, M., 1980. Caracterización física de suelos representativos del área granjera Sur. Tesis de pregrado, Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.

Ríos, C., Salazar, A., 1992. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. Buga (Valle): *Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de* Producción Agropecuaria (CIPAV) - Instituto Mayor Campesino (IMCA), Julio – Diciembre.

Rojas, N., Hernández, G., Martínez, A., López, R., Morejón, M., Pazos. R., 1991. Fitotecnia de los pastos. La Habana: Ed. Pueblo y educación, pp. 488.

SAS (Statistical Analysis System.), 2008. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.

Unigarro, A., Insuasty, R., Chávez, G., 2009. Manual de prácticas de laboratorio. Suelos Generales. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia: Editorial Universitaria, pp. 125.

Investigación participante para la restauración agroecológica mediante sistemas silvopastoriles en comunidades campesinas del sur de Colombia

Participatory research for agroecological restoration through silvopastoral systems in rural communities in the Colombian southern

J. Bravo Medina.

Programa de Doctorado en Agroecología,
Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Valle del Cauca, Colombia
jubravom@unal.edu.co.

Resumen

En el programa de Agroecología de la Universidad Nacional de Colombia con apoyo de la Universidad de Nariño se lleva a cabo un estudio que pretende determinar la factibilidad del uso de herramientas de la investigación participativa para promover acciones y procesos de restauración agroecológica en la microcuenca de la quebrada Piedras, municipio de Tangua, región andina del departamento de Nariño, sur occidente de Colombia. Esta región es considerada de importancia estratégica para el departamento en la prestación de servicios ecosistémicos por ser una zona de páramo y alta montaña en el límite de la frontera agrícola donde se creó el Parque Natural Regional Páramo Ovejas-Tauso bajo regulación de la Corporación Autónoma Regional de Nariño-Corponariño y constituye especial interés para los servicios relacionados con la regulación del ciclo hidrológico pues en ella la Empresa de Obras Sanitarias de Pasto (Empopasto), capital de Nariño, mantiene una bocatoma para la conducción de agua de consumo humano para dicha ciudad. El proyecto objetiva la restauración de procesos ecológicos para mejorar y ampliar la oferta de servicios ecosistémicos con énfasis en regulación hídrica, secuestro de carbono, conservación de biodiversidad y polinización, que además pueden presentarse como potenciales fuentes de renta para los actores sociales involucrados. Uno de los tres ejes del proyecto, considerado el principal debido a la vocación ganadera de la zona de estudio consiste en el mejoramiento de la eficiencia del manejo de pasturas mediante prácticas silvopastoriles articuladas al método Voisin. Los ejes complementarios se enfocan en sistemas agroforestales y permapicultura. Se entiende que su implementación amplia permitiría por un lado, el mejoramiento de la oferta de servicios ecosistémicos mediante la creación de corredores biológicos a través de los sistemas silvopastoriles que conectaría reductos de bosque con el páramo, y por otro, la liberación de terrenos para restauración ecológica del mismo. La metodología comprende el uso de herramientas como: Diagnostico Rural Participativo, cartografía social, matrices de problemas y soluciones, intercambios de experiencias, observación participante,

entrevistas semiestructuradas, historia oral y sistematización de experiencias. La investigación se encuentra en fase inicial habiéndose realizado visitas de campo y reuniones con organizaciones de agricultores de la región: Asociación Agropecuaria Piedras, Cabildo Indígena Urcunina y Asociación de Mujeres Víctimas del Conflicto Armado, así como con propietarios y agricultores que no hacen parte de estas organizaciones. Actualmente se encuentra en etapa de diseño e implementación la primera experiencia de manejo Voisin-silvopastoril, en terreno de ocho hectáreas disponibilizado por propietarios, con participación de campesinos y técnicos de las Universidades. Se espera que esta experiencia constituya, además de un proyecto piloto productivo y sostenible, un espacio pedagógico y educativo para la formación, experimentación, aprendizaje e intercambio (faro agroecológico) que facilitaría su apropiación por otros actores locales y la divulgación de las prácticas de la restauración agroecológica mediante sistemas silvopastoriles en la zona de influencia de la Cuenca del Río Bobo, que comprende tres municipios (Pasto, Tangua y Yacuanquer) y de la que la microcuenca de la quebrada Piedras hace parte.

Palabras clave: *Diagnostico rural participativo, servicios ecosistémicos, biomas de páramo y alta montaña, Voisin-silvopastoril.*

Abstract

A study is being carried out in the Agroecology Program of the National University of Colombia with support of the Nariño University, aiming to determine the feasibility of using tools of participatory research to promote actions and processes of agroecological restoration in the micro-basin of the Piedras creek, municipality of Tangua, Andean region of the department of Nariño, south-west of Colombia. This place has been considered strategic in its provision of ecosystem services for the region, as it is an area of páramo and high mountains in the limit of the agricultural frontier, and in which the Páramo Ovejas-Tauso Regional Natural Park was created under the regulation of Regional Autonomous Corporation of Nariño-Corponariño. Furthermore, this area is of special interest for services related hydrological cycle regulation, since the Sanitary Works Company of Pasto-Empopasto, Nariño's capital, created a water intake for human consumption for Pasto city. The project aims to restore ecological processes to improve and expand the supply of ecosystem services with an emphasis on water regulation, carbon sequestration, biodiversity conservation and pollination, which can also be potential sources of income for the social actors involved. The project explores three axes. Due to the high level livestock farming in the study area, the main axis studies the improvement of pasture management efficiency through silvopastoral practices articulated to the Voisin method. The complementary axes focus on agroforestry systems and permapiculture.

We understand that a broad implementation of those practices will allow, on the one hand, the improvement for suppling ecosystem services through the creation of biological corridors through the silvopastoral systems that will connect patches of forest reserves with the páramo forest, and on the other hand, the release of land for its ecological restoration. The methodology includes the use of tools such as Participatory Rural Diagnosis, social cartography, problems and solutions matrices, exchanges of experiences, participant observation, semi-structured interviews, oral history and systematization of experiences. The research is currently in its initial phase. We have conducted field visits and meetings with farmers' organizations in the region: Asociación Agropecuaria Piedras, Cabildo Indígena Urcunina and Asociación de Mujeres Victimas del Conflicto Armado, as well as with owners and farmers who are not part of these organizations. The first Voisin-silvopastoral management experience is currently in the design and implementation stage, in an eight-hectare plot of land ceded by the owners and involving the farmers and scientists from universities. We hope that this experience will not only constitute a beneficial and sustainable pilot project, but a pedagogical and educational space for training, experimentation, learning and exchange (agroecological lighthouse), too. This would facilitate the appropriation and dissemination of agroecological restoration through silvopastoral systems by other local actors in the influence area from Bobo River basin, which comprises three municipalities (Pasto, Tangua and Yacuanquer) and of which the Piedras creek micro-basin is part.

Keywords: *Participatory rural diagnosis, ecosystem services, páramo and high mountain biomes, Voisin-silvopastoral.*

Cattle production in silvopastoral systems compared to monoculture pasture in the Brazilian Cerrado

Produção de gado de corte em sistemas silvipastoris em comparação a pastagem em monocultivo no Cerrado brasileiro

R. G. Almeida[1]; E. M. Almeida[2]; R. C. Gomes[1]; F. V. Alves[1]; V. A. Laura[1]; M. C. M. Macedo[1]; G. F. Costa[3]; A. P. Mastelaro[4]; D. J. Bungenstab[1]*

[1]Embrapa Beef Cattle,
*roberto.giolo@embrapa.br;
[2]Federal University of Mato Grosso do Sul;
[3]State University of Mato Grosso do Sul;
[4]Federal University of Paraná.

Abstract

Adoption of silvopastoral systems (SS) in Brazil has been stimulated in the last decade. This work aimed to evaluate beef production under SS with eucalyptus using densities of 178 and 441 trees per ha and to compare it to a traditional monoculture Piatã grass pasture (PM) in the Brazilian Cerrado. Shading caused by the two tree densities, in the third year of the systems implementation did not cause changes neither on forage mass nor on its nutritive value. As consequence, results show that both SS did not differ from the PM for beef cattle production in the period studied, allowing better thermal comfort for grazing cattle, besides wood production and greenhouse gases mitigation.

Keywords: *Integrated systems, Piatã grass, thermal comfort, wood production*.

Resumo

Na última década, tem sido estimulada a adoção de sistemas silvipastoris (SS) no Brasil. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de gado de corte em SS com eucalipto em densidades de 178 e 441 de árvores por ha em comparação a uma pastagem de capim-piatã em monocultivo (PM), no Cerrado brasileiro. O sombreamento imposto pelas duas densidades de árvores, no terceiro ano de implantação dos sistemas, não causou alteração na massa de forragem e no seu valor nutritivo e, consequentemente, os SS não diferiram da PM para produção de gado de corte, além de possibilitarem melhor conforto térmico aos animais em pastejo, produção de madeira e mitigação de gases de efeito estufa.

Palavras-chave: *Capim-piatã, conforto térmico, produção de madeira, sistemas integrados.*

Introduction

Silvopastoral systems have been adopted in all regions of Brazil with different forestry species and spatial and temporal arrangements. The most common design is using eucalyptus species with densities ranging from 150 to 350 trees per hectare (Almeida et al., 2013). In the last decade, the Brazilian government has encouraged adoption of these systems through the Plan for Low Carbon Agriculture or ABC Plan. This is one of the official strategies to mitigate greenhouse gases emissions from the agricultural sector, being also possible to produce carbon neutral beef (Alves et al., 2017). These systems provide natural shade, a cheap and efficient way to minimize adverse effects of hot climate on animal production in the tropics. It leads to farm produce diversification and extra revenue through professional livestock and forestry farming. The state of Mato Grosso do Sul (MS), located in Central Brazil, stands out with the largest area covered by integrated systems in the country, comprising about two million hectares, being 16% of which silvopastoral/agroforestry systems (Rede de Fomento, 2017). Most of these systems are in the Cerrado biome. Similar initiatives exist also in the eastern zone of Paraguay (Almeida, 2017). Silvopastoral systems with a focus on cattle ranching have spatial arrangements with lower tree density, in order to reduce shading and allow for satisfactory forage production (Oliveira et al., 2014), while those with focus on forestry have higher tree density arrangements. In this context, an experiment was carried out in a commercial farm in the Cerrado biome of MS to evaluate two silvopastoral systems with eucalyptus using densities of 178 and 441 trees per ha and to compare them against a Piatã grass monoculture regarding beef cattle production.

Materials and methods

A trial was carried out at a technological reference unit (URT) of Embrapa Beef Cattle, the Fazenda Boa Aguada, located in the municipality of Ribas do Rio Pardo, MS (latitude 20º19 'S, longitude 53º17' W and altitude of 499 m) from April 2017 to July 2018. The climate, according to Köppen classification, is in the transition zone between Cfa and humid tropical Aw, with hot-rainy summers.

Experimental plots were established in December 2015, being: (PM) monoculture pasture with *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã under full sun, (SS1) silvopastoral system with *U. brizantha* cv. BRS Piatã and a single row of eucalyptus (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, clone I144) in an arrangement

of 28m between rows and 2m between trees in the row, resulting in tree density of 178 trees per ha; (SS2) silvopastoral system with *U. brizantha* cv. BRS Piatã and triple rows of eucalyptus in arrangement of 28m between tree alleys, 3x2 m between trees in the alleys resulting in tree density of 441 trees per ha. Tree rows were planted in northwest alignment, following terrain level. Tree heights (H; m) were measured with clinometer and diameter at breast height (DBH; cm) with a caliper in August 2018, when trees were in average 2.7 years old. These data were used to calculate volume of wood produced (V, m^3). The Mean Annual Increment (MAI; m^3 ha^{-1} $year^{-1}$) was calculated dividing volume (V) by trees age.

Site soil was characterized as Quartzarenic Neosol, presenting sand contents of 90 to 91%, silt of 6 to 7% and clay of 3 to 4%. Results of soil analysis from the treatments, collected in April-May 2018 can be observed in Table 1.

Table 1. Phosphorus (P) and potassium (K) contents through $Mehlich^{-1}$, base saturation (V) and total carbon content (C) of the 0-30 cm depth layers of the treatments: monoculture pasture (PM), silvopastoral system with 178 trees per ha (SS1) and silvopastoral system with 441 trees per ha (SS2).

System	**PM**			**SS1**			**SS2**		
Depth (cm)	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
P (mg dm^{-3})	11.3	5.1	5.1	9.1	6.1	5.7	10.7	4.7	3.7
K (mg dm^{-3})	11	11	10	11	9	7	10	9	5
V (%)	42	37	23	15	16	16	23	25	20
C (%)	0.56	0.50	0.31	0.55	0.47	0.47	0.58	0.44	0.43

Each paddock had 4.01 ha, equipped with water and dry feeding troughs. Paddocks were managed under continuous grazing and variable stocking rates. Stocking rate adjustments were made at animal weightings. Nellore steers were used for all systems. Each paddock hosted three test-animals and a variable number of extra animals, added according to forage mass available, following recommendations from Machado and Kichel (2004). In the growing phase, grazing animals received water *ad libitum* and a dry supplement (minerals+protein+energy) at rate of 0.2% of live weight (LW). Finishing animals received water *ad libitum* and protein-energy dry supplement at rate of 1.2% of live weight (LW). Animals were weighed individually, without previous restriction to food and water. For growing animals, weightings were carried out on 05th April, 25th May, 18th July, 19th September and 30th November 2017 and, at the finishing phase, weightings were carried out on 20th February, 13th April, 23th May and 12th July 2018. Animals were surgically castrated by end of February 2018. Weighting data

were used to calculate average daily weight gain (ADG; kg day^{-1}), stocking rate (SR, animal unit, AU ha^{-1}) and animal weight gain per hectare (AWG; kg ha^{-1}).

Forage evaluations for the growing phase were carried out on 17th May, 05th July, 30th August, 01st November and 07th December 2017 and, at finishing, on 09th April, 10th May and 05th July 2018. Evaluations were done on two transects per paddock perpendicular to tree rows. In each transect, five equidistant points (A, B, C, D and E) were defined, totaling 10 samples per paddock. For such, A and E were 2 m from the tree lines and C was the intermediate position between tree rows, considering the border row on the triple line arrangement. At each point, in a sampling area of 1.0 m^2, measurements were made for sward height and forage mass. Forage harvest was performed close to soil, with a brush cutter. The cut grass was weighed and composite samples were formed for each paddock point. Composite samples were sorted manually as leaf blade, stem (stem + sheath) and dead material. These fractions were dried in a forced air circulation oven at 65ºC and weighed afterwards. The leaf blade fraction was crushed in a mill using 1 mm sieve. Nutritive value of this fraction was analyzed using infrared light reflectance spectroscopy (NIRS), according to Marten et al. (1985), for crude protein (CP; %) neutral detergent fiber (NDF), and *in vitro* digestibility of organic matter (IVDOM; %).

Measurements of photosynthetically active radiation (PAR; µmol m^{-2} s^{-1}) were performed with readings in the morning prior to forage cutting, with a portable ceptometer (model 197 AccuPAR-LP 80) at the top of forage sward. Evaluations of microclimatic parameters were performed simultaneously in the three systems during three consecutive days in the months of June and July 2018 (dry season), at 8:00, 11:00 and 17:00 according to Karvatte Jr. et al. (2016). Parameters evaluated were: air temperature (Ta; ºC), dew point temperature (Tpo; ºC), black globe temperature (Tgn; ºC), relative air humidity (RH; %) and wind speed (WS; m s^{-1}). From these, Temperature-Humidity Index (THI; Thom, 1958) and Black Globe Humidity Index (BGHI; Buffington et al., 1981) were calculated for each system.

The experimental design was complete randomized blocks, in a 3 x 2 x 2 factorial scheme, being three systems (PM, SS1 and SS2), two phases of cattle rearing (growing and finishing) and two seasons (rainy and dry), with two replicates. Data were submitted to analysis of variance, and means were compared by the Tukey test at 5% probability. Analyzes were performed using the statistical application SISVAR version 5.6.

Results and discussion

For forage mass there was no effect of system, rearing phase and season, as well as there was no effect of interaction among these factors. There was an effect of rearing phase and season on forage sward height.

The proportion of shading observed in the silvopastoral systems in relation to monoculture pasture for growing and finishing phases was 25 and 30%, respectively. As a whole, *Urochloa* spp. have satisfactory yields under shading levels up to 30-35% (Andrade et al., 2004; Paciullo et al., 2007).
The decrease in PAR was not sufficient to influence forage sward height (mean of 35.48 cm) and forage mass (mean of 2,859 kg ha^{-1}). These values fit in the recommendations for this cultivar managed under continuous grazing (Costa and Queiroz, 2017). Although no difference was observed in forage mass, grass height was higher in the finishing phase (42.59 cm) than in the growing phase (30.14 cm), possibly due to the supply of higher amounts of supplement in the finishing phase, with depressive effect over forage intake, bearing in mind that in this phase, stocking rate was higher. It was also higher, as expected, in the rainy season (40.33 cm) than in the dry season (29.01 cm), typical for this time of year, with higher availability of growth factors like light and temperature.

The CP content of Piatã grass was influenced by the interaction between rearing phase and season (Table 2).

Urochloa spp. under shading tend to show higher CP contents compared against full sun production, especially when closer to the tree ranks, between 7 and 10 m (Paciullo et al., 2007; 2011). However, 28 m distance between tree rows as used in this trial might have been large enough to minimize or even suppress this expected effect at the third year of the system's implementation.

In the rainy season, no difference was observed in the CP content of the pasture for the two rearing phases. However, in the dry season, CP content was higher in the growing than in the finishing phase. In the growing phase, the CP content was higher in the dry season due to out-of-season rainfall and grass regrowth.

Table 2. Crude protein contents (%) of Piatã grass in two phases of cattle rearing (growing and finishing) and two seasons (rainy and dry).

Season	**Phase**		**MSE**	***P value***
	Growing	**Finishing**		
Rainy	11.86^{Ba}	10.70^{Aa}	0.77	0.052
Dry	16.27^{Aa}	9.24^{Ab}		

Means followed by the same capital letter in the columns, and small letters in the lines do not differ by the Tukey test at 5% probability. MSE: mean standard error. *P value*: probability of significant effect.

Regarding NDF content and the IVDOM of Piatã grass, they were influenced by the rearing phase (Table 3). During the growing phase of animal rearing, a better forage nutritional value was observed, with lower NDF content and higher IVDOM compared to the finishing phase, which may be associated with higher pasture height at this last phase, which leads to lower nutritive value.

Table 3. Neutral detergent fiber (NDF) content and *in vitro* digestibility of organic matter (IVDOM) of leaf blade in piatã grass pasture for two phases of cattle rearing (growing and finishing).

Content	Phase		MSE	*P value*
	Growing	Finishing		
NDF (%)	69.51[b]	70.97[a]	0.409	0.017
IVDOM (%)	66.97[a]	60.42[b]	1.681	0.010

Means followed by the same small letters in the lines do not differ by the Tukey test at 5% probability. MSE: mean standard error. *P value*: probability of significant effect.

Since forage mass and its nutritive value were not influenced by different systems, animal production variables, ADG, AWG and SR, followed the same pattern. Oliveira et al. (2014) assessed silvopastoral systems with eucalyptus planted with 22 m and 14 m between tree rows, using Piatã grass, also in the third year of the systems. There, in regards to animal performance, they observed that the silvopastoral system with larger distance between tree rows did not differ from the monoculture Piatã grass pasture.

In the present work, there was an interaction effect of the rearing phase *vs.* season over ADG (Table 4). In the growing phase, ADG was higher in the rainy season than in the dry season, as expected due to the seasonality of forage production. However, in the finishing phase, there was no difference in the ADG, since animals were castrated during the rainy season, with negative impact on this variable. Therefore, in the rainy season, ADG observed in finishing phase was low than for growing phase.

For AWG, there was no difference among systems, with a cumulative value of 178 kg ha^{-1} during the entire rearing period (growing + finishing). However, during the rainy season AWG was higher than that of the dry season, with values of 55.51 kg ha^{-1} and 26.35 kg ha^{-1}, respectively.
There was effect of phase of rearing and season over stocking rate, being 1.10 AU ha^{-1} for the growing phase and 1.91 AU ha^{-1} for finishing and 1.04 AU ha^{-1} in the dry season and 1.62 AU ha^{-1} in the rainy season.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Table 4. Average daily gain (kg day^{-1}) in Piatã grass pasture for two phases of cattle rearing (growing and finishing).

Season	Phase		MSE	*P value*
	Growing	Finishing		
Rainy season	0.972^{Aa}	0.475^{Ab}	0.115	0.0018
Dry season	0,310^{Ba}	0,489^{Aa}		

Means followed by the same capital letter in the columns, and small letters in the lines do not differ by the Tukey test at 5% probability. MSE: mean standard error. *P value*: probability of significant effect.

In the months of June and July (dry season), higher values for Ta, THI and BGHI were observed at 11:00 (GWM, -04:00) in monoculture pasture. According to Hahn and Mader (1997), these values are not compatible with those expected for a comfortable environment, even for cattle breeds considered heat tolerant, such as the zebu used in this work. In the shade, in both months, the lowest values for Ta, THI and BGHI were obtained in systems with trees (Table 5).

Table 5. Microclimatic and thermal comfort indexes for cattle systems with monoculture pasture (PM), silvopastoral with 178 trees ha^{-1} (SS1) and silvopastoral with 441 trees ha^{-1} (SS2), data read under full sun and shade.

Month	System	Day time	Full sun			Shade		
			Ta (°C)	THI	BGHI	Ta (°C)	THI	BGHI
June	PM	08:00	29.5	76	81	--	--	--
		11:00	34.5	88	87	--	--	--
		17:00	26.8	75	76	--	--	--
	SS1	08:00	27.1	74	78	25.1	72	73
		11:00	32.8	80	83	29.3	76	78
		17:00	24.2	72	74	25.2	73	73
	SS2	08:00	27.2	74	77	22.1	69	69
		11:00	33.3	80	82	29.4	76	79
		17:00	25.4	73	73	25.1	73	74
July	PM	08:00	28.1	76	81	--	--	--
		11:00	36.0	83	89	--	--	--
		17:00	28.2	75	75	--	--	--
	SS1	08:00	27.4	74	78	23.8	70	72
		11:00	32.7	80	85	30.5	77	78
		17:00	27.9	74	74	27.4	74	75
	SS2	08:00	27.5	75	78	23.6	70	70
		11:00	31.9	79	82	30.7	77	78
		17:00	27.2	74	74	27.1	74	75

Ta: environment temperature; THI: temperature-humidity index; BGHI: black globe humidity index.

Regarding the forestry component in the silvopastoral systems, SS1 had trees with a mean DBH of 14.1 cm, mean height of 15.3 m and MAI of 6.4 m^3 ha^{-1} year^{-1}, while SS2 had trees with a mean DBH of 12.4 cm, mean height

of 16.1 and MAI of 13.5 m^3 ha^{-1} $year^{-1}$, so that no differences were observed in DBH and trees height, only higher MAI for the SS with higher tree density. Higher wood yields can improve farm revenues (Pereira et al., 2018) as well as to mitigate or even neutralize greenhouse gases emitted by grazing cattle, being possible to produce carbon neutral beef, as demonstrated by Almeida et al. (2016) in another trial conducted on the same farm.

Conclusions

Silvopastoral systems with eucalyptus at densities of 178 and 441 trees per hectare in the third year of implementation in the Brazilian Cerrado did not differ from a monoculture pasture in regards to forage mass production and its nutritive value, as well as for beef cattle yields, in addition to providing better thermal comfort to animals, producing wood and mitigating greenhouse gases.

References

Almeida, R.G. 2017. Integración agrícola-ganadera-forestal con enfoque al ganado de carne. In: 25º Congreso CEA, Asunción, PY, pp. 117-144.

Almeida, R.G., Andrade, C.M.S., Paciullo, D.S.C. et al. 2013. Brazilian agroforestry systems for cattle and sheep. Tropical Grasslands, Forrajes Tropicales, v. 1, pp. 175-183.

Almeida, R.G., Gomes, R.C., Silva, V.P. et al. 2016. Carbon Neutral Brazilian Beef: testing its guidelines through a case study. In: II International Symposium on Greenhouse Gases in Agriculture, 2016, Campo Grande, MS. Proceedings... Campo Grande, MS, Embrapa Gado de Corte, pp. 277-281.

Alves, F.V., Almeida, R.G., Laura, V.A. 2017. Carbon Neutral Brazilian Beef: a new concept for sustainable beef production in the tropics. Brasília, DF, Embrapa, Documentos, 243, pp. 36.

Andrade, C.M.S., Valentim, J.F., Carneiro, J.C. et al. 2004. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, pp. 263-270.

Buffington, D.E., Collazo Arocho, A., Canton, G.H. et al. 1981. Black globe humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. Transactions of The Asae, v. 24, pp. 711-714.

Costa, J.A.A., Queiroz, H.P. 2017. Régua de manejo de pastagens: edição revisada. Campo Grande, MS, Embrapa Gado de Corte, Comunicado Técnico, 135, pp. 7.

Hahn, G.L., Mader, T.L. 1997. Heat waves in relation to thermoregulation, feeding behavior and mortality of feedlot cattle, Minneapolis. St. Joseph, ASAE. Proccedings of the international livestock environment symposium, pp. 563-567.

Karvatte Jr., N., Alves, F.V., Klosowski, E.S. et al. 2016. Microclima e índices de conforto térmico em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS, Embrapa Gado de Corte, Documentos, 225, pp. 40.

Machado, L.A.Z., Kichel, A.N. 2004. Ajuste de lotação no manejo de pastagens. Dourados, MS, Embrapa Agropecuária Oeste, Documentos, 62, pp. 55.

Marten, G.C., Shenk, J.S., Barton II, F.E. 1985. Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS), analysis of forage quality. Washington: USDA, ARS, Agriculture Handbook, 643, pp. 110.

Oliveira, C.C., Villela, S.D., Almeida, R.G. et al. 2014. Performance of Nellore heifers, forage mass, and structural and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* grass in integrated production systems. Tropical Animal Health and Production, v. 46, pp. 167-172.

Paciullo, D.S.C., Carvalho, C.A.B., Aroeira, L.J.M. et al. 2007. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, pp. 573-579.

Paciullo, D.S.C., Gomide, C.A.M., Castro, C.R.T. et al. 2011. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, pp.1176-1183.

Pereira, M.A., Costa, F.P., Almeida, R.G. 2018. Is the “F Word” an option for Brazilian farmers? The place of forestry in future integrated farming systems. International Journal of Agricultural Management, v. 6, pp. 134-140.

Rede de Fomento ILPF. 2017. ILPF em números: região 06, MS, SP e PR. Brasília, DF, Embrapa, pp. 16.

Souza, A., Pavão, H.G., Gabas, S.G. et al. 2010. Modelo de Thom para zoneamento bioclimático de Mato Grosso do Sul. Revista de Geografia Norte Grande, v. 46, pp. 137-147.

Thom, E.C. 1958. Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating. Transaction of the American Society of Heating, v. 55, n. 7, pp. 65-72.

Valoración nutricional de dos especies arboreas forrajeras altoandinas *Gynoxys campii y Monticalia andicola* para la alimentación animal.

Nutritional assessment of two species of high Andean forage trees *Gynoxys campii* and *Monticalia andicola* for animal feed.

G. Cardona Martínez; E. Apráez Guerrero; A. Gálvez Cerón.

Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias,
mailto:eapraez@gmail.com

Resumen

El objetivo fue la determinación del contenido nutricional y antinutricional, prueba de digestibilidad de las especies salbuena (*G. campii)* y puliza (*M. andicola);* prueba de comportamiento con la inclusión de suplementos (concentrado y harinas), así como su beneficio económico en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus).* El estudio se realizó en el municipio de Cumbal, departamento de Nariño, Colombia, a una altura promedia de 3.050 msnm, con temperatura media de 10°C y precipitación anual promedia de 951 mm. En los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño se realizaron los análisis de las diferentes fracciones: materia seca, proteína bruta, extracto etéreo, ceniza, FDN, FDA, energía y minerales. Mediante un diseño irrestrictamente al azar se evaluó el consumo y la digestibilidad de los componentes nutritivos. Los tratamientos a comparar fueron: T0: forraje de pasto brasilero *(Phalaris tuberosa*), T1: forraje de *G. campii*, T2: forraje de *M. andicola;* cada tratamiento se replicó 5 veces, un cuy macho con peso entre 900 y 1000 g constituyó una réplica. La harina obtenida de las arbustivas se valoró en una prueba de comportamiento animal, para ello se emplearon 80 cuyes machos con pesos entre 340 y 440g, alojados en 20 compartimentos de 10 jaulas, 4 cuyes por compartimento, para un total de 20 unidades experimentales. Bajo un diseño irrestrictamente al azar se evaluó el consumo, ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad; se probaron 5 tratamientos: T0: forraje de pasto brasilero, T1: forraje de pasto brasilero + concentrado comercial, T2: forraje de pasto brasilero + harina de *M. andicola*, T3: forraje de pasto brasilero + harina de *G. campii*, T4: forraje de pasto brasilero + harina de *M. andicola* y *G. campii* (50% y 50%). La especie *M. andicola* fue la que presentó mejor contenido nutricional, con porcentajes proteína de 15% y energía de 499 KcalEB/100g, mayor digestibilidad de la materia seca, 79,04% (P<0,01), pero menor consumo de forraje, 30,28 g/animal/día (P<0,1), debido quizá a su contenido de fenoles y esteroles. La inclusión de harina de esta especie en la dieta (T2) de los cuyes mejoró el consumo de materia

seca, 64,94 g/día (P<0,01), la ganancia de peso, 7,65 g/animal/día (P<0,01) y la conversión alimenticia de 8,51; inferiores a T1 que fueron de 65,82 g/día, 9,43 g/animal/día y 7,0 respectivamente. Solamente se observó una mortalidad del 6.25% en T0 y T2, atribuible a un ataque localizado de ectoparásitos. El valor de nutrientes digestibles totales de *M. andicola* (71%) fueforraj apropiado para los cuyes en crecimiento y engorde, condiciones que hacen de esta especie un forraje promisorio para la alimentación del cuy. La elaboración de las harinas incrementaron los costos de alimentación, debido a su elaboración artesanal, que repercutió en una menor rentabilidad en T2, T3 y T4 (1,48, 4,52 y 5,51% respectivamente) frente a 30,77% de T1.

Palabras clave*: Bromatología, comportamiento productivo, Cavia porcellus, digestibilidad.*

Abstract

The nutritional and antinutritional content, digestibility of the species salbuena (G. campii) and polish (M. andicola) were evaluated; behavioral test with the inclusion of supplements (concentrate and flours), as well as the economic benefit in feeding guinea pigs (Cavia porcellus). The study was conducted in the municipality of Cumbal, department of Nariño, Colombia, at an average height of 3,050 meters above sea level, with an average temperature of 10 ° C and average annual rainfall of 951 mm. In the specialized laboratories of the University of Nariño, the components were analyzed: dry matter, crude protein, ether extract, ash, NDF, FDA, energy and minerals. Through an unrestricted random design, the consumption and digestibility of the nutritional components were evaluated. The treatments to be compared were: T0: forage of Brazilian grass (Phalaris tuberosa), T1: forage of G. campii, T2: forage of M. andicola; each treatment was replicated 5 times, a male guinea pig weighing between 900 and 1000 g constituted a replica. The flour obtained from the shrubs was evaluated in an animal behavior test, for which 80 male guinea pigs with weights between 340 and 440g were used, housed in 20 compartments of 10 cages, 4 guinea pigs per compartment, for a total of 20 experimental units. With an unrestricted random design, the consumption, weight gain, feed conversion and mortality were evaluated; 5 treatments were evaluated: T0: Brazilian grass fodder, T1: Brazilian grass fodder + commercial concentrate, T2: Brazilian grass fodder + M. andicola flour, T3: Brazilian grass fodder + G. campii flour, T4: Brazilian grass fodder + flour from M. andicola and G. campii (50% and 50%). The species M. andicola had better nutritional content, with protein percentages of 15% and energy of 499 KcalEB / 100g, greater dry matter

digestibility, 79.04% (P <0.01), but lower forage consumption, 30.28 g/animal/day (P <0.1), perhaps due to its content of phenols and sterols. The inclusion of flour of this species in the diet (T2) of the guinea pigs improved the consumption of dry matter, 64.94 g/day (P <0.01), the weight gain, 7.65 g/animal/day (P <0.01) and feed conversion of 8.51; lower than T1 which were 65.82 g/day, 9.43 g/animal/day and 7.0 respectively. Only mortality of 6.25% in T0 and T2 was observed, attributable to a localized attack of ectoparasites. The value of total digestible nutrients of M. andicola (71%) was appropriate for guinea pigs growing and fattening, conditions that make this species a promising forage for guinea pig feeding. The elaboration of the flours increased the feeding costs, due to its artisan elaboration, which produced a lower profitability in T2, T3 and T4 (1.48, 4.52 and 5.51% respectively) compared to 30.77% of T1

Keywords: *Bromatology, productive behavior, guinea pig, digestibilityanima*

Consumo de ocho plantas leñosas por cabras en una región silvopastoril de la mixteca poblana, México

Intake of eight woody plants by goats in a silvopastoral region of the Mixteca, Puebla, Mexico

*J. Hernández Hernández[1]; J. del C. Rodríguez Castillo[1]; E.L. Rodríguez Castañeda[1]; E. Pérez Ruiz[1]; M. Carmona Victoria[1]; V. Candía Zavaleta[2]

[1]Grupo de Investigación "Zootecnia y Bienestar Animal" de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la BUAP, México.
[2]Tesista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la BUAP, México.
*Correo electrónico: ovichiv05@yahoo.com

Resumen

Las plantas leñosas en especial los árboles leguminosos juegan un importante rol en la alimentación de cabras en México, partes como hojas, flores y frutos las convierten en una biomasa forrajera, este tipo de forraje encontrado en los sistemas silvopastoriles se logra cosechar directamente de las ramas o de las partes deciduas del árbol en la época de seca; de esta forma, el follaje caído de las plantas leñosas mezclado con otros fragmentos (vainas frutos secos), se convierten en el heno natural que consume este pequeño rumiante en ambiente natural o silvopastoril. El objetivo del trabajo fue: identificar el consumo de ocho plantas leñosas por cabras en una región silvopastoril de la Mixteca Poblana en México. La evaluación comprendió cinco unidades de producción caprina de tipo familiar de las comunidades de Tehuaxtla y Maninalcingo, cinco cabras fueron marcadas para identificar y medir los fragmentos capturados por los bocados/h del componente leñoso estudiado por el método de observación directa, y los resultados fueron analizados con la prueba de Duncan simple (ANAVA) durante el periodo de estudio. Las plantas leñosas consumidas fueron: *Pithecellobium acatlense*, *Acacia pennatula*, *Pithecellobium dulce*, *Haemotoxylum brasilett, Ceiba parvifolia*, *Senna wislizenni. Var. Prenglei. Acacia bilimekii McBridevar.robusta* y *Amelanchir denticulata*. El 75% correspondió a la familia de las leguminosas; la hoja como parte principal de la planta fue consumida 86.6% por las cabras, se encontró diferencias significativas ($p<0.05$) de $39,0^a$ y $9,5^b$ para hoja y fruto respectivamente en los bocados dados a barba de chivo (*Pithecellobium acatlense*), de las 8 plantas consumidas por las cabras en la región silvopastoril de la mixteca poblana de México.

Palabras clave: *Leñosas, alimentación, caprinos, forraje.*

Abstract

Woody plants, especially leguminous trees, play an important role in the feeding of goats in Mexico, parts such as leaves, flowers and fruits turn them into a forage biomass, this type of forage found in silvopastoral systems can be harvested directly from the branches or of the deciduous parts of the tree in the dry season; In this way, the fallen foliage of the woody plants mixed with other fragments (dried fruit pods), become the natural hay intake by this small ruminant in a natural or silvopastoral environment. The objective of the work was: to identify the consumption of eight woody plants by goats in a silvopastoral region of the Mixteca Poblana in Mexico. The evaluation included five family-type goat production units from the communities of Tehuaxtla and Maninalcingo; five goats were tagged to identify and measure the fragments captured by the bites / h of the woody component studied by the direct observation method, and the results were analyzed with the simple Duncan test (ANAVA) during the study period.

The woody plants intake was: *Pithecellobium acatlense, Acacia pennatula, Pithecellobium dulce, Haemotoxylum brasilett, Ceiba parvifolia, Senna wislizenni. Var. Prenglei, Acacia bilimekiiMcBridevar.robusta and Amelanchir denticulata*. 75% appertain to the family of legumes; the leaf as main part of the plant was consumed 86.6% by the goats, significant differences were found ($p < 0.05$) of 39.0^{a} and 9.5^{b} for leaf and fruit respectively in the bites given to goatee (*Pithecellobium acatlense*), of the 8 plants consumed by goats in the silvopastoral region of the Mixteca population of Mexico.

Keywords: *Woody, feeding, goats forage.*

Introducción

Las plantas son la clave de la vida que existe en la tierra, sin ellas muchos organismos vivientes desaparecerían, pues las formas de vida superior dependen directa o indirectamente de ellas para alimentarse (Hodgson y Illius, 1996; Hernández *et al*., 2013). Existe en nuestro medio una serie de especies forrajeras que pueden estar disponibles en los sistemas productivos y que presentan características de calidad nutritiva, de disponibilidad, de producción de biomasa y de versatilidad agronómica, representando así un excelente potencial para mejorar la calidad alimenticia e incrementar la producción de estos animales (Salazar, 2015). El uso de las plantas leñosas en los sistemas de producciones agropecuarias, donde existe escasez de lluvias y recursos importados, este componente es esencial para la alimentación y producción caprina (Hernández *et al*., 2013). La planta cuenta con partes fundamentales que la componen como: hojas, flores y frutos (vainas) en el caso de las leguminosas, las cuales son altamente

valiosas desde el punto vista nutricional para los rumiantes menores (Hernández, 2006).

Rincón (2011), señala la importancia de las leguminosas arbóreas para las ganaderías ubicadas en zonas de vida de bosque seco tropical, tomando en cuenta que la utilización racional y estratégica de los recursos forrajeros no sólo mejora el desempeño productivo de los animales, sino que también contribuye a la conservación del ambiente de la ganadería en general. Según FAO (2007), el nuevo enfoque pastoril es que los sistemas agroforestales son parte importante de estos procesos de cambio de la ganadería hacia sistemas más amigables con la naturaleza; de ahí, que la estrategia es desarrollar sistemas silvopastoriles (SSP) que incrementan la productividad de las fincas ganaderas, mientras se liberan terrenos para el establecimiento de bosque secundario o plantaciones forestales.

En México, especialmente en la Mixteca poblana se cuenta con un potencial forrajero de tipo leñoso, desconociéndose los fragmentos de la planta más consumidas del componente leñoso en esa región Mixteca; por lo cual, el objetivo de este trabajo es: conocer el consumo de ocho plantas leñosas y sus partes por cabras en una región silvopastoril de la Mixteca Poblana en México.

Materiales y Métodos

Las distintas evaluaciones fueron realizadas en las comunidades de Tehuaxtla y Maninalcingo, localizadas en el municipio de Piaxtla, en la región silvopastoril determinada como la Mixteca Poblana al sur de la provincia de Puebla en México. La región de estudio, se ubica en los paralelos 17°59’ 00’’ 18°12’ 30’’ latitud norte, con 98°10’ 54’’ 98°21’ 36’’ longitud occidente (Inegi, 2010), con una altitud de 1180 msnm y con una precipitación pluvial de 350 a 800 mm. Presentan selva baja caducifolia-espinosa y xerófita, matorral con izotes y vegetación de tipo arbóreo-arbustiva; además, de localizarse pequeñas áreas de bosque de encino y pastizales. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano y semiseco muy cálido en época de seca, alcanzando una temperatura promedio de 23°C. Se utilizaron seis unidades de producción familiar (UPF) caprinas (Tabla 1), donde cinco cabras/UPF se marcaron (número pintado a los costados de la cabra) para observar su ramoneo, captura de las plantas por grupo de especie y partes consumidas.

Tabla 1. Unidades de producción familiar (UPF) que comprendieron cinco cabras para la captura de las plantas y partes consumidas en el área silvopastoril de estudio.

Número de unidades	Nombre de la UPF	Comunidad a la que pertenece
1	"Cinco de oros"	Tehuaxtla
2	"As de Espadas"	Tehuaxtla
3	"La Cañada"	Tehuaxtla
4	"El Jagüey"	Maninalcingo
5	"Tlacolole"	Maninalcingo
6	"El Tlaxistle"	Maninalcingo

Los diferentes grupos de especie de las plantas leñosas consumidas por parte de los caprinos, fueron recolectados de los diferentes sitios de cosecha (UPF), donde se tomaron ramillas (20 a 25 cm) que comprendieron hojas, flores y frutos; se obtuvieron con una tijera de corte para jardín, además; se tomaron fotografías de las plantas leñosas estudiadas como evidencia del trabajo de estudio. Se identificaron por nombre común para colocarse en una tabla-prensa para su transportación e identificación herbolaria (caracterización taxonómica y resguardo botánico). Todos los materiales (plantas y partes) fueron identificados en el herbario de la Facultad de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Durante el tiempo de estudio se apoyó con un pastor-guía, individuo clave e importante para la identificación de las plantas (nombres comunes o vernáculos) y sus partes consumidas de los grupos de especies leñosas recolectados. El tiempo de pastoreo, se realizó de 8:00 am a 14:00 pm, donde las cinco cabras marcadas se observaron de forma directa (método *in situ*), en sus bocados dados a la planta y sus partes consumidas. Posteriormente, las cabras fueron retornadas y se resguardaron por la noche en los corrales de sus unidades de producción. Se aplicó estadística descriptiva para analizar la especie, planta y la parte consumida, el componente leñoso consumido, el número de bocados/hora/especie de planta y los bocados/hora/partes de la planta. Se evaluó por prueba de Duncan simple (ANAVA), todo esto con el paquete SPSS 10.0 para Windows. La duración del estudio, abarco los meses de febrero a octubre del 2018.

Resultados

El consumo del componente leñoso, no fue tan amplio y variado en las seis UPF caprinas, solo ocho plantas arbóreo-arbustiva sobresalieron por su captura y preferencia al consumirlas en el área de pastoreo por las cabras de la Mixteca Poblana, donde prevalecieron en un porcentaje importante la familia de leguminosas. (Tabla 2).

Tabla 2. Nombres y partes capturadas de ocho plantas leñosas consumidas por cabras en la Región Mixteca de Puebla.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Parte consumida	Tipo de planta
Barba de Chivo	*Pithecellobium acatlense*	*Leguminosae*	Hoja Vaina	Arbórea
Cubata blanca	*Acacia pennatula*	*Leguminosae*	Vaina	Arbustiva
Huamuchil	*Pithecellobium dulce*	*Leguminosae*	Hoja Vaina Cáscara	Arbórea
Palo de Brazil	*Haemotoxylum brasiletto*	*Leguminosae*	Hoja Flor	Arbórea
Pochote de secas	*Ceiba parvifolia*	*Bombacaceae*	Fruto	Arbórea
Rompebotas	*Senna wislizenni. Var. Prenglei.*	*Leguminosae*	Hoja	Arbustiva
Tehuistle	*Acacia bilimekiiMcBridevar. robusta*	*Leguminosae*	Hoja Vaina Cáscara	Arbustiva
Tlaxistle Negro	*Amelanchir denticulata*	*Rosaceae.*	Hoja Cáscara	Arbórea

El 75% corresponde a la familia de las leguminosas, lo cual representa un importante banco de proteínas por su alto valor nutricional en el área de estudio. Se encontró que la parte de la planta consumida por el ganado caprino, correspondió el 35% para hoja, flor y frutos, el 22.5% lo alcanzo hoja, flor y vainas, reduciendo el porcentaje para las otras partes restantes de la planta (Grafico 1).

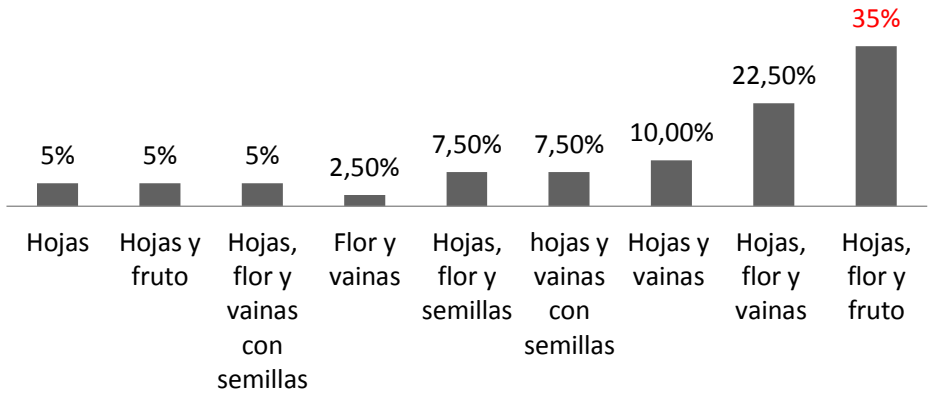


Gráfico 1. Porcentajes de nueve grupos de las partes consumidas por caprinos en plantas leñosas de la región silvopastoril en la Mixteca Poblana de México.

Es importante señalar, que de nueve grupos de las partes consumidas del componente leñoso en la región silvopastoril de la mixteca poblana, los resultados arrojan el 86.6% de preferencia para la hoja, esto con probabilidad al estado fenológico de las plantas leñosas perennes que están presentes todo el año en el área de estudio.

Por otro lado la Tabla 3, muestra partes capturadas (bocados dados) de las ocho plantas preferidas por las cabras en las unidades de producción en la región mixteca de puebla en México.

Tabla 3. Bocados/hora de la parte consumida por las cabras de las ocho plantas en la Mixteca Poblana.

Plantas	Partes de la Planta			ES	Significación
	Flor	Fruto	Hoja		
Palo de Brazil	6.0^{a}	7.0^{b}	34.2^{a}	3.37	*
Barba de Chivo	0.0^{c}	9.5^{b}	39.0^{a}	3.84	*
Cubata Blanca	0.0	10.6	0.0	2.18	NS
Huamuchil	0.0^{b}	21.5^{b}	34.2^{a}	3.61	*
Pochote de Secas	0.0	8.8	0.0	2.05	NS
Rompebotas	0.0^{b}	0.0^{b}	28.0^{a}	3.12	*
Tehuistle	0.0^{c}	16.2^{b}	31.3^{a}	3.71	*
Tlaxistle Negro	0.0^{c}	6.38^{b}	30.3^{a}	3.53	*

Superíndices desiguales indican diferencias significativas (P<0.05).

Discusión

Las plantas leñosas son eminentemente en los sistemas de producción caprina de la Mixteca Poblana las únicas fuentes de alimentación de vida silvopastoril, ya que hojas, flores, frutos verdes y vainas con semillas, son partes nutricionales del componente leñoso para sustentar esta actividad pecuaria en Tehuaxtla y Maninalcingo. Aspecto similar, menciona Román *et al*. (2010), con la gran diversidad de árboles forestales en áreas tropicales, donde representan un recurso valioso de importancia económica y forrajera, al consumir partes de la planta del componente leñoso como alimento para el ganado doméstico y silvestre. Estos principios sustentan la producción animal, ya que esta favorecida con el incremento en la oferta de follaje de estas especies de comprobada palatabilidad y de moderado a alto valor nutricional, proporcionando condiciones favorables para el incremento de la respuesta productiva de los animales (Rodríguez y Roncallo, 2013).

La presencia de leguminosas en sistemas silvopastoriles de la región mixteca, son numerosas y forman más del 35% del componente leñoso (Hernández *et al*., 2005). Este componente leñoso al consumirlo no es al azar; sino preferido por diferentes sucesiones espaciales de las leñosas en el ecosistema (Santos, 2001). Sin embargo, es necesario conocer e identificar este potencial forrajero de orden leguminoso; con potencialidades en su valor nutricional, como es el caso del contenido proteico natural de estas plantas leñosas en el área de estudio. Sin descuidar su existencia y un desaprovechamiento de estos recursos locales, los cuales por su adaptación y disponibilidad podrían aumentar el volumen y distribución de los recursos alimenticios para el ganado de la región a bajo costo (Alatorre *et al*., 2018).

Conclusiones

La presencia del guía pastor en las UPF caprinas, fue primordial para la identificación de las plantas leñosas que consumieron las cabras en la Mixteca Poblana de México. De las ocho plantas preferidas y consumidas por las cabras, el 35% fue para el grupo de hojas, flores y frutos no maduros; donde el 75% domino la familia de las leguminosas. Estas leñosas (leguminosas), son un banco de proteína natural existente que consume el caprino en el sistema silvopastoril de la región mixteca estudiada a bajo costo. Sin embargo, el valor nutricional de estas leñosas se desconoce; por lo cual se recomienda, los análisis proximales de estas para conocer principalmente su contenido proteico y sustentarlo en las diferentes fases de producción en las cabras de la región mixteca de Puebla. La hoja consumida de manera individual alcanzo un 86.6% de las leñosas encontradas y seleccionadas por las cabras observadas en las áreas pastoreadas. Finalmente, se encontró diferencia estadística en hoja y fruto con respecto a los bocados dados a barba de chivo (*Pithecellobium acatlense*) en la región mixteca de Puebla, México.

Bibliografía

Alatorre, H.A., Guerrero, R.J.D., Olvera, H.I.J., Aceves, R.E., Vaquera, H.H. 2018. Leguminosas forrajeras herbáceas de enredadera, recursos poco valorados en el trópico seco. Fitotec. Mex. Vol. 41 (4), 403 - 411

FAO 2007. AGRODESIERTO, S/F. mailto:agrodesierto@mixmail.com, http://www.agrodesierto.com

Hernández, H.J.E., Franco, G.F.J., Contreras, J.J.L., Pedraza, O.R.M., Zamítiz, G.J. y Herrera, H.J.G. 2005. Identificación de las principales plantas forrajeras de tipo arbóreo y arbustivo consumidas por caprinos en la Mixteca poblana. Memorias del XXIX Congreso Nacional de Buiatría. Puebla, México, pp. 45-47.

Hernández, J. 2006. Valoración de la caprinocultura en la Mixteca Poblana: socioeconomía y recursos arbóreo-arbustivos. Tesis Doctoral. Universidad de Camagüey, Cuba.

Hernández, H.J.E., Camacho, R.J.C., Carreón, L.L., Villarreal, EB.O., Hernández, G.D., Pedraza, O.R.M. 2013. Partes de plantas leñosas consumidas por cabras. Rev. Prod. Anim. 25(1), 3-4.

Hodgson, J., Illius A.W. 1996. The Ecology and Management of Grazing Systems. Ed. CAB International. University of Edinburgh, pp. 131-148.

Inegi. 2000. Síntesis geográfica del estado de Puebla. Libro electrónico. México.

Rincón, J. 2011. Establecimiento y manejo de leguminosas arbóreas de importancia forrajera en zonas semiáridas de Venezuela. En: Innovación y Tecnología en la Ganadería Doble Propósito. González-Stagnaro C,

Madrid-Bury N, Soto Belloso E (eds). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela, pp. 277-289.

Rodríguez, F.G., y Roncallo, F.B. 2013. Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala* y *Crescentia cujete*. Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu. 14(1), 77-89.

Román, M.M., Santacruz, M.A., Gallegos, R.A. 2010. Especies forestales y diversidad de usos en un bosque tropical subcaducifolio de la costa de Jalisco, México. Memorias: V Reunión Nacional Sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles, Nayarit, México, pp. 114-115.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Salazar, E.J. 2015. Consumo de forraje de maíz y pasto estrella africana en cabras. Nutrición Animal Tropical 9(2), 11-26.

Santos, S. 2001. Caracterizacao dos recursos forrageiros nativos da sub-regiao da Nhecolandia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Tese Doutorado em Nutricao e Producao Animal. Botucatu, SP, Universidade Estadual Paulista, Brasil. p.190.

Biomass allocation and resprouting capacity in four forage shrubs: *Prosopis juliflora*, *Tabebuia chrysanta*, *Phitecellobium dulce* and *Capparis odoratissima* in la guajira, Colombia

Asignación de biomasa y capacidad de rebrote en cuatro especies arboreas forrajeras: *Prosopis juliflora*, *Tabebuia chrysanta*, *Phitecellobium dulce* y *Capparis odoratissima* en la guajira, Colombia

D. Lombo Ortiz; J. Zambrano Ortiz; C. Rua Bustamante

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).
Código Postal 250047.
dlombo@agrosavia.co

Abstract

The forage shrubs represent an important strategy for feeding goats and sheep in the indigenous Wayuu communities in La Guajira, Colombia. In this region the prolongation of the drought is more accentuated and affects the availability of fodder for animal feed. The objective of this work is to estimate the biomass allocation and resprouting capacity of forage shrubs during two contrasting sampling periods. For each of the species, trees with diameter at breast *height* (DBH) between 5 and 20 cm were sampled, which were then subjected a total homogenization pruning at a height of two meters. The monthly counting, marking and record of sprouts located in the first (B), second (M) and third third (T) of the tree during each sampling period (three months for rain season and three months for drought season). At the end of each period, the sprouts were harvested and divided into fractions: fine <5 mm (leaves (HF) and stems (TF)) and thick> 5 mm (leaves (HG) and stems (TG)). During the two sampling periods, a sprout concentration in (T) of 82% was estimated, followed by (M) and (B) with 9.86% and 7.34% respectively. The rain season, *P. juliflora* and *T. chrysanta* showed greater resprouting capacity with 114.5±48.72 and 103.25±69 sprouts/tree respectively, followed by *P. dulce* and *C. odoratissima* with 86±92.28 and 3.5±4.35 sprouts/tree. While in the second period there was a significant reduction for *P. dulce*, *T. chrysanta* and *C. odoratissima* of 96, 44, 43% with respect to the previous period, the exception being *P. juliflora* with 215.75±120.57 sprouts/tree. Differences were determined in the production of edible biomass (HF+TF+HG) during the sampling periods. In the first period *T. chrysanta* and *P. juliflora* presented the highest value with 356.5 and 222.57 g/DM/tree respectively. For the second period *P. juliflora* presented a better response to drought with 503.7 g/DM/tree, followed by *T. chrysanta* with 7.63 g/DM/tree. Regarding the total biomass allocation (HF+TF+HG+TG) during the first sampling period, *P. dulce* assigned for the fine fraction component 98.1% of biomass, followed by *P. juliflora* and *T.*

chrysanta with 91.1% and 77.3% respectively. In the second period *P. juliflora* with 96.1% presented the highest allocation with respect to all the species. It is concluded that the species *P. juliflora* presents a greater capacity of regrowth and biomass allocation during the sampling periods with respect to the group of evaluated species, a response possibly associated with the strategies of allocation of resources in response to the disturbance. It is necessary to evaluate the effect of frequent pruning on the survival of *P. juliflora* and the production of biomass as an input to the generation of grazing models in the Wayuu communities through the implementation of pruning strategies. The species *C. odoratissima* showed the lowest capacity of regrowth and biomass production for the periods evaluated.

Keywords: *Animal feeding, small ruminants, dry topic*, *pruning, stem.*

Resumen

Las forrajeras arbustivas representan una importante estrategia para la alimentación en caprinos y ovinos en las comunidades indígenas Wayuu en La Guajira, Colombia. En esta región la prolongación de la sequía es más acentuada y afecta la disponibilidad de forraje para la alimentación animal. Este trabajo tiene como objetivo estimar la asignación de biomasa y capacidad de rebrote de arbóreas forrajeras durante dos períodos de muestreo contrastantes. Para cada una de las especies, se muestrearon árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) entre 5 y 20 cm, que posteriormente fueron sometidos a una poda de homogeneización total a una altura de dos metros. Se realizo el conteo mensual, marcación y registro de rebrotes ubicados en el primer (B), segundo (M) y tercer tercio (T) del árbol durante cada período de muestreo (tres meses para la temporada de lluvias y tres meses para la temporada de sequía). Al final de cada período, los rebrotes se cosecharon y se dividieron en fracciones: finas <5 mm (hojas (HF) y tallos (TF)) y gruesas >5 mm (hojas (HG) y tallos (TG)). Durante los dos periodos de muestreo se estimó una concentración de rebrotes en (T) del 82%, seguido de (M) y (B) con el 9.86% y 7.34% respectivamente. En el período lluvioso, *P. juliflora* y *T. chrysanta* presentaron mayor capacidad de rebrote con 114.5$\pm$48.72 y 103.25+69 rebrotes/árbol respectivamente, seguidos de *P. dulce* y *C. odoratissima* con 86$\pm$92.28 y 3.5$\pm$4.35 rebrotes/árbol. Mientras en el segundo periodo se presentó una reducción significativa para *P. dulce*, *T. chrysanta* y *C. odoratissima* del 96, 44, 43% respecto al periodo anterior, siendo la excepción *P. juliflora* con 215.75$\pm$120.57 rebrotes/árbol. Se determinaron diferencias en la producción de biomasa comestible (HF+TF+HG) durante los periodos de muestreo. En el primer período *T. chrysanta* y *P. juliflora* presentaron el valor más alto con 356.5 y 222.57 g/MS/árbol respectivamente. Para el segundo

período *P. juliflora* presentó una mejor respuesta a la sequía con 503.7 g/MS/árbol, seguido de *T. chrysanta* con 7.63 g/MS/árbol. En cuanto a la asignación de biomasa total (HF+TF+HG+TG) durante el primer periodo de muestreo *P. dulce* asigno para el componente fracción fina el 98.1% de biomasa, seguido de *P. juliflora* y *T. chrysanta* con 91.1% y 77.3% respectivamente. En el segundo periodo *P. juliflora* con el 96.1% presento la mayor asignación respecto al conjunto de las especies. Se concluye que la especie *P. juliflora* presenta una mayor capacidad de rebrote y asignación de biomasa durante los periodos de muestreo respecto al conjunto de especies evaluadas, respuesta posiblemente asociada a las estrategias de asignación de recursos en respuesta a la perturbación. Es necesario evaluar el efecto de podas frecuentes en la supervivencia de *P. juliflora* y la producción de biomasa como insumo a la generación de modelos de pastoreo en las comunidades Wayuu mediante la implementación de podas estrategias. La especie *C. odoratissima* mostró la menor capacidad de rebrote y producción de biomasa para los períodos evaluados.

Palabras clave: *alimentación animal, pequeños rumiantes, trópico seco, poda, tallo*.

Frecuencia e intensidad de defoliación sobre la productividad de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en el Noreste de Argentina

Frequency and intensity of defoliation on the productivity of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray in Noreast Argentina

A. Ziegler [1]; M. B. Rossner [1]; E. Yáñez [2]; F. Corró [3].

[1]INTA Cerro Azul, Cerro Azul, Misiones, Argentina.
[2]Dpto. de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias,
Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes Argentina.
[3]Universidad del Salvador Sede Gdor. Virasoro, Corrientes, Argentina.
Ruta Nac. N°14 km 836 (3313), Cerro Azul, Misiones, Argentina.
ziegler.ariana@inta.gob.ar;

Resumen

Tithonia diversifolia es una especie forrajera de alta productividad, adaptada a suelos ácidos y pobres en fósforo, por lo que su incorporación podría aumentar la producción y calidad de la oferta forrajera en la región Noreste de Argentina. Con el objetivo de establecer parámetros adecuados de manejo de esta especie en las condiciones edafoclimáticas del Noreste de Corrientes y Misiones, con un clima subtropical, precipitaciones anuales de 1800 mm y temperatura media de 20 °C, se instaló un ensayo en la Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul de INTA en Octubre de 2018, para evaluar el efecto de la frecuencia e intensidad (dada por altura) de defoliación sobre la producción y morfología de *T. diversifolia*. Se utilizó un diseño factorial con dos factores: frecuencia de corte (42, 56 y 70 días) y altura de corte (50 y 70 cm de altura), con arreglo en bloques completos aleatorizados y cuatro repeticiones. La unidad experimental fue una parcela de 20 plantas donde se evaluaron las diez plantas centrales. La implantación se realizó con plantas provenientes de estacas vegetativas maduras de 25cm de longitud promedio, extraída de la zona media de los tallos y enraizadas en vivero durante 30 días. A los 80 días de la implantación, se realizó un corte de emparejamiento, a la altura correspondiente de cada tratamiento. Las variables evaluadas fueron la producción de materia seca (MS en g/planta), altura máxima (cm), relación hoja/tallo (H/T), número y diámetro máximo de tallos (mm). Los datos se analizaron con análisis de varianza de dos factores y comparación de medias (Tukey al 1%). En el primer corte, correspondiente al período de crecimiento estival, la producción de MS por planta fue significativamente menor cortando a los 42 días (97.9 versus 142.2 y 140.1 g/planta para 56 y 70 días, respectivamente). La altura y el diámetro de tallos aumentaron significativamente al aumentar el número de días (98.1, 111.1 y 121.3 cm de altura y 7.2, 8.2 y 9.6 mm de diámetro para

42, 56 y 70 días respectivamente). El número de tallos también aumentó significativamente con el número de días (20 tallos con 42 días versus 23 y 24 para 56 y 70 días). Por el contrario, la relación H/T disminuyó significativamente con el número de días (3.5 con 42 días versus 2 y 2.5 para 70 y 56). La intensidad de defoliación no tuvo efecto significativo en las variables analizadas en el período estival. Estos resultados preliminares indican que la producción de MS, altura y número de tallos fueron mayores con las frecuencias de corte de 56 y 70 días. Sin embargo, la relación H/T, asociada a la calidad forrajera, fue mayor para la frecuencia de 42 días.

Palabras claves: *Forrajera arbustiva, altura, morfología, crecimiento.*

Abstract

Tithonia diversifolia is a high productivity forage specie, adapted to acid and low phosphorus soils. Thus, its incorporation could increase the forage production and quality in the Northeast region of Argentina. In order to establish adequate parameters for the management of these species in the edaphoclimatic conditions of the Northeast of Corrientes and Misiones, with a subtropical climate, 1800 mm annual rainfall and 20 ° C temperature, an experiment was installed at the Agricultural Experimental Station of INTA Cerro Azul in October 2018, to evaluate the frequency and intensity defoliation effect (given by height) on the production and morphology of *T. diversifolia*. A factorial design was used with two factors: frequency (42, 56 and 70 days) and height (50 and 70 cm of height), in a complete randomized blocks arrangement with four replicates. The experimental unit were 20 plant plots where ten central plants were evaluated. The implantation was carried out with plants obtained from mature vegetative cuttings of 25cm length, extracted from the middle zone of the stems and rooted in a greenhouse for 30 days. Eighty days after implantation, a pairing cut was made in each treatment. The variables evaluated were the dry matter production (DM in g/plant), maximum height (cm), leaf/stem ratio (L/S), stem number and maximum diameter (mm). Data were analyzed with variance analysis with two factors, and mean tests (Tukey, 1%). In the summer growth period, DM production per plant was significantly lower, cutting at 42 days (97.9 versus 142.2 and 140.1 g/plant for 56 and 70 days, respectively). The height and stem diameter increased significantly with increasing number of days (98.1, 111.1 and 121.3 height and 7.2, 8.2 and 9.6 mm diameter for 42, 56 and 70 days respectively). The stems number also increased significantly with the number of days (20 stems with 42 days versus 23 and 24 for 56 and 70 days). In the other hand, the L/S ratio decreased significantly with the number of days (3.5 with 42 days versus 2 and 2.5 for 70 and 56). The defoliation intensity did not have significant effects in this first summer cut. These preliminary results indicate that DM

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

production, height and stem number were higher with the cut off frequencies of 56 and 70 days. However, the L/S ratio, associated with forage quality, was higher cutting at 42 days.

Keywords: *Shrub forage, height, morphology, growth.*

Avances de la evaluación agronómica del pasto *Axonopus catarinensis* con diferentes niveles de sombra y abono orgánico en el trópico alto colombiano

Advances in the agronomic evaluation of the *Axonopus catarinensis* grass with different levels of shade and organic fertilization in the colombian high tropics

J.J. Lopera-Marín[1,2], Ing Agrop, Est Dr. AnSc; J. Angulo-Arizala[2], Zoot, Esp, Esp, Mr. AnSc, Dr. AnSc; L. Mahecha-Ledesma[2], Zoot, Dr. Agri; E. Murgueitio Restrepo[1], MVZ

[1]Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria – CIPAV. Carrera 25 No. 6-62 Cali, Colombia.
[2]Universidad de Antioquia, Grupo de investigación en Ciencias Agrarias - GRICA, Ciudadela Robledo, Carrera 75 No. 65 -87. Medellín, Colombia.
mailto:jjlopera@fun.cipav.org.co

Resumen

Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) del trópico alto en Colombia requieren incluir en sus diseños nuevas especies de pastos que permitan generar una mayor sincronía en los tiempos de recuperación entre la gramínea y la arbustiva para ramoneo y tolerando niveles de sombra del tercer estrato (árboles con diferentes arquitecturas), al mismo tiempo que garanticen la oferta de biomasa y su calidad de nutrientes sin afectar la producción y contribuyendo a la reducción de costos. El pasto jesuita gigante *Axonopus catarinensis* Valls. es una gramínea que a demostrado ciertos atributos como los mencionados anteriormente, sin embargo, en las condiciones del trópico alto colombiano ha sido poco estudiado. El objetivo es evaluar agronómicamente el pasto *A. catarinensis* con diferentes niveles de sombra artificial y abono orgánico simulando las condiciones agroambientales de un SSPi en el trópico alto colombiano. Actualmente, la investigación se desarrolla en la finca Cien Años (6° 26' 45,49" N y 75° 32' 43,20" O), ubicada en Rionegro (Antioquia, Colombia); zona de vida clasificada como bosque húmedo montano bajo (bh-MB), temperatura media de 19 °C, precipitación anual de 2200 mm, altura entre 2200 y 2350 msnm, y categorizada como trópico alto colombiano. El experimento se basa en un diseño de parcelas divididas, donde la parcela principal es el nivel de sombra artificial (0 %, 35 % y 65 %) y la subparcela es el nivel de abono orgánico (375 g/m^2). Se consideraron tres bloques de acuerdo con la pendiente del sitio (alta, media y baja), y en cada bloque las parcelas fueron: P1 0 % sombra - S + sin fertilización orgánica - SFO (P1: 0%S+SFO), P2: 35%S+SFO, P3: 65%S+SFO, P4: 0%S + con fertilización orgánica – CFO (P4: 0%S+CFO), P5: 35%S+CFO, y P6: 65%S+CFO. Cada parcela tiene un área de 16 m^2 (4 m x 4 m). Se establecieron tres muestreos (cada 35 días), y para

efectos de este avance, se presenta la información del primero usando estadística descriptiva para las variables altura planta (AP) en cm, producción materia seca (MS) en kg/m^2, relación hoja/tallo en MS (Rh/t), % MS, proteína cruda (% PC). Los valores medios obtenidos para las parcelas en AP son: P1 31.27±4.11, P2 36.13±6.80, P3 39.2±0.40, P4 42.13±1.28, P5 37.47±2.84 y P6 41.67±7.80; MS (kg/m^2): P1 0.20±0.05, P2 0.31±0.01, P3 0.29±0.11, P4 0.23±0.06, P5 0.19±0.08 y P6 0.21±0.06; Rh/t: P1 1.99±0.45, P2 1.92±0.06, P3 2.09±0.25, P4 2.04±0.30, P5 1.82±0.53 y P6 2.62±1.21; % MS: P1 21.63±2.05, P2 20.53±2.00, P3 25.23±9.07, P4 18.53±4.41, P5 18.80±0.53 y P6 18.23±2.75; y PC: P1 10.00±1.14, P2 11.43±1.61, P3 10.53±0.65, P4 13.60±1.45, P5 11.50±1.30 y P6 15.60±1.22. En esta primera etapa de evaluación del pasto con abonos orgánicos se observa en general una tendencia a mejorar los parámetros medidos, en cambio la sombra presenta una variación errática de los mismos. Sin embargo, al no afectar las variables evaluadas, hace que esta especie pueda ser considerada en el diseño y utilización de SSPi en el trópico alto.

Palabras clave: *Jesuita gigante, materia seca, SSPi, producción, proteína cruda.*

Abstract

The intensive silvopastoral systems (ISPS) of the high tropic in Colombia require to include in their designs new pasture species that allow to generate a greater synchrony in the recovery times between the grass and the shrub for browsing and tolerating shade levels of the third stratum (trees with different architectures), at the same time as guaranteeing the supply of biomass and its quality of nutrients without affecting production and contributing to the reduction of costs. The jesuita gigante grass *Axonopus catarinensis* Valls. it is a grass that has shown certain attributes such as those mentioned above, however, in the conditions of the colombian high tropic it has been little studied. The objective is to agronomically evaluate *A. catarinensis* grass with different levels of artificial shade and organic fertilizer simulating the agroenvironmental conditions of an SSPi in the colombian high tropic. Currently, the research is developed in the Cien Años farm (6° 26' 45.49" N and 75° 32' 43.20" W), located in Rionegro (Antioquia, Colombia); life zone classified as humid montane low forest (hm-LR), average temperature of 19 ° C, annual precipitation of 2200 mm, height between 2200 and 2350 masl, and categorized as high colombian tropics. The experiment is based on a design of divided plots, where the main plot is the level of artificial shade (0 %, 35 % and 65 %) and the subplot is the level of organic fertilizer (375 g/m^2). Three blocks were considered according to the slope of the site (high, medium and low), and in each block the plots were: P1 0 % shade - S + without organic fertilization - SFO (P1: 0%S+SFO), P2: 35% S+SFO, P3: 65%S+SFO, P4: 0%S + with organic fertilization - CFO (P4: 0%S+CFO), P5: 35%S+CFO, and P6: 65%S+CFO. Each plot has an area of 16 m^2 (4 m x 4 m). Three samplings were established (every 35 days), and for the purposes of this advance, the information of the first one is presented using descriptive

statistics for the variables plant height (PH) in cm, production dry matter (DM) in kg/m^2, relation leaf/stem in MS (Rl/s), % dm, crude protein (% CP). The average values obtained for the plots in PH are: P1 31.27±4.11, P2 36.13±6.80, P3 39.2±0.40, P4 42.13±1.28, P5 37.47±2.84 and P6 41.67±7.80; DM (kg/m^2): P1 0.20±0.05, P2 0.31±0.01, P3 0.29±0.11, P4 0.23±0.06, P5 0.19±0.08 and P6 0.21±0.06; Rl/s: P1 1.99±0.45, P2 1.92±0.06, P3 2.09±0.25, P4 2.04±0.30, P5 1.82±0.53 and P6 2.62±1.21; % DM: P1 21.63±2.05, P2 20.53±2.00, P3 25.23±9.07, P4 18.53±4.41, P5 18.80±0.53 and P6 18.23±2.75; and CP: P1 10.00±1.14, P2 11.43±1.61, P3 10.53±0.65, P4 13.60±1.45, P5 11.50±1.30 and P6 15.60±1.22. In this first stage of evaluation of the pasture with organic fertilizers, a tendency to improve the measured parameters is generally observed, whereas the shadow presents an erratic variation of the same. However, by not affecting the variables evaluated, this species can be considered in the design and use of SSPi in the high tropics.

Keywords: *Jesuita gigante, dry matter, ISPS, production, crude protein.*

Comportamiento del sistema *Leucaena leucocephala–Megathyrsus maximus* var Mombasa y campo natural pastoreados por ovejas pelibuey en desarrollo

Performance of the *Leucaena leucocephala–Megathyrsus maximus* cv Mombasa system and local range grazed by pelibuey ewe-lambs

E. Cortés Díaz, J. C. Campos Ojeda,
P. Martínez Hernández; J. L. Zaragoza Ramírez

Posgrado en producción animal. Universidad Autónoma Chapingo
Km 38.5 carretera Méx.-Texcoco. Texcoco, México. C.P.56230.
ecodia@yahoo.com.mx

Resumen

Con el objetivo de analizar el comportamiento productivo de ovejas Pelibuey en desarrollo pastoreando un sistema silvopastoril y agostadero local, se estableció un experimento con tres tratamientos: dos sistemas silvopastoriles Leucaena-Mombasa con 10000 y 15000 Leucaenas ha^{-1} y agostadero local en El Limón, Morelos bajo un diseño completamente al azar con dos repeticiones. Se evaluaron siete variables del forraje y ganancia diaria de peso en las ovejas. Los dos sistemas silvopastoriles mostraron 29 y 15% mayor ($p \leq 0.05$) oferta y asignación diaria de forraje, respectivamente, que el agostadero local, sin diferencia entre ellos. El sistema con mayor densidad de Leucaena registró 22 y 50% mayores ($p \leq 0.05$) grado de cosecha y tasa de desaparición de forraje, respectivamente, que el otro sistema y el agostadero local. La proteína cruda del estrato herbáceo fue 40% mayor ($p \leq 0.05$) en el agostadero local que en los sistemas silvopastoriles, sin embargo, la digestibilidad *in vitro* del follaje arbóreo de ambos sistemas fue 32% mayor ($p \leq 0.05$) que la del agostadero local, sin diferencia ($p \geq 0.05$) entre tratamientos en los contenidos de proteína cruda y materia orgánica en el follaje del estrato arbóreo. Los sistemas silvopastoriles favorecieron una ganancia diaria de peso en las ovejas 1.5 veces mayor a la del agostadero local. Se concluyó que los sistemas silvopastoriles son una opción para fomentar una mayor producción animal que el agostadero local.

Palabras clave: *Leucaena leucocephala*, *Megathyrsus maximus*, ganancia diaria de peso, ovejas Pelibuey, sistema silvopastoril.

Abstract

With the objective of to analyze the productive performance of Pelibuey sheep in development grazing to silvopastoral system and local pasture for which an experiment was established with three treatments: two Leucaena-Mombasa silvopastoral systems with 10000 and 15000 Leucaenas ha^{-1} and a local range in El Limón, Morelos under a completely random design with two repetitions. Seven variables were evaluated in the forage and daily weight gain in the sheep. The silvopastoral systems showed 29 and 15% higher ($p \leq 0.05$) supply and daily allocation of forage, respectively, than the local pasture, with no difference between them. The system with the highest density of Leucaena registered 22 and 50% higher ($p \leq 0.05$) grade of harvest and rate of disappearance of forage, respectively, than the other system and the local pasture. The crude protein of the herbaceous stratum was 40% higher ($p \leq 0.05$) in the local pasture than in the silvopastoral systems, however, the *in vitro* digestibility of the arboreal foliage of both systems was 32% higher ($p \leq 0.05$) than that of the local pasture, without difference ($p \geq 0.05$) between treatments in the contents of crude protein and organic matter in the foliage of the arboreal stratum. The silvopastoral systems favored a daily weight gain in sheep 1.5 times greater than that of the local pasture. It was concluded that the silvopastoral systems are an option to encourage greater animal production than the local pasture.

Keywords: *Leucaena leucocephala*, *Megathyrsus maximus*, daily weight gain, Pelibuey sheep, silvopastoral system.

Introducción

En el diseño de un sistema silvopastoril existen varias decisiones que deben tomarse, entre ellas los componentes específicos y la densidad de ellos, en este sentido la conformación de sistemas silvopastoriles con base en *Leucaena leucocephala* y gramíneas tropicales han sido validados por diferentes autores como sistemas que mejoran la productividad ganadera (Martínez y Reyes, 2013; Murgueitio *et al*., 2016; Trejo, 2016). La densidad de plantación de la *L. leucocephala* debe ser tal que favorezca la sinergia con la gramínea acompañante para asegurar la mayor cantidad y calidad de forraje. Trejo (2016) encontró que la densidad de *L. leucocephala* no fue determinante para marcar diferencias en la ganancia de peso de ovejas.

La producción ovina de México no ha sido capaz de cubrir la demanda nacional por carne de ovino, entre los puntos débiles está el pobre desarrollo de los reemplazos y su capacidad de reproducción. Por esta razón, se ha enfatizado la necesidad de validar opciones de manejo que puedan favorecer un mejor desarrollo de las ovejas de reemplazo que se refleje en la capacidad de criar un mayor número de corderos y de mayor peso al destete (Esqueda y Gutiérrez, 2009). De ahí que se realizó la presente investigación con **el objetivo** de analizar el comportamiento productivo de

ovejas Pelibuey en desarrollo pastoreando sistemas silvopastoriles de Leucaena-Mombasa de diferente densidad de *L. leucocephala* y un agostadero local.

Materiales y métodos

El estudio se realizó de mayo de 2016 a octubre de 2017 en El Limón, Morelos, México con vegetación de selva baja caducifolia, altitud de 1220 m, con precipitación media anual de 900 mm y clima tipo Aw_0"(w)(i')g (CONANP, 2005; INEGI, 2010). Las plantas de leucaena usadas en el estudio fueron producidas en vivero dentro del invernadero de forrajes del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. En bolsas negras de polietileno de 10 x 20 cm, con aproximadamente 1.0 kg de sustrato, compuesto de una mezcla de 30 y 70% de composta y suelo, respectivamente, el suelo fue secado y tamizado en una malla de 5 mm. Las semillas se escarificaron sumergiéndolas en agua a 80 °C durante 5 minutos, posteriormente se dejaron enfriar 2 h y se sembraron cuatro semillas por bolsa a 2 cm de profundidad. Desde la siembra se hizo una revisión diaria, se regó cada tercer día y se aclaró según fuera necesario para dejar dos plántulas de leucaena por bolsa. Al mes de edad se aplicó 5 g de fertilizante granular Triple 17 y 30 días después se realizó una aplicación de fertilizante foliar supermagro al 5%. Luego de dos meses en vivero las plantas fueron trasplantadas en julio y agosto de 2016.

Los tratamientos evaluados fueron tres: dos sistemas silvopastoriles Leucaena-Mombasa uno con 10000 y otro con 15000 leucaenas ha^{-1}, el tercero fue el campo natural local. El diseño experimental fue completamente al azar con tres repeticiones. Los tratamientos se establecieron en unidades experimentales con una superficie de 190 m^2, el trasplante fue en hileras a una distancia de 2 m entre ellas en los tratamientos con sistema silvopastoril a 50 y 33 cm de separación entre plantas para los tratamientos con 10000 y 15000 leucaenas ha^{-1}, respectivamente. La siembra del zacate mombasa consistió en chapoleo para retirar la maleza y hacer surcos con un pico, la siembra fue en hileras a una distancia de 1 m, la semilla se colocó a chorillo a una profundidad de 2 cm, el tapado se realizó con ayuda de un rastrillo. La densidad de siembra fue de 8 kg de semilla ha^{-1}. El campo natural local está compuesto principalmente de las familias Fabaceae (85 especies), Poaceae (55 especies) y Asteraceae (46 especies; González y López, 2008).

En el pastoreo se manejó una densidad de carga de 158 ovejas ha^{-1}, con periodo de ocupación de 14 días, cada repetición se delimitó con malla borreguera y los animales fueron rotando consecutivamente de la primera a la tercera repetición, en cada una se introdujeron tres ovejas de la raza Pelibuey. Después del pastoreo se dejó un periodo de recuperación de 28 días y se realizó un segundo pastoreo, con ciclos de 42 días. El pastoreo-

ramoneo se realizó de julio- septiembre de 2017, el primero se llevó a cabo cuando se tenían 20 días de acumulación de forraje, al inicio y final del pastoreo-ramoneo de las ovejas en las unidades experimentales se realizó el muestreo del forraje ofrecido y rechazado, lo anterior se realizó en cada repetición. Se pesaron las ovejas al inicio y al final del periodo de ocupación de cada repetición, con una báscula electrónica con capacidad de 400 kg.

Las variables evaluadas fueron forraje ofrecido (FO) y rechazado (FR), para su estimación se utilizó la técnica de rendimiento comparativo descrita por Haydock y Shaw (1975). Las tres muestras de forraje se cortaron a ras de suelo, al mismo tiempo se colectó el forraje de tres árboles de leucaena que representaran el promedio de cada unidad experimental, este se colectó con los dedos, simulando el ramoneo de las ovejas con la técnica hand plucking.

Después de la colecta de las muestras de forraje se realizó el secado en una estufa de aire forzado a 55 °C durante 48 horas hasta llegar a peso constante, para después pesarlas con una báscula analítica marca AE ADAM, capacidad de 120 g y precisión de 0.0001 g, posteriormente se molieron en un molino tipo Wiley N° 4 con criba de 0.1 mm. Para determinar el valor nutritivo del forraje, se estimó con la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) utilizando la técnica de Tilley y Terry (1963); modificada por Barnes (1969) y la proteína cruda (PC) por el método de Microkjeldahl usando el factor de conversión 6.25 (AOAC, 1984). Se estimó la asignación diaria de forraje (ADF) y grado de cosecha (GC) según Hodgson (1979); tasa de desaparición de forraje (TD) calculada con la ecuación de Stuth *et al.* (1981) y la ganancia diaria de peso (GDP) estimada por diferencia entre peso inicial y peso final del periodo de ocupación.

La información se analizó bajo un diseño completamente al azar: $Yij = \mu + Ti + \xi ij$, donde: Yij=valor de la variable de respuesta, μ= media general de la población, Ti= efecto del i-ésimo tratamiento y ξij= error experimental asociado con la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento, con el procedimiento para el modelo lineal general (PROC GLM) del paquete estadístico SAS 9.3 (SAS, 2012), se utilizó la prueba Tukey (α=0.05) para las comparaciones de medias.

Resultados y discusión

El Cuadro 1 muestra que el FO de mombasa en ambos sistemas silvopastoriles fue similar ($p \geq 0.05$), pero superior ($p \leq 0.05$) a la cantidad de forraje del estrato herbáceo del campo natural ($p \leq 0.05$), lo cual indica que la densidad de Leucaena no influyó en la cantidad de FO de la gramínea, esto coincide con Trejo (2016), quien evaluó una asociación de *Leucaena leucocephala* con zacate mombasa variando la densidad de la especie arbórea, pero difiere con Bacab y Solorio (2011) quienes encontraron una tendencia ascendente de la cantidad de FO del zacate *Megathyrsus maximus*

var. Tanzania al incrementar la densidad de Leucaena en un sistema silvopastoril.

El FO de leucaena y/o estrato arbóreo fue mayor ($p \leq 0.05$) en ambos sistemas silvopastoriles con respecto al campo natural. Benítez *et al.* (2010), Bacab y Solorio (2011), Anguiano *et al.* (2012) y Trejo (2016) observaron resultados similares, con tendencia a mayor cantidad de forraje en oferta al aumentar la densidad de leucaena, tendencia que no se observó ($p \geq 0.05$) en la investigación presente (Cuadro 1). Los sistemas silvopastoriles superaron ($p \leq 0.05$) ampliamente al campo natural local en FO total (Cuadro 1), Trejo (2016) también registró que los sistemas silvopastoriles con leucaena ofrecen mayor oferta de forraje que el campo natural. Los tres tratamientos fueron similares ($p \geq 0.05$) en FR, lo que difiere con el anterior autor, quien encontró diferencias a favor del sistema silvopastoril. No hubo FR de leucaena ni del componente arbóreo del agostadero, por lo que el GC y la TD se calcularon en base al FR de zacate mombasa del sistema silvopastoril y al componente herbáceo del agostadero.

Cuadro 1**. Cantidad de forraje ofrecido (FO) y forraje rechazado (FR) en el sistema silvopastoril y el campo natural (kg MS ha^{-1}).**

Tratamiento	FO zacate mombasa-herbáceo	FO Leucaena-arbóreo	FO total	FR zacate mombasa-herbáceo
10000*	3088.8 ± 254.4^{ab}	1662.2 ± 254.4^{a}	4751.0 ± 508.8^{a}	2095.5 ± 254.4^{a}
15000*	3662.2 ± 254.4 ^{a}	1846.6 ± 254.4^{a}	5508.8 ± 508.8^{a}	1724.4 ± 254.4^{a}
Campo natural	2717.7 ± 254.4^{b}	1253.3 ± 440.7^{b}	3971.0 ± 695.1^{b}	1784.4 ± 254.4^{a}

Medias sin una letra en común por columna son diferentes ($p \leq 0.05$); *Plantas de Leucaena ha^{-1}

La ADF fue mayor en los tratamientos con sistema silvopastoril comparado con el campo natural ($p \leq 0.05$; Cuadro 2), en promedio la ADF del sistema fue 1.95 kg MS 100 kg PV^{-1} d^{-1} mayor que el campo natural. Trejo (2016) y Peñate (2015) encontraron una ADF de 12.6 y 6.07 kg MS 100 kg PV^{-1} d^{-1}, respectivamente. Todas las ADF fueron menores a las reportadas en el presente estudio, lo cual se podría explicar por la densidad menor de la especie arbórea utilizada por dichos autores.

El GC fue similar en los tres tratamientos del estudio ($p \leq 0.05$; Cuadro 2). Los GC del presente estudio son menores a los registrado por Trejo (2016) y Peñate (2015), quienes encontraron 73.75 y 71.28%, respectivamente, pero mayor al GC reportado por Benítez *et al.* (2010; 58%). Lo anterior puede indicar que a mayor ADF menor GC en un sistema silvopastoril, Bacab y

Solorio (2011) encontraron un menor grado de cosecha de *Megathyrsus maximus* var. Tanzania en el tratamiento donde tenían menor densidad de leucaena, lo cual indica la misma tendencia. La mayor TDF se encontró en el tratamiento de sistema silvopastoril con 15000 plantas de leucaena ha^{-1} ($p \leq 0.05$; Cuadro 2), la cual fue 2.8 kg MS 100 kg PV^{-1} d^{-1} mayor respecto a la densidad de 10000 plantas de leucaena ha^{-1} y 3.6 kg MS 100 kg PV^{-1} d^{-1} mayor al agostadero, la misma tendencia fue reportada por Trejo (2016) quien encontró una TDF de 8.6 kg MS 100 kg PV^{-1} d^{-1}.

La GDP fue mayor en los sistemas silvopastoriles que en el campo natural en donde las borregas llegaron a perder peso ($p \leq 0.05$; Cuadro 2). Medina y Sánchez (2006) lograron hasta 32.6 g $borrega^{-1}$ d^{-1} de ganancia de peso en un sistema silvopastoril, esta ganancia es similar a la obtenida en el presente estudio en los sistemas silvopastoriles, sin embargo, no se logró una ganancia de peso en el intervalo de 60 a 98 g $borrega^{-1}$ d^{-1} (Peñate, 2015; Trejo, 2016). La pérdida de peso de las borregas en el campo natural podría estar asociada con la menor concentración de ADF en el forraje ofrecido.

La DIVMS del FO de mombasa y del componente herbáceo fue similar ($p \geq 0.05$) en los tres tratamientos (Cuadro 3). La densidad de leucaena no afectó la DIVMS del mombasa, esta misma tendencia fue reportada por Peñate (2015). La DIVMS del FO de mombasa en los sistemas silvopastoriles fue mayor a la reportada por Coauro *et al*. (2004) del 60% y Trejo (2016) del 45.9 y 60.7%. Rodríguez (2009) reportó resultados similares (67%) con rebrote de la gramínea similar al presente estudio.

Cuadro 2. Asignación diaria de forraje (ADF), grado de cosecha (GC), tasa de desaparición de forraje (TDF) y ganancia diaria de peso de ovinos (GDP) en el sistema silvopastoril y campo natural.

Tratamiento	ADF (kg MS 100 kg PV^{-1} d^{-1})	GC (%)	TDF (kg MS 100 kg PV^{-1} d^{-1})	GDP (g $ovino^{-1}$ d^{-1})
10000*	14.0 ± 0.6ª	57.3 ± 10.3ª	7.8 ± 1.1^{b}	22.7 ± 15.0^{a}
15000*	15.5 ± 0.6ª	70.4 ± 10.3ª	10.6 ± 1.1ª	30.3 ± 15.0^{a}
Campo natural	12.8 ± 0.6^{b}	57.6 ± 10.3ª	7.0 ± 1.1^{b}	-39.9 ± 15.0^{b}

Medias sin una letra en común por columna son diferentes ($p \leq 0.05$)
*Plantas de Leucaena ha^{-1}

La PC del FO y FR del sistema silvopastoril fue menor ($p \leq 0.05$) en mombasa comparado con el estrato herbáceo del campo natural (Cuadro 3), lo cual puede ser debido a la mayor cantidad de especies del estrato herbáceo del campo natural (46 especies; González y López, 2008).

El contenido de PC del FO de mombasa (Cuadro 3) fue mayor a lo encontrado por Trejo (2016) con dos densidades menores de leucaena a las utilizadas en el presente estudio, con lo cual se puede decir que, a mayor densidad de la leguminosa mayor contenido de PC en el FO de la gramínea asociada, como también de la cantidad que aporta la leucaena.

Cuadro 3. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), proteína cruda (PC) y materia orgánica (MO) de forraje ofrecido (FO) y rechazado (FR) en el sistema silvopastoril y campo natural.

Determinación	Tratamiento		
	10000*	15000*	Campo natural
DIVMS, FO Mombasa-herbáceo (%)	67.5 ± 2.4^{a}	63.9 ± 2.4^{a}	64.1 ± 2.4^{a}
DIVMS, FO Leucaena-arbóreo (%)	54.9 ± 2.4^{a}	52.3 ± 2.4^{a}	40.5 ± 4.1^{b}
DIVMS, FR mombasa-herbáceo (%)	67.4 ± 2.4^{a}	67.1 ± 2.9^{a}	66.6 ± 2.7^{a}
PC, FO Mombasa-herbáceo (%)	13.1 ± 0.6^{b}	12.4 ± 0.6^{b}	17.5 ± 0.6^{a}
PC, FO Leucaena-arbóreo (%)	19.1 ± 0.6^{b}	21.3 ± 0.6^{a}	20.9 ± 1.0^{b}
PC, FR mombasa-herbáceo (%)	9.8 ± 0.7^{b}	9.5 ± 0.8^{b}	13.9 ± 0.7^{a}
MOI, FO Mombasa-herbáceo (%)	79.3 ± 1.6^{a}	77.7 ± 1.6^{a}	78.0 ± 1.7^{a}
MOI, FO Leucaena-arbóreo (%)	87.0 ± 1.6^{a}	84.3 ± 1.6^{a}	86.0 ± 2.8^{a}
MOI, FR mombasa-herbáceo (%)	77.8 ± 1.8^{b}	85.5 ± 2.0^{a}	79.8 ± 1.8^{b}

Medias sin una letra en común por fila son diferentes (p≤0.05)
*Plantas de Leucaena ha^{-1}

Conclusiones

El comportamiento productivo de las ovejas Pelibuey evaluado como ganancia diaria de peso está determinado por la densidad de leucaena en el sistema silvopastoril *Leucaena leucocephala–Megathyrsus maximus var Mombasa*. La cantidad de forraje ofrecido y rechazado, así como la ganancia diaria de peso de ovejas Pelibuey en desarrollo son similares indistintamente de la densidad de leucaena en el sistema silvopastoril, pero mayores que en el campo natural local.

Bibliografía

Anguiano J., M., Aguirre, J., Palma, J. M. 2012. Establecimiento de *Leucaena leucocephala* con alta densidad de siembra bajo cocotero (*Cocus nucifera*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 46(1), 103-107.

AOAC. 1984. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists (14ª ed.). New York: Arlington.

Bacab P., H. M., & Solorio, S. F. J. (2011). Oferta y consumo de forraje y producción de leche en ganado de doble propósito manejado en sistemas silvopastoriles en Tepalcatepec, Michoacán. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13, 271-278.

Barnes R., F. 1969. Collaborative research with the two stage in vitro rumen fermentation technique. In: *Proceedings of the National Conference of 58 Forage Quality Evaluation and Utilization*. Lincoln, Nebraska, USA. pp 2-20.

Benítez B., Y., Bernal, H. A., Cortés, D. E., Vera, C. G., Carrillo, A. F. 2010. Producción de forraje de guaje (*Leucaena* spp.) asociado con zacate (*Brachiaria brizantha*) para ovejas en pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1(3), 397-411.

Coauro, M., González, B., Araujo-Febres, O., Vergara, J. 2004. Composición química y digestibilidad in vitro de tres cultivares de guinea (*Panicum maximum* Jacq.) a tres edades de corte en bosque seco tropical. In: Memorias XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Arenas, S. (comp.). Maracay, Venezuela del 22 al 25 de noviembre. Asociación Venezolana de Producción Animal. pp: 121-122.

CONANP 2005. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (1ª ed.). México, D. F. 55 p.

Esqueda C., M. H., Gutiérrez, R. E. 2009. Producción de ovinos de pelo bajo condiciones de pastoreo extensivo en el norte de México. Chihuahua, Chih., México. 157 p.

González B., G. T., López, A. L. A. 2008. Flora del pastizal tropical de la selva baja caducifolia. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. Mex.397 p.

Haydock, K. P., Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 15, 663-670.

Hodgson, J. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science* 34, 11-18.

INEGI. 2010. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tepalcingo, Morelos, 27 p.

Martínez M., M., Reyes, C., A. 2013. *Composición nutricional de la Leucaena leucocephala (*Lam*.) de Wit asociada con pasto estrella (Cynodon nlemfuensis* Vanderyst*) en San Luis Potosí.* Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. Mex. 89 p.

Medina, R., Sánchez, A. 2006. Efecto de la suplementación con follaje de *Leucaena leucocephala* sobre la ganancia de peso de ovinos desparasitados y no desparasitados contra estrongílidos digestivos. *Zootecnia Tropical* 24(1), 55-68.

Murgueitio R., E., Uribe, F., Molina, C., Molina, E., Galindo, W., Chará, J., Flores, M., Giraldo, C., Cuartas, C., Naranjo, J., Solarte, L., González, J. 2016. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles intensivos con Leucaena. In E. Murgueitio, W. Galindo, J. Chará. F. Uribe (eds). CIPAV. Cali, Colombia.

Peñate A., J. 2015. Productividad del sistema guaje-zacate massai pastoreado por ovinos a tres cargas animales. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. Mex. 90 p.

Rodríguez L., M. 2009. Rendimiento y valor nutricional del pasto *Panicum maximum* cv. *Mombaza* a diferentes edades y alturas de corte. Tesis profesional. Instituto Tecnológico de Costa Rica. San Carlos, Costa Rica. 30 p.

SAS. (2012). © SAS Institute Inc. SAS Campus Drive, Cary, North Carolina, USA.

Stuth, J. K., Kirby, D. R., Chmielewsky, R. E. 1981. Effect of herbage allowance on the efficiency of defoliation by the grazing animal. *Grass and Forage Science*, 36, 9-15.

Trejo A., L. A. 2016. Comportamiento productivo de ovinos en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala* asociado a *Megathyrsus maximus* var. *Mombasa* versus agostadero. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. Mex. 63 p.

Caracterización de la calidad de especies forrajeras nativas en un sistema silvopastoril con *Eucalyptus globulus* y del campo natural en el centro-sur de Uruguay

Quality characterization of native forage species in a silvopastoral system with *Eucalyptus globulus* and a natural field in central-southern Uruguay

H. Bueno-Larroque; P. Bobadilla-Robledo; S. Huertas-Canén*

*Instituto Plan Agropecuario.
Bulevar General Artigas 3856, C P 11800 Montevideo, Uruguay.
Universidad de la República O. del Uruguay,
Facultad de Veterinaria, Departamento de Bioestadística.
Las places 1620, CP 11600 Montevideo, Uruguay
hbueno@planagropecuario.org.uy

Resumen

El objetivo del estudio fue caracterizar la calidad de especies forrajeras nativas de un sistema Silvopastoril(SSP) y de Campo Natural(CN) en la zona centro-sur del Uruguay para la estación de invierno y verano.

El estudio se desarrolló en un establecimiento situado en el departamento de Florida, Uruguay(33°55'6.88"S, 55°34'13.92"O) desde diciembre 2016 hasta junio 2017, en dos potreros contiguos(uno con SSP y otro CN) de 30ha cada uno aproximadamente, ambos contaron con una carga de 1 animal por ha de vacas de raza Hereford(*Bos taurus Taurus*) de 24 meses. El SSP fue plantado en un diseño de 2x2x7 de *Eucalyptus globulus globulus*, con una densidad de 848 árboles/ha. Se caracterizó la composición florística, la calidad de las pasturas y los suelos. La disponibilidad de materia seca fue de 107 Kg/ha al entrar al invierno y 1030 Kg/ha al verano. Se observó que él % de Proteína Cruda(PC) del CN condice con los encontrado en antecedentes. El % PC en la estación de invierno y verano fue mayor en el SSP($P<0,05$). El hecho que en invierno se encuentren en mayor frecuencia especies de alto valor productivo como el *Paspalum sp* y el *Axonopus sp* explica los resultados del análisis de pasturas. Los suelos identificados y su profundidad de arraigamiento permiten el crecimiento de estas pasturas, aunque son los mismos para los dos sistemas. Se determinó con la caracterización de pasturas que la calidad es mayor en el SSP para las estaciones de invierno y verano en los sistemas de estudio.

Palabras clave: *Forrajeras nativas, Silvopastoreo, Uruguay.*

Abstract

The objective of the study was to characterize the natural pastures quality of Silvopastoral system(SSP) and the Natural Pasture (CN) in the south-central zone of Uruguay in winter and summer season. It was located in an rural farm in the department of Florida, Uruguay(33°55'6.88"S, 55°34'13.92"W) from December 2016 to June 2017, in two contiguous paddocks(one with SSP and another CN) of 30ha each one approximately, and both hads a load of 1 animal per hectare of 24-month Hereford (*Bos taurus Taurus*) cows. The SSP was planted in a 2x2x7 design of *Eucalyptus globulus globulus*, with a density of 848 trees/ha. The floristic composition, the quality of the pastures and the soils were characterized. The availability of dry matter was 107 kg/ha when entering winter and 1030 kg/ha on summer. It was observed that the % of Crude Protein(PC) of the CN agrees with those found in references. The % PC in the winter and summer season was higher in the SSP($P < 0.05$). The fact that in winter there are more frequently high productive value species such as *Paspalum sp* and *Axonopus sp* explains the results of pasture analysis. The soils described are also part of the ecosystem and their depth of root allows the growth of these pastures. It was determined with the characterization of pastures that the quality is higher in the SSP in the winter and summer seasons in the study systems.

Key words: *Natural pastures, Silvopastoral, Uruguay.*

Introducción

La ganadería en Uruguay ocupa un 40% de la superficie, constituyéndose por 11,7 millones de cabezas (DIEA, 2018), representando casi 4 animales por cada habitante. El 78 % de la ganadería se desarrolla en Campo Natural(CN). El CN representa el 65% del uso del suelo a nivel nacional (MGAP, 2015), siendo un ecosistema pastoril que no ha sido modificado por prácticas mecánicas realizadas por el hombre, con alta diversidad, desarrollado en ambientes naturales que en su mayoría han sido modificados por el pastoreo de herbívoros. Los sistemas ganaderos son fundamentalmente para producción de carne bovina y en menor medida carne ovina y lana; encontrando por último sistemas que comparten fines mixtos (forestación y animales).

Es decir, que la superficie de pastoreo y sitios de corte, pueden ser compartidos o no, modificando la estructura del tapiz vegetal (Olmos *et al.*, 2005, Formoso, 1990), según la densidad y relación de especies utilizadas (Boggiano *et al.*, 2005; Formoso, 2005). El CN se relaciona a suelos de basalto, arenosos y superficiales de profundidad media a baja. Predominan

en la composición botánica con más del 60% las gramíneas, luego en menor proporción y mayor variabilidad: leguminosas, hierbas y arbustos, graminoides y malezas enanas (Rosengurtt, 1979). En relación a la calidad de las pasturas, se han reportado en la zona centro-sur del país valores en el período estival de 9 a 10,5 % e invernal de 7 a 8,5 % de proteína cruda (Formoso D, 2005).

La silvicultura ocupa un 15% aproximadamente de la superficie y en su mayoría se basa en plantaciones con el objetivo de producción de pulpa maderable. La superficie replantada es de un 77%, las especies utilizadas son el 55% de *Eucalyptus* (E) *dunni*, 34% *E grandis* y 11% de otros *E* y *pinus* (DIEA, 2018).

La ganadería se practica en la mayoría de las plantaciones forestales, además en tierras de pasturas que tienen parcelas arboladas o árboles en el perímetro. Polla (1998), reporta que se realizan en el 90% de emprendimientos forestales. Sin embargo, no se ha logrado una integración profunda de los componentes (Frey *et al.*, 2009), es decir una visión sistémica.

En la actualidad factores como la dinámica de la economía agraria de los países vecinos y su expansión hacia Uruguay, la inversión y el cambio tecnológico, las políticas económicas y sectoriales en la forestación (Vasallo, 2011), provocaron emprendimientos conjuntos entre empresas forestales y ganaderos locales (alquiler tierras para colocación de ganado), resultando en un aumento de la utilización de las plantaciones para la incorporación de animales.

Si bien países vecinos y tropicales han caracterizado los sistemas silvopastoriles, en Uruguay falta información para el manejo y la introducción del sistema considerando las características locales. Los productores pequeños y medianos tienen la percepción que estos sistemas se deberían de implementar. Es por ello que el objetivo principal de este trabajo es la caracterización y comparación en calidad de las especies forrajeras nativas tanto en un sistema silvopastoril (SSP) como un CN en la zona centro-sur del Uruguay.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en un establecimiento situado en el departamento de Florida, Uruguay (33°55'6.88 " S, 55°34'13.92" O) región con un clima templado, suelos de pendientes suaves con afloramientos de roca dispersos,

de diciembre 2016 a julio 2017. El rubro principal del establecimiento es la producción de ganado para carne y complementariamente la silvicultura. De la superficie total (500 ha), se seleccionaron dos potreros de características similares y contiguos, uno SSP y otro CN de 26,6 y 30,4 ha respectivamente.

Según los datos recabados por los sensores de temperatura y humedad I-button "Hygrochron" DS1923 instalados en la zona bajo estudio, se presentó en invierno una temperatura media diaria de (M±DE) 8,6 ± 4,3°C y una humedad relativa de 74,85 ± 11,6% y en verano de 24,95 ± 5,55 °C y 80,1 ± 21% respectivamente.

El SSP tiene un diseño de plantación de 2x2x7 (Figura 1) con *Eucalyptus globulus globulus* de6 años, con una densidad de 848 árboles/ha y de un volumen total de 118 m^3/ha.

En ambos potreros se contó con animales machos Hereford (*Bos taurus Taurus*) de 24 meses de edad, con un peso vivo promedio de 372.8 ± 42.8 kg (M ± DE), con una carga animal de 1 cabeza por hectárea.

Para caracterizar la composición florística se utilizó la metodología de Montes de Olmo *et al.* (1978). Se tomaron 40 puntos al azar en la superficie de pastoreo y en cada sistema, por medio de una estaca de 60 cm de altura se determinaron las frecuencias de especies nativas de interés productivo que tocaban la estaca. La identificación se realizó por medio de la clasificación dada por Rosengurtt, B (1979).

Por otro lado, para identificar y describir los suelos presentes en los sistemas de estudio, se utilizó un taladro holandés de 120 cm (Kaplán A. *et al.*, 2008). Se clasificaron según Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay, CRSU, 1976 (MGAP/RENARE, 2001).

Se analizó la calidad de las especies forrajeras nativas en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay, considerando los componentes de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) con amilasa y corregida por cenizas (aFDNmo) y fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAmo) del sistema de CN y SSP. Las diferencias encontradas en ambos sistemas pastoriles se analizaron utilizando el software estadístico Stata 13 (Stata. Inc, 2013).

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Resultados y Discusión

Los gráficos 1 y 2 presentan la composición florística de las principales especies forrajeras y no forrajeras de invierno y verano, determinadas en el estudio.

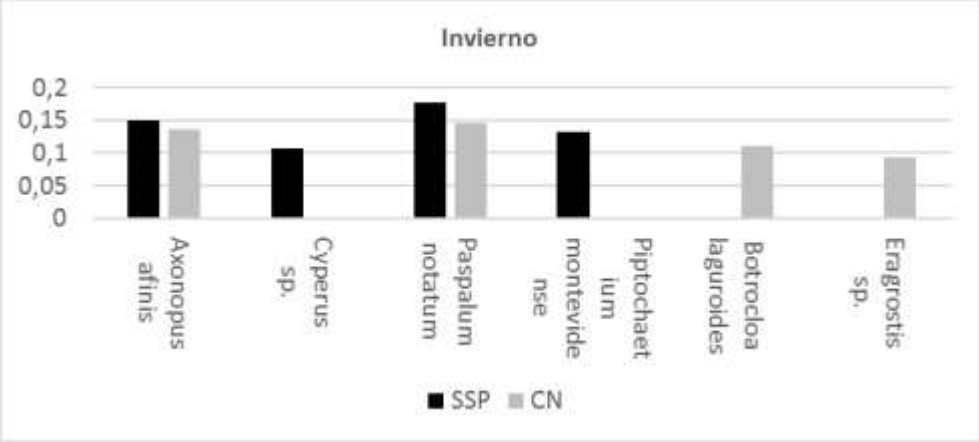


Gráfico 1. Composición florística en los potreros de Campo Natural (CN) y Silvopastoreo (SSP) bajo estudio según frecuencia durante el invierno 2017, departamento de Florida, Uruguay.

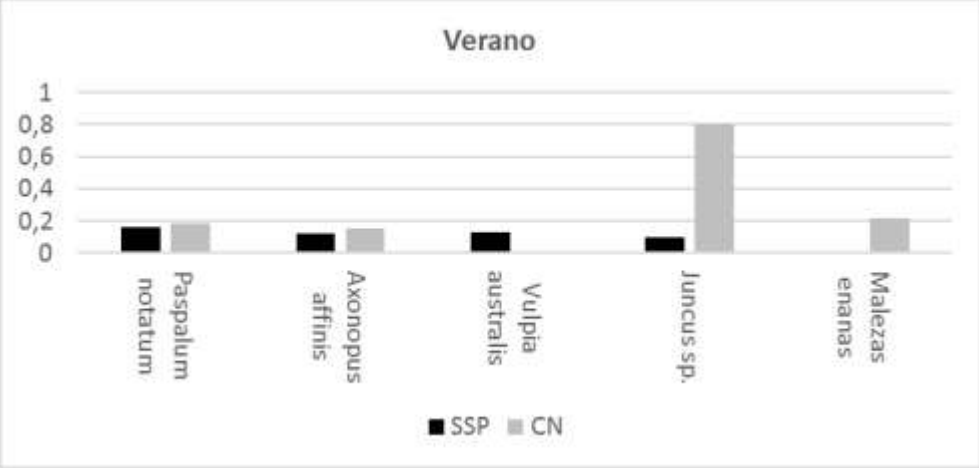


Gráfico 2. Composición florística en los potreros de Campo Natural (CN) y Silvopastoreo (SSP) bajo estudio según frecuencia durante el verano 2016-17, departamento de Florida, Uruguay.

A continuación, se presenta el análisis de especies forrajeras nativas diferenciando en el sistema SSP los callejones entre líneas apareadas, y comparándolos con el sistema de CN.

Tabla 1. Análisis de la calidad de especies forrajeras nativas del Campo Natural (CN) y Silvopastoreo (SSP) en los potreros bajo estudio.

	Invierno	**MS%**	**PC%**	**aFDNmo%**	**FDAmo %**
CN	CN	89.71	12.22	77.54	30.20
SSP	ENTRE FILAS (EF)	90.53	15.91	70.94	26.93
	ENTRE LÍNEA (EL)	34.47	16.57	70.81	31.91
	Verano	**MS%**	**PC%**	**aFDNmo%**	**FDAmo %**
CN	CN	34.82	9.58	70.23	34.26
SSP	ENTRE FILAS	23.66	15.06	72.84	34.60
	ENTRE LÍNEA	31.05	14.04	73.96	34.22

MS, Materia Seca. PC, Proteína Cruda. FDN, Fibra Detergente Neutro. aFDNmo. Fibra Detergente con amilasa y corregida por cenizas. FDAmo, Fibra Detergente Ácido corregida por cenizas.

La determinación de MS de las especies forrajeras nativas fue de 107 Kg/ha al entrar al invierno y 1030 Kg/ha al
verano.

Se puede observar a partir del Cuadro N°1 que los valores del % PC del CN condicen con los encontrados en antecedentes (Formoso, 2005).

El contenido relativo de PC en ambos sistemas en invierno es más elevado que en verano, debido a las características climáticas de cada época.
Por otro lado, el contenido del % PC en ambas estaciones es mayor en el SSP ($P<0,05$).

En el invierno se aprecia diferencia del % PC en la EF y EL de 3,69-4,35 % y en verano 5,48-4,46 % en SSP con respecto al CN.

La relación en el contenido del % PC en invierno y verano para el SSP tiene menor dispersión de datos que para el CN, razón que podría estar justificada por la mayor cantidad de especies identificadas en el CN.

Se determinó mayor contenido del % FDN en invierno en el CN, en verano no presentaron diferencias significativas ($P<0,05$), pudiendo ser consecuencia de las especies encontradas.

Se observa una tendencia en el que él % de MS es mayor en CN que en el SSP, lo que podría estar explicado por el microclima generado en el SSP con el diseño de plantación y la menor incidencia de radiación solar directa sobre la pastura.

El hecho de que en invierno se encuentren en mayor proporción especies de alto valor productivo como el *Paspalum sp* y el *Axonopus sp* explica los

resultados del análisis de pasturas. De hecho, la mayor cantidad de PC encontrada en el SSP en relación a el CN, condice con la mayor frecuencia de estas especies. Los suelos descriptos también son parte del ecosistema y su profundidad de arraigamiento permite el crecimiento de estas pasturas.

Los suelos son superficiales a medios, con algunos afloramientos rocosos, según Índice CONEAT (MGAP, 1994) los grupos de suelos encontrados son 2.12 y 2.11a. Los suelos descriptos fueron brunosoles subéutricos superficiales y profundos, coincidiendo con los antecedentes encontrados para la zona de estudio. Además, presentaron una profundidad de arraigamiento en laderas altas de 18 a 20 cm, y en laderas bajas fue de 36 a 38 cm, características observadas para el sistema SSP y CN.

No se encontraron diferencias entre los dos sistemas en los suelos identificados, así como en su perfil, esto implica que no es un factor que este determinando diferencias entre las especies forrajeras nativas encontradas.

Conclusiones

En los predios bajo estudio, se encontró que la calidad de las especies forrajeras nativas es mayor en el SSP bajo estudio con un diseño de plantación de 2x2x7. La mayor calidad, niveles del % PC, fue explicada por la presencia y frecuencia de especies de interés productivo, tales como el *Paspalum sp* y el *Axonopus sp*. Además, de identificar suelos que contribuyen al desarrollo de estas especies nativas. Sin embargo, los suelos identificados de ambos sistemas no fueron diferentes.

Las características del SSP generadas por el microclima en el marco de plantación trabajado, influyen directamente en las especies forrajeras nativas y generan las diferencias con el sistema de CN estudiado. El hecho de identificar las especies y estudiar su calidad permitirá implementar manejos para favorecer el desarrollo de éstas y obtener mayor performance productiva.

Bibliografía

Boggiano P., Zanoniani R., Millot J.C., 2005. Respuestas del Campo Natural a Manejos crecientes de Intervención. INIA. 151: 105-113.

DIEA, 2018. Anuario Estadístico Agropecuario. Dirección de Estadísticas Agropecuarias. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

Formoso D., 2005. La Investigación en Utilización de Pasturas Naturales sobre Cristalino desarrollada por el Secretariado Uruguayo de la Lana. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Treinta y Tres. 151. pp 51-57.

Formoso D., Gaggero C., 1990. Efecto del Sistema de Pastoreo y la relación Ovino/Vacuno sobre la Producción de Forraje y la Vegetación del Campo Nativo. In II Seminario Nacional de Campo Natural. Tacuarembó. (Ed.Hemisferio SUR.). pp 299-310.

Frey, G., Pachas, A., Noellemeyer, E., Balmelli, G., Fassola, H. E., Colcombet, L., Stevenson, H., Hamilton, J., Hubbard, W., Cubbage, F., 2009. A review and comparison of silvopastoral systems in six regions of the world. Dept. of Forestry and Environmental Resources. North Carolina State University. 11 pp.

Kaplán A., Labella S., Rucks L., Durán A., 2008. Manual para la descripción e interpretación del perfil de suelos. Departamento de Suelos y Aguas, Curso de Edafología. Facultad de Agronomía. Código 165/200/08.

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP) 2015. Planes de uso y manejo de suelos.

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), Dirección General de Recursos Renovables, 1994. Índice de productividad grupos CONEAT. Montevideo. 182 pp.

MGAP/RENARE. 2001. Compendio Actualizado de Información de Suelos del Uruguay. En Dirección General de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. MGAP/RENARE. URL http://www.cebra.com.uy/renare/compendio-de-suelos-del-uruguay-gratis-y-porinternet/.

Montes de Olmos, C., Ramirez, L., 1978. Descripción y muestreo de poblaciones y comunidades. Universidad de Sevilla. pp 11-33.

Olmos F., Franxo J., Sosa M., 2005. Impacto en las Prácticas de Manejo en la Productividad y Diversidad de Pasturas Naturales. INIA. 151: 93-104.

Polla, M. C., 1998. El estudio de los sistemas silvopastoriles y el manejo sustentable de los recursos forestales en Uruguay. Dirección General de Recursos Naturales Renovables, MGAP, Uruguay. Trabajo presentado al Primer Congreso Latinoamericano, IUFRO, Valdivia, Chile.

Rosengurtt, B., 1979. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Facultad de Agronomía. pp 39-83.

Vassallo, M., 2011. Dinámica y competencia intrasectorial en el agro. Uruguay 2000 - 2010. Universidad de la República, Comisión Sectorial de Investigación Científica, Montevideo. pp 170.

El Gandul: Como una alternativa para la implementación de Sistemas Agrosilvopastoriles en la protección de la cuenca de Peñas Blancas, San Carlos, Costa Rica

A. Rey Corrales

Universidad Estatal a Distancia, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Costa Rica, mailto:arey@uned.ac.cr

Resumen

Se desarrolló un proyecto para la implementación de sistemas agrosilvopastoriles con la incorporación del Gandul (*Cajanus Cajan*) en fincas de productores ubicadas en Peñas Blancas, San Carlos, a la vez que se fomentaba la protección de la Cuenca de Peñas Blancas, y el valor agregado y el desarrollo de estrategias de comercialización de este cultivo. El Gandul (Cajanus cajan (l.) Millsp), se clasifica como una leguminosa perteneciente al grupo de las Fabaceae, que dado sus características puede emplearse con éxito como en estos sistemas y que incentiva la diversificación productiva y la implementación de modelos productivos integrales. Se trata de una leguminosa arbustiva que posee hojas trifolioladas, de una estructura similar a los Guisantes. Es una planta con capacidad de fijar una elevada cantidad de nitrógeno en el suelo. Además, su raíz penetrante es bastante útil para descompactar los suelos. Durante la ejecución del proyecto, se controló, monitoreo y documentó el desarrollo mostrado por cuatro variedades de Gandul cultivadas, con el fin de sistematizar la experiencia y analizar la información. Aunado a lo anterior, se efectuaron varias entrevistas a los productores beneficiarios. Se emplearon las siguientes variedades: CATIE; Panameño, Criollo y otra denominada Sabalito o Enana. Todas las variedades empleadas se adaptaron a la zona. Se recomienda iniciar con la siembra del Gandul en esta zona en los meses de junio y julio. Según los datos agronómicos, la variedad que arrojo los mejores resultados en la producción de follaje fue la variedad Criolla.

Palabras clave: *Producción de Gandul (Cajanus Cajan), Fincas Integrales, Fijación de Nitrógeno, Protección de Cuencas Hidrográficas.*

Abstract:

A project for the implementation of agrosilvopastoral systems was developed with the incorporation of the Pigeon Pea (Cajanus Cajan) in farms of producers located in Peñas Blancas, San Carlos, at the same time as the protection of the Peñas Blancas Basin was promoted, and the added value and the development of marketing strategies for this crop. The Pigeon Pea (Cajanus cajan (l.) Millsp), is classified as a legume belonging to the group of

Fabaceae, which given its characteristics can be used successfully as in these systems and which encourages productive diversification and the implementation of integral production models. It is a shrub legume that has trifoliolate leaves, of a structure similar to Peas. It is a plant with the capacity to fix a high amount of nitrogen in the soil. In addition, its penetrating root is quite useful to decompact soils. During the execution of the project, the development shown by four cultivated Pigeon Pea varieties was monitored, monitored and documented, in order to systematize the experience and analyze the information. In addition to the above, several interviews were conducted with the beneficiary producers. The following varieties were used: CATIE; Panamanian, Criollo and another called Sabalito or dwarf. All the varieties used were adapted to the area. It is recommended to start with the sowing of Pigeon Pea in this area in the months of June and July. According to the agronomic data, the variety that showed the best results in the production of foliage was the Criolla variety.

Key Words: *Production of Gandul (Cajanus Cajan), Integral Farms, Nitrogen Fixation, Watershed Protection.*

Introducción

Un sistema silvopastoril constituye una alternativa de uso del suelo en áreas dedicadas a la producción ganadera, en la que se combina la presencia e interacción de especies leñosas (árboles y arbustos), pastos y animales bajo un sistema de manejo integral. Según lo indicado por Contexto Ganadero (2019), entre las ventajas que ofrece la utilización de un sistema silvopastoril se encuentran las siguientes: Propiciar un microclima que es recomendable para reducir el estrés calórico de los animales, en verano los árboles forrajeros aportan follaje y frutos que sirven para la alimentación animal, incentivan la infiltración del agua y la retención de humedad, presentan un gran potencial para el almacenamiento de carbono, contribuyen al reciclaje de nutrientes y la protección del suelo, conservan la biodiversidad, incrementan la fertilidad de suelos, los ingresos y mejoran el paisaje. Además, existen diferentes tipos de sistemas agrosilvopastoriles a saber: Cercas vivas con especies leñosas (arbóreas y arbustivas), Bancos de arbustivas forrajeras, leñosas perennes con cultivos de pastos en callejones, árboles dispersos en potreros, pastoreo en plantaciones con árboles maderables o frutales así como cortinas rompevientos. El recurso hídrico es uno de los más valiosos para la Humanidad. A pesar de lo anterior, en muchos sistemas productivos, se desarrollan actividades agropecuarias que ponen en riesgo este recurso al no considerar la sostenibilidad ambiental de los recursos disponibles en las fincas y afectar así la frontera agrícola. Según lo indicado por González, Rey y Fallas (2016), el Gandul (*Cajanus cajan*) es una leguminosa, que dada sus características productivas, puede ser empleada en fincas integrales para la implementación de sistemas

agrosilvopastoriles, en sistemas a cielo abierto, ya sea como Cercas Vivas o como Bancos Forrajeros, dado sus características como cultivo de cobertura.

A partir del año 2008 y hasta el 2015 se desarrolló el proyecto de investigación y extensión denominado: *Implementación de sistemas agrosilvopastoriles en fincas integrales y desarrollo de productos innovadores en pequeñas y medianas empresas a partir de Gandul (Cajanus Cajan (L.) Millsp.) en la Cuenca del Río Peñas Blancas de Costa Rica.* El cual estaba adscrito a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Estatal a Distancia (UNED). Como objetivo general el Proyecto se planteó: *Investigar modelos de gestión de fincas a través de sistemas agrosilvopastoriles asociados al Gandul que promuevan el desarrollo integral de la cuenca del río Peñas Blancas, incentivando el mejoramiento socioeconómico, la seguridad alimentaria, nutricional y el manejo de los recursos naturales.* Dentro de los objetivos específicos se persiguió la evaluación de la producción forrajera y de semillas del Gandul empleado en sistemas agrosilvopastoriles y algunas de sus características productivas.

La planta de Gandul (*Cajanus Cajan*) se describe como un arbusto perenne, pudiendo llegar a medir hasta cinco metros, pero en promedio tiene una altura de entre uno y dos metros. El tallo es de color verde a verde púrpura y resistente, presenta hojas trifoliadas y que tienen las siguientes dimensiones, un largo que oscila entre los 5 y 10 cm y un ancho de entre 2 a 4 cm. Su flor se localiza en la parte terminal de las ramas con entre 5 y 10 flores sésiles. Aunado a las características antes descritas, este cultivo logra sus mejores rendimientos productivos en condiciones húmedas y cálidas (Rios, 2016). Según lo mencionado por (Upadhyaya et al, 2008), el cultivo predomina en condiciones de entre 11 a 11,5 horas luz y en temperaturas comprendidas entre los 22 y 30 grados centígrados. Con base en lo antes mencionado surge la interrogante: ¿Cuál es el comportamiento agronómico de las variedades de Gandul (*Cajanus Cajan*) empleadas en la zona bajo estudio y cuáles muestran los mejores indicadores agronómicos (Floración, Altura, Mortalidad, Fructificación y Follaje) en la Cuenca de Peñas Blancas, San Carlos, Costa Rica?

Materiales y Métodos

Inicialmente, como parte del proyecto se estableció un Banco de Germoplasma de diferentes variedades de Gandul (*Cajanus Cajan*), en las instalaciones del Centro de Investigación, Transferencia de Tecnología y Educación para el Desarrollo (CITTED), el cual está adscrito a la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales (ECEN) y que se ubica en La Perla, La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. Posteriormente se registró información y monitoreo de resultados, en donde se determinaron los siguientes parámetros: Floración, Altura, Mortalidad y Follaje. Además, se efectuaron varias entrevistas para sistematizar la experiencia de los productores

beneficiarios dentro del proyecto. Para ello se contactaron un total de 8 productores, se les proporcionó la semilla, y se les brindó capacitación para el mantenimiento de cultivo y asesoría técnica. Asimismo, se realizaron varias visitas de campo y se sistematizaron los resultados observados durante las visitas y lo expresado por los productores beneficiarios. En el caso de los productores beneficiarios se establecieron sistemas agrosilvopastoriles incentivando en algunos casos: Cercas vivas con especies leñosas (arbóreas y arbustivas), y en otros Bancos de arbustivas forrajeras. Mientras que el Banco de Germoplasma que se estableció en el CITTED era un sistema agrosilvopastoril de Bancos de arbustivas forrajeras. Todos a cielo abierto.

Para la toma de información se establecieron parcelas en las instalaciones del CITTED en el mes de junio, 2013. Se establecieron 7 parcelas con un área de 40 m2 por parcela. Se sembraron 20 individuos de las variedades de Gandul en cada parcela cada una de ellas con una variedad diferente. La distancia de siembra en cada parcela fue de 2 por 1 m. En esta fase se empleó un total de 4 variedades, siendo la variedad de referencia la Criolla, que era la más utilizada por los productores de la zona en donde se realizó la investigación. Cada una de las parcelas se nombró por un código diferente (Tabla 1).

Tabla 1. Diseño experimental empleado en la investigación sobre Gandul, 2010-2015

Numero de Parcela	Codificación	Variedad
Parcela 1	R01	Catie
Parcela 5	M05	Sabalito
Parcela 6	M06	Panameña
Parcela 7	C07	Criolla

Para estimar los índices productivos analizados, se emplearon los siguientes criterios:

Floración: Se utilizó el criterio de experto, siendo que el 100 % se asignaba a los tallos en donde se veía todo el mismo floreado. Es decir se estimaba la cantidad del tallo que se encontraba floreado.

Altura: Se llevó a cabo utilizando una cinta métrica midiendo desde la parte baja del tallo hasta el ápice de la planta. Se efectuaron un total de tres mediciones en cada oportunidad.

Mortalidad: Es el total de individuos muertos entre el total individuos de cada parcela multiplicado por cien.

Follaje: Se evaluó la producción de follaje (hoja + tallo) de las distintas variedades, por medio de la observación. A más elevado el porcentaje mayor cantidad de follaje en cada tallo.

Se utilizó para las parcelas del CITTED el diseño de bloques completamente al azar por medio de una muestra aleatoria simple con tres tratamientos y el testigo. Cada tratamiento tenía cuatro repeticiones.

Resultados y Discusión

En cuanto a la información recopilada a partir de las entrevistas realizadas a los productores beneficiarios y las visitas de campo, se obtuvo los siguientes datos relevantes:

Se recomendó iniciar con la siembra del Gandul en la zona de La Perla, en San Carlos y alrededores, en los meses de junio y julio. En el caso de la Criolla o Negra, de 100 que se siembran nacen 80, muy altas. Se deben de sembrar a entre 3 y 4 cm de profundidad. En el caso específico de dos variedades Sabalito y la Negra, se obtuvo una cosecha principal complementada con una segunda cosecha con rendimientos bajos, esto en comparación con lo obtenido en las otras variedades. La Enana florea todo el año, pero da muy poco rendimiento productivo.

En cuanto la cantidad de semillas que se obtiene por variedad por cosecha por año, en promedio se obtienen unos 2 Kg./árbol grande en el caso de la Negra. Otro productor reportó que se obtienen rendimientos de cuatro arbolitos por variedad, aproximadamente 3 a 3,5 Kg/ palo en cosecha (Sazón), 3200 gramos cuando está sazón y 2700 gramos cuando está sin vaina, es decir una reducción de 500 gramos. En cuanto a la diferencia existente entre el peso fresco y seco del Gandul se puede indicar un rendimiento de 84 % con un 16 % de pérdida en el verano. Las variedades utilizadas presentaron una vaina con un ancho de 4 frijoles por vaina. El frijol es negro y moteado, estas son las variedades de porte pequeño o bajo. Tienen más producción con la ramificación más extendida. La Negra es la que se vendía mejor, debido a la cantidad que produce y su mejor sabor. La Criolla fue la más resistente a las plagas (como la Abeja y la Hormiga). Con respecto a la variedad Enana o Sabalito sus vainas y semillas son mucho más pequeñas que el resto de las variedades de gandul, lo cual dificulta su recolección. Es posible identificar las diferentes variedades de gandul en el campo por el color de la floración y en algunos casos particulares por el tronco del árbol. Por ejemplo, las flores de Gandul Negro se pueden reconocer por tener manchas marrones o rojizas, a diferencia de las flores del gandul verde, tradicional, que son completamente amarillas. A continuación, se muestran los frutos de cinco de las variedades analizadas (Figuras 1 al 2):

Figura 1: A. Variedad CATIE o Negra y B. Criolla o Blanca empleadas en el proyecto (Fuente: el autor, 2014).

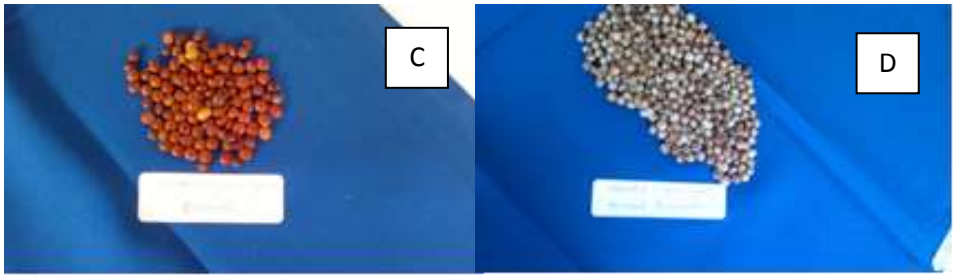


Figura 2 C. Variedad Enana o Sabalito (color café) y D. Variedad Panamá, utilizadas en el Proyecto (Fuente: el autor, 2014).

De las cuatro variedades analizadas la Variedad de Gandul CATIE o Negra es la mejor para realizar la cosecha y el desgrane ya que las vainas se abren con mayor facilidad. Se recomienda hacer una prueba de manejo de producción de 2 ó 3 variedades pero fertilizando, así como combatiendo las plagas con Tricoderma. Se debe capar o sea eliminar las flores para favorecer la fructificación de otras. Así como aumentar la distancia de siembra en las variedades CATIE y Sabalito. La variedad que fue suministrada por el CATIE obtuvo un buen desarrollo, pero tardó más en florear y obtener frutos en comparación con las restantes. Todas las variedades utilizadas se lograron adaptar a la zona bajo estudio. Con respecto a las variedades que se sembraron en el CITTED, se obtuvieron los siguientes resultados productivos (Floración, Altura, Mortalidad, y follaje) que se indican en las Tablas, 2, 3, 4 y 5:

Tabla 2. Floración, altura, mortalidad y follaje obtenidos de la Variedad CATIE, en la parcela R01 en el CITTED, abril a junio, 2014

Fecha de la medición	Floración (%)				Altura (m)			Mortalidad (%)	Follaje (%)			
	0	25	50	100	1	2	3		0	25	50	100
Abril, 2014	X				2.66	2.66	0.90	40	X			
Mayo, 2014	X				2.85	3.00	1.60	50	X			
Junio, 2014	X				2.95	3.10	1.80	55		X		

Tabla 3: Floración, altura, mortalidad y follaje obtenidos de la Variedad Sabalito o Enano, en la parcela R01 en el CITTED, abril a junio, 2014

Fecha de la medición	Floración (%)				Altura (m)			Mortalidad (%)	Follaje (%)			
	0	25	50	100	1	2	3		0	25	50	100
Abril, 2014	X				2.84	2.72	2.00	20		X		
Mayo, 2014	X				2.90	2.86	N.D	20	X			
Junio, 2014	X				3.01	2.86	N.D	35	X			

N.D.: No disponible.

Tabla 4: Floración, altura, mortalidad y follaje obtenidos de la Variedad Panameña, en la parcela R01 en el CITTED, abril a junio, 2014

Fecha de la medición	Floración (%)				Altura (m)			Mortalidad (%)	Follaje (%)				
	0	25	50	100	1	2	3		0	25	50	75	100
Abril, 2014		X			2.80	2.73	2.88	10				X	
Mayo, 2014	X				2.95	3.16	3.02	15				X	
Junio, 2014	X				2.97	3.20	3.16	15				X	

Tabla 5: Floración, altura, mortalidad y follaje obtenidos de la Variedad Criolla, en el CITTED, abril a junio, 2014

Fecha de la medición	Floración (%)				Altura (m)			Mortalidad (%)	Follaje (%)			
	0	25	50	100	1	2	3		0	25	50	100
Abril, 2014	X				3.35	3.50	2.55	10				X
Mayo, 2014	X				3.90	3.50	2.87	10				X
Junio, 2014	X				4.40	3.80	3.70	10				X

Como se puede desprender del análisis de los resultados antes mencionados:

Se obtuvo un 0% de floración en las variedades CATIE, Sabalito y Criolla, en el momento de la toma de datos todavía no había floración, presentando ciclos productivos similares.

La variedad CATIE presento el menor crecimiento con una diferencia de 1,1 m, esto puede deberse a la ubicación donde se encontraba en una zona más sombreada, donde las horas luz eran menores en comparación a las otras variedades analizadas.

La variedad Criolla obtuvo el mejor resultado de mortalidad de las cuatro variedades analizadas, con un porcentaje de mortalidad de un 10%.

Según los datos agronómicos, la variedad que arrojo los mejores resultados en la producción de follaje fue la variedad Criolla. La que obtuvo menor follaje fue CATIE, seguida de la Sabalito.

Conclusiones

Con base en las entrevistas realizadas a los productores beneficiarios del proyecto se recomendó iniciar con la siembra del Gandul en la zona de La Perla, en San Carlos y alrededores, en los meses de junio y julio.

La Criolla fue la más resistente a las plagas (como la Abeja y la Hormiga) y a las condiciones climáticas de la zona, al tener la menor mortalidad. Se obtuvo un 0% de floración en las variedades CATIE, Sabalito y Criolla que fueron sembradas en el CITTED. Según los datos agronómicos, la variedad que arrojo los mejores resultados en la producción de follaje fue la variedad Criolla.

Según los datos agronómicos, la variedad que arrojo los mejores resultados en la producción de follaje fue la variedad Criolla. La que obtuvo menor follaje fue CATIE, seguida de la Sabalito. Todas las variedades empleadas se adaptaron a la zona.

En general las variedades estudiadas de Gandul, pueden emplearse como cultivos de cobertura en sistemas agrosilvopastoriles de cielo abierto como Bancos Forrajeros y en Cercas Vivas en Zonas de Trópico Bajo Seco, ya que no tolera el ramoneo directo.

Bibliografía

González L., Rey A. y Fallas A. 2016. El Gandul (Cajanus Cajan) (L.) Mill sp) una excelente alternativa para los sistemas agrosilvopastoriles. Repertorio Científico. ISSN 1021-6294. Vol. 19, N.º 2: Diciembre 2016: 00-00.

Ríos, E. 2016. Frijol Guandul (Cajanus Cajan L) una alternativa de seguridad alimentaria y otros usos, bases para un plan de fomento en la provincia de Guanenta, Santarder. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Santander; Colombia.

Upadhyaya H.D.,Reddy K.N. y Sastry D.V.S.S.R 2008. Guías para la regeneración de germoplasma: guandul. En: Dulloo M.E., Thormann I., Jorge M.A. and Hanson J., editors. Crop specific regeneration guidelines [CD-ROM]. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP), Rome, Italy. 9 pp

www.contextoganadero.com (Consultado el Miércoles 10 de julio, 2019).

Evaluación del efecto abrigo de una cortina de *Eucalyptus dunii* en un predio ganadero en el sur del Uruguay

Evaluation of the shelter effect of an *Eucalyptus dunii* windbreak in a cattle farm in southern Uruguay

M. C. Munka Moreno[1]; C. Saravia Tomasina[1]; M. Boscana Goires[2]; M. Rachetti Canessa[3]*

[1]Departamento de Sistemas Ambientales, Facultad Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. Garzón 780. CP 12900. Montevideo.
[2] Departamento de Ciencias Sociales, Facultad Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. Garzón 780. CP 12900. Montevideo
[3] Comisión Nacional de Fomento Rural. Salvador García Pintos 1138. CP 11800. Montevideo, Uruguay
munka@fagro.edu.uy

Resumen

La utilización de árboles rompevientos, en predios ganaderos, es una práctica ampliamente utilizada para mejorar las condiciones de abrigo del ganado. Sin embargo, en Uruguay es escasa la investigación sobre los efectos de la forestación en el ambiente meteorológico que genera disconfort térmico. Este estudio evaluó el efecto de una forestación en las condiciones meteorológicas relacionadas con el estrés térmico por frío en animales en pastoreo. La evaluación se realizó entre julio y setiembre de 2018, en un predio ganadero al sur de Uruguay (33°17'S; 57°8' W), en una cortina semipermeable de *Eucalyptus dunnii* de nueve años de edad, con un marco de plantación de 3,5 x 2 m, una densidad de 1189 árboles/ha, y una altura media de los árboles de 20 m. Las condiciones meteorológicas se midieron en dos puntos sobre una transecta perpendicular a la orientación de la cortina (NE a SO): un punto a barlovento (SE) y otro a sotavento en el área protegida por la cortina de árboles, ambos a una distancia horizontal a la cortina de 80 m. Mediante instrumental meteorológico automático (HOBO-Onset) se registraron las variables: radiación solar (W/m^2), velocidad (m/s) y dirección del viento (°), precipitación (mm), temperatura del aire (°C) y humedad del aire (%). Para evaluar el efecto del abrigo a sotavento, se calculó por día, en cada punto de observación, el Índice Climático integral (Comprehensive Climate Index, CCI) y el índice de enfriamiento (Chill Index, CI). Se utilizó estadística descriptiva para analizar la información de los días con umbrales de estrés por frío. A barlovento se identificaron ocho días en 52 con riesgo leve de estrés por frío mediante el CCI, mientras que en la zona protegida no se identificaron días con estrés térmico. En los días con estrés térmico (0< CCI <5) la velocidad del viento a sotavento se redujo un 66,8% ±

7,86, y la radiación solar promedio (W/m^2) fue 4017 ± 2800. En el período evaluado, el índice CI (KJ.m^{-2}.h^{-1}) presentó a barlovento 10 días con nivel de riesgo bajo (900< CI <1000) y 13 con riesgo medio de estrés por frío (1000< CI <1100). A sotavento ocurrieron 13 días con estrés de riesgo bajo y correspondieron a aquellos que presentaron nivel de riesgo medio a barlovento. En estos días hubo siete con precipitación, el promedio de radiación solar fue 5781 ± 2744 W/m^2 y la reducción del viento a sotavento fue de 53,7% ± 23,25. Los días con estrés térmico se caracterizaron por valores de temperatura del aire similares a ambos lados de la cortina de árboles, viento predominante de dirección SE al SO y una disminución en la velocidad del viento a sotavento. La disminución de los niveles de radiación solar y la ocurrencia de precipitación caracterizaron las condiciones de enfriamiento obtenidas mediante CCI y CI respectivamente. En el área de abrigo se puede inferir una reducción en el gasto energético que tendrían los animales para el control de su temperatura corporal y en consecuencia un aumento de la productividad ganadera.

Palabras clave: *Silvopastoril; índices biometeorológicos; confort térmico.*

Abstract

The use of trees as windbreaks to improve the shelter conditions in domestic animals is a widely used practice in livestock farms. However, in Uruguay, the research on the effects of trees on the meteorological conditions is scarce. This study evaluates the effect of afforestation on the meteorological conditions related to thermal stress in animals due to cold conditions. The observation was carried out from July to September 2018, in a cattle farm in the south of Uruguay (33° 17'S; 57° 8 'W), in a semipermeable windbreak of *Eucalyptus dunnii*, nine years old, with a plantation frame of 3.5 x 2 m and a density of 1189 trees / ha, with an average height of 20 m. The meteorological conditions were measured at two points on a transect perpendicular to the orientation of the curtain (NE to SW): one point windward (SE) and another leeward in the area protected by the curtain of trees, both at 80m away from the curtain. Using automatic meteorological instruments (HOBO-Onset) the following variables were recorded: solar radiation (W / m^2), speed and wind direction (m/s), precipitation (mm), air temperature (° C) and humidity of the air (%). To evaluate the effect of the shelter leeward, the comprehensive climate index (CCI) and the cooling index (*Chill Index*, CI) were calculated per day at each observational point. Descriptive statistics were used to analyze the information of the days with cold stress thresholds. At the windward point, eight days out of 52 were identified with slight risk of cold stress through the CCI, while in the protected area there were no days with any stress for cold. On days with stress (0 <CCI <5) the leeward wind speed was reduced by 66.8 % ± 7.8, the

average solar radiation being 4017 W/m^2 ± 2800. During the evaluation time, the CI index windward showed 10 days with low risk level of cold stress (900 <CI <1000 KJ.m^{-2}.h^{-1}) and 13 days with medium risk (1000 <CI <1100 KJ.m^{-2}.h^{-1}). Downwind, 13 days with low risk stress occurred. They corresponded to those that presented medium risk level windward. Amid these days, there were seven with precipitation, the average solar radiation was 5781 (W / m^2) ± 2744, and the wind reduction to leeward was 53.7 (%) ± 23.25. Days with thermal stress were characterized by similar air temperature values on both sides of the tree curtain, predominant wind from SE to SW direction and a decrease in leeward wind speed. Decrease in the levels of solar radiation and the occurrence of precipitation characterized the cooling conditions obtained by CCI and CI respectively. In the shelter area it can be inferred a reduction in energy expenditure by the animals to control their body temperature and consequently an increase in livestock productivity.

Keywords: *Silvopastoril; biometeorological indexes; animal comfort*

Evaluación agronómica de cuatro leguminosas arbustivas como opciones para sistemas silvopastoriles en cuatro sitios del valle geográfico del rio Patía, Cauca, Colombia.

JF, Gutiérrez Solís1; N, Vivas Quila[2];
S, Morales Velasco2; B, Hincapié Carvajal[1]

[1]Centro Internacional de Agricultura Tropical
[2]Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias
mailto:j.f.gutierrez@cgiar.org

Resumen

Para los sistemas ganaderos localizados en regiones de clima cálido o ecosistemas con períodos largos de sequía, el abanico forrajero tanto de gramíneas como de leguminosas es limitado, de ahí la importancia de evaluar leguminosas como las del presente trabajo, ya que por su adaptabilidad, valor nutricional y resiliencia ante las condiciones climáticas cambiantes pueden convertirse en una opción viable para dichas condiciones de sequía prolongada. Se evaluaron seis accesiones de leguminosas arbustivas provenientes del banco de germoplasma del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en cuatro localidades distribuidas en el Valle geográfico del río Patía, sur occidente de Colombia. Estableciéndose en campo bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Una vez establecidas y luego de 16 semanas, se dio inició a las evaluaciones agronómicas con el fin de determinar el desempeño de estos materiales, para lo cual se midieron las variables: vigor, cobertura, altura, malezas, incidencia de plagas y enfermedades, floración y producción de forraje. Se realizaron dos evaluaciones agronómicas en épocas de máxima y mínima precipitación, se valoró la producción de forraje expresado en materia seca, así como su calidad nutricional. En conclusión, bajo las condiciones evaluadas estas leguminosas tienen potencial como especies forrajeras para ser consideradas como una opción al productor, ya que pueden producir biomasa en épocas críticas o adversas, además de presentar buena producción de semilla, manteniendo los niveles de proteína y calidad nutricional requeridos.

Palabras clave: *Trópico seco, calidad nutricional, precipitación, producción.*

Abstract

For livestock systems located in regions of warm weather or ecosystems with long periods of drought, the fodder fan of both grasses and legumes is limited, hence the importance of assessing legumes such as those of the present work, since for their adaptability, value Nutritional and resilience to changing climatic conditions can become a viable option for such prolonged drought conditions. Six accessions of shrub legumes from the germplasm bank of the International Center for Tropical Agriculture (CIAT) were evaluated in four locations distributed in the geographic valley of the Patia River, southern western Colombia. Settling in the field under a randomized complete block design with four repetitions. Once established and after 16 weeks, agronomic evaluations were initiated in order to determine the performance of these materials, for which the variables were measured: vigor, coverage, height, weeds, incidence of pests and diseases, flowering and forage production. Two agronomic evaluations were carried out in season of maximum and minimum rainfall, the production of fodder expressed in dry matter was assessed, as well as its nutritional quality. In conclusion, under the conditions evaluated these legumes have potential as forage species to be considered as an option to the producer, since they can produce biomass in critical or adverse times, in addition to presenting good seed production, maintaining protein levels and nutritional quality required

Keywords: *Dry tropic, nutritional quality, precipitation, production.*

Introducción

El sector ganadero es la actividad económica con mayor participación en el sector agropecuario colombiano. Está presente en todas las regiones, bajo todas las condiciones agroecológicas, en diferentes escalas y sistemas de producción, como: cría, levante, ceba, lechería especializada y doble propósito. Producto de lo anterior la actividad ganadera genera 810 mil empleos directos que representan el 6 % del empleo a nivel nacional y el 19 % del sector agropecuario (Fedegán, 2018)

Colombia mantiene un hato cercano a los 23.5 millones de cabezas (Instituto Colombiano Agropecuario, 2017) , en 32 millones de hectáreas; donde el uso potencial para la ganadería en Colombia según el DANE 2015 es solo de 19.3 millones de hectáreas, lo que demuestra un sobre uso de aproximadamente el 200 % del área potencial, evidenciando una falta de planificación y desmesurada dedicación de suelo para pastos, por lo que se hace necesaria la generación de alternativas para una ganadería eficiente y sustentable. Esta situación no ha variado significativamente en los últimos veinte años, lo

que revela la pobre transformación tecnológica del sector ganadero, que nos compromete a seguir trabajando en el rol de investigadores y multiplicadores del conocimiento.

Lo anterior sin duda afecta los parámetros productivos (ganancia diaria de peso, edad a sacrificio, intervalo entre partos) y demás indicadores reproductivos, reflejando la baja eficiencia del sector ganadero, que, sumado a la variabilidad de las condiciones agroecológicas del país, hace necesario la identificación y establecimiento de especies forrajeras multipropósito. Que puedan contribuir a reducir las presiones directas sobre los recursos naturales, generando resiliencia y garantizando la conservación de la biodiversidad (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2012).

Bajo este contexto se planteó como propósito la evaluación de cuatro especies de leguminosas arbustivas (*Leucaena diversifolia, Leucaena leucocephala, Desmodium velutinum* y *Cratylia argentea*), las cuales presentan potencial para ser incorporadas a los sistemas ganaderos, debido a previas evaluaciones bajo condiciones del trópico.

Materiales y métodos

Localización

El presente estudio se realizó en el valle geográfico del Patía, ubicado en el municipio de Patía, al sur occidente del departamento del Cauca, 02º 28´ de latitud norte y 076º 33´ de longitud oeste a una altitud sobre el nivel del mar de 608 m y una temperatura promedio de 30 ºC (Alcaldia Municipal de Patía Cauca, 2012).

Análisis de suelos

Como se observa en la tabla 1., fueron analizados 13 elementos de la composición química del suelo (entre macro y micronutrientes). Se realizó determinación de textura en cuanto a la parte física, tomando una muestra compuesta de cada lote a una profundidad entre 0 y 20 cm, previo al establecimiento del ensayo. Se trata de suelos con pH ligeramente ácidos con tendencia a neutralidad, pero sin saturación o presencia de aluminio en concentraciones limitantes para el desarrollo de las plantas. En cuanto al contenido de fósforo presenta contenidos de bajo a muy alto; en el sitio “La Torre” se presenta un contenido muy alto luego seguido por la localidad “Guachicono’’, los cuales contrastan con la localidad “’Porvenir’’ que tiene un contenido bajo para este elemento, mientras que la localidad ‘’California’’ presenta contenido medio. En el caso del contenido de materia

orgánica (MO) las cuatro localidades presentan contenidos altos teniendo en cuenta que en clima cálido la tasa de mineralización es mayor.

Tabla 1. Análisis de suelo químico completo y textura para cada localidad, a una profundidad de 0-20 cm para las 4 localidades, Patía, Cauca, Colombia.

Localidad	**Guachicono**	**California**	**Porvenir**	**La Torre**
Parámetro/(unidad)				
pH (Un)	6.10	5.57	5.63	6.31
P – Bray II (mg/kg)	13.17	9.01	3.07	32.1
MO (g/kg)	23.49	37.56	58.31	13.3
Ca (cmol/kg)	6.95	9.45	15.07	4.02
Mg (cmol/kg)	2.59	3.83	7.02	2.03
Na (cmol/kg)	0.17	0.10	0.16	0.04
K (cmol/kg)	0.31	0.66	0.49	0.19
CICE (cmol/kg)	10.02	23.8	24.45	6.28
Fe (mg/kg)	28.55	55.08	12.53	56.3
Cu (ppm)	1.57	2.63	1.68	3.63
Zn (mg/kg)	2.11	1.25	2.36	1.88
Mn (mg/kg)	10.85	33.39	47.77	18.7
S (mg/kg)	15.53	23.18	19.54	19.7
B (mg/kg)	0.47	1.14	0.80	0.43
Textura	Franco Arenoso	Franco Arcilloso	Franco Arcilloso	Franco Arenoso

Evaluación agronómica

Se realizó de acuerdo a la metodología planteada por Toledo (1982), bajo la "Red Internacional de Evaluación de Pasturas Tropicales" que propone como punto de partida, que la adaptación de germoplasma a las condiciones agroecológicas de una región, área o localidad debe comenzar con la evaluación de germoplasma bajo cualquier programa de investigación en pastos.

La red considero cuatro etapas: ensayos regionales A (ERA) para evaluar establecimiento (caracterización de grandes colecciones), ensayos regionales B (ERB) evaluación agronómica y producción de materia seca (vigor, altura, cobertura, incidencia de plagas y enfermedades), evaluaciones regionales C (ERC), efecto animal en los forrajes (palatabilidad, calidad nutricional, persistencia, resistencia al pisoteo) y evaluaciones regionales D (ERD), respuesta de los animales en términos de productividad por área (ganancia de peso kg/ha/año) Exponiendo esta metodología dejamos en claro que en esta evaluación solo se han realizado las dos primeras etapas.

Diseño experimental

El diseño experimental fue de bloques completos al azar (BCA), con cuatro repeticiones, bloqueados de acuerdo con la pendiente de cada localidad. Para cada repetición fueron sembrados cuatro surcos con cinco plantas individuales. La distancia entre surcos y plantas fue de 1 m. Entre el borde de la última hilera de una parcela y la primera hilera de la parcela siguiente se manejó una distancia de 2 m.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos durante la fase de evaluación , fueron analizadas empleando R Studio V 3.5.1, y con SAS V.9.0. Teniendo en cuenta las fuentes de variación presentes en este estudio tales como época, repetición, accesión y localidad; se realizó estadística descriptiva, como análisis factoriales múltiples y clúster. Luego se llevaron a cabo análisis de varianza, prueba de promedios de Duncan ($Pr<0.05$) y finalmente análisis de componentes principales. Como una opción para la clasificación de las seis accesiones de leguminosas, mediante la observación de asociación de variables con el fin de minimizar las mismas con el objeto de manejar la variabilidad.

Resultados y discusión

La variable producción de forraje en materia seca, es sin duda la variable que resume el desempeño y adaptación de los materiales. De acuerdo a los resultados obtenidos en la ANDEVA y luego de realizar la prueba de promedios de Duncan ($Pr<0.05$).

Teniendo en cuenta la interacción genotipo/ambiente en cada localidad el comportamiento de *L. diversifolia* CIAT 21242 e ILRI 15551 fueron los materiales de mejor desempeño con 6.7 y 13.4 t MS/ha/año. Mientras en el caso de la *L. leucocephala* CIAT 17263 en las localidades Guachicono y California presentaron una producción promedio de 6.8 y 9.9 t MS/ha/año, a su vez la producción de la accesión CIAT 21888 fue de 8.8 y 7.7 t MS/ha/año, respectivamente.

Bajo las condiciones de California es de señalar que los mejores materiales teniendo en cuenta los valores poblacionales promedios obtenidos luego de la prueba de promedios de Duncan ($Pr<0.05$), indicó que las accesiones de *L. leucocephala* CIAT 17263 y 21888 presentaron rendimientos de forrajes en toneladas de materia seca de 9.9 y 7.7, respectivamente. Valores que se encuentran dentro del rango de productividad reportado por (Peters et al., 2011) de 7 a 25 t de MS/ha.

A su vez el rendimiento fue similar en Guachicono donde se obtuvieron producciones de 8.8 y 6.8 para la accesión CIAT 21888 y 17263, respectivamente. Productividades cercanas a las encontradas por (Casanova-Lugo, et al., 2014) bajo condiciones de suelos ácidos en Veracruz, México, donde evaluaron 20 accesiones de Leucaena entre ellas la accesión CIAT 17263, con la cual se obtuvieron rendimientos de 8.3 t MS/ha/año al llevar la producción promedio por planta en gramos de materia seca al arreglo de banco forrajero con una densidad de 10.000 plantas/ha.

Sin embargo, bajo las condiciones de la localidad el Porvenir y La Torre, los rendimientos obtenidos alcanzaron 2.1 y 1.9 t MS/ha/año para CIAT 21888 y CIAT 17263, respectivamente. Y en la Torre 4.2 y 2.9 para CIAT 21888 y 17263, respectivamente. Valores inferiores a los reportados por (Peters et al., 2011), pero cercanos a los obtenidos por (Casanova-Lugo *et al*., 2014) de 3.4 t MS/ha bajo condiciones de trópico seco en la península de Yucatán, México.

Es de resaltar que *D. velutinum* fue el material con mejor desempeño en localidades como Porvenir y La Torre, donde las condiciones agroecológicas son adversas para el desempeño de otros materiales forrajeros. De acuerdo con los datos obtenidos *D. velutinum* CIAT 23981, fue el material con mejores rendimientos de forraje en materia seca para estas dos localidades con rendimientos de 8.9 y 5.8 t MS/ha/año para Porvenir y La Torre, respectivamente. Productividades que dependiendo de las condiciones o la región se encuentran dentro del rango reportado por (Peters *et al*., 2011) de entre 1.5 y 3 t MS/corte, y de acuerdo con (Vivas, 2005) se pueden obtener hasta 6.4 cortes para *D. velutinum* bajo una frecuencia de corte de 8 semanas. Sin embargo, en las localidades California y Guachicono este presento producciones inferiores comparado con materiales como Leucaena, que indico rendimientos promedio entre 7.5 y 5.5 t MS/ha/año, respectivamente. Al comparar los resultados obtenidos en el presente estudio con los obtenidos por (Vivas, 2005) en Santander de Quilichao, Cauca, bajo condiciones de suelos ácidos y saturación de aluminio, donde obtuvo una producción promedio de forraje en materia seca de las 20 mejores accesiones tanto en máxima como en mínima precipitación un promedio de 14.4 t MS/ha/año, los rendimientos del presente estudio fueron inferiores,; sin dejar a un lado que las condiciones edafoclimáticas de la región, presentan mejor calidad de suelo, pero una época seca prolongada.

C. Argentea, accesión CIAT 18516 presento buen desempeño bajo condiciones de California y Guachicono con producciones de forraje en

materia seca de 7.3 y 9.8 t MS/ha/año, respectivamente. Productividad superior a la reportada por (Lascano., et al) de 4.86 t MS/ha/año manejando una densidad de 12.346 plantas por hectárea en condiciones de Granada, Meta, Colombia. Sin embargo, al considerar la productividad obtenida en Porvenir y La Torre para este material, 3.7 y 3.8 t MS/ha/año, respectivamente.

De acuerdo al análisis de clúster se formaron tres grupos con las variables calidad nutricional, producción de forraje y localidad. El grupo 3 está conformado por las accesiones de *Leucaena diversifolia* ILRI 15551 y CIAT 21242, en las localidades California y Porvenir; de igual manera se agruparon las accesiones de *Leucaena leucocephala* CIAT 17263 y 21888 en las localidades California, Porvenir y la Torre. Por su parte los materiales de *D. velutinum* CIAT 23981 en las localidades Guachicono y La Torre.

En el grupo 2 se agrupan las accesiones de *L. diversifolia* en las localidades Guachicono y Porvenir.

Finalmente, el grupo 2 bajo la localidad Guachicono se agruparon las dos accesiones de *L. leucocephala* y *C. argéntea*, mientras en la localidad California solo se encuentra la accesión C. argéntea. En porvenir a su vez se agruparon los materiales *D. velutinum* y *C. argéntea*. En la localidad La Torre se agruparon *L. diversifolia* 21242 y *L. leucocephala* 21888.

Estos grupos se caracterizaron por su producción de forraje y la calidad nutricional de este, siendo los de mayor calidad y menor producción de forraje los materiales del grupo 1, a su vez los materiales del 2 presentaron la mayor producción de forraje y la calidad intermedia. Finalmente el grupo 3 presento la menor calidad nutricional y una producción de forraje intermedia.

Conclusiones

El desempeño agronómico de las leguminosas arbustivas presento una fuerte influencia de las condiciones agroecológicas particulares de cada localidad y la especie, lo cual permitió seleccionar los materiales adecuados para cada nicho o condición particular, de manera que donde se tuvieron suelos un poco más fértiles sobresalieron las accesiones de Leucaena y donde la calidad u oferta edafoclimáticas era menos favorable sobresalieron *Desmodium velutinum* CIAT 23981 y *Cratylia argentea* CIAT 18516.

Agradecimientos

Este trabajo hace parte del programa de investigación “Desarrollo y uso de recursos forrajeros en sistemas sostenibles de producción bovina para el

departamento del Cauca" así como del proyecto "Investigación del uso de especies forrajeras y no forrajeras multipropósito en sistemas de pequeños y medianos productores de carne en los municipios de Patía y Mercaderes, Cauca''. Financiado por el fondo de ciencia y tecnología del sistema general de regalías (SGR), ejecutado por la gobernación del Cauca mediante la Universidad del Cauca y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Bibliografía

Alcaldía Municipal de Patía Cauca. (2012). Plan de Desarrollo Municipal de Patía Cauca 2012 – 2015, 156. Retrieved from http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos PDF/patia-pd-2012-2015.pdf

Casanova-Lugo, F., Petit-Aldana, J., Solorio-Sánchez, F. J., Parsons, D., & Ramírez-Avilés, L. (2014). Forage yield and quality of *Leucaena leucocephala* and *Guazuma ulmifolia* in mixed and pure fodder banks systems in Yucatan, Mexico. Agroforestry Systems, 88(1), 29–39. https://doi.org/10.1007/s10457-013-9652-7

Fedegán. (2018). Ganadería Colombiana.

Instituto Colombiano Agropecuario, I. (2017). Censo bovino.

Lascano Carlos, Rincón Álvaro, Plazas Camilo, Ávila Patricia, Bueno Guillermo, A. P. (2002). Cultivar Veranera (Alberto Ra). Villavicencio. Retrieved from http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/cratyllia_argentea_cv_veranera.pdf

Peters, M., Franco, L. H., Schmidt, A., & Hincapié, B. (2011). Especies forrajeras Multipropósito: Opciones para productores del trópico Americano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 212. Retrieved from http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Forrajes_Tropicales/pdf/Books/Especies Forrajeras Multipropósito Trópico Americano.pdf

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2012). Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi, 1(514), 1–2.

Vivas, N. (2005). Evaluación agronómica de 137 accesiones de, 88. Retrieved from http://www.bdigital.unal.edu.co/6583/1/nelsojosevivasquila.2005.pdf

Propagación vegetativa de procedencias de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray en el Noreste de Argentina

Vegetative propagation of *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray provenances in northeast Argentina

M. B. Rossner [1], A. Ziegler [1], P. A. González[2], M. Loto (2), G. Kimmich [3], F. Corró (3), F. Fernández (1), D. Bratz [3], L. Colcombet [2]

[1] INTA Cerro Azul, Cerro Azul, Misiones, Argentina
[2] INTA Montecarlo, Montecarlo, Misiones, Argentina
[3] Universidad Del Salvador Sede Gdor. Virasoro, Corrientes, Argentina
Ruta Nac. N° 14 km 836 (3313), Cerro Azul, Misiones, Argentina.
rossner.maria@inta.gob.ar;

Resumen

El objetivo del trabajo fue comparar sobrevivencia y crecimiento de tres procedencias y dos tipos de estaca de Botón de oro durante la etapa de propagación vegetativa en vivero. Se establecieron tres ensayos en red en la estación experimental de INTA Cerro Azul (Misiones), Campo Anexo Laharrague de INTA Montecarlo (Misiones) y en la Universidad del Salvador Sede Gdor. Virasoro, Corrientes. El diseño fue factorial con arreglo en BCA y cinco repeticiones. El factor procedencia con tres niveles: México, Brasil y Colombia y el factor tipo de estaca con dos niveles: basal y sub-apical. Los tratamientos fueron: CoA (Colombia apical), CoB (Colombia basal), BrA (Brasil apical), BrB (Brasil basal), MeA (México apical) y MeB (México basal). Se evaluó en las estacas (previo a la plantación): número de nudos, diámetro total (cm), diámetro de médula (cm) y peso (g), en vivero: sobrevivencia y prendimiento de brotes y altura máxima de planta a los 7, 15, 30 y 40 días y al finalizar el período se cosechó la biomasa aérea y subterránea. La menor sobrevivencia de plantas fue para MeA (84%) y MeB (90%). La mayor altura para BrB (70,16 cm) y el mayor número de brotes para BrB, BrA y CoA (2,2; 2,3 y 2,4). La biomasa total medida en Virasoro y Cerro Azul fue mayor para BrB (12,47 y 9,83 g MS planta^{-1} en ambos sitios). Las procedencias Brasil y Colombia presentaron los mayores valores de sobrevivencia, crecimiento en altura, número de brotes y producción de biomasa, por lo cual pueden ser consideradas más promisorias para la región de estudio.

Palabras clave: *Sobrevivencia; biomasa; crecimiento; implantación; estacas.*

Abstract

The aim of this work was to compare survival rate and growth of “Botón de oro” of three provenances and two cutting types in the vegetative propagation period in greenhouse. Three experiments were established at

INTA experimental station Cerro Azul (Misiones), INTA experimental field Laharrague (Montecarlo, Misiones) and Universidad Del Salvador, Gobernador Virasoro, Corrientes. The experimental design was factorial with CRB arrangement and five replicates. The origins were Mexico, Brazil and Colombia and cutting types were basal and sub-apical. The treatments results: CoA (Colombia apical, CoB (Colombia basal), BrA (Brazil apical), BrB (Brazil basal), MeA (Mexico apical) and MeB (Mexico basal). In cutting (before plantation): nodes number, total diameter (cm), marrow diameter (cm) and weight (g) were measured. In greenhouse: survival rate, sprout number and height at 7, 15, 30 and 40 days and at the end aerial and underground biomass were assessed. The lowest survival rate was for MeA (84%) and MeB (90%). The main height was for BrB (70,16cm) and the highest sprouts number were for BrB, BrA and CoA (2.2;2.3 and 2.4). The highest biomass was for BrB (12.47and 9.83g plant-1). Brazil and Colombia origins showed the best values for survival rate, height, sprouts number and biomass production, being the most adapted origins for the study region.

Keywords: *Survival; biomass; growth; plantation; cuttings.*

Introducción

Los Sistemas Silvopastoriles (SSP) combinan la producción forestal y ganadera con el objetivo de lograr efectos sinérgicos que permitan incrementar la productividad y sustentabilidad del sistema. Se obtienen así productos ganaderos, forestales maderables y no maderables al igual que servicios ecosistémicos (Sotomayor *et al.,* 2009).

En la región Noreste de Argentina, las provincias de Misiones y Corrientes presentan un clima subtropical con heladas y régimen pluviométrico isohigro, con precipitaciones promedio de 2000 mm anuales. Son las de mayor desarrollo forestal del país y los SSP ocupan en la actualidad una superficie estimada de 100.000 ha (Montagnini *et al.,* 2015) que representan el 1.6% del a superficie apta para producción de ambas provincias. Los SSP surgen como una alternativa sustentable para aumentar los índices productivos y márgenes brutos del sistema a través del incremento de la producción forrajera y ganadera, aumento de infraestructura asociada al sistema y aumento de la calidad del componente forestal. En estos sistemas, el aumento de la productividad está dado por la combinación adecuada de especies (Pezo e Ibrahim, 1999) y el aumento de la calidad de éstas a través de la modificación de sus características debidas a la exposición a la sombra (Pachas, 2010a, Kimmich, 2010, Rossner *et al.,* 2012).

A pesar de ello, sigue siendo necesaria la incorporación de especies de mayor calidad forrajera. La acidez de los suelos y la baja disponibilidad de

fósforo, son indicadores de los principales factores ambientales limitantes para el establecimiento y por lo tanto la mejora de la producción forrajera de calidad (Pérego, 1996; Houriet *et al.,* 2009; Rossner *et al.,* 2012). En consecuencia, las pasturas subtropicales más utilizadas son gramíneas con altas tasas de crecimiento en la temporada estival, aumento de la porción fibrosa, disminución rápida de la digestibilidad y del contenido proteico (Kucseva y Balbuena, 2010). Para cubrir los requerimientos de proteína se debe recurrir a la implantación de especies de mayor calidad forrajera, como *Leucaena leucocephala* (Rossner *et al.,* 2008), *Arachis pintoi* (Kimmich, 2010; Pachas, 2010a, Rossner *et al.,* 2012) y *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray (Mahecha y Rosales 2005; Calle y Murgueitio, 2008), fundamentales para el incremento de la calidad de la dieta de los animales (Pérego, 2009).

De este grupo, *T. diversifolia* (Botón de oro) se destaca por su capacidad de adaptación a múltiples condiciones ambientales, como las que se encuentran en agroecosistemas subtropicales y tropicales húmedos, subhúmedos y montañosos (Murgueitio *et al.,* 2015). Es utilizada en Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi), consociada con pasturas megatérmicas para aumentar el suministro de forraje y árboles (Montagnini, 2012), para la alimentación de bovinos (Mahecha, 2005) y citada para múltiples usos, como melífera (Calle y Murgueitio, 2008) y como cubierta verde en suelos degradados (De Souza Junior, 2007) entre otros. En esta especie, la biomasa comestible está formada por las hojas, peciolos y tallos de hasta 2 cm de diámetro (Ríos, 1997). Estudios previos en otras regiones, muestran contenidos de proteína cercanos al 30%, bajo contenido de fibra y alta degradabilidad ruminal (Wanjau *et al.,* 1998, Mahecha y Rosales, 2005; Calle y Murgueitio, 2008) y en el NE de Argentina contenidos de proteína de 18,9 a 28,8 % (Loto *et al.,* 2015).

Actualmente se encuentra ampliamente introducida en la zona tropical y ha sido reportada desde el Centro Sur de México, Cuba, Guatemala, Honduras, El Salvador, Costa Rica, Panamá, Venezuela y Colombia, hasta India, Ceilán, Nigeria (Roig, 1974; Ríos, 1999; Chukwuka *et al.,* 2007). Sus características morfológicas y su producción de forraje varían según el área geográfica de donde procede, tanto en Cuba (Ruíz *et al.,* 2014 y 2017), como Colombia (Holguín *et al.,* 2015) y México (Rivera *et al.,* 2017). Esta especie se propaga con facilidad a partir de estacas cosechadas de los tallos, de la parte media o basal principalmente, no obstante, se desconoce el efecto del tipo de estaca en las variables relacionadas con la sobrevivencia e implantación. Sin embargo, su propagación a partir de semillas es baja, debido a la baja producción de semilla sexual viable (Ríos, 1997; Pérez *et al.,* 2009; Romero *et al.,* 2014).

En Argentina, se introdujo material vegetativo de Botón de oro en el año 2010, en la provincia de Misiones, con tres procedencias geográficas identificadas, Santa Catarina: Brasil, Cauca: Colombia y Michoacán: México y se evaluaron parámetros productivos y nutricionales en la región Noreste (Rossner *et al.,* 2017b).

El objetivo del trabajo fue comparar supervivencia y crecimiento de plantas de Botón de oro de tres procedencias y dos tipos de estaca diferentes, durante la etapa de propagación vegetativa en vivero.

Materiales y Métodos

Se establecieron tres ensayos en vivero en tres sitios diferentes: Estación Experimental INTA Cerro Azul (Centro-Sur de Misiones), Campo Anexo Laharrague de INTA Montecarlo (Noroeste de Misiones) y la Universidad del Salvador Sede Gdor. Virasoro (Noreste de Corrientes). El diseño en cada sitio fue factorial, con procedencia y tipo de estaca como factores. La procedencia con tres niveles: México, Brasil y Colombia y el factor tipo de estaca con dos niveles: basal y sub-apical, según su ubicación en la planta. Los tratamientos resultantes fueron: CoA (Colombia apical), CoB (Colombia basal), BrA (Brasil apical), BrB (Brasil basal), MeA (México apical) y MeB (México basal). El arreglo fue en bloques completos al azar, con 5 repeticiones. La unidad experimental fue un grupo de diez macetas con una estaca cada una. Todas las macetas estuvieron expuestas a condiciones ambientales de luz, temperatura y humedad homogéneas, en vivero con riego por aspersión a una dosis de 16,5 L día^{-1}. Los bloques resultaron del agrupamiento de macetas en hileras consecutivas, para captar cualquier diferencia en riego o temperatura por la cercanía de paredes y accesos del vivero.

Se utilizaron macetas de 2770,8 cm³ rellenas con suelo tamizado con malla de 5 mm, libre de raíces y restos vegetales. Se seleccionaron tallos de plantas adultas de 2 cm de diámetro medio, se descartaron 30-40 cm del extremo apical y basal y la porción media fue separada en sección sub-apical, correspondiente a la mitad superior, y basal, correspondiente a la mitad inferior, para ser seccionada en estacas de 25 cm de largo. En cada estaca (previo a la plantación), se evalúo el número de nudos, diámetro total (cm), diámetro de médula (cm) y peso (g) antes de la plantación en macetas. La plantación en macetas se realizó colocando la estaca a 45° y con el extremo superior con un nudo descubierto (5 cm). En vivero, desde la plantación de las estacas y durante un período de 50 días, se evaluó: sobrevivencia (conteo visual de estacas que producen propágulos), número de brotes (conteo visual) y altura máxima de planta desde ras de suelo (cm) a los 7, 15, 30 y 40 días. Al finalizar el período de vivero (50 días) y previo al trasplante, se cosecharon 25 plantas de cada tratamiento para obtener la producción de

biomasa aérea y subterránea en g MS por planta. El follaje cosechado se secó en estufa a 60°C hasta peso constante. La biomasa subterránea se obtuvo considerando todas las raíces mayores a 2 mm, adheridas a la estaca o en la fracción de suelo de la maceta. Para separar las raíces finas del suelo, todo el suelo de cada maceta se tamizó y lavó sobre tamiz de 2 mm y las muestras se secaron en estufa a 60°C hasta peso constante.

Se realizó un análisis de correlación con coeficiente Pearson (r) entre las características de la estaca (número de nudos, diámetro y peso) y sobrevivencia, número de brotes y altura de planta. Se realizó Análisis de Varianza y Test de comparación de Medias de Tukey ($p \leq 0,01$) para detectar diferencias entre procedencias, tipos de estaca y sitios para las variables sobrevivencia, número de brotes y altura máxima (Infostat, 2018).

Resultados y Discusión

Se detectó una correlación positiva y significativa ente el número de nudos presentes en las estacas y el número de brotes a los 40 días de crecimiento en vivero, variable de acuerdo con el sitio, procedencia y tipo de estaca (Figura 1, $p \leq 0,01$).

Las estacas con mayor número de nudos (yemas) produjeron mayor número de brotes en los tres sitios de estudio, pero difirió entre procedencias y tipos de estaca. En Cerro Azul solamente para la procedencia Brasil (r = 0,40 y 0,41 para apical y basal), en Montecarlo para estacas de procedencias Brasil (r = 0,34 y 0,36 apical y basal), Colombia (r = 0,36 y 0,35 apical y basal) y México (r =0,43 apical). En el sitio Virasoro en cambio, la correlación resultó significativa para estacas de procedencia Brasil (r = 0,39), Colombia (r = 0,52 y 0,36 apical y basal) y México (r = 0,36 basal). Esta variable fue la que explicó en mayor medida la producción de brotes y crecimiento expresado en biomasa, las variables diámetro de médula y de estaca no presentaron correlación significativa con el crecimiento. Estos resultados coinciden con los citados por Medina et al. (2009) y González (2013), quienes encontraron mayor sobrevivencia, número y tamaño de brotes en estacas con mayor número de yemas.

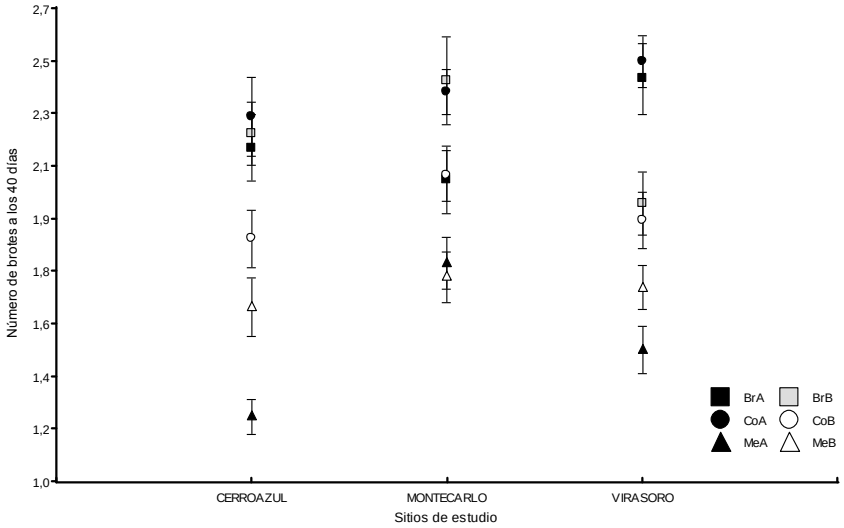


Figura 1. Número de brotes de Botón de oro en los sitios Cerro Azul, Montecarlo (Misiones) y Gdor. Virasoro (Corrientes) a los 40 días de establecimiento para los distintos tratamientos: Br: Brasil, Me: México, Co: Colombia, A: Apical, B: Basal.

La sobrevivencia de plantas no mostró diferencias significativas entre procedencias y tipo de estaca en el sitio Cerro Azul (Figura 2, $p \leq 0,01$) donde alcanzó el 94 % promedio para todos los tratamientos. En Montecarlo fue significativamente menor para Brasil Basal y México Apical (84 y 86 %) respecto a los demás tratamientos (98 %) y en Virasoro para la procedencia Méjico (72 y 86 % para Apical y Basal, respectivamente) con relación a los demás tratamientos (99 %).

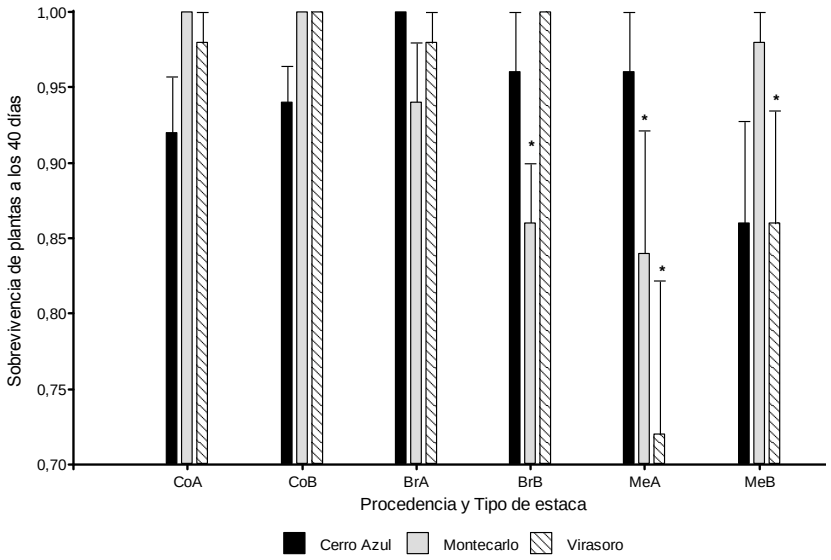


Figura 2. Sobrevivencia promedio de procedencias de Botón de oro en los tres sitios de estudio (Montecarlo y Cerro Azul, Misiones y Gdor. Virasoro, Corrientes) a los 40 días de propagación. Br: Brasil, Me: México, Co: Colombia, A: Apical, B: Basal. Asteriscos indican diferencias significativas ($p \leq 0,01$).

Los resultados de sobrevivencia coinciden con lo encontrado por Medina *et al.* (2009) y son algo mayores a los de Lugo-Soto *et al.* (2013), quienes registraron entre 65 y 82,5 % respectivamente, en condiciones de vivero, en Venezuela. El nivel de sobrevivencia fue atribuido por estos autores a la elevada capacidad de enraizamiento de esta especie y al tipo de estaca utilizada, ya que el tercio medio y basal sería el de mayor brotación (Ruiz *et al*., 2009). En condiciones de campo, Rossner *et al.* (2017b) registraron en Corrientes, Argentina, sobrevivencias de 66,67 a 88,33 %, valores dentro del rango citado para esta especie (65 % García *et al.,* 2009; 80 %, Hernández *et al.*, 2015; 82 % Castillo-Mestre *et al.,* 2016 y 94 % Gallego *et al*., 2015), con materiales de Colombia.

La altura promedio presentó diferencias significativas para las procedencias en los sitios de estudio a partir de los 15 días ($p \leq 0,01$). En Cerro Azul, la procedencia Colombia presentó una menor altura a los 15 días (13,7 cm) respecto a Brasil (15,3 cm) y México (16,7 cm), a los 30 días la diferencia se mantuvo (36,4, 41,7 y 49,8 cm para Colombia, México y Brasil respectivamente) y a los 40 días resultó significativamente superior para procedencia Brasil (69,3 cm) respecto a las demás (55,1 y 56,9 cm Colombia y México). En Montecarlo, la procedencia Colombia tuvo una altura significativamente superior a los 15 días (15,2 cm respecto a 10 y 11,1 cm para Brasil y México), lo que se mantuvo a los 30 días donde además se diferenciaron los tipos de estaca siendo la mayor para Colombia Basal (36,8 cm) y la menor para México Apical (19,2 cm). A los 40 días la diferencia fue para tipo de estaca, con 69,8 cm para las basales y 48 para las apicales. En Virasoro, a los 30 días la procedencia México presentó una altura significativamente menor (29,7 cm) respecto a Colombia y Brasil (43,7 y 49,5 cm) y a los 40 días (38,7 cm para México y 59,3 y 63,1 cm para Colombia y Brasil). Estos valores son algo superiores a los obtenidos por Medina *et al.* (2009) a los 56 días y Lugo-Soto *et al.* (2013) en Venezuela, a los 45 días.

La biomasa total promedio de cada propágulo a los 50 días se analizó en los sitios Cerro Azul y Gdor. Virasoro. Se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) entre procedencias y tipos de estaca (Figura 3). El tratamiento BrB presentó mayores valores de biomasa (12,4 y 9,8 gMS planta^{-1} en Virasoro y Cerro Azul respectivamente), seguido por CoA con 10,1 y BrA con 9,3 gMS planta^{-1} en Virasoro. Los tratamientos CoB, MeA y MeB no difirieron entre sí con valores de biomasa total de 4,03 a 8,5 gMS planta^{-1}.

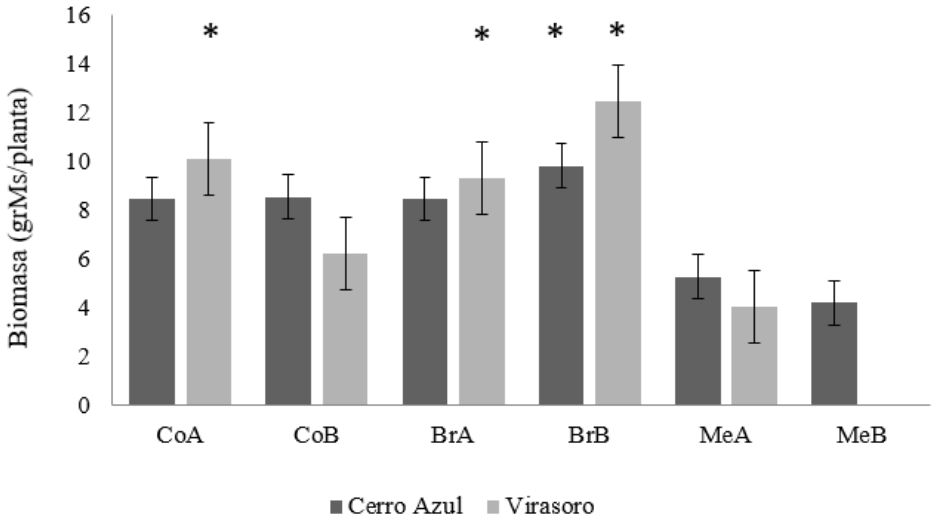


Figura 3. Biomasa total de procedencias de Botón de oro en Cerro Azul, Misiones y Gdor. Virasoro, Corrientes, a los 50 días de propagación. Br: Brasil, Me: México, Co: Colombia, A: Apical, B: Basal. (*) difieren significativamente al 1%.

La producción de biomasa aérea coincide con lo citado por Gallego *et al.* (2015) a los 56 días de plantación y Rossner *et al.* (2017b) a los 80 días en plantaciones a campo en el Norte de Corrientes. La biomasa aérea alcanzó valores significativamente superiores para los tratamientos que presentaron mayor sobrevivencia, número de brotes y altura, siendo estas anteriores indicadoras de la capacidad de enraizamiento del material. Estudios realizados por Medina *et al.* (2009) y Lugo-Soto *et al.,* (2013) citan valores promedio de raíces de 5,73 g MS planta^{-1} a los 45 días, valores relativamente menores a los obtenidos en este trabajo.

Podemos considerar que, para las variables estudiadas, esta especie presenta características que permiten su propagación vegetativa con altos valores de sobrevivencia y crecimiento en los tres sitios de estudio que abarcan la región NE de Argentina. A pesar de ello, se encontraron diferencias significativas entre procedencias y tipos de estaca, con un mejor desempeño las procedencias de Brasil y Colombia y de estacas basales, probablemente asociado a un mayor grado de madurez del tejido en las mismas y mayor contenido de reservas que permiten el crecimiento de nuevos tejidos hasta que las raíces adventicias se vuelven funcionales (Weaver, 1987) y coincide con lo encontrado en otras regiones (González *et al.,* 2013; Gallego Castro, *et al.,* 2015; Lugo-Soto *et al.,* 2013).

Conclusión

Las procedencias Brasil y Colombia presentaron los mayores valores de sobrevivencia, crecimiento en altura, número de brotes y producción de biomasa en los tres sitios de estudio que abracan la región del noreste de

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Corrientes y centro y norte de Misiones. Para la procedencia Brasil, el tipo de estaca afectó significativamente la sobrevivencia y el crecimiento.

Los materiales de procedencia Brasil y Colombia resultan promisorios para su propagación vegetativa en la región noreste de Argentina.

Bibliografía

Calle Díaz, Z., Murgueitio Restrepo, E., 2008. El Botón de Oro: arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña. Carta FEDEGAN N˚ 108.

Castillo-Mestre, R., Betancourt-Bagué, T., Toral-Pérez, O., Iglesias-Gómez, J. 2016., Influencia de diferentes marcos de plantación en el establecimiento y la producción de *Tithonia diversifolia*. Pastos y Forrajes 39, 89-93.

Chukwuka K.S., Ogunyemi S., Fawole I., 2007. Ecological distribution of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. A new exotic weed in Nigeria. J. Biol Sci 7, 709–719

De Souza Junior, O.F., 2007. Influencia do espaçamento e da época de corte naprodução de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (HEMSL.) Gray". Programa de pos-graduação en Agronomía "Produção integrada em agroecossistemas". Facultade de Ciencias Agrarias,Universidadede Marilia.

Gallego Castro, L.A., Mahecha Ledesma, L., Angulo Arizala, J., 2015. Crecimiento y desarrollo de *Tithonia diversifolia* Hemsl. Gray en condiciones de trópico alto. Actas III Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles y VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales. Puerto Iguazú, Misiones.

García, D. E.; Medina, M. G.; Moratinos, P.; Torres, A.; Cova, L. J.; Perdomo, D., 2009. Potencial forrajero para cabras de veinte especies leñosas en el estado Trujillo, Venezuela. Zootecnia Trop. 27, 221-232.

González, Daimarys; Ruiz, T. E.; Díaz, H., 2013. Sección del tallo y forma de plantación: su efecto en la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 47, 425-429

Hernández, N.; Fontes, Dayamí; Martínez, J.; González, A.; Mazorra, C. y Y. Lezcano., 2015. Comportamiento agroproductivo de *Tithoniadiversifolia* (Hemsl.) Gray en dos condiciones edáficas de la provincia Ciego de Ávila. Memorias V Congreso de Producción Animal Tropical. San José de las Lajas, Cuba.

Holguín, V.A.; Ortíz, S.; Velasco, A.; Mora, J. 2015. Evaluación multicriterio de 44 introducciones de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en Candelaria, Valle del Cauca. Revista de medicina veterinaria y zootecnia, 62(2): 57-7.

Houriet, J., Rossner, M., Colcombet, L., 2009. Implementación de sistemas silvopastoriles en establecimientos de pequeños productores de Misiones, Argentina. Actas 1er Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina, pp. 380-385.

Kimmich, G., 2010. Efecto de la inoculación con *Brady rhizobium* sp. sobre la biomasa aérea y radical de *Arachis pintoi*, bajo dos condiciones de radiación y dos tratamientos de suelo, en el norte de la provincia de Misiones, Argentina. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad del Salvador (USAL), Escuela de Agronomía, Virasoro, Corrientes.

Kucseva, C.D., Balbuena, O., 2010. Efectos de la suplementación sobre el consumo de pastos tropicales. Jornadas del Proyecto Nacional de Nutrición Animal. INTA, pp.47-57.

Loto, M.; Rossner, M.B.; Colcombet, L.; Kimmich, G., 2015. Análisis preliminar de la calidad forrajera de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en el Norte de Misiones, Argentina. Actas del III Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles y VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales. Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

Lugo-Soto M., Molina F., González I., González J., Sánchez E., 2012. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de materia seca y proteína cruda de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. Zoot Trop., 30, 317-325.

Lugo-Soto M., Jiménez C., Molina F., González J., 2013. Efecto de *Trichoderma harzianum* y humus líquido en el establecimiento vegetativo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. Zootecnia Trop., 31, 50-56.

Mahecha, L., Rosales, M., 2005. Valor nutricional del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl]. Gray), en la producción animal en el trópico. Livestock Researchfor Rural Development, 17: 1-9.

Medina, M., García, D., González, M., Cova, L., Moratinos, P., 2009. Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. Zootecnia Trop., 27(2), 121-134.

Montagnini, F., 2012. Sistemas silvopastoriles, una alternativa a la ganadería convencional contribuyendo a la mitigación y adaptación al cambio climático en América Latina. Alcance- Revista de la Facultad de Agronomía UCVMaracay. Venezuela. 71, 1-24.

Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., Eibl, B., 2015. Sistemas Agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie Técnica Informe Técnico 402, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Fundación CIPAV. Cali, Colombia, pp. 454. https://drflorenciamontagnini.wordpress.com/montagnini-et-al2015-spanish-agroforestry-book/

Murgueitio, E.; Xóchitl, M.; Calle, Z.; Chará, J.; Barahona, R.; Molina, C. y Uribe, F. 2015. Productividad en Sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina. En: Montagnini F., Somarriba E, Murgueitio E, Fassola H, Eibl B (Editores). Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie Técnica, Informe Técnico 402 CATIE, Turrialba, Costa Rica. Editorial CIPAV, Cali, Colombia. 454p.

Pachas, A., 2010 a. *Axonopus catarinensis* y *Arachis pintoi*: Alternativas forrajeras en sistemas silvopastoriles de la provincia de Misiones, Argentina. Tesis MS. Escuela para Graduados Ingeniero Agrónomo Alberto Soriano, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, pp. 99.

Pachas, A. N.; Colcombet, L.; Fassola, H.E., 2010. Los sistemas silvopastoriles en Argentina. Oportunidades para pequeños productores de producción de leche en sistemas silvopastoriles en la provincia de misiones Argentina. Resúmenes III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la ganadería sostenible del Siglo XXI. Morelia y Tepalcatepec, Michoacán, México.

Pérego, J. L., 1996. Guía de Pasturas Tropicales-Subtropicales Cultivadas para la provincia de Misiones, República Argentina. INTA EEA Cerro Azul. Miscelánea N° 31, pp.34.

Pérego, J., 2009. Leguminosas: plantas de gran utilidad. Noticias y Comentarios INTA Mercedes. 445,1-3.

A. Pérez, I. Montejo, J.M. Iglesias, O. López, G.J. Martín, D.E. García, Idolkis Milián y A. Hernández. 2009. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Pastos y Forrajes, Vol. 32, No. 1.

Pezo, D & Ibrahim, M., 1999. Sistemas silvopastoriles. Colección modelo de enseñanza agroforestal, 2° edición, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Ríos, C., 1997. Botón de Oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. En árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. 2da Edición. Colciencias-CIPAV. Cali, Colombia,pp. 115-126.

Ríos, C.I. 1999. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. (Sánchez M.D. y Rosales, M., Eds). Estudio FAO Producción y Sanidad Animal N° 143. FAO, Roma. p. 311

Rivera, J. & Gómez-Leyva, J.; Chará, J.; Kastaño, K.; Morales, G.; Rosales B.;, Del Val Diaz, R. 2017. Diversidad de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray para la alimentación animal en Colombia y México. México. 10.13140/RG.2.2.10469.50407.

Roig, J.T. 1974. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Ediciones de Ciencia y Técnica. Instituto del Libro. La Habana. 949 p.

Romero, O.; Galindo, A.; Murgueitio, E.; Calle, Z. 2014. First experiences in the spread of boton de oro (*Tithonia diversifolia,* Hemsl. Gray) from planting seeds for intensive systems sylvopastoral in Colombia. Tropical and Subtropical Agroecosystems, (17): 525 – 528.

Rossner, M.; Houriet, J.L.; Pavetti, D., 2008. Descripción de pasturas evaluadas en sistemas silvopastoriles del Centro Sur de la Provincia de Misiones. EEA Cerro Azul. Miscelánea Nº60, pp.32.

Rossner M., Arndt G., Kimmich G., Lacorte S., 2012. Radiación, fertilización e inoculación en la implantación de leguminosas forrajeras. Actas 2do Congreso Nacional Silvopastoril, Santiago del Estero, Argentina.

Rossner, M., Kimmich, G., Esquivel, J., Gonzalez, P., Loto, M., Ziegler, A., Colcombet, L., Fleitas, F., 2017a. Evolución de la adopción de Botón de oro (*Thitonia diversifolia* Hemsl. Gray) en la Provincia de Misiones, Argentina. Actas del IX Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles. Manizales, Colombia.

Rossner, M., Kimmich, G., Corró, F., Fernández, F., Ziegler, A., 2017 b. Implantación de botón de oro (*Tithonia diversifolia* Hemsl A. Gray) con corrección de pH y fertilización fosfórica en suelos rojos del NE de Corrientes, Argentina. Actas del IX Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles. Manizales, Colombia.

Ruiz, T. E.; Febles, G.; Torres, Verena; González, J.; Achang, G.; Sarduy, L., 2010. Evaluación de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la zona centro-occidental de Cuba. Rev. Cub. Cienc. agríc. 44, 291-295.

Ruíz, T. E.; Febles, G. J.; Galindo, J.; Savón, L.; Chongo, B.; Torres, V.; Cino, D.M.; Alonso, J.; Martínez, Y.; Gutiérrez, D.; Crespo, G. J.; Mora, L.; Scull, I.; LaO, O.; González, J.; Lok, S.; González, N. y Zamora, A. 2014. *Tithonia diversifolia*, sus posibilidades en sistemas ganaderos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 48:79. http://cjascience.com/index.php/CJAS/search/search.

Ruiz T. E.; Alonso, J.; Febles, G. J.; Galindo, J. L.; Savon, L. L.; Congo, B.; Martínez, Y.; La O, O.; Cino, D. M.; Crespo, G. J.; Mora, L.; Valenciaga, N.; Padilla, C.; Rodriguez, B.; Muir, L.; Rivero, A.; Hernández, N. 2017. Evaluación de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray en Cuba. Editores: Chará, J., Peri, P. y Rivera J. Actas IX Congreso Sistemas Silvopastoriles. Aporte a los objetivos de desarrollo sostenible. Cali, Colombia. pág. 486.

Sotomayor G, A.; Moya N., I.; Teuber W., O., 2009. Manual de establecimiento y manejo de sistemas silvopastorales en zonas patagónicas de Chile. Manual N° 41 Centro Agroforestal Patagónico, Instituto Forestal Sede Patagonia, pp.48.

Wanjau, S. Mukalama J y Thijssen R 1998. Transferencia de biomasa: Cosecha gratis de fetilizante. LEISA. 13 (3):25.

Weaver, R.J. 1987. Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. 5ta ed. Trillas. Ciudad de México, México.

NIRS para avaliação da composição química da forrageira *Tithonia diversifolia* em sistemas silvipastoris

NIRS for evaluation of the chemical composition of *Tithonia diversifolia* forage in silvopastoral systems

R. S. Ribeiro [1]; *S. Perez Marquez*[2], *R. M. Maurício*[1*]

[1] Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ);
[2]Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
mailto:rogeriomauricio@ufsj.edu.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi desenvolver e validar as curvas de calibração para determinação da composição química da forrageira *T. diversifolia* pela técnica NIRS (Nir infra-red spectroscopy). Essa espécie alto valor nutricional e grande aplicabilidade como banco forrageiro ou em sistemas silvipastoris, porém, ainda pouco difundida no Brasil. Foram utilizadas 252 amostras de *T. diversifolia* coletadas em diferentes localizações geográficas e estágios fisiológicos. As amostras foram pré-secas, moídas e analisadas quimicamente para quantificação dos teores de matéria seca (MS), material mineral (MM), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). Foram desenvolvidas curvas de calibração para cada um destes constituintes, as quais foram validadas com um grupo externo de amostras. As melhores combinações dos resultados estatísticos de validação foram encontradas para os constituintes MM (R^2 de cal. = 0,97 e R^2 de val. = 0,93) e EE (R^2 de cal. = 0,68 e R^2 de val. = 0,77), para os demais se constatou que o número de amostras utilizado ainda foi insuficiente. Verificou-se que a técnica NIRS apresenta potencial para estimativa da composição química da *T. diversifolia*, entretanto, a inclusão de um maior número de amostras poderia melhorar o ajuste das curvas de calibração para MS, FDN, FDA e PB. O uso da técnica NIRS para predição da composição química da *T. diversifolia* poderia servir de incentivo para utilização dessa forrageira, seja na forma de banco forrageiro ou em sistemas consorciados (SSP).

Palavras-chavez: *Espectroscopia, infravermelho próximo, sistemas silvipastoris.*

Abstract

The objective of this work was to develop and validate calibration curves for determination of chemical composition of *T. diversifolia* forage by NIRS (Nir

infra-red spectroscopy) technique. This species has high nutritional value and great applicability as a forage bank or in silvopastoral systems, but still not widespread in Brazil. Were used 252 *T. diversifolia* samples collected in different geographical locations and physiological stages. The samples were pre-dried, ground and chemically analyzed for quantification of dry matter, Ash, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, crude protein and ether extract. Calibration curves were developed for each of these constituents, which were validated with an external group of samples. The best combinations of statistical validation results were found for the constituents Ash (R^2 de cal. = 0.97 e R^2 de val. = 0.93) e EE (R^2 de cal. = 0.68 e R^2 de val. = 0.77),for the others it was found that the number of samples used was still insufficient. It was found that the NIRS technique has potential to estimate the chemical composition of *T. diversifolia*, however, the inclusion of a larger number of samples could improve the adjustment of calibration curves for DM, NDF, ADF and CP. The use of the NIRS technique to predict the chemical composition of *T. diversifolia* could serve as an incentive to use this forage, either in the form of forage bank or in consortium systems (SSP).

Keywords: *Spectroscopy, near infra-red, silvopastoral systems.*

Introducao

Estima-se que 70% das pastagens brasileiras encontram-se em algum estágio de degradação. Somente na região dos Cerrados, segundo maior bioma brasileiro, cerca de 80% dos 50 milhões de hectares da área de pastagens cultivadas, apresentam evidências de degradação (Reid *et al.,* 2010). Nesse contexto, para recuperação destas áreas no Brasil, é notória a dependência crescente de adubos nitrogenados e fosfatados para recomposição da fertilidade os quais afetam diretamente custos de produção da pecuária brasileira. Segundo Barcelos *et al.* (2008), em sistemas intensivos de criação de bovinos, os gastos diretos com fertilizantes podem representar mais de 60 % do custo de produção.

O uso de espécies arbustivas ou arbóreas, leguminosas ou não, pode vir a ser uma estratégia que visa contribuir para o aumento da qualidade nutricional do alimento fornecido aos animais, além de promover a ciclagem de nutrientes do solo sem uso de adubações (Mahecha *et al.*, 2007). Dentre as várias espécies potencialmente passiveis de utilização para a nutrição de ruminantes, destaca-se a *Tithonia diversifolia.* Esta espécie herbáceo-arbustiva, pertencente à família Asteraceae, originária da América Central, difundida por toda a região tropical, é resistente a solos ácidos e seca, e principalmente, apresenta elevado valor nutritivo (Rivera *et al*., 2010; Pérez *et al*., 2009; Mahecha *et al*., 2007; Wambui *et al*., 2006) e vem sendo pesquisada, de forma inovadora, pelo DEPEB-UFSJ, podendo ser

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

potencialmente utilizada na forma de bancos forrageiros ou em sistemas silvipastoris.

Os métodos químicos utilizados para avaliação de forragens geralmente envolvem alta demanda de reagentes, elevado tempo para execução e consequentemente alto custo. Entretanto, são considerados como métodos padrões para auxiliar o entendimento do valor nutricional dos diversos componentes da dieta animal incluindo as forrageiras. Paralelamente, técnicas não evasivas e de rápida resposta vem sendo desenvolvidas em diversos laboratórios ligados a nutrição animal com intuito de atender rapidamente a crescente demanda, mas com baixo impacto ambiental, ou seja, reduzida geração de resíduos químicos. Dentre as possibilidades, destacamos a técnica NIRS – *Near-infrared spectroscopy* (Espectroscopia no infravermelho próximo) a qual utiliza a quantificação da refletância, após incidência de luz sob a amostra com comprimento de onda pertencente à região do infravermelho próximo, a qual é dependente das características da composição química de cada alimento. Assinatura de frequência produzida por ligações químicas específicas quando irradiadas por ondas eletromagnéticas com comprimentos pertencentes ao espectro dos infravermelhos próximo têm sido associados com os diversos constituintes de alimentos volumosos ou mesmos concentrados (García-Ciudad *et al.,* 1993). Por se tratar de um método secundário, ou seja, utiliza dados oriundos de análises químicas padrões para o desenvolvimento de curvas de predição, a técnica NIRS necessita passar por processos de calibração e validação. Desta forma, a qualidade das curvas de calibração desenvolvidas para um determinado material depende diretamente da qualidade dos dados obtidos pelos métodos padrões (Pasquini, 2003). A eficiência da técnica NIRS para predição da composição química de forrageiras depende da variabilidade e quantidade das amostras utilizadas para criação de curvas de calibração. A variabilidade é dependente da composição química das amostras as qual pode variar em função de diversos fatores, como clima, solo, época do ano, variedade entre outros (García-Ciudad *et al*, 1993). Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de utilização da técnica NIRS (validação) para determinação da composição química da *T. diversifolia*, sendo essa, uma forma de avaliação rápida e de baixo custo, consequentemente, com grande aplicabilidade junto aos produtores rurais.

Material e métodos

Foi utilizado um grupo de 252 amostras de *T. diversifolia* coletadas em diferentes localizações geográficas (Argentina, México e Brasil) e em diferentes épocas do ano (período seco e chuvoso). As amostras coletadas foram compostas por folhas e caules (Ø <1cm), sofreram pré-secagem em estufa de circulação forçada a 55ºC e moídas a 1 mm. O processo consistiu de três etapas: i. Análise química do conjunto de amostras para obtenção

dos valores de referência de matéria seca (MS), material mineral (MM), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), ii. Registro dos espectros de absorbâncias das amostras previamente secas e moídas a 1 mm, iii. Desenvolvimento das curvas de calibração e validação de cada uma delas.

Os teores MS foram determinados por meio da secagem do material a 105°C por 12 h (AOAC, 1995; método 967.03). O conteúdo de MM foi obtido pela queima a 600°C por 2 h (AOAC, 1995; método 942). Os conteúdos de FDN e FDA foram quantificados de acordo com Van Soest et al. (1991). As concentrações de N total foram determinadas pelo método de Kjeldahl e os PB foram calculados por N × 6,25. Os teores de EE foram determinados pela extração com éter de petróleo (AOAC, 1995; método 920.39). O registro dos espectros foi realizado em um espectrômetro NIR (DS25000, Foss-NIR Systems, Dinamarca) em modo de reflectância. A aquisição dos espectros foi realizada em intervalos de 2 nm ao longo de um comprimento de onda de 400 a 2500 nm (VIS regiões + NIR).

Para avaliação da dispersão dos dados e desenvolvimento das curvas de calibração foi utilizado o software WinISI III (Infrasoft International, LLC, Port Matilda, PA). O grupo de amostras (n = 252) foi dividido em dois subgrupos, um para calibração (n = 179) e outro para validação (n = 73). Utilizou-se o método *Partial least squares* (PLS) para correlacionar a informação espectral com os conteúdos de cada constituinte (MS, MM, FDN, FDA, PB e EE) das amostras. Foram desenvolvidas diferentes equações de calibração para cada um dos constituintes, utilizando quatro diferentes tratamentos matemáticos (Derivateve = 1, Gap = 4, first smooth = 4, second smooth = 1; 2,4,4,1; 1,4,20,1 e 2,1,1,1). A melhor equação foi selecionada com base no menor SEC e maior R^2. A validação externa foi conduzida para as equações de calibração selecionada para cada constituinte. Estas equações foram testadas utilizando um grupo externo de amostras (n = 21) que estava incluso no grupo de calibração. A capacidade de previsão das equações obtidas foi determinada com base da combinação ótima dos seguintes valores estatísticos: alto coeficiente de determinação (R^2), *Bias* (valor de laboratório menos valor predito pela equação) e *Sopé* próximos de 0 (zero) e 1 (um), respectivamente de acordo com Williams e Sobrinho (1996).

Resultados e Discussão

Foi observada uma ampla variação na composição química da *T. diversifolia* (Tabela 1), ressaltando a importância de se coletar amostras em diferentes condições edafoclimáticas e diferentes estágios fisiológicos para obter-se uma confiável curva de calibração (Merton et al., 1985). Como o material avaliado foi submetido à pré-secagem, os teores de MS não apresentaram grande variação (879,9 – 942,0 g/kg MS). Para os constituintes MS, MM, PB,

FDN e FDA foram observados elevados coeficientes de determinação da calibração (RSQ ≥ 0,89; Tabela 1). Para o EE foi observado um valor moderado de RSQ (0,68; Tabela 1).

Quanto aos valores de coeficiente de determinação da validação cruzada, os maiores valores foram observados para os constituintes MS e PB (1-VR ≥ 0,90; Tabela 1). Para MM e FDA foram encontrados valores de coeficiente de determinação da validação cruzada intermediários (0,86 e 0,81, respectivamente; Tabela 1) e para os constituintes FDN e EE foram observados os menores valores (0,52 e 0,50, respectivamente; Tabela 1). A *T. diversifolia* apresenta baixa concentração de EE (7,7 - 24,8 g/kg MS), este fato pode estar relacionado com os baixos valores de coeficientes de determinação encontrados para este constituinte, uma vez que baixas concentrações poderiam limitar a capacidade de detecção de variação no espectro de absorbância durante o processo de calibração. A *T. diversifolia* apresentou uma ampla variação nos teores de FDN (391,7 - 597,1 g/kg MS), entretanto, estes dados apresentaram distribuição desuniforme com acúmulo em uma única região da curva, o que impediu a obtenção de um elevado coeficiente de determinação da validação cruzada (Pasquini, 2003).

Tabela 1. Resultados estatísticos de calibração e validação cruzada para os constituintes matéria seca (MS), material mineral (MM), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) da forrageira *T. diversifolia.*

Calibração					Validação cruzada
Constituinte	**Intervalo[a]**	**Média[b]**	**DP[c]**	**RSQ[e]**	**1-VR[g]**
MS	879,9 – 942,0	901,6	15,3	0,95	0,90
MM	68,4 – 152,2	107,7	22,0	0,97	0,86
FDN	391,7 – 597,1	505,5	44,8	0,89	0,52
FDA	294,7 – 450,6	365,1	34,0	0,89	0,81
PB	75,2 – 241,8	151,4	41,4	0,96	0,93
EE	7,7 – 24,8	16,1	4,2	0,68	0,50

[a] Intervalo de ocorrência dos valores de referência; [b] Média dos valores de referência; [c] Desvio padrão dos valores de referência. [d] Erro padrão de calibração; [e] Coeficiente de determinação da calibração; [f] Relação entre desvio padrão dos valores de referência e erro padrão da validação cruzada; [g] Coeficiente de determinação da validação cruzada; [h] Número de termos no modelo de calibração.

Tabela 2. Resultados estatísticos da validação externa para os constituintes matéria seca (MS); material mineral (MM), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) da forrageira *T. diversifolia*.

Constituinte	EPP[a]	*Bias*[b]	*Slope*	RSQ[c]
MS	6,06	-3,61	0,45	0,33
MM	10,35	5,59	1,19	0,93
FDN	31,47	5,68	0,53	0,52
FDA	24,83	-13,07	1,39	0,88
PB	13,57	-3,99	0,78	0,88
EE	1,59	-0,43	0,99	0,77

[a] Erro padrão da validação externa; [b] Diferença entre as médias (Laboratório menos predito pelo NIRS); [c] coeficiente de determinação da validação externa.

Na validação externa as melhores combinações entre *bias*, *slope* e RSQ foram observadas para os constituintes MM e EE (Tabela 2). Apesar de o RSQ ter sido baixo para o constituinte EE (0,77; Tabela 2), os valores de *bias* foram pequenos, considerando a amplitude dos valores de referência e o valore de *slope* foi próximo de um (0,99; Tabela 2). Apesar dos resultados estatísticos da calibração e validação cruzada observados para o constituinte EE terem sido insatisfatórios, foi possível obter ótimos resultados para validação externa, indicando a possibilidade de uso da técnica NIRS para predição dos conteúdos deste constituinte em amostras de *T. diversifolia*. Para os constituintes MS e FDN, apesar de terem sido encontrados valores de *bias* relativamente baixos, os valores de *slope* e RSQ ficaram muito abaixo do esperado para um bom desempenho das curvas de calibração (Tabela 2). Quanto aos constituintes FDA e PB foram encontrados valores elevados de coeficiente de determinação da validação externa (RSQ = 0,88), entretanto os valores de *slope* ficaram distantes do valor esperado (1,39 e 0,78 para FDA e PB, respectivamente).

Conclusão

A técnica NIRS apresenta potencial para estimativa da composição química da *T. diversifolia.* Entretanto, fica evidente para alguns constituintes (MS, FDN, FDA e PB) a necessidade de obter um maior número de amostras para incremento dos resultados estatísticos de validação externa das curvas de calibração. O uso da técnica NIRS para predição da composição química da *T. diversifolia* pode ser utilizado para o desenvolvimento de projetos de extensão, que visam à avaliação química e balanceamento de dietas, o que poderia servir de incentivo para utilização dessa forrageira, seja na forma de banco forrageiro ou em sistemas consorciados (SSP).

Agradecimentos

FAPEMIG-PPM, CAPES-PVE, CNPq, DEPEB, UFSJ

Referências

AOAC – 1995. Association of official analytical chemists**.** Official methods of analysis, 15th Ed. Washington, DC.

Barcellos, A. O.; Braga-Ramos, A.K.B; Vilela, L.; Martha-Junior, G.B. 2008. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, p.51-67.

García-Ciudad, A.; García-Criado, B.; Pérez-Corona, M.E.; Vázquez De Aldana, B.R.; Ruano-Ramos, A.M. 1993. Application of near-infrared reflectance spectroscopy to chemical analysis of heterogeneous and Marten, botanically complex grassland samples. J. Sci. Food Agric. 63, 419-426.

G.C.; Halgerson, J.L.; Cherney, J.H. 1993. Quality prediction of small grain forages by near-infrared reflectance spectroscopy. Crop Sci. 23, 94-96.

Mahecha, L.; Escobar, J.P.; Suárez, J.F.; Restrepo, L.F. 2007. *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). Livestock Research for Rural Development, v. 19, n. 2,

Pasquini, C. 2003. Near Infrared Sepectroscopy: Fundamentals, Practical Aspects and Analytical Applications. J. Braz. Chem. Soc., v. 14, no. 2, p. 198 – 219.

Pérez, A.; Montejo, I.; Iglesias, J.M.; López, O.; Martín, G.J.; García, D.E. Idolkis Milián; Hernández, A. A**.** 2009. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Pastos y Forrajes. 32, 1-15.

Reid, R.S. et al. 2010. Global Livestock Impacts on Biodiversity. In: Steinfeld, H. et al. Livestock in a Changing Landscape: Drivers, Consequences, and Responses. USA: Island Press, p. 111-137.

Rivera, U. R.; Sanginés-García, JR, Escobedo-Mex, JG, Cen-Chuc, F, Rivera-Lorca, JA, Lara-Lara, PE. 2010. Effect of diet inclusion of *Tithonia diversifolia* on feed intake, digestibility and nitrogen balance in tropical sheep. Agroforestry Systems. 80: 295-302.

Van Soest, P. J. et al. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal Dairy Science. 74, 3583–3597.

Wambui, C. C., S. A. Abdulrazak, and Q. Noordin. 2006. The effect of supplementing urea treated maize stover with Tithonia, Calliandra and Sesbania to growing goats. Livestock Research for Rural Development 18.

Williams, P.C. e Sobering, D. C. 1996. How do we do it: a brief summary of the methods we use in developing near-infrared calibrations? In Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves. Davies, A. M. C., Williams, P. C., Eds; Nir Publications: Chichester, U.K. pp 185-188.

Evaluación nutricional y producción de gas *in vitro* de especies multipropósito de paisajes ganaderos de la región Selva Lacandona, Chiapas, México

Nutritional evaluation and *in vitro* gas production of multipurpose species from livestock landscapes of the Lacandon jungle region, Chiapas, Mexico

Sara S. Valencia Salazar; Guillermo Jiménez Ferrer; Angel Piñeiro Vázquez; José Nahed Toral; Juan Ku Vera; Isabel Molina Botero; Jacobo Arango*

*El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Ganadería y Ambiente. Carrera Panamericana - Periférico Sur, C.P. 29290, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México, saraudea@gmail.com

La ganadería en el trópico es una de las principales actividades económicas que genera gases de efecto invernadero (GEI), su ineficiencia productiva y el deterioro ambiental provocado por un manejo extensivo sugieren realizar cambios en los sistemas para mejorar su productividad sin detrimento del ambiente. La región Selva Lacandona está ubicada al este y noroeste del estado de Chiapas y es el más extenso remanente de selva alta perennifolia en México. La principal actividad económica de la región es la ganadería extensiva y ha sido la que ha generado mayores cambios en el uso del suelo. La biodiversidad de la selva Lacandona es una de las más importantes del país, razón por la cual permite una reconversión de la ganadería hacia sistemas productivos sostenibles mediante el uso de los recursos forrajeros disponibles que mejoran la calidad de la dieta del ganado y sus índices productivos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad forrajera de especies de uso múltiple de la región selva Lacandona. A partir de una revisión de literatura se elaboró una lista de especies identificadas por productores de la región con altos índices de importancia cultural. Las especies seleccionadas fueron: *Gliricidia sepium, Brosimum alicastrum, Bursera simaruba, Cecropia obtusifolia, Parmentiera aculeata, Erythrina sp, Tithonia diversifolia* y *Guazuma ulmifolia.* Las muestras fueron colectadas en potreros, cercas vivas, *acahuales* (vegetación secundaria) y huertos en el municipio de Ocosingo, Chiapas, México al final de la temporada de lluvias. Se tomaron hojas y peciolos y entre 4 y 5 individuos por especie. Los análisis de laboratorio (materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, digestibilidad y producción de gas *in vitro* se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Forrajes y Nutrición Animal en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia. Las variables de producción de gas acumulada a las 24 h y digestibilidad *in vitro* fueron analizadas en un diseño de bloques completos al azar, utilizando como factor de bloqueo el inóculo y las diferencias fueron comparadas con Tukey. Las especies que tuvieron mayor contenido de proteína fueron *T. diversifolia*, *G. sepium* y *Erytrhina sp* con 28.99, 26.14 y 20.67%

respectivamente. *T. diversifolia*, *B. alicastrum* y *G. sepium* tuvieron las digestibilidades más altas con 690.5, 597.3 y 510.5 g/kg de materia seca respectivamente. Las menores producción de gas por gramo de materia orgánica incubada se obtuvieron con *P. aculeata* (59.83 mL), *B. simaruba* (78.22 mL) y *G. ulmifolia* (97.77 mL). Se concluye que la composición química y su relación con la digestibilidad y la producción de gas *in vitro* son criterios útiles para la selección de especies forrajeras que pueden ser utilizadas en sistemas ganaderos sostenibles de la región de la selva Lacandona.

Palabras Clave: *Vegetación secundaria, agroforestería pecuaria, cambio climático, Erytrhina sp, Brosimum alicastrum.*

Livestock in tropical regions is one of the main economic activities that generates greenhouse gases (GHG), its productive inefficiency and the environmental deterioration caused by extensive management suggests making changes in systems focused on improving productivity without detriment of the environment. The Lacandon region is located east and northwest of the state of Chiapas and is the largest remnant of high evergreen forest in Mexico. The main economic activity in the region is extensive livestock and has generated the greatest changes in land use. The biodiversity of the Lacandon rainforest is one of the most important in the country, reason why itallows a reconversion of livestock to sustainable productive systems through the use of available forage resources that improve the quality of the diet of cattle and their production rates. The objective of this work was to evaluate the forage quality of multipurpose species of the Lacandon jungle region. From a literature review, a list of species identified by producers in the region with high rates of cultural importance was done. The species selected were: *Gliricidia sepium, Brosimum alicastrum, Bursera simaruba, Cecropia obtusifolia, Parmentiera aculeata, Erythrina sp, Tithonia diversifolia* and *Guazuma ulmifolia*. The samples were collected in paddocks, live fences, *acahuales* (secondary vegetation) and orchards in the municipality of Ocosingo, Chiapas, Mexico. Leaves and petioles form between 4 and 5 individuals per species were taken. Laboratory analyzes (dry matter, organic matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, digestibility and in vitro gas production) were carried out in the Laboratory of Animal Forage Quality and Nutrition at the International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Colombia. The variables of accumulated gas production at 24 h and *in vitro* digestibility were analyzed in a randomized block design, using the inoculum as a blocking factor and the differences were compared with Tukey. The species that had higher protein content were *T. diversifolia*, *G. sepium* and *Erytrhina sp* with 28.99, 26.14 and 20.67% respectively. *T. diversifolia, B. alicastrum* and *G. sepium* had the highest digestibilities with 690.5, 597.3 and 510.5 g / kg of dry matter respectively. The lowest gas production per

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

gram of organic matter incubated were obtained with *P. aculeata* (59.83 mL), *B. simaruba* (78.22 mL) and *G. ulmifolia* (97.77 mL). It is concluded that the chemical composition and its relation to digestibility and *in vitro* gas production are a useful criterion for the selection of forage species that can be used in sustainable livestock systems of the Lacandon jungle region.

Keywords: *Secondary vegetation, livestock agroforestry, climate change, Erytrhina sp, Brosimum alicastrum.*

Parâmetros de solos e estoque de carbono em área de pastagens de *Urochloa Brizantha* cv. Marandu consorciadas com leguminosa *Arachis pintoi* cv. Belmonte

Soil parameters and carbon stock in pasture of *Urochloa Brizantha* cv. Marandu areas intercropped with legumes *Arachis pintoi* cv. Belmonte

T. M. M. Thasia Martins Macedo[2]; A. M.Q. L. Ângela Maria Quintão Lana[3]; E. C .T. Elaine Cristina Teixeira[4]; C.de P. R. Cláudia de Paula Rezende[5]; L.C.G. Lúcio Carlos Gonçalves[3]

Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG
mailto:laineteixeira@gmail.com

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações nos atributos químicos, matéria orgânica o estoque de carbono, em dois sistemas de cultivo *Urochloa Brizantha* cv. Marandu em consórcio com *Arachis pintoi* cv. Belmonte e monocultivo de *Urochloa Brizantha* cv. Marandu com adubação nitrogenada. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso em arranjo em parcelas sub-subdivididas, sendo os sistemas de cultivo as parcelas, estações do ano na subparcela e a profundidade na sub-subparcela. A área experimental possuía 8 ha divididas em 48 lotes, divididos em 24 lotes constituindo os tratamentos sistema integrado com pastagem de capim Marandu (*Urochloa Brizantha*) e *Amendoim forrageiro* cv. Belmonte (*Arachis pintoi*), e 24 lotes capim Marandu fertilizada com 120 kg de nitrogênio/ha. As camadas superficiais de ambos os sistemas tenderam a apresentar valores menores de densidade do solo. O pH foi diferente ($P<0,05$) entre as profundidades. Na primeira camada, o pH foi menor no consórcio em relação à área controle. A partir da segunda camada não houve diferença entre consorcio e área fertilizada com nitrogênio.

Palavras-chave: A*dubação nitrogenada, consorcio, sustentabilidade.*

Abstract

The goal of this work was to evaluate changes in chemical properties, organic matter and carbon stock between two types of cultivation: *Urochloa Brizantha* cv. Marandu in consortium with *Arachis pintoi* cv. Belmonte and monoculture of *Urochloa Brizantha* cv. Marandu with nitrogen fertilization. The experimental design was completely randomized in arrangement in

split-split plots, with cropping systems as plots, seasons of the year in split plot and soil's depth in split-split plot. The experimental area had 8 ha divided in 48 lots, in which 24 lots had in consortium system with Marandu grass (*Urochloa Brizantha*) and herbaceous peanut forage cv. Belmonte (Arachis pintoi), and the other 24 Marandu grass lots were fertilized with 120 kg of nitrogen / ha. The surface layers of both systems tended to have lower values of soil density. The pH was different (P <0.05) between the depths. In the first depth, the pH was smaller in consortium than the pH of the control area. On all the other depths, there was not any difference between the consortium and the nitrogen fertilized area.

Keywords: *Intercropping, nitrogen fertilizer, pasture, sustainability.*

Introdução

A disponibilidade limitada e ciclagem ineficiente de nitrogênio (N) são apontadas como fatores chave que afetam o declínio da produtividade das pastagens (Dubeux Jr. *et al*., 2004). A recomendação para o estabelecimento de pastagens consorciadas de gramíneas com leguminosas forrageiras representa uma alternativa para a disponibilização de N, tendo em vista que este método é parcialmente baseado no princípio de que as leguminosas melhoram a fertilidade do solo e a sustentabilidade da pastagem por meio da fixação biológica de nitrogênio atmosférico e a deposição de serrapilheira de melhor qualidade. De acordo com Silva *et al*. (2013), plantas que apresentam altos teores de nitrogênio em sua biomassa, como as leguminosas, disponibilizam resíduos com baixa relação C:N, o que significa mais rápida decomposição e consequentemente, maior taxa de mineralização de nitrogênio para os vegetais

Além de favorecer a produção animal, o uso de leguminosas também contribui para a melhoria da qualidade do solo, por meio de maior deposição de biomassa senescente no solo com melhor qualidade, o que possibilita o aumento da matéria orgânica do solo (Xavier *et al*., 2011), podendo favorecer melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo, aprimoramento das atividades biológicas e aumento da disponibilidade de nutrientes (Cayuela *et al*., 2009).

A matéria orgânica do solo (MOS) desempenha um papel central na regulação da produtividade vegetal nas regiões tropicais, sendo que a adição de MO quando feita com uso de leguminosas favorece a disponibilidade de nutrientes, a capacidade de troca catiônica (CTC), a complexação de elementos tóxicos e a disponibilidade de micronutrientes. Na disponibilidade de nutriente no solo, a MOS morta, conhecida como

substâncias húmicas ou húmus, é composta de C, O, N, H, S e P em diferentes proporções. Geralmente, 95% ou mais do N e S e entre 20 a 75% do P da camada superficial do solo estão na MOS (Araújo *et al*., 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações nos atributos químicos, matéria orgânica o estoque de carbono, em dois sistemas de cultivo de *Urochloa Brizantha* cv. Marandu, em consorcio com *Arachis pintoi* cv. Belmonte e monocultivo de *Urochloa Brizantha* cv. Marandu com adubação nitrogenada.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Estação Experimental de Zootecnia do Extremo Sul, da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC, localizada em Itabela (16º 34' 30''S e 39º 33' 12''O). A área está sob o domínio do ecossistema de Mata Atlântica e o clima local é uma transição entre os sistemas Af e Am, segundo a classificação de Köppen, com precipitação anual de 1311 mm e temperatura média de 25ºC (Figura 1). O solo é um Argisolo, arenoso (>700 g de areia/kg) nos 20 cm superficiais, com as características químicas antes da implantação do período experimental apresentadas na Tabela 1.

Em 2002 uma área que estava estabelecida desde 1995 por *Pennisetium purpureum* cv. Cameroon (capim elefante) e *Urochloa Brizantha* cv. Marandu teve a parte com capim elefante eliminada, sendo essa área arada, gradeada e subsolada. Entre uma gradagem e outra aplicou-se 1200 kg de calcário dolomítico nas áreas que viriam a estabelecer o consorcio *(Urochloa Brizantha* cv. Marandu + *Arachis pintoi* cv. Belmonte). As sementes de capim Marandu, nesta área, foram plantadas simultaneamente a aplicação de 80 kg ha^{-1} de P2O5.com auxílio da semadora-adubadora de pastegem modelo Terence. O amendoim foi plantado em faixas de 2 m (com 4 sulcos espaçados de 0,50 m), no fundo dos sulcos foram colocados o adubo fosfatado e as mudas de amendoim, com base em 200 kg de mudas de amendoim ha^{-1}. Plantou-se uma faixa de 2 m de amendoim, espaçadas de 4 metros e plantava-se outra faixa de amendoim, e assim sucessivamente. A partir do momento em que se passou a utilizar esta área adotou um calendário anual de fertilização onde as pastagens contendo apenas *Urochloa Brizantha* 120 kg de N, 40 kg de P2O5 e 50 kg de K2O, nas áreas com consorcio 40 kg de P2O5 e 50 kg de K2O sem aplicação de nitrogênio. Entre a utilização de fertilizantes nitrogenados minerais e a inclusão do cultivo de plantas leguminosas no sistema de culturas, o que se deduz é que o N adicionado via fixação simbiótica é mais eficiente que o N adicionado via fertilizante em promover acúmulo de C no solo (De Souza, 2009).

Os atributos químicos, matéria orgânica e o estoque de carbono foram avaliados nos dois sistemas de cultivo de janeiro de 2013 a abril de 2014, comtemplando as quatro estações do ano.

Tabela 1. Caracterização química da área experimental para os dois sistemas de cultivos: Urochloa Brizantha cv. Marandu integrada com Arachis pintoi cv.Belmonte (Consorcio) e Urochloa.Brizantha cv.Marandu fertilizada com 120 Kg ha^{-1} de N/ano (Controle) em 20 cm profundidade

Atributo químico	Sistema de cultivo	Atributo químico	Sistema de cultivo
Consorcio	controle	Consorcio	controle
pH H2O (mg dm^{-3})	5,94 5,74 T	(cmolc dm^{-3})	5,33 5,02
S-SO4 (mg dm^{-3})	7,38 5,44	V (%)	63,8 57,02
Ca+2 (cmolc dm^{-3})	2,09 1,92	M (%)	5,14 3,57
Mg2+ (cmolc dm^{-3})	1,00 0,69	CO (dag kg^{-1})	2,06 2,00
K+ (cmolc dm^{-3})	0,342 0,285	MO (dag kg^{-1})	3,54 3,45
Al3+ (cmolc dm^{-3})	0,12 0,08	Cu (mg dm^{-3})	0,26 0,34
H+Al (cmolc dm^{-3})	1,89 2,12	Fe (mg dm^{-3})	93,8 94,06
SB (cmolc dm^{-3})	3,44 2,89	B (mg dm^{-3})	0,22 0,21
T (cmolc dm^{-3})	3,56 2,99	Mn (mg dm^{-3})	0,93 0,73

Foi calculada a quantidade de carbono (C) estocada nas profundidades de 0-5; 5-10 e 10-15 cm do solo multiplicando-se os valores do teor de C, da densidade e da espessuras das camadas de 5 cm de solo por cada profundidade avaliada de acordo com a metodologia adaptada de Buurman et al., (2004), como apresentado na Tabela 2. Para transformar os resultados obtidos de CO e MO de dag kg^{-1} em t ha^{-1}, utilizou-se os fatores multiplicativos de transformação segundo CFSEMG (1999).

Tabela 2. Médias de densidade, percentual de carbono (C) e total de C por camada ha^{-1} e total de C ha^{-1}, em função de profundidade, adaptada de Burman *et al*. 2004.

Profundidade				
(Cm)	**Número de camadas**	**Densidade**	**% Carbono**	**Carbono em 500m3**
Consorcio				
0-5	1	1,296	2,61	3,38
5-10	1	1,496	2,15	3,22
10-15	2	1,542	1,79	2,78
Controle				
0-5	1	1,296	2,32	3,10
5-10	1	1,496	1,91	2,98
10-15	2	1,542	1,51	2,48

Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso em arranjo em parcelas sub-subdivididas, sendo os sistemas de cultivo as parcelas, estações do ano na sub-parcela e a profundidade na sub-subparcela. Foi feita análise de variância com teste Tukey admitindo taxa de erro tipo I (α=0,05). Para verificação da normalidade e homocedasticidade foram utilizados os testes de Lilliefors e Barttlett, respectivamente, utilizando-se o programa estatístico SisVar v.4.2 (Ferreira, 2003).

Resultados e Discussão

O sistema de cultivo influenciou (P<0,05) as variáveis MO, CO, H+Al e P, sendo que as maiores quantidades de MO, CO e de P foram obtidas na área Controle (120 kg ha^{-1} de N/ano) com valores de 3,11 dag kg^{-1}, 1,80 dag kg^{-1} e 3,56 mg dm^{-3}, respectivamente (Tabela 3). Esse resultado pode ser explicado pelo manejo dos pastos adotado pelos técnicos da estação experimental antes do período experimental onde se utilizava 35 dias de descanso, reduzindo para 28 dias de descanso com o início do experimento. O fato dos teores de matéria orgânica e estoque de carbono na área controle ser superior relação à área com leguminosas, provavelmente se deve a maior volume material senescentes nestas áreas e naturalmente uma maior decomposição e consequentemente um aumento na mineralização da matéria orgânica nestas áreas. As gramíneas apresentam grande potencial de fornecimento de carbono ao solo, por apresentarem sistema radicular extenso que é constantemente renovado (Silva e Mielniczuk, 1997).

Tabela 3. Valores médios anuais de matéria orgânica (MO), carbono orgânico (CO), acidez potencial (H+Al) e fósforo (P) para dois sistemas de cultivos: *Urochloa Brizantha* cv. Marandu consorciada com *A. pintoi* cv. Belmonte (Consorcio) e *Urochloa Brizantha* cv. Marandu adubada com 120 kg ha^{-1} de N (Controle).

	Cultivo		**Variável**	
	MO	CO	H+Al	P
	dag Kg^{-1}		mg dm^{-3}	
Consorcio	2,83 B	1,63 B	3,02 A	2,65 B
Controle	3,11 A	1,80 A	2,85 B	3,56 A

Letras distintas maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05)

A. Brachiaria sp. vem sendo utilizada como planta de cobertura nos períodos de pousio, mostrando-se eficiente quanto ao acúmulo de C. Este acúmulo favorecido pelo sistema radicular, que é abundante e volumoso, apresentando contínua renovação (Moreira e Siqueira, 2002). Vários fatores, entre os quais textura do solo, vegetação original, tipo e manejo do solo, clima e, principalmente, a quantidade e qualidade dos resíduos vegetais (Silva *et al.,* 2004; Maia *et al*., 2009) têm sido apontados como

controladores da magnitude e velocidade das mudanças nos teores e qualidade da MOS. Já para H+Al a consorcio proporcionou maiores valores com 3,02 mg dm^{-3}. A acidez potencial foi mais elevada na consorcio devido a maior absorção de bases pelas plantas. *A. Brachiaria* solteira tem menor exigência nutricional em relação ao consorcio com leguminosas, por essas contribuírem com a fertilização do solo.

Landry *et al.* (2014), avaliando o potencial de leguminosas e outras culturas observaram que as leguminosas, especialmente Vicia fava (feijão de fava), teve maior efeito sobre propriedades do solo, reduzindo o pH e com aumentos crescentes nas concentrações de ácidos orgânicos e atividade fosfatase. No entanto, estas alterações nas propriedades do solo tiveram impacto modesto sobre P e não provocou aumento da sua disponibilidade no solo. Além disso, não encontraram efeito de práticas de manejo do solo ou mobilização.

O estoque de carbono foi significativo para o tipo de cultivo (P<0,05), tendo valores médios de estoques, na primeira camada, correspondentes a 3,36 e 3,77 $kg.m^{-3}$ para consorcio e controle, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Estoque de carbono nas três camadas do solo para dois sistemas de cultivos: *Urochloa Brizantha* cv. Marandu consorciada com *A. pintoi* cv. Belmonte (Consorcio) e *Urochloa Brizantha* cv. Marandu adubada com 120 kg ha^{-1} de N (Controle)

Profundidade		
Cm	**Estoque de carbono (kg.dm-3)**	
	Consorcio	Controle
0-5	3,36 Ab	3,77 Aa
5-10	3,04 Aba	3,23 Ba
10-15	2,84 Ba	2,88 Ba

Letras distintas, maiúsculas na coluna e minúscula na linha, diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05)

Nair *et al.* (2011) afirmam que o histórico do uso da terra de um local parece ter primordial papel na determinação do montante do carbono estocados no solo, de tal forma que uso prévio da terra tem um maior efeito do que qualquer outro fator na determinação do conteúdo de carbono naquele solo. O estoque nas três camadas e nos sistemas de cultivos apresentou significância (P<0,05), sendo que as camadas mais superficiais 0-10 cm constaram maiores estoques de carbono para os dois cultivos (Tabela 4), no entanto, Paiva *et al.* (2011) observaram maiores teores de carbono na camada de 20 a 40 cm, apesar de terem ressaltado que existe tendência de os maiores teores estarem na camada de 0-10 cm.

Conclusões

Os atributos matéria orgânica (MO), carbono orgânico (CO) e fósforo (P) em sistema de monocultivo de Urochloa Brizantha cv. Marandu com adubação nitrogenada tiveram valores superiores aos obtidos no consórcio desta gramínea com a leguminosa Arachis pintoi cv. Belmonte.

O cultivo Urochloa Brizantha cv. Marandu em consórcio com Arachis pintoi cv. Belmonte proporcionou maior acidez potencial (H+Al) no solo quando essa gramínea foi cultivada em monocultivo e com adubação nitrogenada.

Agradecimentos

Á Universidade Federal de Minas Gerais, A CEPLAC e CAPES pelo apoio técnico e financeiro concedidos.

Referências

ARAÚJO, A. S. F.; LEITE, L.F.C.; NUMES, L.A.P.L. et al. Matéria orgânica e organismos do solo, Teresina:EDUFPI, 2008, 220p.

BUURMAN, P.; IBRAHIM, M.; AMÉZQUITA, M.C.; Mitigation of greenhouse gas emissions by silvopastoral systems: optimism and facts. In: INTERNATIONAL CONGRESS IN AGROFORESTY SYSTEMS, 2. 2004, Mérida (México)… Anais, Mérida: 2004.

CAYUELA, M.L.; SINICCO, T.; MONDINI, C. Mineralization dynamics and biochemical properties during initial decomposition of plant and animal residues in soil. Appl. Soil Ecol., 41:118-127, 2009.

CFSEMG – Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação. Antonio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Victor Hugo Alvarez V., Eds. – Viçosa, MG, 1999. 359p.

DE SOUZA, Edicarlos Damacena et al. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, n. 6, p. 1829-1836, 2009.

DUBEUX JUNIOR, J.C.B., SANTOS, H.Q., SOLLENBERGER, L.E. Nutrient cycling: Perspectives for increasing sustainability of intensively managed pastures. In: 21st Pasture Management Symposium. Proceedings of the 21st pasture management symposium. Piracicaba: FEALQ, 2004, p. 357-400.

FERREIRA, D.F. SISVAR - Sistema de análise de variância para dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos Versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.

LANDRY, G. M.; SCOW, K.; BRENNAN, E. Soil phosphorus mobilization in the rhizosphere of cover crops hás little effect on phosphorus cycling in California agricultural soils. Soil Biology e Biochemistry, v. 78, p.255-262, 2014.

MAIA, S.M.F.; OGLE, S.M.; CERRI, C.E.P.; CERRI, C.C. Effect of grassland management on soil carbon sequestration in Rondônia and Mato Grosso states, Brazil. Geoderma, v.149, p.84-91, 2009

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. 625 p

NAIR, P.K.R, TONUCCI, R.G.; GARCIA, R.; NAIR, D.V. Silvopasture and carbon sequestration with special reference to the Brazilian Savana (Cerrado). In: KUMAR, B.M.; NAIR, P.K.R. (Org.). Carbon sequestration potential of agroforestry system. 1 ed. New York: Springer Science, 2011.v.8, p.145-162.

PAIVA, A.O.; REZENDE, A.V.; PEREIRA, R.S. Estoque de carbono em cerrado Sensu Stricto do Distrito Federal. Revista Árvore, v.35, n.3, p.527-528, 2011.

SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.21, n.2, p.113-117, 1997.

SILVA, J.E. da; RESCK, D.V.S.; CORAZZA, E.J. et al.Carbon storage in clayey Oxisol cultivated pastures in the “Cerrado” region, Brazil. Agriculture, Ecosystems and Environment, v.103, p.357-363, 2004.

SILVA, André Barbosa et al. Estoque de serapilheira e fertilidade do solo em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* após implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 37, n. 2, p. 502-511, 2013.

XAVIER, D. F.; LÉDO, F. J. S.; PACIULLO, D. S. C. et al. Dinâmica da serapilheira em pastagem de braquiária em sistema silvipastoril e monocultura. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, p. 1214-1219, 2011.

Productividad de *Urochloa decumbens* bajo un sistema silvopastoril con especies arbóreas nativas y tres frecuencias de corte

Productivity of *Urochloa decumbens* under native silvopastoral system and tree cutting frequencies

DA Ocampos Olmedo[1]; PL Paniagua Alcaraz[1]; LA Alonzo Griffith[1]; JF González Cabañas[1]; AS Martinez Picco[2]; MM Mareco Franco

[1]Docentes Facultad de Ciencias Agrarias (FCA),
Universidad Nacional de Asunción (UNA), San Lorenzo, Paraguay
[2]Egresados FCA/UNA.
docamposolmedo@gmail.com

Resumen

Se evaluó la productividad de la *Urochloa decumbens*, sometidas a tres frecuencias de corte y niveles de sombreamiento en un sistema silvopastoril con especies arbóreas nativas en el campo experimental de la FCA/UNA, distrito de San Lorenzo, Paraguay. Fue utilizado un diseño en fajas con arreglo factorial de 2x3x3, donde para el primer factor fue la especie arbórea con dos niveles (*Anadenathera colubrina* y *Peltophorum dubium*), el segundo factor la frecuencia de corte (28, 56 y 84 días) y el tercer factor para el bloqueo, el cual corresponde a los niveles de sombreamiento (alto, medio y bajo). Fueron evaluadas cobertura de suelo, altura de planta y producción de materia seca (MS) del pasto. Los resultados obtenidos de cada tratamiento fueron sometidos a análisis de varianza y las medias de las variables evaluadas fueron comparadas por el Test de Tukey ($p \leq 0,05$). Las frecuencias de corte y niveles de sombra influyeron en la cobertura de suelo, altura de la planta y producción de materia seca total de la *U. decumbens* manejado en sistema integrado con árboles nativos. Tanto la altura de planta como cobertura de suelo aumentaron con el aumento de la frecuencia de corte, sin embargo, la mayor producción de materia seca total se obtuvo con la frecuencia intermedia de 56 días y con un nivel de sombreamiento bajo.

Palabras clave: *Sistemas integrados, cobertura arbórea, especies nativas, frecuencia de corte, sombreamiento.*

Abstract

The productivity of the *Urochloa decumbens*, subjected to three cutoff frequencies and shading levels in a silvopastoral system with native tree species was evaluated in the experimental field of the FCA / UNA, district of San Lorenzo, Paraguay. The experimental desing was in girdles, 2x2x3

factorial arrangement with where factor A corresponds to the tree species in two levels (*Anadenathera colubrina* y *Peltophorum dubium*), factor B cut frequency (28, 56 and 84 days) and the C factor to block effect (high shading, medium and low). The variables evaluated were dry matter accumulated (DMA), plant height (H) and land cover (Lc). Data were subjectec to ANOVA of variance and the means of the variables evaluated were compared by the Tukey Test ($p \leq 0.05$). The cutoff frequencies and shadow levels influenced the soil cover, plant height and total dry matter production of the *U. decumbens* managed in an integrated system with native trees. Both plant height and ground cover increased with increasing cutoff frequency, however, the highest total dry matter production was obtained with the intermediate frequency of 56 days and with a low level of shading.

Keywords: *Integrated systems, tree cover, native species, grasses, cutting frequency, shading.*

Introducción

Los sistemas silvopastoriles (SSP) presentan interacciones positivas y/o negativas entre el componente leñoso y la vegetación herbácea (Soliveres y Maestre 2014). Las interacciones entre los componentes de un SSP incluyen cambios en el microclima asociado a la pastura, de los cuales uno de los principales es la modificación de la intensidad y calidad de la radiación solar que llega a la pastura debido a la presencia del dosel arbóreo, cambiando así la productividad y valor nutritivo del forraje y finalmente la productividad animal.

Las pasturas que se encuentran bajo un dosel arbóreo responden de diferentes formas a la modificación de la calidad e intensidad de la luz, a través de mecanismos de aclimatación. Estos mecanismos incluyen un incremento tanto en el área foliar específica como en el índice de área foliar, mejor distribución del área foliar con la altura, reducción en la tasa respiratoria (Wong y Wilson 1980), modificando la calidad forrajera de las gramíneas. Sin embargo, algunas especies pueden aclimatarse al sombreado con mayor eficacia que otras (Humphreys 1994)

.

Dado la importancia que el componente arbóreo tiene sobre la productividad de la pastura, el presente estudio tuvo el objetivo de evaluar la productividad primaria de *Urochloa decumbens* bajo un sistema silvopastoril con cobertura arbórea de especies nativas (*Anadenathera colubrina* y *Peltophorum dubium*).

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, ciudad de San Lorenzo, Departamento Central, Paraguay. El suelo donde se desarrolló el experimento es del tipo franco arenoso, con un pH pH de 4,8, contenido de materia orgánica de 1,4%, 4,53 ppm de fósforo (P) y 0,05 cmol/kg de potasio (K). El periodo experimental fue de 90 días, desde Diciembre de 2013 a Marzo de 2014.

Fue utilizado un área total de 30 x 30 metros. Correspondiendo el 50% a un área cubierta por la especie arbórea *Anadenathera colubrina* y el otro 50% cubierta por *Peltophorum dubium* (implantadas en el año 1989, a un distanciamiento de 4 x 4m entre hileras). La especie herbácea utilizada fue la *Urochloa decumbens*, con 7 años de implantación. En el área cubierta por estas especies se seleccionaron 3 áreas caracterizadas por el nivel de infiltración solar, en adelante denominado bloques. El nivel de infiltración solar fue expresado en Candelas a fc (*foot-candles*), el cual es definido como la cantidad de luz solar dentro de un pie^2. Los valores de infiltración solar encontrados en el área experimental fueron traducidos a nivel de sombreamiento y agrupados en alto, medio y bajo. Para el nivel de sombreamiento alto fueron tomados valores superiores a 1.000 fc, para el nivel medio de 600 a 1.000 fc y para el nivel bajo de 200 a 400 fc.

Fue utilizado un diseño en fajas con arreglo factorial de 2x3x3, donde para el primer factor fue la especie arbórea con dos niveles (*Anadenathera colubrina* y *Peltophorum dubium*), el segundo factor la frecuencia de corte (28, 56 y 84 días) y el tercer factor para el bloqueo, el cual corresponde a los niveles de sombreamiento (alto, medio y bajo). El segundo factor, fue ubicado con una aleatorización inicial, y su distribución final fue hecha en cuadrado latino (de manera que los tratamientos no se repitan en las filas y en las columnas). Dentro del cuadrado latino, las sub-parcelas de las cuales se tomaron las muestras tenían una superficie de 1 x 1m, totalizando 3 x 3m y dejando 1m a lo largo y ancho de la jaula, como barrera de protección.

Las variables medidas fueron producción de materia seca, altura de la pastura y cobertura de suelo. Para la altura se midieron 5 plantas de cada sub-parcela. La altura se midió en centímetros desde el suelo hasta el punto más alto de la planta, sin estirarla y sin inflorescencia, luego fue promediada. La cobertura se estimó en porcentaje por m^2 utilizando un marco de 1 m^2 subdividido en 16 cuadrantes. En cada corte se realizó la extracción de todo el material cortado en el metro cuadrado, fue pesado a campo para la obtención del rendimiento por hectárea. Se tomaron sub-muestras de aproximadamente 100 gramos, secaron en estufa a 65 °C durante 72 horas

y se pesaron para obtener peso seco. Para obtener la producción de forraje total en kg/ha^{-1} se sumó la producción de todas las fechas en cada frecuencia.

Los resultados obtenidos de cada tratamiento fueron sometidos a análisis de varianza y las medias de las variables evaluadas fueron comparadas por el Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados y discusión

No se observaron diferencias estadísticas para el factor especie forestal. Sin embargo, fueron encontradas interacciones para los demás factores (Tabla 1).

Tabla 1. Medias de cobertura de suelo, altura de planta y producción de materia seca total de la *Urochloa decumbens* sometido a tres frecuencias de corte y tres niveles de sombreamiento (alto, medio y bajo), bajo un sistema silvopastoril.

Nivel de sombreamiento	Frecuencias de corte (días)		
	28	**56**	**84**
Cobertura de suelo (%)			
Alto > 1000 fc	38,6 ^{Ba}	42,0 ^{Bb}	73,1 ^{Aa}
Medio 600 - 1000 fc	42,3 ^{Ba}	63,3 ^{Aa}	72,4 ^{Aa}
Bajo 200 - 400 fc	51,9 ^{Ba}	70,4 ^{Aa}	81,7 ^{Aa}
Promedio	44,3	58,6	75,7
Altura de la planta (cm)			
Alto > 1000 fc	41,0 ^{Ba}	34,0 ^{Bb}	62,7 ^{Aa}
Medio 600 - 1000 fc	42,1 ^{Ba}	53,8 ^{Ba}	70,0 ^{Aa}
Bajo 200 - 400 fc	52,3 ^{Ba}	56,8 ^{Ba}	68,5 ^{Aa}
Promedio	45,1	48,2	67,1
Producción de materia seca total (kg.MS ha^{-1})			
Alto > 1000 fc	570,4 ^{Ab}	701,6 ^{Ab}	523,0 ^{Aa}
Medio 600 - 1000 fc	1.015,2 ^{Aab}	1.637,7 ^{Aa}	715,8 ^{Ba}
Bajo 200 - 400 fc	1.348,5 ^{Ba}	2.028,6 ^{Aa}	1.072,3 ^{Ba}
Promedio	978,1	1.456	770,4

(A,B) Valores promedios en una misma fila seguido de letras mayúsculas iguales no difieren estadísticamente, (P>0,05), según el test de Tukey.
(a,b)Valores promedios en una misma columna seguido de letras minúsculas iguales no difieren estadísticamente, (P>0,05), según el test de Tukey.

Los porcentajes de cobertura encontrados en éste trabajo estuvieron en el rango de entre 38,6 a 81,7%, siendo éstos resultados inferiores a los encontrados por Rincon (2011) que obtuvo, en época lluviosa un rango de 80 a 100% de cobertura vegetal. Canchila *et al.* (2008) obtuvieron porcentajes de cobertura similares a los observados en este trabajo para las frecuencias de 28 y 56 días, entre 35 y 50%.

Los valores de altura tuvieron una variación de entre 34 a 70 cm. Alvarado *et al.* (1989), registraron alturas que iban de 37 a 77 cm para la *U. decumbens*, donde encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, siendo el efecto de mayor incidencia, la edad de corte, al igual que el presente estudio, por encima del factor de sombreamiento. Dias-Filho (2002) encontró que la *Uroclhoa brizantha* mostró habilidad para ajustar su comportamiento fotosintético en respuesta a una intercepción de sombra del 70%.

Para la producción de materia seca total se observó interacción entre los factores. En el nivel de sombreamiento alto, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las producciones para cada frecuencia de corte. Por otra parte, en el nivel de sombra medio, la mayor producción se obtuvo con las frecuencias de 28 y 56 días (1.637,7 y 1.015,2 kg.MS ha^{-1} respectivamente), superando en 42% a la producción obtenida en la frecuencia de 84 días. Para el nivel de sombra bajo, la mayor producción se observó en la frecuencia de 56 días, estadísticamente diferente al de 28 y 84 días. Rojas et al. (2007) determinaron que la producción de materia seca total de la *U. decumbens* en época lluviosa, cosechada a los 21, 35, 49 y 63 días fue de 781 kg.MS ha^{-1}, siendo éste 27% (1068 kg.MS ha^{-1}) superior al resultado encontrado para la producción de materia seca total en verano. Paciullo *et al.* (2011) evidenciaron las mejores respuestas en la característica de altura de planta y porcentaje de hojas para *Urochloa decumbens* evidenciando su adaptación a condiciones de baja luminosidad.

Conclusiones

Las frecuencias de corte y niveles de sombra influyeron en la cobertura de suelo, altura de la planta y producción de materia seca total de la *U. decumbens* manejado en sistema integrado con árboles nativos.

Tanto la altura de planta como cobertura de suelo aumentaron con el aumento de la frecuencia de corte, sin embargo, la mayor producción de materia seca total se obtuvo con la frecuencia intermedia de 56 días y con un nivel de sombreamiento bajo.

Bibliografía

Alvarado, A; Arriojas, L; Chacón, E; Rdríguez, S; Chacin, F. 1989. Estudios sobre henificación del pasto barrera (*Brachiaria decumbens* Stapf) en condiciones de sabanas del piedemonte barinés. Producción y valor nutritivo de la materia seca. Zootecnia Trop., 8 (1 y 2): 17-36.

Canchila, E.;, Ojeda, F.;, Machado, R.;, Soca, M., Toral, O.,; Blanco, D. 2008. Evaluaciones agronómicas de accesiones de *Brachiaria* spp. En condiciones agroecológicas de

Barrancabermeja, Santander, Colombia. I. Primer año de evaluación. Pastos y Forrajes. v.31. n.2.

Dias-Filho, Moacyr Bernardino. 2002. Photosynthetic light response of the C4 grasses Brachiaria brizantha and B. humidicola under shade. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) 59 (1):65-68

Humphreys L.R. 1994. Tropical Pastures: Their Role in Sustainable Agriculture. Longman Scientific and Technical/John Wiley and Sons. New York, EUA.

Paciullo D, Fernandes P, Miranda C, de Castro C, Sobrinho F e Carvalho C. 2011. The growth dynamics in Brachiaria species according to nitrogen dose and shade. R. Bras. Zootec., 40 (2): 270-276.

Rincon, A. 2011. Efecto de alturas de corte sobre la producción de forraje de *Brachiaria* sp. Em el Piedemonte Llanero de Colombia. Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 12 (2) 107-112.

Rojas, S; Olivares, J; Jiménez, R; Gutiérrez, I; Avilés, F. 2007. Producción de materia seca y componentes morfológicos de cuatro cultivares de *Brachiaria* en el trópico (en línea). Consultado el 20 nov. De 2014. Disponible en: http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2011/enero/1.pdf

Soliveres, S.; Maestre, F.T. (2014) Plant–plant interactions, environmental gradients and plant diversity: a global synthesis of community-level studies. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 16, 154–163.

Wong C.C. y J.R. Wilson. 1980. Effects of shading on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. Aus. J. Agr. Res., 31: 269-285.

Evaluación de *Urochloa decumbens* bajo sistema silvopastoril

Evaluation of *Urochloa decumbens* in a silvopasture system

DA Ocampos Olmedo[(1)]; PL Paniagua Alcaraz[(1)]; LA Alonzo Griffith[(1)]; JF González Cabañas[(1)]; SR Garay Trinidad[(2)]; MM Mareco Franco [(2)]

[(1)]Docentes Facultad de Ciencias Agrarias (FCA),
Universidad Nacional de Asunción (UNA), San Lorenzo, Paraguay
[(2)]Egresados FCA/UNA.
docamposolmedo@gmail.com

Resumen

La investigación fue realizada en el campo experimental de la FCA/UNA, ubicado en la ciudad de San Lorenzo, Paraguay. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes frecuencias de corte y niveles de sombreamiento sobre los parámetros agronómicos de la *Urochloa decumbens* en un sistema silvopastoril, durante dos estaciones del año (verano-otoño). El diseño experimental utilizado fue en fajas, con arreglo factorial de 2x3x3, donde el factor A se refirió a la especie arbórea, el factor B al efecto de bloque (nivel de sombreamiento alto, medio y bajo) y el factor C la frecuencia de corte de (28, 56 y 84 días). Las variables evaluadas fueron: producción de materia seca acumulada (PMSA), altura de planta y cobertura de suelo. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (Tukey 5%). Los niveles de sombreamiento evaluados no afectaron el comportamiento productivo de la *Urochloa decumbens*. Las mayores PMSA se encontraron en la F56 en ambas estaciones 1143,2 kgMS/ha^{-1} (verano) y 1138,5 kgMS/ha^{-1} (otoño). La altura y cobertura fueron mayores en la F84 para ambas estaciones. El asocio de la *Urochloa decumbens* con *Pinus* spp. y *Eucalyptus grandis* se presenta como opción viable para dar paso a evaluaciones con animales y persistencia de los sistemas bajo condiciones de suelos ácidos.

Palabras-clave: *Altura de la pastura, producción de materia seca, sistema integrado.*

Abstract

The research was conducted in the experimental field of the FCA/UNA, located in the city of San Lorenzo, Paraguay. The objective was to evaluate the effect of different cut frequencies and levels of shading on agronomic parameters of *Urochloa decumbens* in a silvopasture system for two seasons (summer-autumn). The experimental desing was in girdles, 2x2x3 factorial arrangement with where factor A corresponds to the tree species, factor B

to block effect (high shading, medium and low) and the C factor cut frequency (28, 56 and 84 days). The variables evaluated were dry matter accumulated (DMA), plant height (H) and land cover (Lc). Data were subjectec to ANOVA (Tukey 5%). The shading levels evaluated did not affect the productive behavior of the *Urochloa decumbens*. The higher yields of dry matter were found in the F56 at both seasons 1143,2 kgMS/ha-1 (summer) and 1138,5 kgMS/ha-1 (autumn). The plant height and land cover were greater coverage for both seasons in F84. The association of *Urochloa decumbens* with *Pinus* spp. and *Eucalyptus grandis* is presented as a viable option to give way to animal evaluations and systems persistence under acidic soil conditions.

Keyword: *Pasture height, dry matter production, integrated systems.*

I. Introducción

Un Sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria en la cual las plantas leñosas perennes (árboles y/o arbusto) interactúan con los componentes tradicionales (animales y plantas forrajeras herbáceas) bajo un sistema de manejo integral. Estos sistemas posibilitan prolongar el tiempo de pastoreo animal, disminuyen el consumo de agua, mejoran la eficiencia de conversión del forraje y generan mayor peso al destete, pubertad precoz, mayor porcentaje de preñez y un ambiente más equilibrado (Mauricio y Sousa 2010). Entre las principales gramíneas utilizadas en los sistemas de producción a pasto son del género *Urochloa*, con destaque para la *Urochloa decumbens y Urochloa brizantha* (Sano et al., 2000). Sin embargo, no se registran evaluaciones de comportamiento en la asociación árbol - gramínea bajo condiciones de sombra lo cual podría generar cambios en la producción y composición de la pastura.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico de la *Urochloa decumbens* bajo sistema silvopastoril sometidos a diferentes intervalos de corte y niveles de infiltración de luz solar.

II. Materiales y métodos

El trabajo experimental fue realizado en el campo experimental de la FCA/UNA, ubicado en la ciudad de San Lorenzo. La experimentación tuvo una duración de seis meses, desde diciembre de 2013 hasta junio de 2014. El clima donde se realizó el estudio es subtropical. El régimen pluviométrico durante el periodo experimental fue de 1.343,5 mm, teniendo las mayores precipitaciones en los meses de Febrero (342,9mm) y Abril (325mm). El suelo donde se desarrolló el experimento presentó un pH de 4,8, contenido

de materia orgánica de 1,4%, 4,53 ppm de fósforo (P) y 0,05 cmol/kg de potasio (K).

Fueron evaluados tres intervalos de corte (28, 56 y 84 días) y tres niveles de infiltración de luz solar (alto, medio y bajo) en pastura implantada de *Urochloa decumbens* instalada en un régimen de sistema silvopastoril, asociadas a dos especies arbóreas no nativos (*Pinus* spp. y *Eucalyptus grandis*). Para el efecto fueron ubicadas tres jaulas de exclusión de 5x5m, bajo cada faja, dejando 1 m en cada borde de modo a evitar el efecto de borde siendo el área de evaluación final de 4 x 4m.

Cada jaula se ubicó en un bloque caracterizado por la intensidad de luz solar los cuales fueron tomadas al inicio del experimento con un fotómetro y expresados en candelas o fc (*foot-candles*), el cual es definido como la cantidad de luz solar dentro de un pie^2. Los valores de infiltración solar encontrados en el área experimental fueron traducidos a nivel de sombreamiento. Bajo el *Pinus*, el grado de infiltración solar bajo fue considerado de entre los rangos de 150 – 250 candelas, el grado medio entre 300 – 400 candelas y el grado de infiltración solar alto 500 – 600 candelas. Bajo el *Eucalyptus* el grado de infiltración solar bajo fue considerado de entre 200 – 600 candelas, para el grado medio 700 – 1000 candelas y el grado de infiltración solar alto 2000 y 6000 candelas. En cada jaula fueron evaluados todos los intervalos de corte.

Se empleó un diseño experimental en fajas con arreglo factorial de 2x3x3, donde el factor A se refirió a la especie arbórea, el factor B al efecto de bloque (nivel de sombreamiento alto, medio y bajo) y el factor C la frecuencia de corte (28,56 y 84 días), la cual fue dispuesta internamente en las jaulas de exclusión con aleatorización de la frecuencia inicial y distribución final en cuadrado latino, totalizando 54 UE.

Las variables medidas fueron producción de materia seca, altura de la pastura y cobertura de suelo. Fueron medidos cinco plantas seleccionadas al azar en cada UE. La altura se midió en centímetros desde el suelo hasta el punto más alto de la planta, sin estirarla y sin contar la inflorescencia, luego fue promediada. La cobertura fue registrada en porcentaje por m^2, para ello se utilizó un marco subdividido de madera de 1m^2, a partir del cual se estimó la proporción aparente de cobertura vegetal de cada uno de los cuadros.

En cada corte se realizó la extracción de todo el material cortado en el metro cuadrado, fue pesado a campo para la obtención del rendimiento por hectárea, del mismo se extrajo una muestra de un peso aproximado de entre 40 y 90 g, cada muestra fue colocada en una bolsa de lienzo, de peso conocido e identificada individualmente. Las muestras identificadas, fueron

remitidas al laboratorio de bromatología de la FCA para el secado de las mismas a estufa en el laboratorio a una temperatura de 60 °C durante 72 horas. Luego fueron pesadas a temperatura ambiente para la obtención del peso final.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza al 5% de probabilidad de error para cada parámetro evaluado. Las medias de las variables que presentaron diferentes estadísticas significativas fueron comparadas mediante el test de Tukey con un nivel de 95% de confiabilidad.

III. Resultados y discusión

Tabla 1. Producción de materia seca acumulada por estación de la *Urochloa decumbens* sometidas a tres frecuencias de corte y cantidad de cortes para cada intervalo por estación del año.

		PMSA (kgMS/ha^{-1}/estación)			
Estación	**Sombreamiento**	**Frecuencias de corte (días)**			**Promedio**
		28	**56**	**84**	
Verano	Alto	949,6	1.443,2	630,9	1.007,9^{a}
	Bajo	1.063,4	1.497,2	487,4	1.016,0^{a}
	Medio	1.081,6	489,3	1.043,7	871,5^{a}
	Promedio PMS	1.031,5^{A}	1.143,2^{A}	720,6^{B}	
	Cant. Corte	3,21	1,25	1,07	
Otoño	Alto	941,1	1.133,7	702,4	925,7^{a}
	Bajo	839,9	1.147,9	830,3	939,3^{a}
	Medio	808,8	1.133,8	706,9	883,2^{a}
	Promedio PMS	863,3^{B}	1.138,5^{A}	746,5^{B}	
	Cant. Corte	3,79	2	1,09	

$^{(A,B)}$ Valores promedios en una misma fila seguido de letras mayúsculas iguales no difieren estadísticamente, (P>0,05), según el test de Tukey.
(^{a,b})Valores promedios en una misma columna seguido de letras minúsculas iguales no difieren estadísticamente, (P>0,05), según el test de Tukey.

Los resultados obtenidos (Tabla 1) indican que para la variable de producción de materia seca no fueron verificadas una interacción significativa entre los niveles de sombreamiento y la frecuencia de corte. Según (Giraldo y Velez 1993), las pasturas tropicales del tipo metabólico C4 alcanzan su máxima producción con niveles altos de intensidad lumínica, por lo tanto, considerando solamente la intersección de la radiación solar, se espera que resulte en una reducción en la tasa de producción, comportamiento que no fue observado en el presente estudio. Sin embargo, algunos autores han reportado aumentos en la disponibilidad del forraje cuando estos están asociados con árboles (Bustamante 1991) estos aumentos en la mayoría de los casos se han obtenido donde el nivel de nitrógeno en el suelo es bajo.

Para la frecuencia de corte se observaron efectos significativos al ser evaluados de forma independiente. Las mayores producciones de materia seca se obtuvieron con la frecuencia de 56 días para ambas estaciones (verano y otoño) con un valor promedio de 1.143,2 kg MS/ha^{-1} para verano y 1.138,5 kgMs/ha^{-1} para otoño. Valores inferiores a los relatados por Rincón et al. (2008) quienes trabajando con *U. decumbens* y *brizantha* sometidas a intervalos de corte de 14, 28 y 42 días, encontraron la mayor producción de materia seca en la F42 con un promedio de 2760 kg MS/ha.

Se observó que el pico de producción forrajera está acompañado por los periodos de lluvias caídas. La razón por la que la F56 y F28 obtuvieron mayores producciones de materia seca, es atribuida probablemente a las precipitaciones que tuvieron lugar en esas fechas. Lara y Ortega (1998), vieron que en todas las especies de *Urochloa decumbens* evaluadas en un experimento, el rendimiento forrajero en materia seca fue superior en las estaciones de lluvias e inferior en las estaciones de seca.

Tabla 2. Altura de planta y cobertura de suelo de la *Urochloa decumbens* sometida a tres frecuencias de corte y tres niveles de sombreamiento por estación del año.

Estación	Sombreamiento	Frecuencia de corte (días)			Promedio
		28	56	84	
		Altura de la planta (cm)			
Verano	Alto	51,1	63,5	53,6	56,1^{a}
	Bajo	56,7	55,9	66,0	59,5^{a}
	Medio	55,4	51,4	70,2	59,0^{a}
	Promedio	54,4^{B}	57^{B}	63,2^{A}	
Otoño	Alto	60,5	76,2	76,2	70,9^{a}
	Bajo	62,9	78,1	78,9	73,3^{a}
	Medio	63,2	77,4	83,7	74,8^{a}
	Promedio	62,2^{B}	77,5^{A}	79,3^{A}	
Cobertura de suelo (%)					
Verano	Alto	64,8	72,2	73,3	70,1^{a}
	Bajo	75,8	75,0	81,7	77,5^{a}
	Medio	65,0	76,7	75,0	72,2^{a}
	Promedio	68,5^{A}	74,6^{A}	76,7^{A}	
Otoño	Alto	26,9	76,6	72,9	58,8^{a}
	Bajo	32,8	73,3	79,6	61,9^{a}
	Medio	32,7	76,3	76,3	61,8^{a}
	Promedio	30,8^{B}	75,4^{A}	76,3^{A}	

$^{(A,B)}$ Valores promedios en una misma fila seguido de letras mayúsculas iguales no difieren estadísticamente, (P>0,05), según el test de Tukey.
(^{a,b})Valores promedios en una misma columna seguido de letras minúsculas iguales no difieren estadísticamente, (P>0,05), según el test de Tukey.

Se observan que (Tabla 2) las mayores alturas corresponden a la F84 tanto para verano como para otoño.

Los porcentajes de cobertura del suelo encontrados en este trabajo estuvieron en el rango de 26,9% a 81,7% durante el periodo de evaluación. No se presentaron diferencias entre la estación de verano. En cambio, para otoño se presentó diferencias entre los cortes evaluados F56 (75,4 cm) y F84 (76,3 cm) superiores en un 40,6% a la F28 (30,8cm).

Al igual que la producción de materia seca, la altura y cobertura de la *Urochloa decumbens* no presentó interacción entre los niveles de sombreamiento y las frecuencias de cortes estudiados, por lo que podría esta especie resultar importante para la inclusión en sistemas silvopastoriles.

Pezo e Ibrahim (1999) plantearon que la respuesta a la sombra es diferente entre las especies de pastos tropicales (C4) y existen algunas que pueden tolerar o no el sombreamiento. Dicha tolerancia se expresa principalmente en la disminución de la tasa de crecimiento en una misma especie en condiciones de sombra. Estos autores describen a *U. decumbens* como tolerante a niveles medios de sombreamiento.

Conclusiones

Los niveles de sombreamiento evaluados no afectó el comportamiento productivo de la *Urochloa decumbens.*
El mayor rendimiento acumulado de materia seca por estación se obtuvo en un intervalo de corte de 56 días (verano y otoño).

La variable altura y cobertura se vieron afectados por los intervalos de corte encontrándose mayores valores en frecuencia de 84 días.

La asociación de la *Urochloa decumbens* con *Pinus* spp. y *Eucalyptus grandis* se presenta como opción viable para dar paso a evaluaciones con animales y persistencia de los sistemas bajo condiciones de suelos ácidos.

Bibliografía

Bustamante J (1991) Evaluación de comportamiento de ocho gramíneas forrajeras asociadas con poró (*Erythrina poeppigiana*) y solas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 131 p

Giraldo L A, Velez G (1993) El componente animal en los sistemas silvopastoriles. Industrias y Producción Agropecuaria. Azoodea, Medellín, 1 (3): 27-31

Lara del R. M; Ortega, L. 1998. Rendimiento de ocho pastos cosechados a diferentes edades de rebrote durante tres anhos en Escarceta, Campeche. Campo experimental China. Revista brasilera de Zootecnia. (BR). 28 (3):115-120.

Maurício, R. M.; Sousa, L. F.2010. Silvopastoral system, cerrado and tropical forest biome in Brazil: Case studies. Successes and failures with animal nutrition practices and technologies in developing countries, p. 75.

Pezo, D., Ibrahim, M. 1999. Sistemas Silvopastoriles, una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. CATIE. Segunda edición. Turrialba, Costa Rica. 4, 15, 16, 37, 39, 64, 66 pp.

Rincón A, Ligarreto GA, Garay E. 2008. Producción de forraje en los pastos de *Brachiaria decumbens* cv amargo y *Brachiaria brizantha* cv Toledo sometidos a tres frecuenias y a dos intensidades de defoliación en condiciones de Piedemonte llanero colombiano. Rev Facul Agr Medellin 61(1).4336-4346

Sano, E. E.; Barcellos, A. O.; Bezerra, H. S. 2000. Assessing the spatial distribution of cultivated pastures in the Brazilian Savanna. Pasture Tropicales, 2000. v. 22, p. 2-15.

Concentración de carbono en sistemas silvopastoril en Ultisoles y Alfisoles en el perfil del suelo en el Departamento de Caaguazú

Carbon concentration in silvopastoral systems in Ultisols and Alfisols in the soil profile in the Department of Caaguazú

C. J. Villalba Martínez, E. Oroa

Universidad Nacional de Caaguazú,
Ruta N° 8, Blas A. Garay, Km 138. Coronel Oviedo, Paraguay.
villalba.javierdgi@gmail.com

Resumen

En el Departamento de Caaguazú la producción ganadera es una de las actividades más importantes, siendo uno de los sustentos más importantes en todos los distritos. La producción de pasturas de calidad y el bienestar animal es de suma importancia para la ganancia de peso y un menor tiempo en la terminación de los bovinos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la concentración de carbono orgánico en los órdenes de suelos predominantes (Alfisol y Ultisol) en perfiles de suelos en el Departamento de Caaguazú. Se realizaron calicatas a profundidades de definidas, fue evaluado el carbono a partir de la materia orgánica. Según los resultados obtenidos el orden de suelo Alfisol fue superior al Ultisol y se encontraron mayor concentración de CO en los primeros 5 cm en ambos órdenes. El sistema silvopastoril (brachiaria + eucalipto) aporta menor concentración de CO que otras especies forestales y el Alfisol presento mayor acumulación en el perfil estudiado.

Palabras clave. *Orgánico, Forestales, Ganadería.*

Abstract

In the Department of Caaguazú, livestock production is one of the most important activities, being one of the most important livelihoods in all districts. The production of quality pastures and animal welfare is of paramount importance for weight gain and less time in the termination of cattle. The objective of this work was to evaluate the concentration of organic carbon in the predominant soil orders (Alfisol and Ultisol) in soil profiles in the Department of Caaguazú. Calicatas were made at depths of defined, the carbon was evaluated from the organic matter. According to the results obtained, the Alfisol soil order was higher than Ultisol and a higher concentration of CO was found in the first 5 cm in both orders. The

silvopastoral system (brachiaria + eucalyptus) provides a lower concentration of CO than other forest species and Alfisol has a greater accumulation in the studied profile.

Keywords: *Organic, Forestry, Cattle raising.*

Introducción

La producción de pasturas en el Paraguay es de fundamental importancia para la ganadería, este provee fibras y proteínas para la alimentación de los animales y es fundamental para el desarrollo de nuestro País, sin embargo, es muy importante mencionar que, este sistema de producción en forma intensiva puede ocasionar desequilibrios en los ecosistemas por compactación, y perdida de la fertilidad de suelos.

La ganadería en el mundo es responsable del emisor de gases efecto invernado como el dióxido de carbono, metano y óxido nitroso que contribuyen al calentamiento global, así también es responsable de reducir la capacidad de retener carbono, por la baja presencia de especies forestales aumentando la emisión de carbono a la atmosfera (Steinfeld *et al.,* 2006).

Los sistemas de producción en donde se combinan pasturas con especies forestales es una estrategia que ayuda a mejorar la productividad y rentabilidad de la producción ganadera, las especies forestales protegen a los animales en climas extremos como bajas y altas temperaturas, además de ser un sistema de manejo de suelos que protege de la erosión, y el ciclo de los nutrientes de suelos como el nitrógeno, fosforo y azufre, así también se ha visto que la elección de las especies forestales puede aumentar la fijación de nitrógeno aumentando la calidad de las pasturas (Sammartino, 2011).

Se ha visto que las integraciones de sistemas de producción aumentan el contenido de materia orgánica, mejorando la fertilidad biológica de los suelos con la proliferación de microorganismos, estos a su vez dependen de la calidad del material orgánico es decir de su relación del carbono orgánico y el nitrógeno total (Fuentes, 1999).

Los Ultisoles y Alfisoles son caracterizados por tener texturas con alto contenido de arena y ser susceptibles a la erosión lixiviación, además de presentar mediana a baja fertilidad en los suelos. Por lo mencionado anteriormente este trabajo tuvo como objetivo evaluar la reserva de carbono orgánico en el perfil del suelo en sistema silvopastoril en el Departamento de Caaguazú.

Materiales y métodos

El área de estudio fueron los distritos de Coronel Oviedo (Alfisol) y Vaquería (Ultisol) según Lopez *et al.* (1995), los lugares presentan temperaturas máximas de 36°C y mínimas de 5 °C, los sitios de muestreos fueron suelos en donde se han instalados sistemas silvopastoril, donde la pastura predominante es la *Brachiaria brizantha* de 4 años bien pastoreado y la especie forestal es el Eucalypto variedad camandulencis, se realizaron calicatas por órdenes de suelo en el mes de agosto del 2019 (Invierno) en donde se extrajeron muestras de suelos en las siguientes profundidades 0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-100 y 100-150 cm de profundidad, se determinaron la concentración de carbono a partir de la materia orgánica. La determinación de Carbono orgánico total: Método de Walkley-black. Extracción por oxidación con dicromato de potasio y ácido sulfúrico y titulación con sulfato ferroso, se realizaron análisis de estadísticos y comparaciones de medias, además de regresiones polinómicas.

Resultados y discusión

En el siguiente cuadro se puede observar los resultados promedio obtenidos en las zonas de muestreo.

Tabla 1. Concentración promedio en sistemas silvopastoril

	Alfisol	**Ultisol**
	%	
Promedio	0,48a	0,39b

En el cuadro se puede observar que la concentración de carbono orgánico en el suelo del orden Alfisol fue superior al Ultisol, el CO en el suelo cumple funciones importantes, además de ser indicador de la calidad de los suelos e intervenir en la disponibilidad de nutrientes con fuentes orgánicas como el nitrógeno, fosforo y azufre (Porta *et al*., 2014).

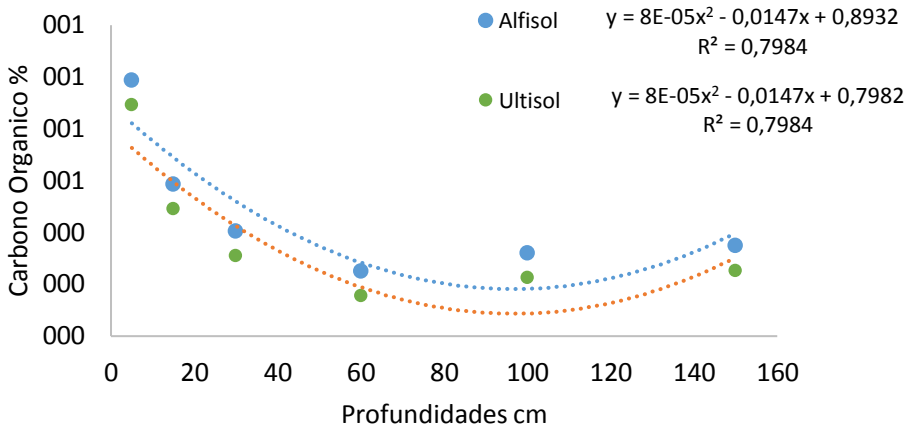


Figura 1. Concentraciones de carbono orgánico en el perfil del suelo en sistema silvopastoril

Como se ilustra en la figura se observa mayor concentración de carbono en los promedios 0 – 5 cm y a medida aumenta la profundidad del perfil del suelo, disminuye la concentración de CO, en ambos órdenes y como se observa en la figura el suelo Alfisol presenta mayor acumulación en todas las profundidades estudiadas. En comparación a otras especies forestales como el pino en sistemas silvopastoril (2 – 4 %) (García *et al.,* 2012). las concentraciones de carbono son muy bajas (no superan los 1%), esto podría ser a el eucalipto aporta muy bajas cantidades de residuos orgánicos (ramas, hojas).

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se ha observado menor concentración de CO en el orden Ultisol que el Alfisol, así también la mayor acumulación se observó en los primeros 5 cm de profundidad en ambos ordenes de suelos.

Bibliografía

Fuentes, J. L.1999. El suelo y los fertilizantes. 5ta ed. Madrid-ES. Mundi-Prensa.352 p

García, Y.; Ramírez, W.; Sánchez, S. 2012. Indicadores de calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. Pastos y Forrajes 35(2): 125-138.

López Gorostiaga, O; González Erico, E; Llamas G, PA de; Molinas M, AM; Franco S, ES; García S, S; Ríos A, EO. 1995. Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la Región Oriental del Paraguay. (en línea) Proyecto de racionalización del uso de la tierra. Asunción, PY. 246 p. Consultado el 17 oct 2017.

Sammartino, F. 2011. El algarrobo: Sombra, madera y carne.

Steinfeld, H.; Gerber, P.; Wassenaar, T.; Castel, V.; Rosales, M; De Haan, C. 2006. Livestock's Long Shadow. Enviromental Issues and Options. LEADFAO, Rome 2006. 26 pp

Porta C., J., M. López–Acevedo R. y R. M. Poch C. 2014. Edafología: Uso y protección de suelos. 3a edición. Mundi-Prensa. Madrid, España. 607 p.

SECCIÓN 2

PRODUCCION SIMULTANEA DE BIENES PECUARIOS Y FORESTALES

Silvopasture: Sustainable Integration of Livestock, Forage and Forests

Jose Shibu

Interim Associate Dean, College of Agriculture, Food and Natural Resources,
University of Missouri, Columbia, MO 65211, USA.
joses@missouri.edu

Silvopasture is not a new name for an old practice. It is an agroforestry system that intentionally integrates trees and livestock with forage to form a carefully designed, complex system in which component interactions are intensively managed to ensure sustainability. Silvopasture has gained popularity in recent years as an environmentally friendly alternative land use system that is economically viable (Jose *et al*. 2019). Tropical and subtropical savannas are a natural form of silvopasture in which a mid-successional system of grasslands interspersed with trees and shrubs are maintained by grazing and browsing animals and fire.

As a complex system of multiple components, silvopasture management is based on our thinking in both spatial and temporal domains, and it demands skills in managing rather than reducing complexity. An understanding of hierarchical relationships within ecosystems and recognition that defined ecosystem boundaries exist primarily for managerial convenience are essential to this concept (Jose and Dollinger, 2019). Thus, silvopasture refers to combining trees, forage plants, and livestock in an integrated and intensively managed system.

The silvopastoral systems practiced in various regions of the world offer a wealth of information on the various methods by which innovative landholders have attempted to realize the ecological and economic benefits. Silvopastoralism will thus take on many forms, as mentioned, depending on the objectives of the individual landholder. Unlike temperate-region practices, where silvopasture implies grazing systems, silvopastoral practices in the tropics tend to be more complex and site-specific, and in fact are not easily separated from the larger agroforestry practices of which they may be a part. There has been a tremendous growth in the number of publications on silvopasture in the recent past. Most studies have shown

an overall increase in system productivity, including greater productivity of animals (see Jose and Dollinger, 2019). Properly managed silvopasture can also provide many environmental benefits such as enhanced water quality while improving small farm profitability by providing multiple income sources.

This paper examines the complex interactions involved in silvopasture. It also examines design concepts in order to minimize competitive interactions while maximizing synergistic interactions between components. Finally, it also shows the economic and environmental benefits associated with silvopasture, primarily by using examples from the United States.

References

Jose S., and Dollinger J. 2019. Silvopasture: A sustainable livestock production system. Agroforestry Systems 93: 1-9. doi.org/10.1007/s10457-019-00366-8

Jose, S., Kumar, B.M., and Walter, D. 2019. Ecological considerations in sustainable silvopasture design and management. Agroforestry Systems 93:317-331. doi.org/10.1007/s10457-016-0065-2

Implementación y producción en SSP de Sudamérica como alternativa productiva: Beneficios, limitaciones y desafíos

Pablo Luis Peri[1]; *Julián Chará*[2]; *Rogério M. Mauricio*[3]; *Adriana Bussoni*[4]; *Eduardo E. Escalante*[5]; *Álvaro Sotomayor*[6]; *Simón Pérez Márquez*[7]; *Luis Colcombet*[8]; *Enrique Murgueitio*[2]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)-Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA)-CONICET, Argentina.
[2]Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), Colombia.
[3]Universidade Federal de São João del-Rei, São João del Rei, MG, Brasil.
[4]Gestión y Economía Forestal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay.
[5]INDEFOR, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
[6]Instituto Forestal (INFOR), Chile.
[7]Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinaria, Belo Horizonte, MG, Brasil.
[8]INTA EEA Montecarlo, Misiones.

Resumen

Los sistemas silvopastoriles (SSP) en Sudamérica son una alternativa productiva que provee múltiples productos (alimentos, madera, forraje) y servicios ecosistémicos (fertilidad de suelo, control de erosión, biodiversidad, protección de cuenca). A su vez, estos sistemas contribuyen con la mitigación del calentamiento global mediante el secuestro y almacenamiento de carbono. En este trabajo se presentan las principales evidencias productivas de los SSP de Sudamérica (Colombia, Brasil, Venezuela, Uruguay, Chile y Argentina) con más de 47 millones de hectáreas potenciales en un amplio rango de condiciones sociales y ambientales, en ecosistemas tropicales, subtropicales, áridos, semiáridos y templados fríos. SSP diversos son analizados contemplando el uso del bosque nativo como también con plantaciones forestales en diferentes tipos de diseños: árboles dispersos en pasturas, cercas vivas, SSP intensivos, setos forrajeros, bancos mixtos de forrajes, sistema silvopastoril por regeneración natural de especies arbóreas nativas, sistema integrado de producción agropecuaria, SSP de callejones alternos con franjas de árboles, SSP diversificado multiestrata, entre otros. Se presentan los beneficios, retos, limitaciones y desafíos de los SSP en la región. Se resalta la necesidad de integrar la perspectiva a escala local o predial con una perspectiva a escala de paisaje para aumentar la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos prediales y del paisaje, reducir su vulnerabilidad a disturbios socio-ambientales. El enfoque de gestión de la resiliencia socio-ecológica plantea la necesidad de evaluar

las compensaciones entre las decisiones de gestión, o las políticas ambientales, y las diferentes escalas espacio-temporales.

Palabras claves: *Producción sustentable; desarrollo; resiliencia; servicios ecosistémicos.*

Abstract

The silvopastoral systems (SSP) in South America are a productive alternative that provides multiple products (food, wood, fodder) and ecosystem services (soil fertility, erosion control, biodiversity, watershed protection). These systems contribute to the mitigation of global warming through carbon sequestration and storage. This paper presents the main productive evidences of the South American SSP (Colombia, Brazil, Venezuela, Uruguay, Chile and Argentina) with more than 47 million potential hectares in a wide range of social and environmental conditions, in tropical, subtropical, arid ecosystems, semi-arid and cold temperate ecosystems. SSPs from native forest and forest plantations were analyzed with different types of designs: scattered trees in pastures, live fences, intensive SSP, forage hedges, mixed forage banks, SSP by natural regeneration of native tree species, integrated agricultural production system, SSP in alleys, diversified multi-strata SSP, among others. The benefits, challenges, limitations and challenges of the SSP in the region are presented. The need to integrate property scale with a perspective at a landscape level is highlighted in order to increase the resilience of the socio-ecological systems and reduce the vulnerability to disturbances. The socio-ecological resilience management approach includes the evaluation of trade-offs between management decisions, environmental policies, and different spatial-temporal scales.

Keywords: *Sustainable production; development; resilience; Ecosystem services.*

Evidencia productiva de los principales Sistemas silvopastoriles

En Sudamérica, actualmente se dispone de información para la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP) a escala comercial y su posterior manejo en un amplio rango de condiciones ambientales, lo que permite evaluar económicamente las intervenciones silvícolas y disponer de estrategias de manejo empresarial para aumentar el rendimiento (Murgueitio *et al*., 2015). En este trabajo se presentan las principales evidencias productivas de los SSP de Sudamérica (Colombia, Brasil, Venezuela, Uruguay, Chile y Argentina) con más de 47 millones de hectáreas

potenciales en un amplio rango de condiciones sociales y ambientales (Tabla 1, Figuras 1, 2 y 3),

En **Colombia**, los SSP han venido ganando terreno en los últimos años gracias al impulso de varias iniciativas, principalmente el proyecto Ganadería Colombiana Sostenible que ha promocionado diferentes arreglos en cinco regiones del país. Los principales arreglos promovidos en el país son árboles dispersos en potreros, cercas vivas, sistemas silvopastoriles intensivos, setos forrajeros y bancos mixtos de forraje, los cuales se describen en más detalle a continuación (Tabla 1). En las zonas de pendientes, los arreglos emplean los árboles y arbustos en curvas a nivel para reducir efectos erosivos.

Árboles dispersos en pasturas: este arreglo incluye 30 a 50 árb/ha establecidos en áreas de pastoreo del ganado. Los árboles pueden ser plantados aleatoriamente o en arreglos geométricos, o seleccionados a partir de plántulas que crecen espontáneamente en el potrero por regeneración natural. Estos árboles proveen sombra al ganado y algunos de ellos aportan también alimento en forma de follajes, frutos o legumbres. Adicionalmente aportan beneficios al sistema a través de la conservación de la humedad, el reciclaje de nutrientes y la fijación de nitrógeno, entre otros, y contribuyen a la recuperación y conservación de la biodiversidad al brindar refugio y recursos a la fauna, y al facilitar su desplazamiento a través del paisaje (Giraldo *et al*. 2018).

Cercas vivas: son arreglos lineales en los que se usan árboles plantados en lugar de postes muertos para sostener las cercas que sirven de linderos a las fincas o para la división de potreros. Se siembran a distancias de entre 2 y 3 metros y pueden plantarse a partir de plántulas que deben ser debidamente protegidas durante su etapa inicial de crecimiento, o a partir de estacas de especies que tienen habilidad de rebrotar, lo cual facilita el proceso. Dentro del sistema, las cercas vivas capturan carbono, aportan sombra y alimento al ganado y sirven de corredor para el tránsito de la fauna. Adicionalmente, las cercas vivas aportan madera y leña a la finca, y evitan la tala de árboles para remplazar los postes muertos y el costo de esta labor que debe hacerse cada dos o tres años.

SSP intensivos: son arreglos que combinan pastos, arbustos para ramoneo en alta densidad (más de 2000 por hectárea en zonas altas y más de 5000 en zonas bajas) y árboles en arreglos lineales (hasta 500 por hectárea). Los arbustos son el integrante más importante del sistema pues deben tolerar el ramoneo, recuperarse rápidamente después de cada paso del ganado y aportar nutrientes de buena calidad que complementan los aportados por los pastos. Las especies más usadas para el ramoneo hasta el momento son

Leucaena leucocephala, Tithonia diversifolia y *Guazuma ulmifolia* (Calle *et al*., 2012; Giraldo *et al*., 2018). En Colombia se calcula que existen más de 3000 hectáreas de SSPi establecidos y operando en el momento.

Setos forrajeros: son arreglos conformados por franjas de arbustos forrajeros sembrados en alta densidad (distancia entre 0,3 y 1m entre plantas). Se siembran en líneas dobles a un metro de distancia a lo largo de las divisiones de potreros y pueden tener una línea central de árboles a una distancia de tres metros entre sí con los que luego se puede conformar una cerca viva (Giraldo *et al*., 2018). Durante el crecimiento, el forraje producido es cortado y suministrado a los animales directamente en el campo o también puede ser suministrado fresco o ensilado en los sitios de ordeño. Los arbustos pueden también intercalarse con cultivos como maíz, fríjol, papa, yuca o plátano para mejorar la oferta de alimentos a la familia.

Bancos mixtos de forraje: son cultivos de forrajes arbustivos y plantas herbáceas como leguminosas, caña de azúcar y pastos de corte, sembrados para aportar alimentos de buena calidad al ganado que se suministran mediante el corte y oferta en los sitios de ordeño o en canoas, en especial durante las épocas más críticas del año. Entre las especies forrajeras más usadas en estos arreglos en Colombia se encuentran la caña de azúcar, Botón de Oro (Tithonia diversifolia), morera (Morus alba), Nacedero (Trichanthera gigantea), Leucaena leucocephala, tilo (Sambucus peruviana), matarratón (Gliricidia sepium) y pízamo (Erythrina fusca) (Calle 2011). Los forrajes pueden ser suministrados frescos o ensilados. La densidad de siembra debe ser de al menos 5000 árboles o arbustos por hectárea y se pueden intercalar las especies forrajeras con árboles maderables y frutales, y con cultivos como maíz, fríjol, yuca, plátano para mejorar la oferta de alimentos a la familia.

En Brasil, diferentes arreglos de SSP se encuentran distribuidos por casi todo el país. Entre ellos, se destacan el sistema silvopastoril por regeneración natural de especies arbóreas nativas (RNEAN), y el sistema de integración Agricultura-Pecuaria-Forestal (ILPF, por sus siglas en portugués), con un área implantada de 11,5 millones de hectáreas. En la región norte, predomina el bioma Amazónico que se extiende por los estados de Pará, Amazonas, Amapá, Acre, Rondônia, Roraima y algunas partes de Maranhão, Tocantins y Mato Grosso. Este bioma posee una intensa explotación maderera debido al corte de bosques nativos. Sin embargo, esta práctica viene siendo monitoreada por el gobierno brasileño, que intenta inhibir este proceso. En las áreas deforestadas, la mayor parte de éstas es utilizada para la ganadería de carne extensiva. No obstante, debido al incentivo para el plantío de

bosques, varios proyectos utilizan especies nativas (por ejemplo, *Schizolobium amazonicum* Paricá) o exóticas (*Eucalyptus* spp.) para la producción maderera en arreglos de alta densidad, sin uso para la producción ganadera. Debido a la riqueza del suelo en semillas residuales de los bosques, la formación de SSP se realiza por medio de la RNEAN (Vianna *et al*., 2002). De un modo similar, se utilizan también especies exóticas como el Eucalypto o la Teca (*Tectona grandis*) plantadas en diferentes espaciamientos. Esta práctica es denominada ILPF, la cual viene creciendo en la región (1.034.088 ha). La principal raza bovina utilizada es el Nelore muy adaptada a las condiciones climáticas locales y con alto valor de mercado. En la región Centro Oeste, predomina el bioma Cerrado que cubre los estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Piauí, Bahía, Minas Gerais y São Paulo. Los suelos del Cerrado presentan baja disponibilidad de nutrientes (P, K, Ca y Mg) y frágiles, que se degradan fácilmente por sobrepastoreo. En los estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul y Goiás predominan los sistemas de ILPF con un área estimada de 4.530.468 ha en diferentes arreglos y densidades de plantación (*Eucalyptus* sp.). Los espaciamientos entre árboles varían de 1,5 a 5,0 m y el espaciamiento entre líneas de 9 a 50 m. Estas variaciones son influenciadas de acuerdo con las características de los implementos agrícolas o los tipos de plantación realizados durante el crecimiento de los árboles. Las pasturas asociadas a estos SSP son generalmente exóticas (Braquíarias) pero en algunos casos también se encuentran asociaciones con gramíneas nativas, como *Echinolaena* inflexa, e inclusive arbóreas nativas como *Zeyheria tuberculosa* (Silveira *et al*., 2016; Sousa *et al*., 2011). En la región nordeste, el bioma Caatinga está presente en los estados de Bahía, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão y Minas Gerais. En este bioma la precipitación pluviométrica se encuentra entre 250 a 1000 mm/año y la temperatura oscila alrededor de 26 grados Celsius. Parte de la vegetación nativa ha sido substituida por pastos exóticos (*Cenchrus ciliares*), sin embargo, aún existe una rica flora nativa compuesta por árboles caducifolios, arbustivas y gramíneas, así como leguminosas rastreras, resistentes al clima seco y con alto valor nutritivo para rumiantes. Estos SSP compuestos por especies nativas son manejados por medio de cortes selectivos o raleos, y usados principalmente para la cría de ovinos y caprinos, pero también con participación de bovinos (cruces de raza Currraleiro Pé-Duro y vacas Nelore). Otras especies como *Leucaena leucocephala* y Gliricidia sepium también son utilizadas en este bioma para incrementar la producción de biomasa forrajera. La región sudeste, donde hay predominancia del bioma Mata Atlántica y Cerrado, está compuesta por los estados de Minas Gerais, São Paulo y Río de Janeiro. Actualmente sólo el 8%

del bioma Mata Atlántica aún se encuentra intacto, pues ha sido altamente explotado debido a la riqueza forestal, así como al crecimiento urbano. La topografía es accidentada, y su vínculo al manejo con alta carga animal le proporcionó una elevada degradación de las áreas de pasturas. En este paisaje, las prácticas silvopastoriles se destacan por promover la conservación de los suelos y el agua, así como por mejorar el confort térmico de los animales y la calidad de la dieta. Son varias las modalidades silvopastoriles desarrolladas en este bioma. Los sistemas de RNEAN proporcionan beneficios en términos de calidad de forraje (mayor proteína y menor fibra), reducción del consumo de agua y mejoran el bienestar animal (reducción de 3 grados en la temperatura ambiente en SSP) (Sousa *et al*. 2015). Por otro lado, los sistemas con ILPF desarrollados en los diferentes estados, poseen incentivos del gobierno federal y su área plantada con Eucalipto y Brachiaria se expande cada vez más, totalizando más de 1.046.878 ha en los estados de São Paulo, Minas Gerais, Río de Janeiro y Espírito Santo. En la región sur, el bioma Pampa se extiende por la mayor parte del estado de Rio Grande do Sul. Este bioma se caracteriza por un clima lluvioso con inviernos fríos y precipitaciones entre 1250 y 1600 mm/año. El sistema ILPF (1.457.900 ha) predomina en este bioma y fue establecido de acuerdo con la topografía. En las tierras bajas, se destaca su asociación con cultivos de granos seguidos de la implantación de pastos de invierno y verano. En las tierras altas, predomina el ILPF con producción de granos y pastizales, pero con introducción de arbóreas como eucalipto, acacia negra (*Acacia mearnsii*) y pinos consorciados con braquiarias (ej. *Urochloa brizantha* cv. Marandu).

En **Venezuela** la práctica y adopción de los sistemas agroforestales (SAF) y SSP (Tabla 1) es parte de las tradiciones culturales ancestrales y de las necesidades del productor del campo. Los sistemas de policultivos, huertos caseros, árboles de sombra en sistemas de café y cacao, árboles dispersos en potreros y las cercas vivas parte de la cultura popular rural (Escalante, 1982). La ganadería extensiva se desarrolló principalmente en los llanos del oriente, centro y occidente del país, 20 millones de hectáreas, con predominio del Bosque Seco Tropical, en los que rebaños de ganado bovino pastoreaban en las inmensas extensiones de los llanos, en grandes hatos de hasta más de 100 mil hectáreas, bajo un sistema extensivo de baja tecnología, dependiente más que todo de los pastizales naturales, entre los que destaca una gramínea natural de los bajíos (áreas con bajo nivel de inundación durante los meses de lluvia), la Lamedora o Lambedora (*Leersia Hexandra*), considerado el pasto nativo de mejor calidad en esas sabanas. Sin embargo, con la llegada de la época seca (5 a 6 meses de sequía),

disminuye la disponibilidad forrajera, tanto en cantidad como en calidad, pasando el ganado a depender para su alimentación, de los frutos y el escaso forraje suministrado por el ramoneo de plantas arbóreas y arbustivas leñosas presentes en las áreas de pastoreo.

Sistema de árboles dispersos en potreros: la presencia de árboles leguminosos como el Samán (*Samanea saman*), Caro (*Enterolobium cyclocarpum*), Cañafistola (*Cassia moschata*) y el Masaguaro (*Albizia guachapele*) y otras especies nativas leñosas, dispersas en las fincas ganaderas de los llanos y en otras áreas ganaderas importantes como la Costa oriental del lago de Maracaibo en el estado Zulia, suministran bienes y servicios ambientales que permiten al ganado soportar y tolerar las condiciones de estrés en la época seca, principalmente durante los meses de febrero y marzo. Otras especies de importancia, son el Jobo (*Spondias mombin*), Roble (*Platymiscium polystachum*) y el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) como alimento para el ganado (Escalante, 1998).

Ganadería Extensiva de Zonas Áridas y Semiáridas: predomina un silvopastoralismo extensivo nómada basado, casi exclusivamente, en el ramoneo y silvofruteo de especies nativas en los que rebaños de las diferentes especies animales recorren grandes extensiones. Las especies bajo ramoneo son mayormente leguminosas como el Cují (*Prosopis juriflora*), Curarí (*Tabebuia billberguii*), Yabo (*Cercidium praecox*), Dividive (*Caeselpinia coriara*) y Olivo (*Capparis odoratissima*). (Escalante, 2017).

Sistemas intensivos de pastoreo y/o Corte y Acarreo: los sistemas intensivos se caracterizan por ser de una sola especie forrajera (Bancos de Proteína) caracterizados por altas densidades de plantas (10.000-20.000 pl/ha) y con espaciamientos muy restringidos (0,5 m entre plantas y 1 m entre hileras), tanto para ramoneo directo como para corte y acarreo. Es un sistema que requiere mucha mano de obra, la cual comienza con el establecimiento de un vivero para la producción de plantas en la finca como el caso de Leucaena (*Leucaena leucocephala*). La fortaleza del sistema reside en que suministra cantidades significativas de proteína en relativamente pequeñas superficies. Después de los primeros 90 días, se introduce el ganado a un ramoneo directo por un tiempo corto de 2 a 3 horas, a veces preferiblemente en la tarde después del segundo ordeño, pero dependiendo del tipo de animal y tamaño del rebaño, por lo que hay que calcular bien la capacidad de carga. Posterior al ramoneo y cuando el rebaño se muda al lote siguiente, se realiza a las plantas una poda de formación a una altura de 100 a 120 cm, y se espera la formación de nuevos rebrotes para cumplir el ciclo entre 60 a 75 días,

dependiendo del manejo del sistema y el nivel de fertilidad al que responden las plantas.

SSP de callejones alternos con franjas de árboles: es el más complejo de todos, pero es a la vez es el que suministra más bienes y servicios al productor, al animal y al ambiente. Generalmente las franjas están constituidas por 3 a 5 hileras de árboles leñosos leguminosos y/o especies de alto valor maderable, separadas por callejones de 15 a 25 m de ancho (Escalante, 2017). La separación entre hileras puede variar de 4 a 8 m, y el distanciamiento entre plantas sobre la hilera de 4 a 10 m, dependiendo del ancho de la copa de la especie arbórea y del manejo (podas y aclareos) a que serán sometidos los árboles en el tiempo.

Pastoreo en Plantaciones forestales: El pastoreo en plantaciones forestales se desarrolla en el extremo sur-oriental de las extensas sabanas arenosas que han sido asiento de las grandes plantaciones de Pino Caribe (*Pinus caribaea*) del oriente venezolano donde se encuentran establecidas 600.000 ha de esta especie.

Cercas Vivas: Es una línea de árboles (plantación lineal) o arbustos que delimitan una propiedad y los potreros, siendo utilizadas para soportar el alambre de púas, y además brindan protección impidiendo el paso de animales y son parte importante de los sistemas silvopastoriles, aportando producción de forraje, leña, madera, flores para miel, frutos, postes, etc. Generalmente tienen 1 o 2 especies dominantes y pueden podarse cada cierto tiempo para ofertar el follaje como forraje para el ganado. Generalmente se usan especies de rápido rebrote como el mataratón (*Gliricidia sepium*), Pardillo (*Cordia alliodora*), el totumo (*Crescentia alata*), Bucare (*Erythrina poeppigiana*), Cují (*Prosopis juliflora*), el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Caro Caro (*Enterolobium cyclocarpum*), Guayacan rosa (*Tabebuia rosea*), entre otras.

El principal desarrollo de los SSP en Argentina con plantaciones forestales se presenta en las provincias de Misiones, Corrientes, Neuquén y la zona del Delta Bonaerense del Río Paraná, mientras que la implementación de los SSP en bosque nativo se concentra en la región Patagónica y región Chaqueña (Peri 2012; Peri *et al*. 2016) (Tabla 1). En Misiones hasta 2010, el 20% de la superficie total forestal correspondía a SSP (sin tener en cuenta la superficie forestada por Arauco Argentina S.A.), de las cuales los pequeños productores representan el 15% (50.000 ha). La silvicultura aplicada a los SSP es intensa con sucesivos raleos (hasta 4 raleos) y podas (hasta 5 podas) desde temprana edad (desde los 2,5-3 años de edad, cuando los árboles alcanzan 5-6 m de altura total). Las densidades finales forestales

recomendadas para los *Pinus taeda, P. elliottii* y pino híbrido, son de 75-100, 100-150 y 125-300 árboles/ha, respectivamente. En Corrientes (la principal zona con bosques cultivados de Argentina) adopta los SSP principalmente con un diseño de Líneas Apareadas con callejones (2, 3 o 4 hileras de árboles separadas por callejones de 8, 10 y 12 m) con densidades de 417 a 625 pl/ha. Estos diseños de plantación permiten una mayor incidencia de luz sobre el recurso forrajero bajo el dosel con mejor manejo ganadero, madera de mejor calidad. Los sistemas ganaderos que componen los SSP son mayormente de cría y recría pero en algunos casos se realiza el ciclo completo. También se está iniciando en Misiones y Corrientes módulos de SSP intensivos donde se consocia *Leucaena leucocephala* con una alta densidad (>10.000 pl/ha) con pasto jesuita gigante (*Axonopus catarinensis*) o *Brachiaria brizantha*, combinadas con especies arbóreas maderables en callejones de 20-30 metros, y pastoreándose el callejón de la leguminosa con la gramínea. Buenos Aires se encuentra entre las principales provincias con desarrollo de actividad foresto industrial y en el Delta el uso Silvopastoril con salicáceas de alto crecimiento (clones de *Salix baylonica* y *Populus deltoides*) realiza cría vacuna (Aberdeen Angus y Hereford) con cargas medias de 0,4-0,5 equivalente vaca/ha y una producción de 60-100 kg carne/ha/año. En Patagonia, se está desarrollando SSP con vacunos y chivas criollas pastoreando ambientes de plantaciones de pino ponderosa, y aproximadamente el 70% de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) tienen un uso silvopastoril. En Patagonia Sur, la producción bovina y mixta (bovino+ovino) tienen la mayor participación en los establecimientos con bosque de ñire, con una carga promedio de 0,65 ± 0,15 equivalentes ovinos/ha y siendo las razas predominantes Corriedale (ovino) y Hereford (bovino). La producción ganadera se sustenta en el pastizal nativo conformado en varias zonas por especies naturalizadas de alto valor forrajero como *Dactylis glomerata, Holcus lanatus, Trifolium pratense* (trébol rojo) y *Trifolium repens* (trébol blanco). La propuesta silvícola en SSP con ñire contempla intensidades de los raleos según la calidad de sitio (o régimen hídrico) y aspectos relacionados a la continuidad del estrato arbóreo. La región Parque Chaqueño, es la región forestal más grande del país con 21.278.396 ha de Tierras Forestales, entre las que existen modalidades con poco manejo y planificación como la “ganadería a monte” y prácticas de alta intensidad en remoción de biomasa leñosa, como el “desmonte selectivo”, con siembra de especies forrajeras megatérmicas como *Gatton panic* (*Panicum maximun* cv. Gatton) en el Chaco Semiárido y Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) en el Chaco Árido, con el fin de incrementar la producción fundamentalmente de carne bovina. Se estima que alrededor de 6 millones de hectáreas tienen algún tipo de uso silvopastoril. Los SSP de

bajo impacto consideran el control secuencial de los arbustos para favorecer la producción forrajera (no los elimina), establece la rotación de áreas habilitadas al pastoreo para favorecer la regeneración forestal, e incorpora una valoración de la diversidad.

En Uruguay, el desarrollo principal de los SSP se basa en plantaciones con diferentes especies de eucaliptos tanto para pulpa como aserrado (Tabla 1). Para *Eucalyptus dunnii*, *E. benthamii* y *E. grandis* se usan diseños de alta densidad (1000-1335 pl/ha). La superficie de *E. globulus* se encuentra en descenso por los problemas sanitarios, si bien es la especie que más se adapta a pastoreo por su baja densidad de follaje. Los sistemas para obtener madera de diámetros gruesos se realizan con *E. grandis* y en menor medida *Pinus taeda*, buscando hacia el final de la rotación densidades de 150-200 pl/ha en turnos de más de 15 años para priorizar el desarrollo de fuste. Algunos productores ganaderos han innovado en arreglos espaciales con callejones, las cuales son experiencias en proceso. En cuanto a plantas forrajeras, es común que bajo dosel domine *Cynodon dactylon* de bajo valor forrajero; otros géneros presentes son *Paspalum* sp., *Stipa* sp., *Axonopus affinis*, *Bromus* sp.

En **Chile**, se desarrollan una gran diversidad de SSP en un amplio gradiente latitudinal desde sitios áridos a húmedos fríos (Tabla 1). Los SSP con *Prosopis* que crecen con hábito arbóreo se adaptan bien a sistemas de producción silvopastoral y agroforestal, dado que permiten que pasturas y cultivos prosperen bajo su dosel y, además, su amplia copa aporta materia orgánica y nutrientes, especialmente nitrógeno, y favorece el balance hídrico (Rojas *et al*., 2016). Se destaca el uso como forraje para el ganado de sus hojas (0,7 a 5,1 t/ha) y frutos de buena calidad (0,1 a 2,8 t/ha con 10,5% de proteínas totales, 29,7% de fibra cruda, 0,46% de extracto etéreo, extracto de N libre de 47,1%). El espaciamiento de plantación adecuado es de 13x13 m. También se destaca los SSP con *Acacia* en las zonas áridas y semiáridas de Chile. La *Acacia saligna* provee forraje suplementario o de emergencia para períodos prolongados de sequía, sombra para el ganado caprino y protección de suelos degradados. El contenido proteico de los filodios de esta leguminosa es alto (14-19%), y como especie forrajera se complementa con otras, como tagasaste (*Chamaecytsus palmensis*) y con pastos perennes. Por su lado, la *Acacia caven*, formación vegetal nativa (espinal) de gran heterogeneidad, en sistemas integrados silvopastorales es la mejor alternativa de uso de este recurso, ya que mejora la productividad y favorece su sustentabilidad. El espinal aporta servicios ecológicos importantes, protegiendo los suelos con sus raíces y sus copas, mejorando los suelos con su aporte de nitrógeno, capturando y fijando carbono, constituyendo

corredores biológicos. Provee además madera, energía y forraje y favorece una rica biodiversidad. La utilización de especies arbustivas como fuente de forraje ha sido una alternativa y para incrementar el potencial biológico del ecosistema se utiliza *Atriplex nummularia,* especialmente en zonas semiáridas de Chile, donde el rango de precipitación es de 60 a 250 mm, y esta especie constituye una alternativa forrajera en épocas de verano y otoño donde las herbáceas no pueden desarrollarse. Los SSP y cortinas cortaviento con coníferas, principalmente *Pinus radiata* en la zona central de Chile, y *Pinus ponderosa* y *Pseudotzuga menziessi* (pino Oregón) en zonas frías del sur de Chile, es otra alternativa para pequeños productores en Chile (Sotomayor *et al*. 2016). Los pequeños propietarios establecen árboles en sus terrenos con arreglo agroforestal, con un promedio de 0,7 ha por propiedad rural, dado que esta alternativa de forestación es considerada por los agricultores menos invasiva y más cercana a sus tradiciones agrícolas que una forestación tradicional con fines industriales. Esto permite seguir estableciendo cultivos y criando animales, y produciendo madera, y a su vez les permite continuar viviendo en sus predios y obtener ingresos y alimentos para su grupo familiar. Al igual que la Patagonia Argentina, en las regiones de Aysén y Magallanes de Chile se desarrollan los SSP en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* con manejos y características similares (Sotomayor *et al*. 2016).

Tabla 1. Características y situación actual de los principales sistemas silvopastoriles con plantaciones forestales y bosque nativo en Sudamérica.

Principal SSP	Región	Superficie bajo uso SSP (ha)	Tipo de animal y carga usual	Principal motivo porque se usan los SSP	Principal limitante para el desarrollo de los SSP
Árboles dispersos en potreros para zonas bajas y medias. Los más comunes son *Gliricidia sepium, Guazuma ulmifolia, Prosopis juliflora, Samanea saman, Leucaena leucocephala, Maclura tinctoria, Myrsine guianensis, Inga* sp., *Guava* sp.	Región Caribe en el norte de Colombia, Valles interandinos y piedemonte de Orinoco y Caquetá	25.000 ha de SSP plantados y manejados.	Principalmente usado en ganado de levante y doble propósito. 2 a 3 UA/ha.	Mejora del confort animal e incremento de la producción	Falta de adecuado aporte de árboles de buena calidad en viveros y de conocimiento para su implementación segura.
Árboles dispersos en potreros para zonas altas. Los más comunes son *Alnus acuminata, Salix humboldtiana, Quercus humboldtii,*	Región Andina Colombia a altitudes superiores a 2000 msnm. Principalmente en Boyacá, Santander,	5.000	En ganadería de leche y doble propósito. 2 a 3 UA/ha.	Aporte de madera y otros recursos y provisión de sombra para el ganado.	Falta de adecuado aporte de árboles de buena calidad en viveros y asistencia técnica especializada.

Ceroxylon quindiuensis.	Cundinamarca, Eje Cafetero y Nariño.				
Cercas vivas y barreras rompevientos. Los árboles más usados son *Gliricidia sepium, Mimosa trianae, Anacardium excelsum, Myrsine guianensis, Cupania* sp., *Spondias mombin, Bursera simarruba, Eucalyptus* sp. *Euphorbia latazii, Inga* sp.	Colombia principalmente en región Andina en Nariño, Eje Cafetero y Boyacá.	No determinada	Más común en zonas de producción lechera.	Reducción del impacto de vientos y heladas. Reducción de costos de mantenimiento de cerramientos.	Falta de conocimiento por parte de los productores.
Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Principalmente con *Leucaena leucocephala, Tithonia diversifolia, Guazuma ulmifolia y Sambucus peruviana.*	Colombia: Valle del Cauca, Eje Cafetero, Valle del río Cesar, Piedemonte orinocense	3.000 ha establecidas y 3.000 ha sembradas	Ganado de doble propósito, Lechería de trópico bajo. 4 a 5 UA/ha	Reducción de la dependencia de insumos químicos y/o incremento en la productividad	Costo de implementación y falta de asistencia técnica adecuada.
Pinus caribeae y Eucaliptus urophylla. Pequeños lotes privados de Teca (*Tectona grandis*) y Melina (*Gmelina arborea*) en fincas de pequeños y medianos productores	Venezuela: con pino en Bosque seco Tropical, Sabanas orientales Estado Anzoategui; con Eucaliptus en llanos centrales (estado Cojedes), con teca y melina en estado Barinas, dispersa en los llanos occidentales y sur del estado Zulia.	10.000 ha pino 5.000 ha de Eucaliptus 4.000 ha de teca y melina	Mestizo cebú en el Oriente, y Raza Brahaman y bufalino. Mestizo criollo y F1 en el occidente del país.	Diversificación de la producción y uso de la tierra. Desde el punto de vista legal, suelos clase II y III, se justifica la producción forestal bajo el esquema silvopastoril.	La intensificación de la mano de obra en el manejo forestal y aspectos legales en el aprovechamiento de la madera.
Pinus taeda, P. elliottii, Pino hibrido y *Eucalyptus* sp. con pasturas megatérmicas (*Brachiaria* sp., *Setaria* sp., *Axonopus catarinensis*) o pastizal natural, sin riego ni fertilizante. La silvicultura es intensiva con	Zonas tropicales o semitropícales Argentina (Misiones, Corrientes)	78.500	Vacuno de cría y engorde con rodeos Brahaman, Braford o Brangus. Carga animal de 1,5 a 2,0 animales/ha	Pequeños productores basados en el flujo de caja de la propiedad. Diversificación de la producción del sector ganadero. Empresas forestadoras hacen SSP,	Complejidad del manejo. Para el pequeño productor compatibilizar la producción de pastura (luz) con la comercialización de la madera. Limitante financiera de la inversión inicial. Limitante cultural.

sucesivas podas y raleos.				apuntan al volumen	
Salicáceas (sauces y álamos) con pasturas naturales, sin uso de riego ni fertilizantes	Argentina (Delta)	48.073	Cría vacuna (Aberdeen Angus y Hereford) carga de 0,4-0,5 EV/ha	La intensificación agrícola que desplazó al ganado vacuno hacia zonas marginales como el Delta.	La disponibilidad de áreas indicadas
Pinus ponderosa con pastizal natural, con raleos y podas.	Zonas templadas frías Argentina (Patagonia)	17.890	Vacuno (raza Hereford), carga usual 0,1 animal/ha	Aumento de la rentabilidad del ganado vacuno. Las actividades productivas por separado generan menos ingresos.	Falta de promoción de los SSP. El sector ganadero no visualiza la actividad forestal como rentable.
Eucalyptus camandulensis, E. tereticornis,	todo Uruguay	82.000	Razas británicas (Hereford y Aberdeen Angus) 0,8 UG/ha*	Servicio de sombra y abrigo y productos maderables (postes, piques y leña)	Los subsidios a la plantación o la liquidez para realizar la plantación. Se ofrecieron planes para montes de servicio en los últimos años para pequeños productores
Eucalyptus grandis	Norte y Noreste Uruguay	127.000	Razas británicas	Obtención madera de diámetros > 25 cm en punta fina con destino trasformación doméstica o exportación. Turnos medianos a largos (15-20 años)	El productor ganadero no maneja las técnicas del cultivo forestal. Se realizan contratos con empresas integradas.
Eucalyptus globulus Eucalyptus dunnii, E. benthamii	Sur-Este Uruguay	103.3174	Razas británicas	Madera para picado para exportación o consumo doméstico. Turnos cortos (9-11 años)	Productores ganaderos han accedido a plantaciones en densidades altas (1.000 pl/ha) a través de fomento de empresas, con marco de plantación que permite la presencia de ganado en los callejones.
Nothofagus antarctica (ñire), intensidad de raleos varia de 40 a 70% de remoción de cobertura de copas según calidad de sitio (régimen de	Patagonia Argentina y Chile	880.500	Principalmente ganado bovino (Hereford) y producción mixta (bovino+ovino Corriedale) con una carga promedio de 0,62	Los bosques de ñire proveen de protección de los vientos, en época de parición y/o forraje de calidad	Falta de Planes de Manejo con carencias en la conectividad para la fauna silvestre, de la continuidad de la regeneración y el cuidado de los

precipitaciones) con pastizal natural o especies naturalizadas como *Holcus lanatus, Dactylis glomerata* y *Trifolium repens*.			equivalentes ovinos/ha		recursos hídricos. Bajo valor de los productos madereros
Bosques mixtos secundarios de algarrobo y quebracho. Prácticas de rolado de baja intensidad. Pastizal natural; *Cenchrus ciliaris* cv. Texas (*Buffel grass*); *Panicum maximum* (*Gatton panic*).	Región Chaqueña Argentina y Paraguay	6.300.000	Productores grandes y medianos: cría de bovinos (criollo y cruzas de índico). Pequeños productores: mixto, bovino y caprino (cruza de criollo con Nubian).	Servicios ambientales de los árboles para con el ganado Uso múltiple del bosque.	Bajo valor de mercado de los productos forestales. Para pequeños productores: problemas en la tenencia de la tierra, falta de recursos para instalaciones mínimas (alambrados, agua), falta de acceso a información, limitaciones para la gestión.
Bosque de Parque con *Prosopis* sp. (algarrobo, ñandubay). Bosque serrano y Bosque fluvial: *Celtis tala* (Tala) y *Scutia buxifolia* (Coronilla)	Uruguay, disperso en todo el territorio.	850.000	Razas británicas. Soporta altas cargas en períodos cortos de tiempo (0,9 UG/ha); en momentos críticos climáticos puede ser una fuente forrajera.	Brindan abrigo y sombra al ganado. También se valoran los servicios ambientales de regulación, protección de erosión, diversidad genética, flora y fauna, entre otros.	Problemas de invasión de especies exóticas (Ligustrum, Gleditzia), no existen mejoramiento en las especies nativas que permitan pensar en plantaciones, baja productividad y lento crecimiento.
Bosques y plantaciones de *Prosopis tamarugo, P. alba* y *P. chilensis, Atriplex nummularia, Acacia saligna* y *A. caven*	Zonas áridas de Chile, regiones de Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo; y Regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador Bernardo O´Higins y Maule	50.000 de Prosopis sp 965.000 de Acacia	ganado ovino, bovino y caprino. Carga ovina hasta 4 animales/ha	forraje suplementario para períodos de sequía, sombra para el ganado y protección de suelos degradados	Actividades agrícolas, mineras e inmobiliarias, que se insertan en áreas con presencia de estas especies, y realizan cambio de uso del suelo. Falta de políticas públicas que incentiven el manejo y la forestación.
Coníferas, principalmente Pino radiata en SSP zona central-Sur de Chile y, *Pinus ponderos*a y *Pino oregon*, y cortinas cortaviento	Chile, zona central de Chile, desde VI a X region de. Regiones de Aysén y Magallanes	1.160	ganado ovino, bovino	Diversidad productiva y protección de suelos.	Falta de políticas públicas que incentiven el manejo y la forestación con SSP, dado que los incentivos establecidos en

en la Patagonia Chilena.					Ley de Fomento a la forestación termino el año 2012.
SSP por regeneración natural de especies arbóreas nativas (RNEAN) del bioma amazónico, sin fertilización química (excepto caliza o fosfato natural), solamente corte selectivo. ILPF con especies de madera nativa (Parica, *Schizolobium amazonicum*) ó no (eucalipto, Teca), con fertilización y sin riego	Norte Brasil (Acre, Brasil, región de Rondonia, Amazonas, Pará, Amapá, Roraima e Tocantins)	9.600.000 ha (estimado)	Ganado de carne, carga animal variando de 0.5 a 1.5 UA/ha	Debido a la intensidad de la regeneración de especies arbóreas nativas esta es una práctica accesible y de bajo costo a los productores rurales. Como la explotación maderera nativa viene siendo controlada por el gobierno, la opción de bosques plantados (eucalipto, Pinus y Teca, *Tectona grandis*) viene ganando espacio.	Requiere técnicos o incluso productores con conocimiento de manejo en sistemas biológicamente complejos. De esta forma muchos sistemas no funcionan y denigran el proceso de transformación del monocultivo hacia los sistemas silvopastoriles. Falta de información biológica y económica.
Sistemas con uso de bosques caducifoilios con alta frecuencia de plantas (leguminosas rastreras y herbáceas) resistentes a clima seco.	Noreste de Brasil (Maranhao, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia)	9.790.000 ha (estimado)	Cabras lecheras y ovejas sin pelo (carga animal muy variable)	Las cabras y ovejas se adaptan al bioma seco y rico en especies arbustivas, arbóreas y leguminosas las cuales contribuyen a la dieta animal. Se utiliza también la introducción de gramíneas exóticas (*Cenchrus ciliaris*) con el objetivo de incrementar la producción de biomasa.	Pocos informes científicos sobre manejo, disponibilidad de forrajes, consumo, etc. Falta de acompañamiento técnico. Uso extractivista que lleva a la degradación de los pastos
Eucalypto y pasturas (Braquiaria) - RNEAN	Centro Oeste de Brasil (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás)	4.530.468 ha	Ganadería de carne (cría y engorde)	Recuperación de pastos degradados, producción de madera. Bienestar animal, secuestro de carbono.	La baja productividad de granos o hierbas en zonas de sombra.

RNEAN, áreas nativas de campos arbolados y eucalipto con braquiaria	Sureste de Brasil (Minas Gerais, Sao Paulo, Rio de Janeiro e Espirito Santo)	Regeneración de arbóreas 9.621.000 ha (estimado) Eucalipto 1.046.878 ha	Pecuaria de leche y carne.	La regeneración disminuye los costos y beneficia la propiedad debido a los efectos positivos de las arbóreas sobre las gramíneas. Aprovechamiento de áreas donde ya existen las gramíneas nativas pero el suelo no permite la implantación de pastos exóticos. Cuando las áreas de pasturas están degradadas se utiliza la recuperación del área utilizando fertilizantes químicos seguida de la plantación de gramos y eucalipto.	Bajo uso debido al perjuicio sobre la presencia de árboles en pastos. Falta de conocimiento técnico sobre manejo de gramíneas nativas hecho que puede llevar a la degradación de áreas Necesita más información técnica sobre los arreglos de plantío de las arbóreas para disminuir el impacto negativo sobre la productividad de las gramíneas.
Eucalyptus ssp asocioado con braquiaria Pinus asociado con braquiária (*Urochloa brizantha* cv. Marandu)	Sur de Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina y Paraná)	Eucalipto 1.457.900 ha *Pinus elliottii* 485.966 ha	Ganado de carne (Nelore, Red Angus, 1 UA / ha) y producción de ovinos. 833 árboles por hectárea. 1 a 2.6 UA/ha	Sustentabilidad de la producción agropecuaria por medio de la plantación de la soja-maíz (verano) / trigo-pastoreo (invierno) en las tierras bajas. En las tierras altas la plantación de cultivos anuales (soya, azevas, etc.) concurrentes con pinus (*Pinus elliotti*i), eucalipto y acacia negra (*Acacia mearnsii*). Combatir la degradación de pasturas de pasto nativo o invadidas por el pasto Anoni.	Selección de cultivos adecuados para la producción. Dificultad al transferir la tecnología a los productores. Falta de políticas públicas como crédito, reducción de intereses, etc.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

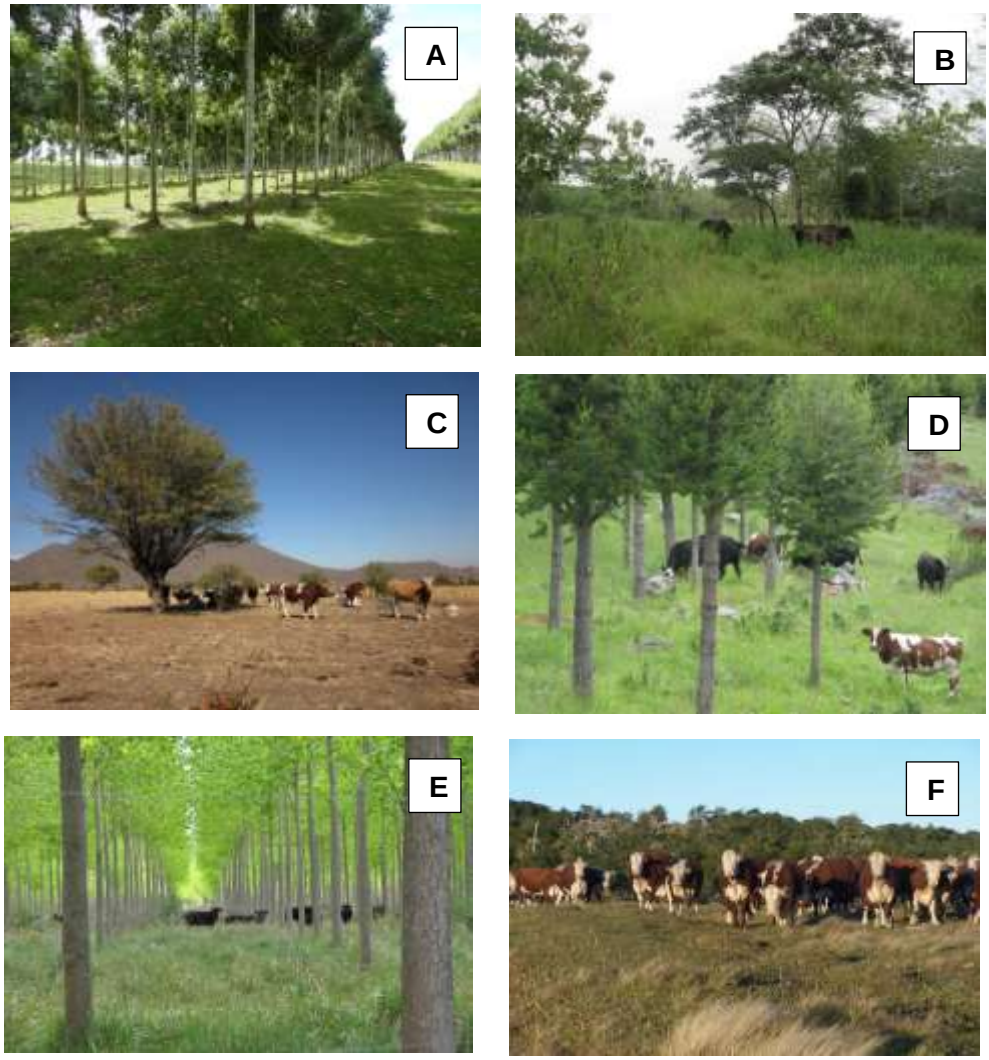


Figura 1. A. SSP con forestación de E. grandis de 6,5 años en callejón de 18 m de ancho en Uruguay. **B.** Arboles dispersos en potreros de Bosque seco tropical en SSP de ganadería extensiva con pasto Guinea o Gamelote (Panicum maximun) en Venezuela. **C.** Ganado vacuno haciendo uso de la sombra y frutos del algarrobo en la provincia de Chacabuco, Chile. **D.** SSP con *Pinus ponderosa* en la región de Aysén, Chile. **E.** SSP de 6 años con *Populus deltoides* y vacunos Aberdeen Angus en la región del Delta, Argentina. **F.** SSP en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* con pastizales naturales, Patagonia Sur, Argentina.

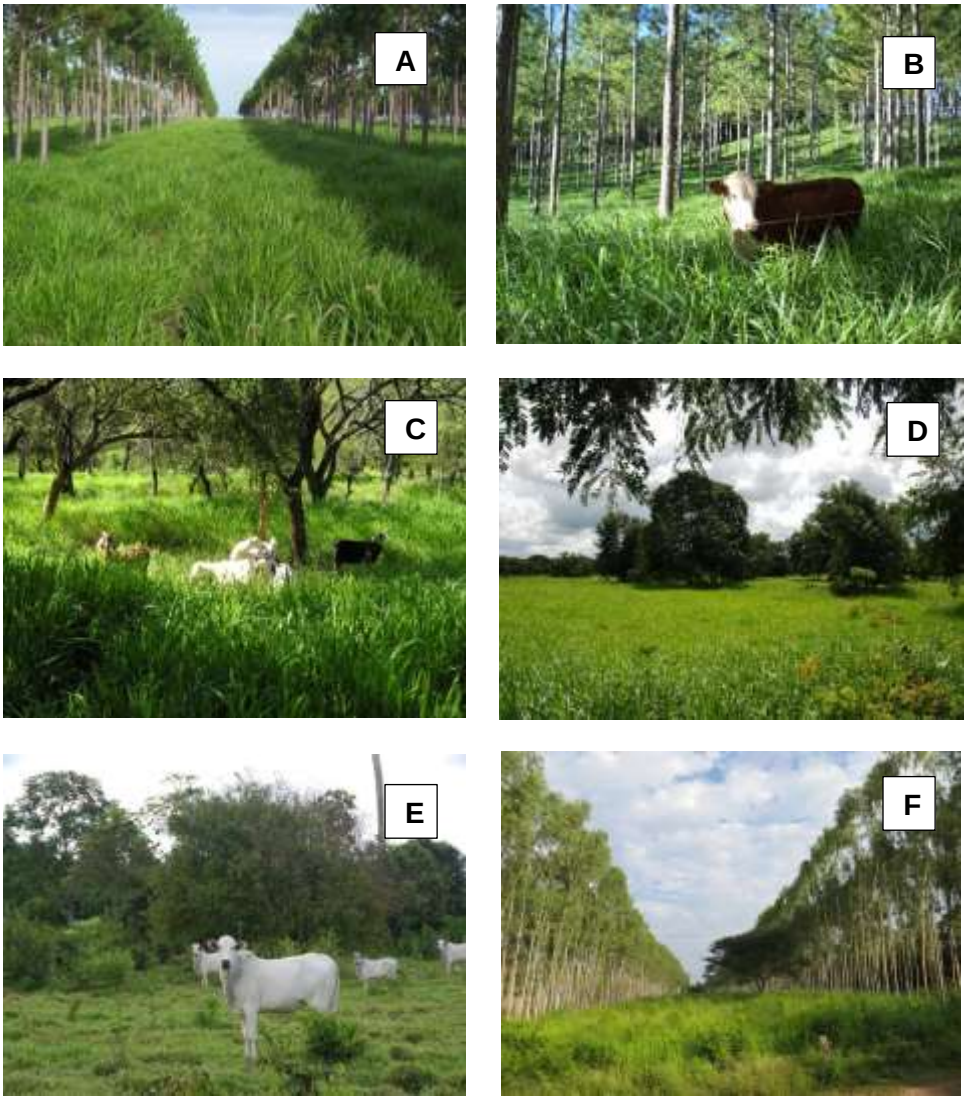


Figura 2. A. SSP con forestación de Pinus en callejones de 8 m de ancho y pastura de *Brachiaria brizantha*, Corrientes, Argentina. **B.** SSP con Pino Híbrido, pastura de *Brachiaria brizantha* y ganado vacuno Brafort, Misiones, Argentina. **C.** SSP en Santiago del Estero, Argentina. **D.** Sistema silvipastoril desarrollado por medio de la regeneración natural de especies arbóreas y arbustos nativos, Estado de Maranhao, Brasil. **E.** Sistema silvipastoril pastoreado por animales da raza Nelore, Hacienda Mona Lisa, estado de Maranhao, Brasil. **F.** SSP intensivos con *Leucaena* and *Eucalyptus*. Región seca del Caribe, Colombia.

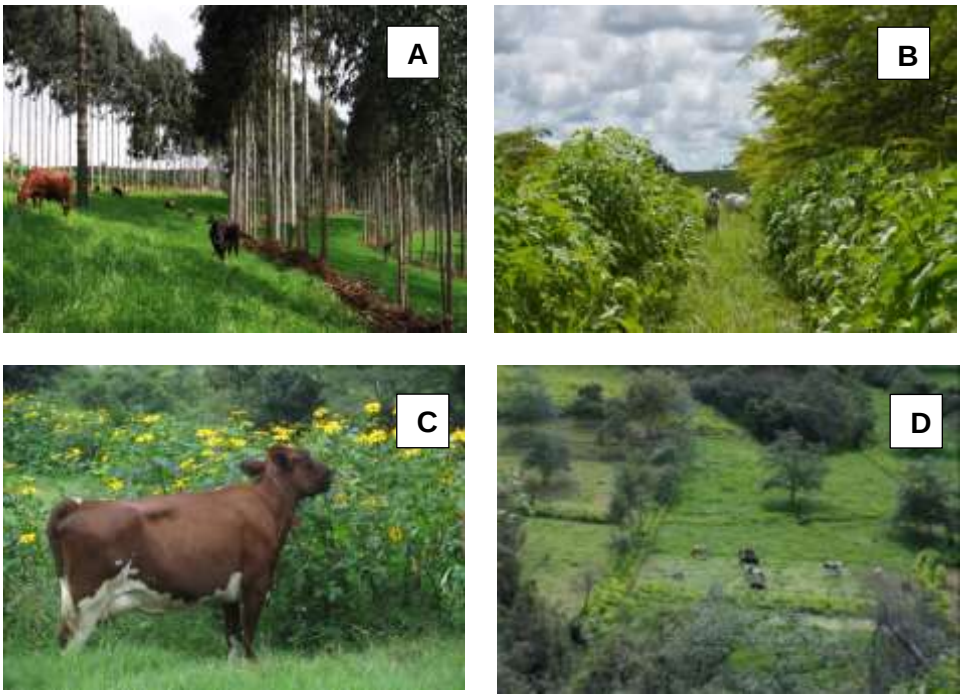


Figura 3. A. SSP con *Eucalyptus grandis* y *Brachairia brizantha* pastoreado con vacunos en pequeños productores del Estado de Paraná, Brasil. **B.** Sistema silvopastoril intensivo con Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) y Mimosa trianae. Finca Pamarito, Guaviare, Colombia. **C.** Seto forrajero con Botón de Oro, *Tithonia diversifolia*. Finca Las Lajas, Bitaco, Colombia. **D.** Sistema silvopastoril con árboles dispersos de Aliso (*Alnus acuminata*) y setos forrajeros con Tilo (*Sambucus peruviana*) Finca La Estancia, Boyacá, Colombia.

Beneficios de la aplicación de los SSP

Productores forestales y ganaderos adoptaron los SSP debido a las ventajas ambientales, económicas y sociales (reducción de estrés calórico de los animales por efecto de la sombra de los árboles o en sitios fríos como Patagonia o zonas de alta montaña de Los Andes, la protección de los fuertes vientos o bajas temperaturas principalmente en época de parición), obtención de madera (en el caso de plantaciones con pino madera de grandes dimensiones y alta calidad en turnos cortos donde se compensa la pérdida de 30-40% en volumen con precios diferenciales), incremento de la productividad forrajera y su concentración proteica, disminución de los riesgos de incendio por el pastoreo, reducción del efecto de las heladas y sequías prolongadas sobre la pastura o pastizal, flexibilización de la economía de los establecimientos de pequeños y medianos productores. El desempeño productivo en términos de ganancias de peso y reproductivos (porcentaje de preñez) observados en los SSP son superiores a los sistemas ganaderos tradicionales. Por ejemplo, en la región del Parque Chaqueño de

Argentina los índices de producción de carne en las explotaciones tradicionales son bajos (4 a 12 kg carne/ha/año y capacidad de carga equivalente a 10 a 20 ha por unidad Ganadera) y con la implantación de pasturas en SSP estos valores aumentan la capacidad productiva (45 a 80 kg carne/ha/año y con cargas de 2 a 7 ha por UG). Esto generó una fuerte demanda de nuevas tecnologías como la obtención de especies forrajeras adaptadas a condiciones de sombra. Por ejemplo, en el litoral argentino las especies forrajeras más difundidas son *Brachiaria brizantha* y jesuita gigante (*Axonopus catarinensis*) en SSP con plantaciones de pino (*Pinus taeda, P. elliottii* y *Pino híbrido*) y en menor medida *Eucalyptus grandis*. En Brasil, los beneficios generados por los SSP por regeneración natural de especies arbóreas nativas RNEAN son diversos, sin embargo, se puede destacar la posibilidad de recomposición forestal con árboles adaptados al bioma local sin necesidad de plantío o abonos, además de proporcionar un aumento de la biodiversidad vegetal y animal. El tema de la biodiversidad en los sistemas pastorales es crítico y viene siendo discutido por las principales agencias internacionales que buscan sistemas sostenibles de producción animal. Asociado a estos sistemas, también se encuentra la mejora del confort térmico animal lo que promueve la producción, principalmente en climas cálidos tropicales, respetando el bienestar animal (Sousa *et al*., 2015). La RNEAN presenta también la posibilidad de establecimiento del sistema a un costo reducido por medio de cambio de las prácticas de manejo de los pastos, como, incentivando el corte selectivo de las especies arbustivas y arbóreas. En áreas con topografía no favorable al tránsito de maquinaria, esta práctica se destaca, pues no necesita de preparación de suelo, ni se corre el riesgo de iniciar un proceso erosivo. Los sistemas ILPF han venido creciendo mucho en Brasil y son altamente investigados por EMBRAPA (Empresa de investigación agropecuaria). Este sistema forma parte del programa de agricultura de bajo carbono promovido por el gobierno federal, con recursos financieros para su implementación. Estos sistemas permiten al agricultor producir, en su etapa inicial, granos de acuerdo con la aptitud local, así como también incrementar la producción forestal. El ILPF promueve la recuperación de áreas degradadas por medio del uso de fertilizantes para la agricultura, lo cual posteriormente beneficia el pastoreo y la producción forestal. Este sistema diversifica la producción, favorece el reciclaje de nutrientes y bienestar animal. En Uruguay los productores que implantan montes para servicio ganadero, están exonerados de tributar impuesto a la renta hasta 8 % de la superficie del predio. Adicionalmente pueden estar exonerados de tributos municipales en esa superficie. Para montes plantados registrados como bosques de madera de calidad (turnos largos y obtención de diámetros gruesos en más del 20%) están exentos de

ambos impuestos. A pesar de estos beneficios la mayor adopción de montes en predios ganaderos se ha dado a partir de planes de empresas de fabricación de pulpa, en densidades de más de 1000 árboles/ha. En Venezuela y Colombia se observan ventajas ambientales como proveer de sombra al animal para mitigación del efecto de las altas temperaturas, y consecuente reducción de estrés calórico de los animales por efecto de la sombra de los árboles. La principal razón de tipo económico es la diversificación de la producción en las fincas, aumento y consolidación del flujo de caja y los costos evitados como la fertilización y control de malezas. Socialmente su aceptabilidad es parte de la tranquilidad del productor al reducir el estrés de perder y depender de un solo producto y facilita la participación del grupo familiar.

Todo lo anterior es parte integrada de la producción sostenible y la reconversión ganadera, por lo que esas ventajas las consideramos la principal fortaleza del sistema SSP. Por otro lado, el principio de oportunidad ya que la biodiversidad florística de los trópicos facilita encontrar el componente apropiado para todo tipo de ecosistema, zona de vida o piso climático. Además, la oportunidad que brindan algunos gobiernos y grupos económicos de subsidios, pagos por servicios ambientales y financiamiento a bajas tasas de interés y en algunos casos créditos no reembolsables.

Principales retos de los SSP

Las debilidades de la adopción de los SSP son relativas, aunque no dejan de ser importantes, y dependen más del grupo y nivel económico del productor, de la inversión inicial, del establecimiento de viveros y de la necesidad de mano de obra.

En las reservas forestales de los llanos occidentales de Venezuela, el proceso de intervención antrópica ha ocasionado una intensa deforestación para el establecimiento de ganadería extensiva. Sin embargo, muchos productores conscientes de la importancia y valor maderable, han dejado parches y árboles dispersos de Caoba (*Swietenia macrophylla*), Araguaney o Guayacán amarillo (*Tabebuia chrysantha*), Apamate o Guayacán rosa o morado (*Tabebuia rosea*) y Pardillo o Laurel (*Cordia alliodora* y *C. thaisiana*). En los SSP intensivos como en Venezuela y Colombia, los productores a pesar de estar conscientes de la importancia de estos sistemas productivos para la alimentación del ganado, consideran que los costos de establecimiento y el requerimiento de mano de obra son limitaciones y debilidades para la adopción de estas tecnologías o prácticas.

En Argentina, las limitantes en la instalación de los SSP varían según las regiones del país, y si se trata de bosque cultivado o nativo. Por ejemplo, la mayor limitante para la instalación de los SSP en Mesopotamia es la compresión del manejo del sistema el cual es complejo (comparado con el manejo de un monocultivo), dinámico y necesita intervenciones continuas desde los primeros años (desde los 2,5 a los 7-8 años de edad) para equilibrar las interacciones entre los componentes (relación luz-estrato forrajero). Para el pequeño productor la mayor dificultad es compatibilizar el momento de la necesidad de dar luz a la pastura con la oportunidad de comercialización de la madera. La adopción de estos sistemas por productores ganaderos está limitada por la dificultad financiera inicial, teniendo que disponer del capital para la plantación y manejo silvícola hasta que se concrete el pago del crédito acordado. En el caso particular del Delta la limitante para aumentar la aplicación de SSP radica principalmente en la disponibilidad de áreas con diques para el control del agua. En la provincia de Buenos Aires las principales limitaciones para la aplicación de los SPP se deben a que la agricultura y su rentabilidad ocupa la mayor parte de las tierras de buena calidad, la carencia de *know how* forestal y las dificultades de conseguir plantas, contratistas y mano de obra operativa. Sin embargo, el potencial es enorme, y sería necesario trabajar sobre estas barreras aprovechando el importante conocimiento de ganadería que hay en esta región. Para la región del Chaco las limitaciones de la implementación de un SSP integral para los grandes productores se centran en el bajo valor de mercado de los productos forestales y en la falta de consideración de la planificación de uso forestal. En cambio, para los pequeños productores las limitaciones son los problemas en la tenencia de la tierra, la falta de recursos para instalaciones de infraestructura mínimas (alambrados, agua), falta de acceso a información y maquinarias y limitaciones para la gestión. En el bosque nativo de ñire de Patagonia, las principales limitantes para la implementación integral de SSP radica principalmente en la falta de Planes de Manejo que incluya en su formulaciones ajustes de carga animal, mantenimiento de los bienes y servicios del bosque nativo (biodiversidad, calidad de agua, conectividad para la fauna silvestre, etc) y continuidad del estrato arbóreo, entre otros, en un marco situacional donde la cría y engorde del ganado vacuno en estos ecosistemas irá en aumento.

En Brasil, por ser un sistema de crecimiento lento, con retorno a largo plazo y muchas veces carente de investigaciones, el RNEAN no tiene incentivo gubernamental y científico. Sin embargo, el número de propiedades utilizando esta práctica viene creciendo y demostrando que la productividad animal es eficiente, contemplando también la conservación ambiental. A

esto se agrega, la dificultad de encontrar profesionales (Agrónomos o Veterinarios) con capacidad técnica para manejar sistemas con alta biodiversidad vegetal ya que la formación básica de estos profesionales en Brasil, beneficia el estudio de monocultivos en relación al estudio de policultivos. Se espera que el crecimiento de prácticas de pago por servicios ambientales a estos sistemas pueda ser contemplado por las autoridades gubernamentales. En las regiones brasileñas donde el precio de la tierra es alto (por ejemplo, Mato Grosso) los sistemas silvopastoriles no pueden competir con la producción agrícola (monocultura de granos) y con ello no avanzan en área. Al mismo tiempo, el proceso de degradación se acentúa y la recuperación del suelo involucra altos costos. Por lo tanto, prácticas que posibilitan la conversión de la ganadería degradante hacia sistemas silvopastoriles, empiezan a despertar la atención de productores tanto en la región sureste como en la amazónica, principalmente por la demanda de madera para la producción de muebles o incluso para la industria del papel y la celulosa. (ex. Suzano- http://www.suzano.com.br/). Para el pequeño productor los SSP comienzan a convertirse en una alternativa para diversificar la producción (por ejemplo, la leche) (Ribeiro *et al*., 2016) y consecuentemente la renta de la propiedad, pues el corte forestal genera beneficios al final de cada ciclo de corte. Sin embargo, este sector requiere financiamiento y políticas agrícolas apropiadas, así como un servicio de extensión rural especializado.

Uruguay presenta una gran expansión de la demanda de madera para celulosa, lo cual es muy beneficioso para toda la economía, pero el país precisa desarrollar y consolidar mercados que demanden madera para transformación mecánica para que el sector ganadero se integre a esta cadena de valor. Eso ha ido cambiando con el tiempo debido a las crisis del mercado internacional (principalmente la crisis del 2007) y cambios en la demanda de productos.

En Chile, aunque existe interés por parte de pequeños productores silvo-agropecuarios por instalar SSP en sus predios, actualmente y desde el año 2012, no existen instrumentos de fomento para su implementación, y por el contrario si se cuenta para fomentar cultivos agrícolas, frutícolas. Por otro lado, existe una Ley de Fomento para el manejo del Bosque Nativo con fines de conservación y preservación, pero no se cuenta con incentivos para el manejo SSP en bosques nativos.

Oportunidades y desafíos de los SSP

Actualmente en Argentina existen leyes que promocionan la posibilidad de financiar el establecimiento de los SSP. Para el caso de SSP con especies

forestales implantadas está la Ley es Nº 25.080, prorrogada por la Ley Nº 26.432 hasta el 2019, de plantaciones "Inversiones para bosques cultivados". Es común que los productores de Mesopotamia se presenten para forestaciones puras pero que luego se transforme en SSP, ya que el productor parte con alta densidad (más de 800 plantas) y luego hace raleo perdido y cobraría el total del subsidio. También la ley acepta menores densidades que se adaptan a SSP y con un pago equivalente a las forestaciones tradicionales. En Brasil, debido a la capacidad de promover la producción ganadera y al mismo tiempo la conservación ambiental, los SSP vienen motivando a los productores para el crecimiento de esta práctica. Sin embargo, los desafíos existen, pues se necesitan profesionales capacitados en la gestión de estos sistemas, así como políticas públicas de largo plazo. Paralelamente, el mercado consumidor comienza a exigir no sólo la calidad de la leche o carne, sino también la certificación ambiental de las propiedades como forma de cohibir la deforestación o la degradación de los pastos. Debido a la versatilidad de los SSP en adaptarse a diferentes biomas o incluso a los diferentes cultivos agrícolas y pastizales susceptibles de consorcio con arbóreas, se espera que las áreas plantadas en SSP aumenten en Brasil y con ello la producción ganadera se vuelve cada vez más productiva en consonancia con la conservación ambiental. Uruguay presenta una gran potencialidad, los desafíos serían que los productores ganaderos puedan abastecer la industria forestal incluyendo también a productores no integrados a los planes de las empresas. Para esto hay que trabajar en el tema de la certificación, los organismos de generación tecnológica deberían ofrecer materiales mejorados como clones orientados a turnos largos. La academia debe seguir investigando y difundiendo resultados y avanzar en generar modelos que sean validados en predios de productores. El acceso a subsidios estatales de plantación es un aspecto muy importante para la adopción de estos sistemas.

Los SSP proveen de múltiples productos (e.g. alimentos, madera, forraje) y servicios (e.g. fertilidad de suelo, control de erosión, biodiversidad, protección de cuenca). A su vez, estos sistemas podrían contribuir ambientalmente con la mitigación del calentamiento global mediante la conservación, el secuestro y almacenamiento y la sustitución de **carbono**. En Argentina, una revisión en distintas regiones del país (Chaco Semiárido, Mesopotamia y Patagonia) demostraron el potencial de los SSP en el almacenamiento de C (Peri *et al*. 2017).

El **agregado de valor** a los productos forestales madereros, no madereros y de origen animal es una de las importantes estrategias del manejo para los SSP en Sudamérica. Esto significa mejorar la capacidad para generar empleo,

particularmente en sus eslabones de mayor valor agregado, como son los subsectores de la producción de muebles y carnes. La propuesta de agregar valor a la producción en su lugar de origen como estrategia para el desarrollo territorial debería definir la agenda agropecuaria y agroindustrial de nuestros países. En cada región existen emprendedores, que demuestran que esa transformación es posible, considerando las particularidades propias de cada lugar, ej. el Sistema "Leña en Blanco" diseñado desde el INTA Santiago del Estero, con el objetivo de agregar valor a este producto, fomentar el uso sustentable del bosque y llegar al mercado con precios competitivos. Desde la gestión, la producción y la comercialización responsable de los SSP, se considera importante promover el tema de la certificación de la cadena productiva. A nivel internacional operan dos sistemas de certificación forestal: el Consejo de Administración Forestal (en inglés Forest Stewardship Council - FSC) y el Programa para el Reconocimiento Mutuo de Esquemas de Certificación Forestal (en inglés Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes - PEFC). Ambos son organizaciones internacionales, no gubernamentales, independientes y sin fines de lucro, que promueven la gestión sostenible de los bosques.

Manejo multipropósito a distintas escalas del paisaje: Actualmente, a nivel mundial muchos de los problemas complejos involucran desafíos referidos al desarrollo sostenible y a la gestión del ambiente, en los cuales se requiere la integración de las ciencias sociales y biológicas. Dicha integración necesita de una aproximación tanto conceptual como metodológica entre ambas disciplinas, y a su vez un reconocimiento de la heterogeneidad espacio-temporal propio de los sistemas socio-ecológicos (Fig. 4). El abordaje de la **sustentabilidad** y la **resiliencia** de los sistemas socio-ecológicos, como marco general para el desarrollo de SSP, debe tener a las ciencias forestales y agropecuarias como eje integrador de diferentes escalas espacio-temporales y disciplinas científicas. Una temática prioritaria para un desarrollo sustentable es el enfoque de resiliencia de los socio-ecosistemas a nivel de paisaje, que busca comprender y reconocer mejor las interacciones entre los diversos usos de la tierra y los sectores sociales interesados al integrarlos en un proceso de gestión conjunta (López *et al*., 2017). Los enfoques a escala de paisaje son esenciales para desarrollar estrategias sustentables de uso de la tierra y de subsistencia en las zonas rurales. El enfoque a escala de paisaje pretende aportar alternativas de manejo sustentables de los territorios en donde se diseñen paisajes agro-forestales multipropósitos que compatibilicen la conservación del ambiente, la producción forestal-agropecuaria y actividades como el turismo,

procurando asegurar una buena calidad de vida. Para ello, se deben comprender las dinámicas y problemáticas socio-ambientales que enfrenta una región o territorio para poder pensar, planificar y gestionar paisajes socio-ecológicos sustentables. Los Sistema Silvopastoril Diversificado Multiestrata (SSDM) son un ejemplo de diseño que se adaptaría más a este concepto. Por ejemplo, en San Javier, Estado Yaracuy (Venezuela) se estableció un SSDM de 4 estratos y biodiverso de 11 especies. El diseño espacial consta de una hilera central de especies leñosas leguminosas (estrato de 15 m de alto), en el que tres especies se intercalan alternadamente sobre la hilera a un distanciamiento de 5 m entre plantas (Samán (*Samanea saman*), Cañafistola (*Cassia moschata*) y Cují (*Prosopis juriflora*)) con el objetivo de proveer sombra, modificar el microclima (confort) y suministrar frutos comestibles al ganado, además de fijar nitrógeno y producir madera. El estrato intermedio está constituido por 5 hileras de Leucaena (*Leucaena leucocephala*) a ambos lados de la hilera central, como estrato arbustivo proveedor de alimento de alto contenido de proteína y el cual es ramoneado directamente por el animal. Un tercer estrato lo constituye el pasto Guinea (*Panicum maximun*) para pastoreo directo por el animal. A esto se le suma que las áreas perimetrales de cada potrero están constituidas por plantaciones lineales de 4 especies maderables y una palma como fuente de energía (Teca (*Tectona grandis*), Pardillo negro (*Cordia Thaisiana*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), Apamate (*Tabebuia roseae*) y la palma Corozo (*Acrocomia aculeata*). Estas cercas perimetrales se consideran el cuarto estrato con altura de 20 a 25 m, las cuales además de cumplir un servicio de protección y división, suministran madera de alto valor comercial. Este sistema ha permitido incrementar la capacidad de carga de 1 a 3.5 U.A./ha (Escalante, 2011).

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

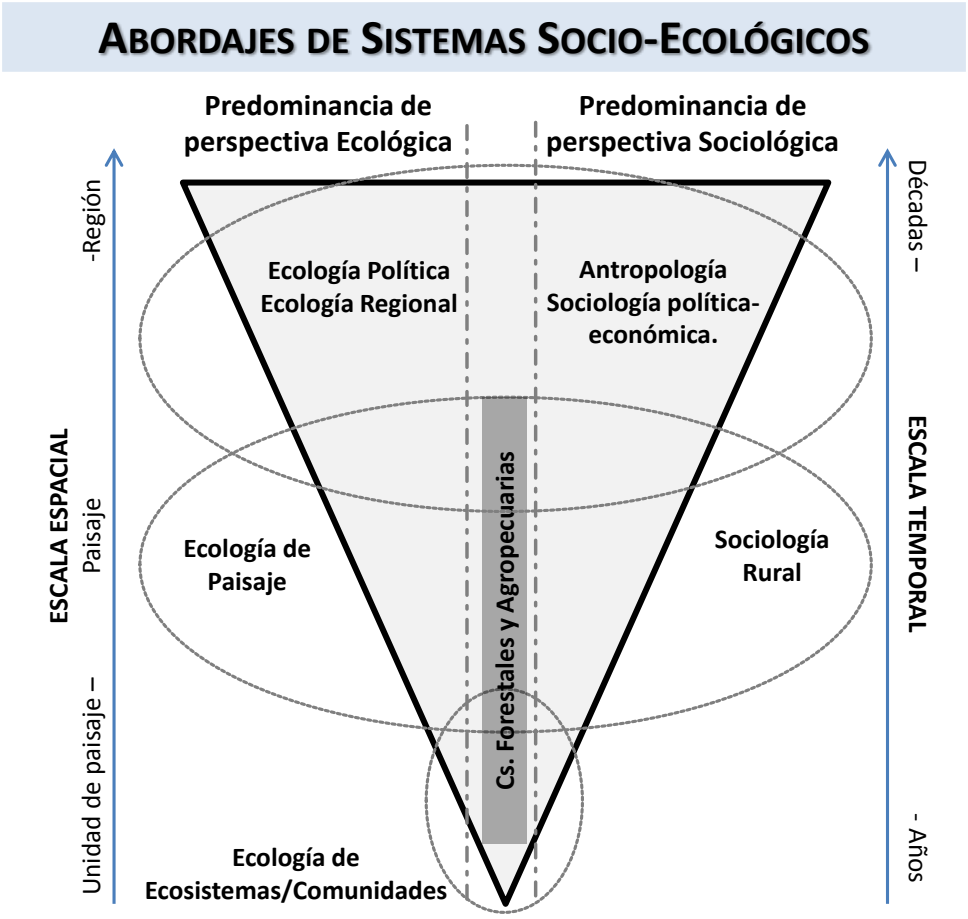


Figura 4. Esquema jerárquico de disciplinas científico-técnicas y de escalas espacio-temporal para abordar sistemas socio-ecológicos agropecuarios. Las ciencias forestales y agropecuarias se encuentran en la inter-fase ente disciplinas científico-técnicas con perspectivas o enfoques ecológicos y sociales. Se indican cuáles son las disciplinas científicas que abordan el estudio y la gobernanza a diferentes escalas espacio-temporales (los círculos en la parte central de la figura indican áreas de intersección entre disciplinas y escalas). Ambas escalas (espacio-temporales) aumentan con las escalas jerárquicas tanto para las disciplinas ecológicas como las sociales (López *et al*., 2017).

El desarrollo sustentable requiere de la integración de las ciencias sociales y ecológicas, y a su vez de un reconocimiento de la heterogeneidad espacio-temporal propio de los sistemas socio-ecológicos (Fig. 4). Para ello, por un lado, se plantea el enfoque de la agroecología como una disciplina transversal en todas las escalas (ej. lote, predio, paisaje o región), la cual se basa en conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de ecosistemas agro-forestales sustentables. Por otro lado, en un escenario en el que los conflictos socio-ambientales son cada vez más frecuentes, los enfoques de gestión de la resiliencia a nivel de paisaje deben utilizarse como una herramienta para resolver tales conflictos. Por el contrario, la búsqueda de soluciones a través de la toma de decisiones centradas sólo en el nivel de

predio o de lote puede tener efectos directos, indirectos e inesperados en otros sistemas socio-ecológicos del mismo paisaje (ej. inundaciones en cuencas deforestadas) (López *et al*., 2017). Por lo tanto, integrar la perspectiva a escala local o predial con una perspectiva a escala de paisaje es necesaria para reforzar o aumentar la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos prediales y del paisaje, reducir su vulnerabilidad a forzantes o disturbios socio-ambientales. El enfoque de gestión de la resiliencia socio-ecológica plantea la necesidad de evaluar las compensaciones entre las decisiones de gestión, o las políticas ambientales, y las diferentes escalas espacio-temporales. Para ello se debe pensar, planificar y gestionar qué paisajes agro-forestales necesita la sociedad, con qué configuración espacio-temporal se deben implementar para que no afecte la provisión de servicios ecosistémicos del paisaje. Todo esto debe aportar a consolidar una cultura agro-forestal donde se enmarca los SSP, que propicie la seguridad y soberanía alimentaria, la cual forma parte del patrimonio de la humanidad, ya que las tradiciones y culturas alimentarias desempeñan un papel clave en las sociedades actuales y en las venideras.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Federal de São Joao del Rei, a la Universidad, Federal de Minas Gerais, a la Coordinación de Mejora del Personal de Nivel Superior CAPES, y la Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de Minas Gerais FAPEMIG-PPM por el soporte otorgado.

Bibliografía

Calle, Z., 2011. Plantas de interés para la conservación recomendadas para los núcleos silvopastoriles del proyecto. En: Chará J., Murgueitio E., Zuluaga A., Giraldo C. (Eds). Ganadería Colombiana Sostenible – Mainstreaming bioidiversity in Sustainable Cattle Ranching. Editorial CIPAV, Cali, 158p.

Calle, Z., Murgueitio, E., Chará, J., 2012. Integrating forestry, sustainable cattle-ranching and landscape restoration. Unasylva 63: 31-40.

Escalante, E.E., 1982. Considerations of Social, Economic, Institutional and Legal Aspects of Agroforestry in Venezuela. In: Social, Economic, and Institutional Aspects of Agroforestry. J. K. Jackson Ed. The United Nations University, 1984. Tokio. Japan.

Escalante, E.E., 1998. El Rol de las Perennes Leñosas en los Sistemas Silvopastoriles Venezolanos. IV Seminario sobre Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes. Memorias. Pp. 31-39. UNELLEZ. Barinas, Venezuela.

Escalante, E.E., Guerra, A., Martínez, R., Piñuela, A., 2011. The Multispecies Agroforestry System of the DANAC Foundation in Tropical Dry Forest Landscapes of Yaracuy, Venezuela. Chapter 6. Pp. 69-81 In: Agroforestry as a Tool for Landscapes Restoration. Montagnini F. *et al* Editors. Nova Science Publishers. New York, USA.

Escalante, E.E., 2017. Use and Potential of Plant Species Biodiversity in Venezuela Agroforestry Systems: Cultural, Environmental, Social and Economic Implications. In

Venezuela Social, Economic and Environmental Issues. Gregory L. Knight Editor. Nova Science Publishers, Inc. Pp. 47-71. New York.

Giraldo, C., Chará, J., Uribe, F., Gómez, J.C., Gómez, M., Calle, Z., Valencia, L.M., Modesto, M., Murgueitio, E., 2018. Ganadería sostenible: Entre la productividad y la conservación de la biodiversidad. EN: Halffter R. Producción sostenible y conservación de la biodiversidad (Título tentativo). INECOL, México.

López, D.R., Cavallero, L., Easdale, M.H., Carranza, C., Ledesma, M., Peri, P.L., 2017. Resilience Management at the Landscape Level: An Approach to Tackling Social Ecological Vulnerability of Agroforestry Systems. In: Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty (F. Montagnini Ed.), Advances in Agroforestry 12, Chapter 5, pp. 127-148. Springer International Publishing.

Murgueitio, E., Barahona. R., Chará, J.D., Flores, M.X., Maurício, R.M., Molina, J.J., 2015. *The intensive silvopastoral systems in Latin America sustainable alternative to face climatic change in animal husbandry*. Cuban Journal of Agricultural Science, 49, 4. 541-554.

Peri, P.L., 2012. Implementación, manejo y producción en SSP: enfoque de escalas en la aplicación del conocimiento aplicado. Actas Segundo Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 8-21, Ediciones INTA. Santiago del Estero, 9 al 11 de Mayo 2012.

Peri, P.L., Dube, F., Varella, A.G., 2016. *Silvopastoral Systems in Southern South America.* Advances in Agroforestry, Springer International Publishing, Switzerland.

Peri, P.L., Banegas, N., Gasparri, I., Carranza, C., Rossner, B., Martínez Pastur, G., Cavallero, L., López, D.R., Loto, D., Fernández, P., Powel, P., Ledesma, M., Pedraza, R., Albanesi, A., Bahamonde, H., Eclesia, R.P., Piñeiro, G., 2017. Carbon Sequestration in Temperate Silvopastoral Systems, Argentina. In: Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty (F. Montagnini Ed.), Advances in Agroforestry 12, Chapter 19, pp. 453-478. Springer International Publishing.

Ribeiro, R.S., Terry, A.T., Sacramento, J.P., Silveira, S. R., Pereira, C.B., Silva, E.F., Mantovani, H.C., Gama, M.A.S., Pereira, Pereira, L.G., Tomich, T.R., Maurício, R.M., Chaves, A.V., 2016. *Tithonia diversifolia as a supplementary feed for dairy cows*. PLoS ONE, 11 (12).

Rojas, P., González, M., Benedetti, S., Yates, P., Sotomayor, A., Dube, F., 2016. Silvopastoral systems in arid and semiarid zones of Chile. In: Silvopastoral Systems in Southern South America (Eds. Peri P.L.; Dube F.; Varella A.), Chapter 7, pp. 169-182. Advances in Agroforestry, Springer International Publishing, Switzerland.

Silveira, S.R., Ribeiro, R.S., Sacramento, J.P., Paciullo, D.S.C., Pereira, L.G.P., Maurício, R.M., 2016. *Productivity and nutritional quality of Flechina grass (Echinolaena inflexa), native grass of Brazilian Cerrado.* Ciência Rural, 46, 6, 1100-1106.

Sotomayor, A., Schmidt, H., Salinas, J., Schmidt, A., Sánchez-Jardón, L., Alonso, M., Moya, I., Teuber, O., 2016. Silvopastoral systems in the Aysén and Magallanes Regions of the Chilean Patagonia. In: Silvopastoral Systems in Southern South America (Eds. Peri P.L.; Dube F.; Varella A.), Chapter 9, pp. 213-230. Advances in Agroforestry, Springer International Publishing, Switzerland.

Sousa, L.F., Maurício, R.M., Paciullo, D.S.C., Silveira, S.R., Ribeiro, R. F., Calsavara, L.H., Moreira, G.R., 2015. *Forage intake, feeding behaviour and bio-climatological índices of pasture grass, under the influence of trees, in a silvopastoral system.* Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales. 3, 129-141.

Sousa, L.F., Maurício, R.M., Gonçalves, L.C., Borges, I., Moreira, G.R., 2011. *Cinética de fermentação ruminal in vitro da forrageira Brachiaria brizanta cv. Marandu em sistema silvopastoril.* Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 63, 2, 382-391.

Vianna, V.M., Maurício, R.M., Matta-Machado, R., Pimenta, I.A., 2002. *Manejo de la regeneración natural de espécies arbóreas nativas para la formación de sistemas silvopastoriles en las zonas de bosques secos del sureste de Brasil*. Agroforestería en las Américas. 9, 33-34.

La ganadería en el Paraguay y el papel de los sistemas silvopastoriles

Alfred Fast Schmidt

Pte. de la Mesa Paraguaya de Carne Sostenible (MPCS).
alfa@rieder.net.py

La actividad ganadera es parte de la cultura paraguaya cultura. Desde los comienzos de la colonización española se practicaba esta actividad y está prácticamente dentro del ADN del paraguayo. La ganadería, junto con la agricultura son la base de la economía y del desarrollo del país. La industria paraguaya se basa primordialmente en darle valor agregado a la producción primaria: granos, carne y leche.

Otro sector importante es el sector maderero, que antes se basaba exclusivamente en la madera de los bosques nativos. Hoy en día parte de los recursos forestales naturales en la región oriental se redujeron y se buscan alternativas para satisfacer la necesidad de leña para uso en las casas o en las industrias. Además, hay un faltante de madera para construcciones, alambradas y para la industrialización sostenible a mediano a largo plazo para el mercado nacional e internacional. La reforestación es una excelente opción en un país con suelos fértiles y un clima altamente favorable. El productor agropecuario por otro lado está con la necesidad de diversificar su producción para hacer más rentable su negocio. Surge ahí la combinación de actividad agrícola, ganadera y forestal. Los sistemas silvopastoriles combinan la actividad forestal y ganadera en la misma área, potenciando cada uno de ellos y la suma es más que cada sistema, ganadería o silvicultura, por separado.

Los que desarrollan la actividad silvopastoril son pequeños productores rurales, socios de cooperativas de producción, ganaderos, empresas agropecuarias y empresas especializadas en forestación que aprovechan capitales propios disponibles o alquilando tierras bajo la ley de vuelo forestal. Así que de los más pequeños a los más grandes pueden estar en esta cadena y aprovechar de sus beneficios. Es un negocio inclusivo.

Según datos de SENACSA Paraguay registró aproximadamente 13.800.000 de cabezas de ganado vacuno en marzo del 2019, unas 300.000 cabezas más que el año anterior (2,4% de crecimiento).

Según datos del INFONA del año 2018 existen cerca de 160.000 hectáreas de forestaciones y reforestaciones en el país, de las cuales más del 98% se encuentran en la región Oriental. Los departamentos con mayor cantidad de plantaciones son Caazapá (18 %), San Pedro (16 %), Alto Paraná (11 %) e

Itapúa (11 %), completando estos 4 departamentos el 55 % de las plantaciones forestales del país. Parte de estas plantaciones fueron implantadas como sistema silvopastoril, pero en realidad una superficie bastante más grande se pastorea con ganado por los beneficios que la integración trae para los propietarios.

Concepto de sistema silvopastoril: No se tiene bien claro que tipos de vegetación o diseños incluye. Definirlo es una tarea pendiente a nivel nacional. Aquí va un intento de clasificar a los **sistemas silvopastoriles según zonas y calidad de suelo** en:

1. **Región Oriental:**
    a. **Suelos profundos de monte con aptitud agrícola**: aquí se combina la implantación con un año de agricultura para aprovechar el área ociosa entre las hileras de árboles hasta el primer pastoreo, plantando soja o maíz. Después se siembra pastura, la cual ya queda permanentemente. Esta se puede aprovechar para hacer heno y después de que los árboles tengan suficiente desarrollo se incluye el pastoreo, primeramente, con categorías de ganado menores como desmamantes (para no dañar a los árboles en desarrollo) y después entran animales adultos también.
    b. **Campos altos o bajos (libres de bosque en estado natural):** en estos casos se incorpora la pastura junto a la siembra de los árboles. En campos bajos hay que preparar previamente drenaje con canalización y a veces conviene plantar sobre camellones.

2. **Región Occidental:**
    a. **Bajo Chaco:**
        i. Sabanas palmares
        ii. Desmontes dejando franjas, islas de monte y árboles en la pastura
        iii. Forestaciones con exóticas: a nivel experimental
    b. **Chaco Seco** (incluye Chaco Central)
        i. Pasturas implantadas, donde se dejó un número de árboles por ha en pie
        ii. Pasturas donde se permite una regeneración natural
        iii. Franjas rompeviento con vegetación nativa son además un componente silvopastoril muy importante

Para implementar un sistema silvopastoril en la región Oriental hay que tener en cuenta:

1. **Planificación**: con que propósito se implantará, proceso de implantación y ejecución del proyecto. ¡No conviene improvisar!
2. **Elección y preparación del terreno**, subsolado, encalado y fertilización de acuerdo a análisis de suelo.
3. **Control de malezas y plagas**, especialmente de hormigas cortadoras.
4. **Elección de la especie forestal y del pasto a implantar**. Las especies de árboles pueden ser nativas y exóticas. Mayormente se utiliza Eucaliptos. Como pasto se utilizan preferentemente las Brachiarias (brizantha, piatá y en campos bajos humidícula).
5. **Densidad y distribución de plantas**, **cuidados culturales, poda y raleo** para la entrada de suficiente luz solar y persista el pasto.
6. **Formación de personal** y equipos de trabajo.
7. **Cosecha, logística, comercialización, industria**.

Beneficios de la silvicultura para la ganadería: sombra en verano y refugio en invierno contra fríos extremos (bienestar animal), pasto de mayor calidad (pero una merma en cantidad), mejora del suelo por las correcciones con cal agrícola y fertilizantes, el reciclaje de nutrientes por las raíces profundas de los árboles (mejora la cantidad y calidad de pastura también), disponibilidad de materiales de construcción y postes para alambradas en finca, una diversificación que aumenta los ingresos. Significa ordenar la empresa ganadera, lo cual implica capacitación de los colaboradores, que a su vez dan sus resultados positivos en la ganadería. Se aprovecha mejor la mano de obra, además genera mano de obra para el entorno. Aproximadamente un puesto de trabajo por cada 5 Has de reforestación pura, uno por cada 10 ha de silvopastoril. Impregnadoras, aserraderos, laminadoras, fábricas de terciadas son consecuencia de la actividad forestal y crean mano de obra a lo largo de la cadena, lo cual beneficia a la población y al país.

Beneficios de la ganadería para la silvicultura: diversificación que genera ingreso mientras se espera la cosecha de la madera, menos riesgo de aparición de fuegos en las reforestaciones, mayor biodiversidad. Hay una reducción de los costos por la menor densidad: se adquieren menos arboles y se reducen gastos de poda y raleo.

Resumen de los beneficios de la integración agropecuaria y forestal comparado a los sistemas tradicionales:

1. Puede ser usado en cualquier tamaño de propiedades rurales

2. Reciclaje de nutrientes por utilizar perfiles de suelo diferentes más profundos que las pasturas
3. Calidad de suelo se mejora
4. Bienestar animal: sombra en verano y refugio en invierno
5. Optimización de los factores de producción
6. Mejor aprovechamiento de la mano de obra existente
7. Creación de nuevos puestos de trabajo
8. Incremento de la productividad: granos, carne, leche, madera
9. Estabilidad económica, menos riesgos e incertidumbres
10. Incremento del ingreso por una diversificación que crea otro sector productivo primario e industrial
11. Reducción de la deforestación en forma indirecta
12. Mayores índices de biodiversidad y sostenibilidad
13. Mejora la imagen del productor frente a la sociedad
14. Bien manejado se logra un aumento de la materia orgánica en el suelo y los árboles en crecimiento capturan cantidades grandes de CO2

La implantación de sistemas silvopastoriles con especies arbóreas exóticas a gran escala es una actividad reciente con un futuro prometedor en el largo plazo. Mejora la competitividad de los ganaderos y fomenta un sector nuevo de la economía que es la actividad forestal en el sector primario y a mediano y largo plazo se podrá desarrollar una industria que dará valor agregado a los productos forestales. Además, también es importante la inclusión de árboles en el medio pastoril con sus múltiples beneficios tanto para el suelo, paisaje, ganado, fauna y el medio ambiente. En el Chaco naturalmente se dan los sistemas silvopastoriles hace décadas, pero ahora se suman las áreas de la región Oriental.

Es importante que todos los actores, tanto públicos como privados trabajen para que estos sistemas puedan crecer y generar mayor sostenibilidad económica, social y medio ambiental respetando las variabilidades de los recursos naturales del país.

Por último los productores del campo deben ser autocríticos, mejorar continuamente para ser más eficientes, invertir en capacitación de los colaboradores y sus familias, además de cuidar los recursos naturales. Los consumidores quieren saber y tienen derecho a saber cómo se trabaja, por eso hay que comunicar transparentemente para volver a ganar la confianza de los que compran los productos.

Aprendizajes de una parcela agroforestal para implementar sistemas silvopastoriles con especies latifoliadas en Misiones, Argentina

Learnings from agroforestry trial the implement silvopastoral systems with deciduous species in Misiones, Argentina

Luis Colcombet[1]; *Sara Barth*[1]; *Paola Gonzalez*[1]; *Mauro Loto*[1]; *Néstor Munaretto*[1]; *María Belén Rossner*[2]; *Ariana Ziegler*[2]; *Nahuel Pachas*[3]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) – EEA Montecarlo, Argentina.
[2]INTA - EEA Cerro Azul, Argentina.
[3]Universidad de Queensland, Australia.
colcombet.luis@inta.gob.ar

Resumen

Investigaciones demuestran que varias especies latifoliadas ofrecen interacciones positivas para facilitar manejos sustentables, tales la disponibilidad para los cultivos de Ca por parte del loro negro, P de la grevilea y N la cañafístola. Por otro lado, varios medios productivos, disponen de bajas habilidades y condiciones para competir exitosamente en costos con *Pinus* y *Eucalyptus*. Surge entonces la demanda de experimentar sistemas silvopastoriles que incluyan otras especies arbóreas. Este trabajo extrajo aprendizajes útiles para incorporar a sistemas silvopastoriles en base a la plantación de 8 especies latifoliadas en un sistema agroforestal con yerba mate a los 7,25 años de edad. Uniformidades de plantación con desvío estándar inferior al 10% fueron logradas con las especies nativas guatambú, lapacho negro y cañafístola y la especie exótica grevilea. La mayor permeabilidad a la radiación fotosintéticamente activa se alcanzó con cañafístola (71%), cedro australiano (6/%) y grevilea (64%); esto a pesar de que cañafístola presentó la mayor longitud de copa viva de las 8 especies estudiadas. Las menores RFA relativas se obtuvieron con kiri (31%) y anchico colorado (53%). Los mayores índices volumétricos compatibles con manejos silvopastoriles con RFA relativas superiores al 60% fueron alcanzados por grevilea (14), cedro australiano (11) y cañafístola (10).

Palabras claves: *Servicios ecosistémicos, arborización, radiación fotosintéticamente activa, interacción.*

Abstract

Research demonstrates that various deciduous tree spices offer positive interactions that may facilitate sustainable managements, such as offering Ca (*Cordia trichotoma*), P (*Grevillea robusta*) and N (*Peltophorum dubium*). On the other hand, certain farmers do not have the abilities and conditions to compete in costs with *Pinus* and *Eucalyptus*. Then, the demand to experiment silvopastoral systems that include other tree species. The work exposes the useful learnings that can be used in silvopastoral systems from an agroforestry trial that included 8 tree deciduous tree species in a yerba mate plantation. The best planting uniformities, with a DST under 10%, have been attained with *Balfuroemdrom redelianum*, *Cordia trichotoma* and *Peltoforum dubium*. The best light permeability was obtained by *Peltoforum dubium* (71%), *Grevillea robusta* (67%) and *Toona ciliata* (64%), even do *Peltoforum dubium* has the longest tree crown of the 8 species under trial. The lowest PAR´s wear found with *Paulownia* (31%) and *Parapiptadenia rígida* (53%). The highest volume indexes compatible with silvopastoral systems with PAR over 60% have been attained by *Grevillea robusta* (14), *Toona ciliate* (11) and *Peltoforum dubium*.

Keywords: *Ecosystem services, arborization, photosynthetically active radiation, interaction.*

Introducción

La cultivo de mayor extensión en la provincia de Misiones, Argentina, son las plantaciones forestales, que alcanzan un área de 416.000 hectáreas. Le siguen el cultivo de yerba mate (*Ilex paraguariensis,* 176.000 ha*)* y el té *(Camelia sinensis,* 36.000 ha*)*. La ganadería podría ocupar más de 250.000 ha.

La cultura productiva predominante se centra en el monocultivo. La agrosilvicultura (cultivos agrícolas en combinación con árboles) como práctica para optimizar los resultados por unidad de superficie y/o la recuperación de áreas degradadas puede constituirse en una útil herramienta. Un correcto arreglo de árboles en los sistemas agroforestales (SAF) puede contribuir con manejar el impacto erosivo del agua y reciclar nutrientes, fijar nitrógeno, crear ambientes propicios para el

establecimiento de la biodiversidad y los enemigos naturales de múltiples plagas, reduciendo y hasta eliminando el uso de agentes sanitarios para la protección de cultivos. Así mismo pueden contribuir en la mitigación del Cambio Climático por secuestro de carbono (Montagnini *et al*., 2005, 2011; Ilany *et al*., 2010; Day *et al*., 2011). Al mismo tiempo, pueden diversificar las fuentes de ingresos (Montagnini *et al*., 2005, 2006).

A modo de ejemplo, investigaciones realizadas en Misiones, determinaron que probablemente especies de árboles nativos apreciadas por su madera, como *Balfourodendron riedelianum* (guatambú), *Bastardiopsis densiflora* (loro blanco), *Cordia trichotoma* (loro negro), *Enterolobium contortisiliquum* (timbó) y *Ocotea puberula* (laurel guaicá), entre otras, aumentan los niveles de macronutrientes del suelo hasta 15 cm de profundidad, con un efecto detectado a una distancia de hasta 1 m del tronco (Fernández *et al*., 1997). En un yerbar plantado bajo cubierta de *Bastardiopsis densiflora* (loro blanco), *Cordia trichotoma* (loro negro), se triplican y duplican respectivamente respecto al yerbar "a cielo abierto" convencional (Hamilton, 1991, 1993). En otra investigación SAF en yerba mate con especies de árboles nativos, a 0-10 cm de profundidad del suelo, se observó beneficios en cultivo de yerba en combinación con *Enterolobium contortisiliquum* (timbó), fijador de N y niveles más altos de fósforo que en la combinación yerba + *Handroanthus heptaphyllus* (lapacho negro). Por otro lado, yerba + timbó, y yerba + timbó + lapacho contenían significativamente más magnesio que los otros tratamientos (Day *et al*., 2011). Otra investigación demuestra que las concentraciones de fósforo en hojas de paraíso (*Melia azedarach*) se duplica cuando se encuentra acompañada de *Grevillea robusta* (Dordel, 2000).

Es consistente pensar que, si el sistema de producción adoptado en una determinada región tiende a asemejarse a la condición "clímax", existente previa a la acción antrópica, se logrará una mayor sustentabilidad en el uso de los recursos. Por otro lado, no todos los productores tienen las habilidades y condiciones para competir en costos con los sistemas productivos predominantes. Surge entonces la demanda de conocimientos para implementar SAFs y Sistemas Silvopastoriles (SSPs) con especies forestales de alto valor relativo respecto a los *Pinus* y *Eucalyptus* preponderantemente utilizadas.

Si bien en la provincia de Misiones, los SSP constituyen una alternativa productiva de gran potencial (28.000 ha, M.A.P., 2009). Hasta el momento los mismos se han implementado en asociación con las especies forestales exóticas predominantemente utilizadas, *Pinus* 84 % y *Eucalyptus* 13 %. El

objetivo del presente trabajo es exponer los aprendizajes logrados en la implantación y manejo de 8 especies de especies arbóreas latifoliadas integradas a un cultivo de yerba mate, desde su implantación hasta los 7 años y 3 meses de edad. El ensayo arroja resultados de Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) compatibles con una buena producción forrajera bajo un SSP (Colcombet *et al*., 2009; Pachas *et al*., 2009).

Materiales y métodos

En octubre de 2010, se instala en la localidad de Santo Pipó un ensayo agroforestal con yerba mate (*Ilex paraguariensis*) de 9,7 ha, utilizando un diseño en bloques completamente aleatorizado con cuatro (4) repeticiones y ocho (8) tratamientos, las especies forestales y un (1) tratamiento testigo, sin árboles, (Wyss, *et al*. 2015). El ensayo consistió en la implantación de árboles nativos y exóticos "alternativos" a los géneros *Pinus* y *Eucalyptus* en un yerbal plantado en junio del mismo año a una densidad de 3.704 plantas.ha^{-1}. El espaciamiento de los árboles fue de 1,5 m entre plantas de cada línea y 9 m entre líneas, lo que resulta en una densidad de plantación de 741 árboles.ha^{-1}. Cada parcela disponía de 2.700 m^2 con una superficie útil de medición, descontadas las borduras, de 720 m^2 cada una. Los tratamientos evaluados fueron las especies nativas Cañafístola (*Peltophorum dubium*), Loro negro (*Cordia trichotoma*), Anchico colorado (*Parapiptadenia rígida*), Guatambú (*Balfourodendron riedelianum*) y Lapacho negro (*Handroanthus heptaphyllus*) y las especies exóticas Grevilea (*Grevillea robusta*), Cedro australiano (*Toona ciliata*) y Kiri (*Paulownia* sp). Respecto al origen del material de multiplicación, se sabe que las especies exóticas provienen de huertos semilleros (o sea que disponen de algún grado de mejora genética) mientras que el material seminal utilizado para las especies nativas fue colectado de árboles seleccionados fenotípicamente en bosques nativos de la región.

A lo largo de los años, el productor ha aplicado podas correctivas de forma y podas de ramas, con la finalidad de lograr árboles con un fuste de valor maderable. También se perdieron plantas por heladas, ataques de insectos y hongos. El productor ha también eliminado árboles que ofrecían una excesiva competencia entre ellas y al cultivo de yerba mate. En el fondo,

aplicando el "sentido común" trató de evitar el excesivo sombreamiento, logrando para 6 de las 8 especies RFA del orden del 60%-71%.

Anualmente, desde la implantación, se realizaron mediciones del desarrollo de los árboles en cuanto a diámetro a altura de pecho (DAP), altura de base de copa viva (H_{bcv}) y altura total (H_t), determinándose en forma indirecta a través de dichos datos la longitud de copa viva (LCV). Se presenta los resultados obtenidos en la evaluación de los árboles a la edad de 7 años y tres meses, siendo el valor de RFA tomado en el mes de enero de 2018 (verano). Esta última variable fue medida mediante un ceptómetro de barra de un metro de longitud. A modo inferencial, a fines de realizar comparaciones de desarrollo entre las distintas especies, se aplicó un índice volumétrico. Este índice se obtuvo considerando a la porción de fuste maderable como un cilindro, tomando en cuenta el diámetro, la longitud del mismo y el número de individuos por hectárea en cada una de las especies.

Resultados

Tanto la densidad de plantación como los valores dendrométricos y la RFA pueden ser observados en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros del dosel arbóreo registrados a una edad de 7 años y tres meses.

ESPECIE	RFA o PAR (%)	Sig. Est.	Densidad actual ($árb.ha^{-1}$)	DST	DAP (cm)	H_{bcv} (m)	H_t (m)	LCV ($m.ha^{-1}$)	Índice Volumétrico
Kiri	31%	C	27	26%	**37**	**6,3**	**11,0**	128	**18**
Anchico colorado	53%	B	49	*16%*	9	3,5	5,5	98	1
Loro negro	60%	B	69	27%	**16**	5,0	8,0	207	7
Lapacho negro	63%	B	108	**7%**	11	3,5	6,0	270	4
Guatambú	63%	B	109	**4%**	10	3,8	7,5	**409**	3
Grevillea	64%	B	84	*18%*	**18**	**6,5**	**10,0**	294	**14**
Cedro australiano	**67%**	B	69	**8%**	**20**	5,0	8,5	240	**11**
Cañafístola	**71%**	B	99	***8%***	**15**	**5,5**	**11,0**	**546**	**10**
"Cielo abierto" (sin árboles)	100%	A	- - -		- - -	- - -	- - -	- - -	- - -

Referencias: RFA: Radiación fotosintéticamente activa; DAP: diámetro medio a altura de pecho; H_{bcv}: altura de base de copa viva de los árboles o longitud de fuste; H_t: altura total media del rodal y LCV: longitud de copa verde.

De la interpretación de los resultados logrados con las especies implantadas hasta el momento de la medición cuyos resultados se exponen, se deducen tres aspectos importantes a tener en cuenta: Uniformidad de la plantación, permeabilidad de la RFA y desarrollo dendrométrico de los individuos.

Respecto a la uniformidad de plantación, las especies que alcanzaron mayor uniformidad en el desarrollo del dosel, interpretado a través del desvío estándar de la densidad de plantación entre los 4 bloques del ensayo, fueron lapacho negro, cedro australiano y cañafistola. Las relaciones árboles presentes/árboles trasplantados, una aproximación de indicador de "precesión de selección" para lograr árboles con portes forestales, varió entre 7:1 (cañafistola, guatambú, lapacho negro) hasta 15:1 (anchico colorado) y 26:1 (kiri).

En lo referente a radiación fotosintéticamente activa, el trabajo de raleo y podas realizado por el productor ha logrado una RFA relativa sobre el estrato inferior entre el 71% y 60% para la cañafistola, cedro australiano, grevilea, guatambú, lapacho negro y loro negro, sin diferencia estadística entre tratamientos. Anchico colorado presentó una RFA de 53 % pero al igual que las especies anteriormente citadas, sin diferencia estadísticamente significativa. A diferencia de ello, kiri se diferenció estadísticamente con una RFA de 31%. Es llamativo el hecho de que en el caso de cañafistola y guatambú, se logran RFA relativas superiores al 63% teniendo las mayores densidades de árboles (99 árboles.ha^{-1} y 109 árboles.ha^{-1} respectivamente) y longitudes de copa verde (LCV) superiores a 400 m.ha^{-1}. Ello podría parcialmente explicarse por la estructura de la copa y la disposición de hojas de cada una de estas especies. Las RFA relativas inferiores al 53%, que son insuficientes para mantener en funcionamiento un SSP con una productividad de forraje que soporte una carga animal superior a 0,5 vacas.ha^{-1} y una ganancia diaria animal superior a 0,500 kg animal^{-1}.día^{-1}, se encuentran bajo anchico colorado y kiri, que disponen de las menores densidades (49 árboles.ha^{-1} y 27 árboles.ha^{-1}, respectivamente); con las menores LCV, 98 m.ha^{-1} y 128 m.ha^{-1} respectivamente. Esa "permeabilidad intuitiva" del orden del 63% +/- 9% de RFA que manejó el productor, se corresponde aproximadamente con la mínima RFA del 60% respecto al cielo abierto que se aconseja para lograr un SSP productivo bajo *Pinus* sp. y *Eucalyptus* sp. en las provincias de Misiones y Corrientes de la República Argentina (Colcombet *et al*., 2009; Pachas *et al*., 2009).

En cuanto a diámetro a altura de pecho y longitud de fuste de los individuos, los mayores valores de DAP se logran con kiri (37 cm), cedro australiano (20 cm) y grevilea (16 cm), seguidos de loro negro (16 cm) y cañafístola (15 cm).

El menor diámetro lo alcanza el anchico colorado (9 cm), seguido de guatambú (10 cm) y lapacho negro (11 cm). Los mayores fustes forestales se logran con la grevilea (6,5 m), kiri (6,3 m) y cañafístola (5,5 m) y los de menor longitud fueron guatambú (3,8 m), anchico colorado (3,5 m) y lapacho negro (3,5 m).

El mayor índice volumétrico lo logró kiri (18) seguido de grevilea (14), cedro australiano (11) y cañafístola (10). El menor índice volumétrico corresponde a anchico colorado (1) seguido de guatambú (3), lapacho negro (4) y loro negro (7).

A los 7 años y tres meses de edad, las especies nativas, loro negro y cañafístola lograron las mayores alturas de fuste (5,5 m de altura), los mayores diámetros (16 cm y 15 cm respectivamente) y mayores índices volumétricos (7 y 10 respectivamente). La cañafístola (99 árb.ha^{-1}), a una densidad 44% superior al loro negro (69 árb.ha^{-1}) ofrece una RFA del 71% versus 60% del loro negro. Ello ofrece a futuro una mayor ductilidad de manejo a la hora de decidir los raleos para luz, lo que debería contribuir con facilitar la toma de decisiones para administrar la RFA sobre el estrato forrajero por parte del productor. La primera, dada la estabilidad de su madera, goza de un reconocido potencial de mercado para mueblería, aberturas y pisos, y la segunda en la carpintería de obra y pisos.

Las especies exóticas grevilea y cedro australiano, con una presión de selección de 9:1 y 10:1 respectivamente, alcanzaron fustes de 6,5 y 5 m de altura respectivamente, DAPs de 18 cm y 20 cm respectivamente e índices volumétricos de 14 y 11 respectivamente. Las RFA resultantes fueron de 64% y 67% a las densidades de 84 árb.ha^{-1} y 69 árb.ha^{-1}. Pueden también calificarse estas especies como promisorias para SSP, siendo la grevilea sumamente sensible a los ataques de hormigas mineras (*Atta sexdans*) y la Toona menos dúctil para el manejo de la RFA que la grevilea. Desde el punto de vista comercial, el cedro australiano, dada sus coloraciones rojizas y un cerne amplio, beneficia del status de “reemplazante natural del cedro nativo” que ya dispone de un reconocido mercado, mientras que se debe desarrollar el mercado que merecería el status de madera semi-preciosa que la grevilea merecería.

Las especies más difíciles de manejar resultaron ser el kiri y el anchico colorado. En el caso de la primera, la sensibilidad a la fitóftora es alta. El rápido sombreamiento que produce un árbol de rápido crecimiento y copa globosa densa como el kiri, que ya se encuentra al 70% de su ciclo forestal a tala rasa y ya limitó la RFA relativa disponible a tan solo 31%, no sería entonces una especie promisoria para incluir en SSP. El anchico colorado ofrece una reconocida madera de obra con apreciados subproductos como postes, varillas y leña, más con tan solo 49 árb.ha-1 ya solo ofrece 53% de RFA relativa para el estrato forrajero.

A modo de discusión, en términos prácticos, para recomendar su implantación hay que considerar la sensibilidad en cuanto a las heladas de cada una de las especies ya que puede ser motivo de éxito o fracaso de la propuesta. En Misiones, las especies nativas son llevadas a campo recién pasada la fecha extrema de última helada, siendo en ocasiones dicha implantación acompañada de cobertura con mallas anti heladas individuales durante los tres primeros años de edad de las plantas.

Conclusiones

Considerando una presión de selección de selección de 7:1 a 10:1, las especies nativas más promisorias para la implantación de SSP son la cañafístola y el loro negro. A pesar de lograr el material seminal de huertos semilleros, con presiones de selección de 9:1 a 10:1, las especies exóticas cedro australiano y grevilea ofrecen índices volumétricos entre 10% (cedro australiano/cañafístola) y 100% (grevilea/loro negro) superiores a la cañafístola y loro negro. Las especies menos recomendadas para integrar SSP son el kiri y el anchico colorado.

Agradecimientos

Agradecemos al Señor Todo Poderoso la oportunidad que se nos brindó para diseñar el ensayo agroforestal con yerba mate, extraer aprendizajes para los sistemas silvopastoriles y compartirlos.

Bibliografía

Colcombet, L.; Pachas, A. N. A. y Fassola H. E. 2009. Sistemas silvopastoriles de *Pinus elliottii* var. elliottii x *P. caribaea* var. Hondurensis (F2), *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf y *Axonopus catarinensis* Valls, a diferentes densidades arbóreas en el NO de Misiones. Actas 1º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles.271-276.

Day, S.; Montagnini, F. and Eibl, B. 2011. Effects of native trees in agroforestry systems on the soils and yerba mate in Misiones, Argentina. Pp. 99-112 In: Montagnini, F., Francesconi, W. and Rossi, E. (eds.). Agroforestry as a Tool for Landscape Restoration. Nova Science Publishers, New York. 201pp.

Dordel, J.; 2009. Effects of nurse tree species on growth environment and physiology of under planted Toona ciliata Roemer in subtropical Argentinian plantations.

Eibl, B.; Fernández, R.; Kozarik, J. C.; Lupi, A.; Montagnini, F. and Nozzi, D. 2000. Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (American Holly or yerba mate) and native timber trees on small farms in Misiones, Argentina. Agrofor. Sys. 48:1-8.

Fernández, R.; Montagnini, F. and Hamilton H. 1997. The influence of native tree species on soil chemistry in a subtropical humid forest region of Argentina. Journal of Tropical Forest Science, 10: 188-196.

Ilany, T.; Ashton, M. S.; Montagnini, F. and Martinez, C. 2010. Using agroforestry to improve soil fertility: effects of intercropping on *Ilex paraguariensis* (yerba mate) plantations with *Araucaria angustifolia*. Agroforestry Systems, 80(3): 399-409.

Montagnini, F.; Eibel, B and Fernandez, R. 2005. Agroforestry systems with native tree species in Misiones, Argentina: Productive, social and environmental services. AFTA 2005 Conference Proceedings.

Montagnini, F.; Eibl, B.; Barth, S. 2011. Organic yerba mate: an environmentally, socially and financially suitable agroforestry system. Año 2011. Bois et Forets des Tropiques 308:59-74. CIRAD. Francia.

Pachas, A.; Colcombet, L.; Correa, M. y Henning, H. 2009. Producción forrajera de *Axonopus catarinensis* Valls bajo diferentes densidades de *Eucalyptus grandis* en sistemas silvopastoriles. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNAM y EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina.

Wyss, F.; Schegg, E.; Munaretto, N.; Pachas, A.; Fassola, H.; Colcombet, L.; Postchka, J.; Barth, S.; Ritter, L.; Comolli, L.; Benitez, C.; Villasanti, A. e Infuleski, C. 2015. Sistemas Agroforestales con Yerba Mate y Arbóreas Maderables. Informe final PIA 12056. INTA-UCAR. MAGyP-BIRF 7520.

Contribución de los sistemas agrosilvoapícolas multiestrato al incremento de la biodiversidad y productividad apícola

Contribution of multi-strata agrosilvoapicultural systems to the increase of biodiversity and bees productivity

*A. Gálvez Cerón Arturo; A. Reina López; E. Apráez Guerrero

Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias,
mailto:galvezceron@udenar.edu.co

Resumen

La apicultura atraviesa una crisis mundial debido a la muerte masiva de abejas y desaparición de apiarios, causada por la fragmentación de hábitats, pérdida de biodiversidad, potrerización, y uso excesivo de insumos agrotóxicos en los cultivos comerciales, repercutiendo en la pérdida de seguridad alimentaria (familiar y animal) y bajos ingresos económicos para los agricultores. Es necesario emprender acciones que posibiliten la protección y conservación de las abejas, mejorando la disponibilidad alimentaria en todas las épocas del año. Este trabajo evalúa un sistema agrosilvoapícola multiestrato en la Finca San Juan Bosque, vereda Cajabamba, municipio de Consacá, departamento de Nariño, en el suroccidente de Colombia. Se encuentra ubicada a 1710 msnm, con temperatura media de 18°C y precipitación de 1200 mm/año. La implementación del sistema inició en el año 2016, a partir de una pradera compuesta por *Andropogon bicornis* y *Desmodium* sp. Luego se procedió a incorporar arbustos y árboles de interés apícola, hasta la fecha. En el año 2017 se inició la cría de abejas *Apis mellifera.*

Se determinó el número de familias botánicas, especies vegetales, distribución espacial en estratos y calendarios florales anuales. La recolección del material vegetal se realizó mediante transectas de 100 metros a la redonda. La clasificación taxonómica de las plantas recolectadas se estableció en el Herbario PSO de la Universidad de Nariño. Se identificaron 128 especies pertenecientes a 48 familias, en un arreglo espacial de herbáceas (1° estrato), arbustos (2° estrato), árboles frutales (3° estrato), árboles maderables (4° estrato) y palmas (5° estrato). Como resultado, se obtuvo una mayor diversidad vegetal comparada con la pradera inicial. El sistema multiestrato permitió que la apifauna dispusiera de flores nectaríferas y poliníferas durante todo el año. En el año 2018, la producción de miel tuvo un incremento del 82%, de polen del 80% y cera del 60% con respecto al año 2017.

Los anteriores resultados permitieron disminuir los costos de producción y mejorar la rentabilidad, además de consolidar sistemas apícolas diversos y resilientes al cambio climático.

Palabras clave: *Flora apícola, polinizadores, Apis mellifera, diversidad florística.*

Abstract

Apiculture is in crisis worldwide due to mass death, caused by the fragmentation of habitats, loss of biodiversity, extensive livestock, and excessive use of agro-toxic inputs in crops, causing loss of food security (family and animal) and low economic income for farmers. It is necessary to initiate actions that enable the protection and conservation of bees, improving food availability at all times of the year. This research evaluated a multi-strata agrosilvoapicultural system at the San Juan Bosque farm, Cajabamba village, municipality of Consacá, Department of Nariño, in southwestern Colombia. Located at 1710 masl, with an average temperature of 18 ° C and precipitation of 1200 mm/year.

The implementation of the system began in 2016, from a meadow composed of *Andropogon bicornis* and *Desmodium* sp. Later bushes and trees for apicultural use were planted. In the year 2017 the breeding of *Apis mellifera* bees began. The number of botanical families, plant species, spatial distribution in strata and annual floral calendars was determined. The collection of plant material was carried out through transects of 100 meters in all directions. The taxonomic classification of the collected plants was established at the PSO Herbarium of the University of Nariño. We identified 128 species belonging to 48 families, in a spatial arrangement of herbaceous (1st stratum), shrubs (2nd stratum), fruit trees (3rd stratum), timber trees (4th stratum) and palms (5th stratum). A greater vegetal diversity was obtained compared with the initial meadow. The multi-strata system made it possible for bees to have nectariferous and polliniferous flowers throughout the year. In 2018, honey production increased by 82%, pollen by 80% and wax by 60% compared to 2017.

The results decreased production costs and improved profitability, as well as consolidating diversity in the apicultural system and resilience to climate change.

Keywords: *Apiculture flora, pollinators, Apis mellifera, floristic diversity.*

Reservas de carbono en sistemas silvopastoriles en el trópico Peruano

Carbon stocks in silvopastoral systems in the tropic Peruvian

R. Robles Rodríguez; G. Huamancayo Ysminio; L. Collazos Paucar

Universidad Nacional Agraria de la Selva. Carretera Central Km. 1.21 Tingo María.
rafael.robles@unas.edu.pe

Los sistemas silvopastoriles permiten la adaptación y mitigación al cambio climático. Sobre este último, en el trópico falta precisar el potencial de reservas de carbono. Por ello, con el objetivo de evaluar las reservas de carbono en dos sistemas silvopastoriles se realizó un ensayo en el módulo experimental de la Facultad de Zootecnia, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en el Distrito de Aucayacu, Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco, Perú. La zona de estudio está ubicada geográficamente a 8°55'53'' latitud sur y a 76°07'50'' de longitud oeste, en la zona de vida de bosque muy húmedo premontano tropical, a una altitud de 650 metros sobre el nivel del mar y con una precipitación media anual de 3.500 mm. Los sistemas silvopastoriles evaluados fueron: el sistema multiestrato (SSP1) establecido con pasto brasileño (*Urochloa decumbens)*, capirona (*Calycophyllum spruceanum*) y cerco vivo (*Erythrina fusca)*; el sistema con aguaje (SSP2), establecido con pasto negro (*Paspalum plicatulum)* y aguaje (*Mauritia flexuosa)*; y un sistema tradicional (ST) establecida solo con pasto natural (*Axonopus compressus*) sin árboles. Los componentes arbóreos son especies nativas de regeneración natural de la zona de estudio; el capirona es de rápido crecimiento y es aprovechada comercialmente; mientras que el aguaje es una palmera cuyo fruto tiene una alta demanda en la región. La densidad arbórea del SSP1 fue de 166 árboles /ha (6x10 m.) y para el SSP2 la densidad arbórea fue de 100 árboles/ha (10x10 m.). Ambas parcelas son del mismo tamaño (una hectárea) con similares características edafológicas y fueron establecidas hace 10 años. Se consideraron como componentes de estudio: carbono arbóreo, carbono herbáceo y carbono hojarasca, como carbono sobre suelo; mientras que el carbono radicular herbáceo y el carbono orgánico del suelo (COS), como carbono bajo suelo. Para determinar las reservas de carbono se desarrolló la metodología propuesta por el ICRAF. Para determinar el carbono bajo suelo se evaluó en tres niveles de profundidad (0-10 cm; de 10-20 cm; y de 20-30 cm). No se determinó la biomasa radicular arbórea, por cuanto las ecuaciones alométrica utilizadas solo determinan biomasa aérea. Se ajustó el ensayo en un diseño completamente aleatorizado con tres sistemas y cada una de ellas con 10 repeticiones, que corresponden a las subparcelas de 100 m^2. El cálculo de la biomasa arbórea fue a través de ecuaciones alométricas específicas para la especie en evaluación. La biomasa obtenida (t MS/ha) se multiplicó por el factor 0,5 siguiendo la metodología propuesta por el ICRAF, para determinar

el contenido de carbono. El carbono total expresado en t C/ha, viene a ser la suma del carbono sobre suelo y el carbono bajo suelo. Resultaron con diferencias significativas para el carbono sobre suelo ($p<0,05$), el SSP1 tiene mayor carbono que el SSP2, seguido del ST (11,38 ± 0,39; 9,64 ± 0,37 y 3,51 ± 0,15 t C/ha respectivamente). Los sistemas resultan significativos para el carbono bajo suelo ($p<0,001$), el ST presenta mayor reserva de carbono a comparación del SSP1 y SSP2 (53,45 ± 0,81; 44,28 ± 0,55 y 46,19 ± 0,73 t C/ha respectivamente). Para el carbono total, los sistemas no muestran diferencias significativas ($p>0,05$), logrando una reserva total de carbono (t C /ha) para el SSP1 de 55,65 (0,66), el SSP2 de 55,83 (0,63) y el ST de 56,96 (0,78). Los sistemas silvopastoriles evaluados tienen potencial de almacenamiento de carbono sobre suelo. El ST tiene potencial de reservas de carbono bajo suelo.

Palabras clave: *Mitigación al Cambio climático, biomasa arbórea, biomasa herbácea, ecuaciones alométrica, carbono bajo suelo.*

Silvopastoral systems allow adaptation and mitigation to climate change. On this last one, in the tropics it is necessary to specify the carbon storage potential. Therefore, with the objective of evaluating carbon stocks in two silvopastoral systems, an experimental test was carried out in the experimental unit of the zootechnics faculty, of the national agrarian university of the jungle, located in the district of Aucayacu, province of Leoncio Prado, Huánuco region, Perú. The study area is located geographically at 8°55'53'' south latitude and at 76°07'50'' west longitude, in the zone of life of very humid tropical premontane forest, at an altitude of 650 meters above the level of the sea and with an average annual rainfall of 3,500 mm. The silvopastoral systems evaluated were: the multi-layer system (SSP1) established with brazilian grass (*Urochloa decumbens)*, capirona (*Calycophyllum spruceanum)* and cerco vivo (*Erythrina fusca)*; the system with aguaje (SSP2), established with black grass (*Paspalum plicatulum)* and aguaje (*Mauritia flexuosa)*; and a traditional system (ST) established only with natural grass (*Axonopus compressus)* without trees. There arboreal components are native species of natural regeneration of the study area; the capirona is of fast growth and is taken advantage of commercially; while aguaje is a palm whose fruit has a high demand in the region. The tree density of SSP1 was 166 trees / ha (6 x 10 m) and for SSP2 the tree density was 100 trees / ha (10 x10 m). Both plots are of the same size (one hectare) with similar soil characteristics and were established 10 years ago. The following were considered as study components: arboreal carbon, herbaceous and leaf litter carbon, as carbon on soil; while the herbaceous root carbon and the soil organic carbon (SOC), as carbon under the soil. To determine the carbon storage, the methodology proposed by ICRAF was developed. To determine the carbon under soil, in three levels of

depth (0-10 cm, 10-20 cm, and 20-30 cm) it was evaluated. The arboreal root biomass was not determined, because the allometric equations used only determine aerial biomass. The trial was adjusted in a completely randomized design with three systems and each of them with 10 repetitions, corresponding to the subplots of 100 m^2. The calculation of the tree biomass was made using specific allometric equations for the species under evaluation. The biomass obtained (t DM / ha) was multiplied by the factor of 0.5 following the methodology proposed by the ICRAF, to determine the carbon content. The total carbon expressed in t C / ha, is the sum of the carbon aboveground and the carbon belowground. Significant differences were found for aboveground carbon ($p < 0,05$), SSP1 has higher carbon than SSP2, followed by ST (11,38 ± 0,39; 9,64 ± 0,37 and 3,51 ± 0,15 t C / ha respectively). The systems differences are significant for the belowground carbon ($p < 0,001$), the ST presents a higher carbon reserve compared to SSP1 and SSP2 (53,45 ± 0,81; 44,28 ± 0,55 and 46,19 ± 0,73 t C / ha respectively). For total carbon, the systems do not show significant differences ($p > 0,05$), achieving a total carbon reserve (t C / ha) for the SSP1 of 55,65 (0,66), the SSP2 of 55,83 (0,63) and the ST of 56,96 (0,78). The evaluated silvopastoral systems have carbon storage potential aboveground. The ST has potential for carbon reserves belowground.

Keywords: *Mitigation to climate change, tree biomass, herbaceous biomass, allometric equations, carbon under soil.*

Simposio A: Manejo de bosques con ganado en el bioma del Chaco

Manejo de Bosques con Ganadería Integrada – MBGI

Marcelo Navall,

INTA EEA Santiago del Estero, Argentina
navall.marcelo@inta.gob.ar

En mi presentación en el X Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles, hablaré sobre el Convenio "Manejo de Bosques con Ganadería Integrada – MBGI". Este es un convenio firmado entre las autoridades nacionales de Argentina en materia ambiental y ganadera (actuales Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Ministerio de Agroindustria, respectivamente), con la participación del INTA – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

El convenio pretende articular las políticas públicas de las instituciones nacionales y provinciales en pos de fomentar el uso sostenible de los bosques a través de la producción ganadera en los mismos, mediante sistemas silvopastoriles integrales. El convenio se concentra sobre la categoría "amarillo" de la ley de bosques del país, en la cual se permiten solamente planes de manejo que sostengan la cobertura de bosques.

El abordaje del convenio plantea un cambio de paradigma en la forma de ver a los sistemas silvopastoriles tradicionales del país, y particularmente los de la región chaqueña, adonde normalmente se utilizaron tratamientos muy intensivos de la vegetación natural, que llevaron a drásticas modificaciones de la estructura de los ecosistemas y su oferta de servicios ambientales. El convenio propone también un nuevo paradigma en el abordaje de los planes de manejo, moviéndose del tradicional abordaje burocrático, a uno en donde el plan sea una verdadera herramienta de gestión de la sustentabilidad, con indicadores y acciones de monitoreo. El abordaje implica además un cambio en los vínculos entre las instituciones responsables de las temáticas abordadas, promoviendo su articulación y el aprendizaje compartido, junto a los productores. En las provincias adheridas, se crean comités provinciales, con representación de las instituciones locales.

El convenio se inició en 2015, y al momento cuenta con la adhesión de 9 provincias y declaraciones de interés de varias más. En tres provincias se han implementado sitios piloto, que son campos de productores adonde se diseñaron e implementan planes bajo el enfoque MBGI.

La presentación brindada en el Congreso está disponible en este link: http://bit.ly/EnfoqueMBGI

En esta carpeta compartida: http://bit.ly/BibliotecaMBGI están disponibles los textos del acuerdo, como así también material de difusión y capacitación en la materia.

Agradezco a los Organizadores del X Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles, por su gentil invitación a disertar en el evento. Considero muy relevante poder intercambiar esta experiencia en el marco del Congreso, en particular con los colegas de Bolivia y Paraguay, con quienes compartimos el Gran Chaco Americano, con el ánimo de reforzar lazos y pensar en acuerdos similares al MBGI entre los tres países.

Experiencias de producción ganadera en el Chaco Seco de Paraguay

Rosalía Goerzen

Asesor técnico en Cooperativa Fernheim, Filadelfia, Chaco Paraguay.
rosaliagchaco@gmail.com

La región Occidental del Paraguay, también llamada Chaco, es actualmente la zona de mayor expansión de la actividad agropecuaria, registrándose en la zona los mayores aumentos del hato ganadero nacional en los últimos años. En esta zona oeste del país habitan unas 200.000 personas, que son aprox. 2% de la población de Paraguay (7,7 Mill. de habitantes). La zona Chaco Seco se caracteriza por suelos de origen aluvial reciente y una vegetación de monte arbustal llamado Bosque Seco Chaqueño. En este tipo de bosque en promedio el arbusto dominante es *Ruprechtia triflora*, más otras 2 especies arbustivas sumando Carbono total 7,23 ton/ha y 7 especies arbóreas que suman 15,59 Carbono total ton/ha. El agua en superficie es escasa a nula, dependiente de lluvias de 800 mm en el este a 400 mm/año hacia el oeste. Las temperaturas promedias de 24 a 28ºC crean condiciones de evapotranspiración entre 1.300 a 1.500 mm/año. Con esta característica de déficit hídrico permanente se describe al Chaco Seco como zona semiárida.

La zona del Chaco Seco ha sido colonizada desde 1927 partiendo desde un área núcleo central. Desde las vacas lecheras familiares con genética de origen inglés criollizada se inició la ganadería de carne, pasando gradualmente por fases de mejora genética con razas cebuínas y mejora de áreas de forraje – al inicio monte arbustal, y luego pasturas implantadas en áreas de monte desplazado. En las áreas de monte arbustal habilitadas o abiertas, se sembraron especies gramíneas pastoriles adaptadas a las condiciones edafo-climáticas propias de la zona Chaco. El aumento del índice de productividad fue de 5 – 10 Kg/ha/año a 154 Kg/ha/año.

Con este sistema de producción se inicia en la década del 1950 al 60 el proceso de apertura del bosque seco chaqueño y el fortalecimiento de los núcleos humanos por la integración de su producción agropecuaria a la economia nacional e internacional. El Bosque Seco Chaqueño se convirtió de área “forrajera impenetrable” para el hombre a un área de oportunidad de manejo, distribución y planificación en el perímetro de las propiedades. Desde inicios de los años 70 se observa la distribución del bosque seco chaqueño en forma de franjas de rompeviento, llamadas también franjas cortafuegos o simplemente franjas de protección. Estas franjas compuestas por vegetación arbustal nativa generalmente se ubican en el borde de las

áreas sembradas con pasturas o cultivos forrajeros (sorgo – para grano y para ensilado). En el área habilitado con la pastura implantada entre las franjas de protección sin embargo sigue la dinámica de arbustización invasora característica al área Chaqueño forzando al productor a definir e implementar un sistema de manejo en el mismo para mantener la alta productividad lograda luego de la habilitación. El sistema de manejo de la arbustización invasora puede significar en promedio 30% del costo de producción en la producción ganadera.

El diseño del paisaje productivo en el Chaco Seco Paraguayo actualmente cuenta con una red de franjas de protección de vegetación nativa que en los análisis de la funcionalidad ya asume roles diferentes a los inicialmente estipulados. Se destaca especialmente la función inicial que es el valor forrajero. El ganadero con un porcentaje entre 15 a 25% de su propiedad con franjas de protección y algunas parcelas de pasturas con una tasa de arbustización de entre 10 y 20% sobrelleva mejor los meses y años de sequía que aquel productor con poca superficie de franjas de protección y pasturas completamente libres de arbustos invasores. La distribución de las franjas de protección por todo el perímetro y en la divisoria de las pasturas permite el fácil acceso al ganado a esa área para los momentos de rumia y descanso en los periodos de pastoreo generando condiciones de bienestar animal. La distribución de las franjas de protección genera además un índice de conectividad de vegetación nativa superior a 90%, lo cual fomenta el desarrollo de la vida silvestre animal propia del Chaco Seco, la cual además se ve favorecida por la provisión segura de agua.

El bosque seco chaqueño en pequeñas reservas alrededor de aguadas y conectadas con franjas de protección es aceptado y tolerado hoy por los productores de la cuarta generación y de las empresas ganaderas por su persistencia en las condiciones semiáridas, por su aporte forrajero en época secas, y su oferta de ambientación y protección para el bienestar animal para el ganado vacuno.

Pregunta final: Qué proceso, acción o actitud se requiere para llamar a esta matriz paisajística un sistema silvopastoril?

Manejo de bosques con ganadería integrada

Pablo Preliasco

Fundación Vida Silvestre Argentina.
Defensa 251 6º piso "K" (C1065AAC) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
pablo.preliasco@vidasilvestre.org.ar

Resumen

El ordenamiento territorial de bosques nativos (OTBN), dispuesto por Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, aceleró la necesidad de disponer de una modalidad de uso ganadero de los bosques capaz de producir carne en forma rentable, sosteniendo el bosque en su lugar.

Materiales y métodos

Para lograr esto, se maneja la luz que ingresa en el canopeo de modo de permitir que el pasto crezca más que en el bosque sin manejo. El productor maneja bosques con intenciones de producir carne y madera, que son sus dos principales productos. El pastoreo bajo la sombra permite que los animales se desparramen en toda la superficie, y durante todo el día, a diferencia de lo que ocurre con los vacunos a cielo abierto. Los pastos como el gatton panic que tolera la sombra, se mantienen verdes más tiempo cuando inician las heladas y las hojas y frutos del monte aportan sus altos porcentajes de proteína a la dieta, balanceando mejor la ingesta que en ausencia del bosque es muy deficiente en proteína (Ledesma R., *et al*. (2017) Guía de forrajeras herbáceas y leñosas del chaco seco. Buenas prácticas para una ganadería sustentable. Kit de extensión para el Gran Chaco. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires.)

En gran parte del Chaco Seco, los arbustos compiten por luz con los pastos. El manejo de esos arbustos es la clave para lograr el crecimiento de pasto. La técnica más difundida consiste en el rolado de baja intensidad (RBI) (INTA 2008), que corta los arbustos al ras del suelo, permitiendo que se incremente la producción de forraje. El bosque a su vez es manejado de modo de aprovechar la madera lista para cosechar, mientras se aseguran los árboles futuros, que serán aprovechados unos 20 años después. Además se ralean y podan árboles para mejorar su forma.

Resultados y discusión

Comparado con el desmonte y siembra de pasturas, este modelo permite que gran parte de la vida silvestre persista en el predio en producción, así como otros servicios del ecosistema se mantienen similares a los de un

bosque intacto (infiltración de agua de lluvia, almacenamiento de carbono, productividad, regulación de profundidad de napas y prevención de salinización, etc.). Se han propuesto ajustes para incrementar las posibilidades de conservar a todos los grupos de fauna, desde polinizadores hasta grandes mamíferos, que son fácilmente incorporables a la rutina de trabajos del campo (La fauna y los silvopastoriles del Chaco, Boletín técnico de la Fundación Vida Silvestre Argentina 2016) y se debe seguir trabajando en el diseño de estrategias para mejorar el reclutamiento de individuos de todas las especies de árboles nativos, ya que algunas especies se perjudican más que otras, incluso algunas se benefician con el pastoreo/ramoneo.

Conclusiones

Esta propuesta de ganadería bajo monte podría ser adaptada a las diferentes realidades del Chaco en Paraguay, en establecimientos completos o a nivel de potrero destinado por ejemplo a la recría de hembras, y así reducir el cambio de uso de suelo, pero sin afectar las reservas legales de cada unidad productiva.

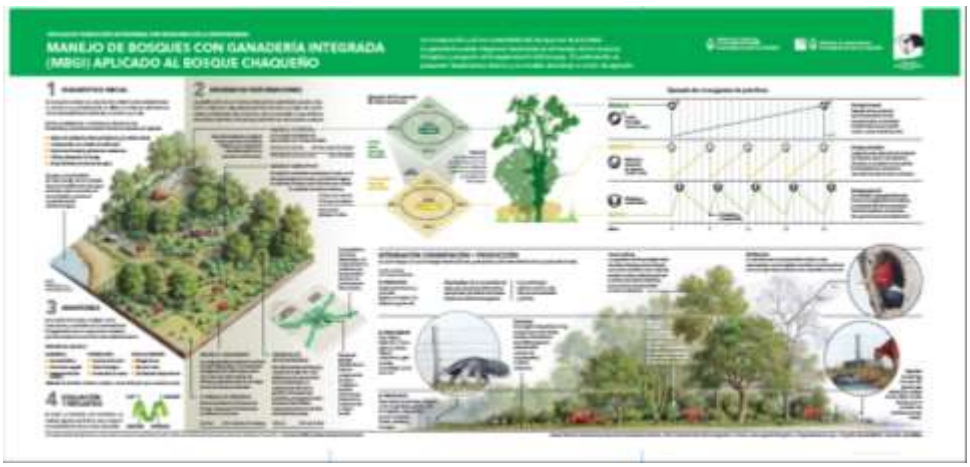
Están disponibles los trabajos citados y otros materiales didácticos para profesionales y productores en www.vidasilvestre.org.ar/kitchaco y también: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-manualrbi_pdf.pdf

Agradecimientos.

Al Ing. Agr. Carlos Kunst y al Ing. Ftal. Marcelo Navall cuyo equipo de trabajo en el INTA de Santiago del Estero hizo posible compatibilizar producción con conservación en bosque chaqueño.

Palabras clave: *Bosque, ganadería, manejo, conservación.*

Keywords: *Forests, livestock, management, conservation.*



Evaluación de la productividad de forrajeras megatérmicas bajo plantaciones de algarrobo (*Prosopis alba*)

Productivity Evaluation of megathermic forage under carob plantations (*Prosopis alba*)

Pueyo D.; Nenning F.; Medina F.

INTA EEA El Colorado, Formosa, Argentina.
Av. Carlos Pellegrini, Acceso Sur, 3603, El Colorado, Formosa, Argentina.
pueyo.joaquin@inta.gob.ar

Resumen

Los sistemas silvopastoriles (SSP) han tenido un gran auge en los últimos años en el Nordeste Argentino (NEA), en especial en la región mesopotámica, donde hay bastante información relacionada con la producción y comportamiento de especies forrajeras adaptadas a los sistemas SSP en los cuales predominan como estrato arbóreo, pino y eucaliptus. Sin embargo, en la parte oriental de la Región Chaqueña no hay suficiente información al respecto. En esta región no se ha difundido la plantación de pinos y eucaliptus, por no contar con el ambiente propicio para su desarrollo. La única especie que se ha utilizado fue el algarrobo, pero en una escala muy baja, y no pensado con un objetivo de sistema silvopastoril para producción de carne. Se ha difundido más entre productores de mayor escala el desmonte selectivo de bosques nativos para la incorporación de especies forrajeras, básicamente Gatton panic (*Megathyrsus maximus*), pero debido a que se dejaban muy pocos árboles por ha, sumado a la quema posterior del material rolado, no se podría catalogar como "Sistemas Silvopastoril". El trabajo fue realizado en la Estación Experimental de INTA de El Colorado con el objetivo de evaluar la producción de forrajeras megatérmicas bajo una plantación de algarrobo (*Prosopis alba*).

Para ello se utilizó una parcela de 1 ha de algarrobo que había sido implantado en 1.990, a la cual se le practicó un raleo, y se implantaron las especies forrajeras en el año 2010. Se dejaron un total de 70 árboles/ha, con un diámetro a la altura de pecho (DAP) promedio de 39,5 cm (entre 30 y 56,2 cm) y un área basal de 11.1 m²/ha. Se evaluaron cuatro especies forrajeras megatérmicas a saber: *Megathyrsus maximun* cv Tanzania y cv Gatton panic, *Urochloa brizantha* cv Marandú y *Brachiaria* híbrida cv Mulato II con cuatro repeticiones en un diseño en bloques al azar. El ensayo duró 3 períodos (2011-12; 2012-13 y 2013-14). Se realizó el análisis de varianza utilizando el InfoStat (test de Duncan) no encontrándose interacción especie x período. Se encontró diferencia significativa (p<5%) en Tanzania y Brachiaria Marandú, en relación a Gatton y Mulato II. Los datos obtenidos de biomasa

fueron; Tanzania (a): 7377,6 kg MS/ha/año, Brachiaria Marandú (a): 6097,2 kg MS/ha/año, Brachiaria Mulato II (b): 2736,5 kg MS/ha/año y Gatton panic (b): 2801,0 kg MS/ha/año. Estos resultados muestran la buena performance de los cultivares Tanzania y Marandú en condiciones de media sombra, lo cual las hace factible de incorporar en SSP en nuestra región, que tiene una media histórica de 1.150 mm anuales. Con respecto a Gatton panic, su baja productividad se debe a las condiciones de exceso de humedad en esta región para dicho material, alcanzando a llover en el tercer año 1.505 mm. Esto está en concordancia con la sugerencia que desde INTA se les da a los productores, donde se dice que la isoieta de los 1.100 mm marca un límite en la productividad y persistencia del Gatton en la región.

Palabras Claves: *Tanzania; Brachiaria; productividad; Sistema Silvopastoril.*

The silvopastoral systems (SSP) have had a great boom in recent years in the Northeast of Argentina (NEA), especially in the Mesopotamian region, where there is enough information related to the production and behavior of forage species adapted to SSP systems in the which predominate as a tree stratum, pine and eucalyptus. However, in the eastern part of the Chaco Region there is not enough information about it. In this region the plantation of pines and eucalyptus has not spread, because it does not have the environment conducive to its development. The only species that has been used was carob, but on a very low scale, and not intended for a silvopastoral system for meat production. The selective clearing of native forests for the incorporation of forage species, basically Gatton panic (*Megathyrsus maximus*), has been spread more widely among producers, but because very few trees were left per ha. added to the subsequent burning of the rolled material, could not be classified as "Silvopastoral Systems". The work was carried out at the INTA Experimental Station of El Colorado with the objective of evaluating the production of megathermic foragers under a carob tree plantation (*Prosopis alba*). For this, a plot of 1 ha of carob tree implanted in 1990, latter it was thinned and the forage species were implanted in 2010. A total of 70 trees/Ha were left, with an average Diameter at breast height (DBH) of 39.5 cm (30-56.2 cm range) and a basal area of 11.1 m²/Ha. Four megathermic forage species were evaluated: *Megathyrsus maximun* cv Tanzania and cv Gatton panic, *Urochloa brizantha* cv Marandú and Brachiaria hybrid cv Mulato II; adopting four repetitions in a randomized block design. The trial lasted 3 periods (2011-12; 2012-13 and 2013-14).

The analysis of variance was carried out using the InfoStat (Duncan's test) and no species-period interaction was found. A significant difference was

found (at 5%) in Tanzania and Brachiaria Marandú, in relation to Gatton and Mulato II. The data obtained from biomass were; Tanzania (a): 7377.6 kg MS / ha / year, Brachiaria Marandú (a): 6097.2 kg MS / ha / year, Brachiaria Mulato II (b): 2736.5 kg MS / ha / year and Gatton panic (b): 2801.0 kg DM / ha / year. These results show the good performance of Tanzania and Brachiaria Marandú in half shade conditions, which makes them feasible to incorporate in SSP in our region, which has a historical average of 1,150 mm per year. With respect to gatton panic, its low productivity is due to the conditions of excess humidity in this region for this material, reaching to rain in the third year 1,505 mm. This is in accordance with the suggestion that INTA gives to producers, where it is said that the 1,100 mm isoetic mark limits the productivity and persistence of Gatton in the region.

Keywords: *Tanzania; Brachiaria; productivity; Silvopastoral system*

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Ganadería sostenible en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México: el equilibrio entre la producción y la conservación de la biodiversidad

R. Santos-Gally[1]; K. Boege; J. Fornoni; C. Domínguez

[1]CONACyT-Instituto de Ecología, A.P. 70-275,
Ciudad Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México.
rsantos@iecologia.unam.mx

Resumen

Los Sistemas Silvopastoriles intensivos (SSPi) en los Trópicos de América son una opción para transitar hacia la ganadería sostenible, pues aumentan la productividad ganadera y al mismo tiempo contribuyen a conservar la diversidad de los trópicos y sus servicios ecosistémicos. El objetivo del trabajo fue el diseño e implementación de un SSPi con botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y 22 Islas de Árboles Nativos (IAN) en un área de 10 ha con uso de suelo para ganadería extensiva en el Rancho Los Amigos, Veracruz. Previo a la implementación se midieron los parámetros bióticos y abióticos del suelo en los pastizales. Se colectaron semillas de 48 especies nativas de la región de cinco árboles madre por especie, se germinaron y transfirieron a un vivero *in situ*. Se realizaron experimentos de germinación de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) la cual será implementada de manera intensiva en los potreros. Los resultados muestran que más de la mitad de las especies de árboles nativos presentaron una germinación del 30 %. Los suelos son extremadamente ácidos y bajos en fósforo, a pesar de estas deficiencias, los árboles trasplantados a las IAN tuvieron un 65% de sobrevivencia. La germinación en laboratorio del botón de oro alcanzó el 90 % y entre el 50 y 70 % en campo después de una semana de sembrarse en cama. Se discute la necesidad de iniciar la intensificación con plantas forrajeras en los potreros antes de implementar la IAN, con el fin de disminuir la presión que ejercen las vacas sobre estas.

Palabras clave: *México, Sistemas Silvopastoriles intensivos, diversidad filogenética, trópicos.*

Abstract

Intensive Silvopastoral Systems (SSPi) in the Tropics of America are an option to move towards sustainable livestock production, because they increase livestock productivity and at the same time help to conserve species richness of the tropics and their ecosystem services. An SSPi with Mexican Sunflower (*Tithonia diversifolia*) was designed and implemented with 22 Native Tree Islands (IAN, initials in Spanish) in an area of 10 ha with land use for extensive

cattle ranching at Rancho Los Amigos, Veracruz. Prior to implementation, we measured biotic and abiotic parameters in the pasture soils. We collected seeds of 48 native species from the tropical rain forest from 5 mother trees per species, germinated and transferred them in an *in situ* nursery. We carried out germination experiments of Mexican Sunflower to be used intensively (> 10,000 plants/ha) as forage in pastures. The results show that more than half of the native tree species reached 30% germination. The soils are extremely acidic and low in phosphorus, despite these deficiencies, the native trees transplanted to the IANs had a 65% survival rate. The germination in laboratory of the Mexican Sunflower reached 90% and between 50 and 70% in the field after a week of sowing. In order to reduce the pressure exerted by the cows on IAN, we discuss the need to initiate the intensification with high quality forage (i.e. Mexican Sunflower) on pastures before implementing the IAN.

Key words: *Intensive silvopastoril systems, México, phylogenetic diversity, tropics.*

Introducción

La ganadería extensiva es un ejemplo del severo desbalance entre el desarrollo productivo y la conservación de la biodiversidad, pues ésta se traduce en la sustitución de gran parte de la cobertura vegetal nativa por grandes extensiones de pastizales. En México, la zona de los Tuxtlas, Veracruz, es un ejemplo extremo de esta crítica situación. A pesar de haber sido decretada en 1993 como una reserva de la Biosfera, las tasas anuales de deforestación han conducido a una pérdida del 87 % de la vegetación original (a partir de Ortiz-Morales, 2009). Lo que fuera la selva tropical húmeda en el límite norte del continente americano, hoy es casi en su totalidad, un archipiélago de fragmentos de selva inmersos en un mar de pastizales dedicados a la ganadería extensiva (Mendoza, 2008). Estos pastizales son poco productivos ya que los suelos están muy degradados y erosionados, han perdido la capacidad de retener humedad y las temperaturas son muy altas. De hecho, la producción ganadera en Veracruz es de mediana a baja rentabilidad, a pesar de encabezar la lista de los estados con mayor número de cabezas de ganado. En este contexto, proponemos la transición a SSPi porque son una alternativa sostenible para la producción de ganado (Calle *ET AL*., 2013; Montagnini *ET AL*., 2013). El establecimiento de SSPi con plantas forrajeras altamente proteínicas en altas densidades (>10,000 plantas/ha), pastos y arreglos de especies arbóreas nativas, ofrece además una oportunidad para analizar el papel de diversos factores en la estabilidad, resiliencia, y el funcionamiento de los

sistemas tropicales. Estudios previos sugieren que la diversidad filogenética, es decir una comunidad compuesta de especies que no están cercanamente emparentadas, aumenta la funcionalidad ecológica debido a una mayor diversidad fenotípica y funcional. Integrar la diversidad filogenética en los arreglos de árboles para los SSPi podría aumentar la resiliencia de las plantas a las fluctuaciones ambientales (Cadotte *ET AL.*, 2012), así como la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. El objetivo del trabajo fue el diseño e implementación de SSPi con Islas de Árboles Nativos (IAN, ver descripción abajo), en 10 ranchos ganaderos localizados dentro de la reserva de Los Tuxtlas, Veracruz.

Material y Métodos

En 2017 se inició la implementación de un primer SSPi en 10 ha del "Rancho Los Amigos", Sontecomapan, Veracruz, el cual tiene una extensión de 100 ha y donde 50% del terreno está dedicado a la ganadería extensiva. La primera etapa consistió en georeferenciar 22 parcelas de 15 x15 m^2 (cada una corresponde a una IAN y las distancia media entre ellas es de 6.2 m, Fig. 1 Izquierda) y medir la línea base de los parámetros fisicoquímicos del suelo, la diversidad vegetal, la artropofauna, el microbioma del suelo y la calidad del agua de los arroyos. La segunda etapa consistió en cercar la 22 parcelas georeferenciadas e implementar un vivero de árboles nativos. Para la selección de árboles primero se hizo una búsqueda de todos aquellos que presentaran dispersión de semillas por aves (para reclutamiento de plántulas a largo plazo) y densidad de madera de mediana a alta (para secuestro de carbono). En total se eligieron 48 especies distribuidas en 34 familias y se recolectaron 500 semillas por especie provenientes de cinco madres por especie distribuidas en los fragmentos de selva circundantes. De las 22 IAN, 11 tienen baja diversidad filogenética (30 especies en 10 familias) y 11 alta diversidad filogenética (30 especies en 24 familias) y contarán con 196 árboles de 30 especies (10 pioneras y 20 tolerantes), sembradas a un metro de distancia entre ellas. De julio de 2018 a enero de 2019, en época de lluvias, se sembraron el 70% de las plántulas. La tercera etapa consistirá en la implementación de especies forrajeras altamente proteínicas (botón de oro: *Tithonia diversifolia*, guácimo: *Guazuma ulmifolia* y leucaena: *Leucaena diversifolia*) dentro de los potreros en las 10 ha del SSPi (Fig. 1, Derecha). Puesto que el sitio no cuenta con suficiente material vegetativo de botón de oro, se inició una investigación para propagar la planta vía semilla.

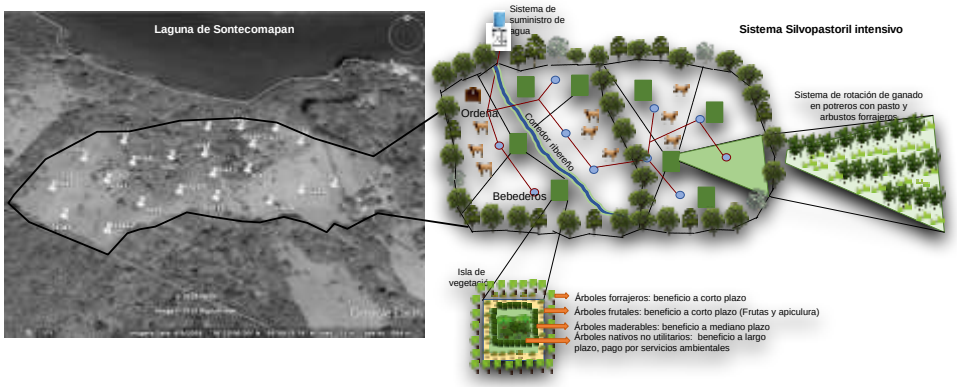


Figura 1. Izquierda: mapa de distribución de las Islas de Árboles Nativos en 10 hectáreas del Rancho Los Amigos, Sontecomapan, Veracruz. Derecha: Elementos del SSPi propuesto con Islas de Árboles Nativos (cuadros verdes).

Resultados y discusión

Los análisis del suelo mostraron que el 72 % de las islas presentan un pH menor a 5.5 y con bajos niveles de fósforo (promedio de 5.74 ppm), por lo que la selección de especies forrajeras es apto para este tipo de suelos.

Más de la mitad de las especies de árboles nativos elegidos para las IAN presento un porcentaje de germinación por arriba del 30% (Fig. 2), por lo que se sugiere una recolección entre 500 a 2000 semillas (según la especie) para alcanzar el número de plántulas necesarias para trasplantar a las IAN y su uso posterior en el reemplazo de individuos muertos.

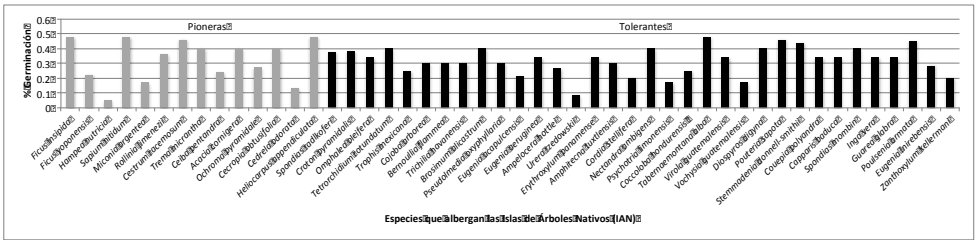


Figura 2 Porcentaje de germinación de las especies que albergan las Islas de Árboles Nativos en el Rancho Los Amigos. Las semillas se recolectaron en los fragmentos de selva de Los Tuxtlas, Veracruz.

El éxito de sobrevivencia de las especies dentro de las IAN alcanzo el 65% hasta el fin de la temporada de lluvias pasada. Se están cuantificando los datos de la sobrevivencia después de las secas.

La germinación de botón de oro (*T. diversifolia*) alcanzó 90% en condiciones de laboratorio, mientras que en campo se obtuvo entre el 50 y 70 % de germinación después de una semana de ser sembradas, es decir alrededor de 700 plántulas a partir de 50 g de semilla. Los resultados obtenidos hasta el momento, sugieren que para la implementación de los SSPi en otros

ranchos, es conveniente iniciar con la división de los potreros, el ajuste de carga animal para mejorar los pastos y plantas forrajeras y la escalada a la intensificación de plantas forrajeras dentro de los potreros, para evitar que las vacas sean una fuente de presión hacia las IAN. Así mismo, pensamos que las IAN pueden distribuirse a lo largo de las divisiones de los potreros, con el fin de para aprovechar los cercos eléctricos como una de manera más efectiva de excluir a las vacas.

Agradecimientos

A Santiago Sinaca por su trabajo en la producción de plantas para el vivero. A Enrique Murgueitio por los comentarios y sugerencias en el transcurso de este trabajo y sus aportes a la Figura 1.

Bibliografía

Cadotte, M., Dinnage, R., Tilman, D. 2012. Phylogenetic diversity promotes ecosystem stability. *Ecology* 93, S223–S233.

Calle, Z., Murgueitio, E., Chará, J., Molina, C.H., Zuluaga, A.F., Calle, A. 2013. A strategy for scaling up intensive silvopastoral systems in Colombia. *Journal of Sustainable Forest* 32, 677–693.

Mendoza, E., Fay, J., R. Dirzo. 2005. A quantitative analysis of forest fragmentation in Los Tuxtlas, southeast Mexico: patterns and implications for coservation. Revista Chilena de Historia Natural 78, 451–467.

Montagnini, F., Ibrahim, I., Murgueitio, E., 2013. Silvopastoral systems and climate change mitigation in Latin America. Bois et Forêts des Tropiques 316, 3-16.

Ortiz Morales, P. 2009. Estudio Regional Forestal UMAFOR 3003: Los Tuxtlas. 131 pp.

Simposio B: Integración Agricultura - Ganadería y Forestación
Los sistemas silvopastoriles con enfoque comunitario

Norbert Weichselberger

Cooperativa Volendam Ltda.
norbertw2001@yahoo.com

Introducción

La Cooperativa de Producción, Consumo y Servicios Volendam Ltda. está ubicada en el norte de la Región Oriental del Paraguay, en el Departamento de San Pedro, en la Colonia del mismo nombre. Esta comunidad rural fue fundada en el año 1947, por un grupo de inmigrantes provenientes de Alemania. Las actividades económicas principales desde el inicio fueron la explotación del bosque, la agricultura y la ganadería, pasando por muchas dificultades en los primeros años. Eso se reflejó en la emigración de un 70 % del total de la población asentada originalmente.

Actualmente la agricultura es económicamente la actividad más importante, practicándose en unas 16.000 hectáreas, ocupando la soja el primer lugar seguido por el maíz. En cuanto a la cantidad de productores involucrados, la ganadería es el principal rubro, manejándose entre 50.000 y 60.000 cabezas de ganado, según la época. Dentro de la ganadería el fuerte es la venta de terneros o desmamantes.

Se tienen alrededor de 1.400 mm de precipitación anual y la temperatura media anual es de 23 °C. Es una zona, donde las heladas son escasas o no muy severas, y el calor del verano es muy intenso. Básicamente existen 3 tipos de suelos: las tierras de monte, los campos altos y los campos bajos. Las tierras de monte son de uso agropecuario, son arenosas o franco arenosas y con problemas de fertilidad. Los campos altos se usan para pasturas, son ácidos y generalmente muy compactos. Los campos bajos son suelos hidromórficos, con zonas inundables o inundadas, más bien aptas para la ganadería extensiva.

Actualmente la cooperativa cuenta con **337** socios, asentadas en unas 56.000 hectáreas de tierra. La cooperativa ofrece básicamente todos los servicios que los socios necesitan, e inclusive abarcan e incluyen a las comunidades vecinas.

La reforestación se inició como actividad enmarcada en el programa de adecuación ambiental en el año 2005. Cabe mencionar que todas las tierras, instalaciones y las actividades que realiza la Cooperativa cuentan con

licencia ambiental. La actividad forestal recién desde hace unos años ha sido planteada como una actividad productiva, generadora de ingresos en la finca del productor.

Asistencia técnica

El servicio de asistencia técnica en el área forestal, ha sido y es de suma importancia, ya que el productor necesita de buena orientación, no solo porque es un rubro nuevo, sino porque todos los proyectos forestales son financiados por el mismo productor y porque son a largo plazo. Se realizan ensayos y se tienen parcelas permanentes de muestreo en las fincas de los productores. El servicio forestal trabaja de cerca con el productor y constantemente organizan actividades de capacitación y de incorporación de tecnología en el área forestal. Es un servicio gratuito para el socio y los vecinos. Los asistentes técnicos residen en la comunidad a la que asisten y en lo posible deben tener parcelas forestales propias. Es una inversión importante que ha hecho la Cooperativa para fomento del rubro.

Biodiversidad

En la planificación para el establecimiento de las plantaciones forestales, se tratan de crear bloques grandes, de unir plantaciones y bosques nativos, a tal forma de crear corredores biológicos. En cuanto a la biodiversidad, especialmente de la fauna, podemos mencionar que volvieron a la zona ciertas aves, que durante años ya no se estaban observando, como los tucanes. También se ha dado un aumento en la cantidad de ciertas especies, como el loro hablador. Dentro de las plantaciones puras o los sistemas silvopastoriles se observan muchos animales silvestres, especialmente aves. Esto se debe a que hay más superficie con cobertura arbórea, se han plantado muchos huertos frutales y se ha trabajado en concientizar a las comunidades. Los sistemas silvopastoriles, según la experiencia local, sin duda favorecen también a la fauna silvestre.

No hemos notado efectos negativos con las plantaciones de eucalyptus, solo aspectos positivos. Igualmente se busca la diversificar las variedades de eucalyptus, así como la diversificación de especies y el trabajo con las especies nativas. Esto es un proceso a mediano y largo plazo.

Los sistemas silvopastoriles van cambiando a mejor y están hermoseando el paisaje de la zona.

Sistemas silvopastoriles

La Cooperativa Volendam está en una etapa de cambio, en donde se orienta la densidad de plantación hacia el mercado del impregnado y del laminado,

en lo posible no excediendo los 500 árboles como densidad inicial, o en caso que sea mayor, aplicar el primer raleo lo antes posible. Además la producción forestal hoy día, está prácticamente solo enfocada a los sistemas silvopastoriles, viendo las ventajas de estos sistemas. Anteriormente se iniciaban las plantaciones con 600 a 900 árboles por hectárea. El enfoque, tanto del productor, como de la asistencia técnica está cambiando, de forestal puro a silvopastoril. Y eso requiere de una serie de ajustes.

El objetivo principal es la producción de madera de alto valor y una producción ganadera más intensiva. La mayor parte de los sistemas instalados son de hileras simples, generalmente orientadas este – oeste. Ahora se están instalando algunas parcelas con hileras dobles y triples. Actualmente se están haciendo ensayos también en anillos de Nelder, para encontrar la densidad adecuada para cada variedad forestal.

Es fundamental la corrección del suelo, previa a la plantación, para que el proyecto pueda ser exitoso. Se tienen básicamente 2 épocas de plantación, la de otoño (marzo, abril y mayo) y la de primavera (agosto, setiembre y octubre). Se trata de priorizar más la de otoño, ya que hay menos problemas con las heladas en el invierno, que con los veranos muy calurosos y sus periodos prolongadas sin precipitaciones.

Existen muchísimas parcelas, en promedio el tamaño es de unas 5 hectáreas. La superficie reforestada, no es lo más notable, si la cantidad de gente que va adoptando el sistema. Se están usando muchos los clones de eucalyptus y en algunas parcelas también se van incorporando las leguminosas. Es muy importante acompañara al productor, principalmente también en el raleo (marcación), en la selección de los árboles futuros.

Lo que se está logrando son sistemas silvopastoriles, son árboles de buena genética, bien cuidados, podados y con una buena distribución espacial. Son fundamentales las tareas silviculturales, especialmente la poda y el raleo. También se está logrando que las actividades ganaderas mejoren, a través de la subdivisión de los piquetes con alambrado eléctrico, el uso más intensivo de los piquetes, alta rotación de los potreros, provisión de agua de calidad, mejoramiento del componente pasto, mineralización correcta del ganado, control de garrapatas y moscas, recorridas diarias por los piquetes, animales más mansos, etc.

Existe mucha superficie a ganar en la zona para estos sistemas, ya que es una zona muy ganadera. No se debe competir con otros usos, se puede compartir, especialmente con la ganadería. Aún el camino a recorrer es largo. A veces los productores inician su sistema silvopastoril como un

sistema agroforestal, lo cual es una muy buena opción para financiar rápidamente la implantación.

Componente social

La Comunidad de Volendam tiene 177 familias, unas 550 personas, que están nucleadas en la Cooperativa. Aparte se trabaja con otras 200 familias, unas 800 personas, de comunidades vecinas, de productores vinculados a la agricultura familiar, que están siendo asistidos por el programa de Cooperación Vecinal con Pequeños Agricultores (Covepa). Estos a su vez tienen su organización propia, ya sea cooperativa, asociación de comités o comités de productores.

Lo positivo de los sistemas silvopastoriles, es que se complementa una actividad muy tradicional, como lo es la ganadería, con la actividad forestal. El productor no necesita cambiar el uso de la tierra, sino complementarla. En todas las actividades forestales se resalta la cantidad de gente que participa de toda la cadena de producción, desde el productor, la asistencia técnica, los equipos de trabajo, los prestadores de servicios, la industria, la logística, etc. Es mucha gente, de la cooperativa o de las comunidades vecinas, que puede ser formada. La Cooperativa Volendam está situada en una zona donde se necesitan generar fuentes de trabajo, para evitar la migración a las ciudades o problemas sociales.

Se está en un proceso de fomentar la vuelta al uso de la madera, en todas sus formas y usos. Cuando los pioneros fundaron la colonia, muchas personas vivían de la madera, sabían trabajar la madera y utilizaban la madera realmente. Eso se fue perdiendo con el tiempo y la madera fue desvalorizándose, quedando como un material sin valor. Eso se quiere revertir. La madera es un recurso renovable y está siendo producida por el mismo productor, debemos añadir tecnología y formar conocimiento y habilidades para volver a adoptarla.

Los estudiantes forman parte del día a día en Volendam también, ya sea los pasantistas, tesistas o grupos de estudiantes de colegios o universidades. Varios pasantistas trabajan hoy en el equipo de la Cooperativa. Se realizan actividades con los colegios de la zona. Se trata de trabajar en forma vinculada a las instituciones gubernamentales, como INFONA, Viceministerio de Ganadería, universidades, otras organizaciones y empresas privadas.

Cabe resaltar que hace 2 años se está realizando la Jornada Forestal – Volendam, donde la idea es compartir las experiencias que se están teniendo, se ven disertantes que aporten al sector y se fomenta el

intercambio entre los productores, prestadores de servicios, industriales, técnicos, etc. Se está convencido que la Cooperativa puede aportar en eso. Existen capacitaciones en forma constante, para dirigentes, productores, técnicos, en las diversas áreas, en forma teórica, práctica, días de campo, visitas, viajes, etc.

Se debe involucrar a la gente, dar seguimiento, insistir una y otra vez. Es muy diferente el funcionamiento de una empresa, donde se toma la decisión y ya está. Existe de por medio mucho trabajo de convencimiento. Mostrar, insistir, probar, visitar, acompañar y ser perseverante. Muchas veces hay bastante de trabajo social en eso. Entre los productores existen diferentes niveles tecnológicos, por lo que los técnicos deben adecuarse a eso y también hablar claro respecto a los resultados esperados.

Todo lo que hace el productor lo hace a iniciativa propia, sin incentivos ni financiamiento externo. Los sistemas silvopastoriles son una forma de capitalizar la finca y de generar arraigo. La parte forestal va aportando ingresos a la comunidad, que suman al conjunto. Se busca que la mayor parte de las prestaciones de servicios sean desarrolladas por los productores de la zona, como una opción de negocio.

Lo que se busca generar son productores felices, ambientalmente conscientes, que generen trabajo e ingresos en su finca.

Parque Foresto – Industrial

Actualmente se está trabajando en un proyecto conjunto con la Agencia de Cooperación Alemana - GIZ, fomentando los sistemas silvopastoriles e implementando un Parque Foresto - Industrial. En los meses pasados se ha inaugurado un impregnadora de madera y se espera poder aún dar más valor a la madera, a través de otras industrias o emprendimientos. La industria, que básicamente la primera industria en la comunidad, es algo por lo que se ha trabajado mucho tiempo.

Desafíos

Se debe planificar a largo plazo el desarrollo forestal, seguir generando diversos sistemas de producción silvopastoril, también con especies de mayor valor. La corymbia y el cedro australiano son apenas dos buenas alternativas. Se necesita seguir con las capacitaciones y el trabajo de convencimiento a los productores. Intervenir en la cadena de valor de la madera es algo que se ha propuesto la Cooperativa. También la incorporación de leguminosas a los sistemas silvopastoriles es algo que aún está muy poco difundido.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

También en investigación se necesita continuar invirtiendo y apuntar a seguir mejorando la ganadería. En cuanto al levantamiento de datos por lo general está más ligado al crecimiento de los árboles y mucho menos a la producción de forraje o ganancia de kg de carne. En eso hay que enfocarse también.

Un desafío es también seguir desarrollando la logística forestal, que está muy en sus inicios. Faltan aún pequeños o también grandes emprendimientos que transformen o industrialicen la madera.

Servicios ecosistémicos en el Chaco Húmedo - producción y conservación en Paraguay

Ecosystem services in the Humid Chaco - production and conservation in Paraguay

R. Laino; K. Musalem; L. Laino; A. Caballero; D. Bueno; L. Aranda.

Centro de Investigación del Chaco Americano,
San José 367 – Asunción, Paraguay.
rafilaino@gmail.com

Resumen

Este trabajo se basa en una amplia gama de investigaciones realizadas en un área de producción ganadera en la ecoregión del Chaco Húmedo en los últimos cinco años en establecimientos ganaderos situados sobre la planicie de inundación del río Paraguay, dedicados a una producción de baja intensidad en sistemas silvopastoriles basados en vegetación nativa. La región está histórica y culturalmente ligada a la producción ganadera de bovinos, debido a la ocurrencia natural de pasturas, humedales y bosques en isletas. La cría de ganado vacuno (bajo pastoreo libre) constituye la principal fuente de ingreso económico. Las investigaciones resumidas en este trabajo abarcaron diferentes disciplinas y buscaron diversos objetivos. Los resultados resumidos en este estudio están enmarcados en servicios ecosistémicos como: producción de biomasa, captura de carbono, valoración económica, conservación de la biodiversidad, calidad del agua, oportunidad para la educación y la ciencia, entre otros. Se concluye que la producción ganadera extensiva o semi-extensiva puede constituirse en una oportunidad para mantener los servicios ecosistémicos en la región. Las condiciones ambientales adversas, desde el punto de vista productivo, en este caso las inundaciones por lluvia y por las crecientes periódicas del Río Paraguay, pueden representar una oportunidad para la conservación del medioambiente promoviendo actividades económicas al mismo tiempo.

Palabras clave: *Biodiversidad, ganadería, calidad de agua, sabanas inundables.*

Abstract

This work is based on a wide range of research carried out in an area of livestock production in the ecoregion of the Humid Chaco in the past five years. The studies took place in cattle ranching establishments located on the Paraguay River floodplain, dedicated to low intensity livestock production in silvopastoral systems based on native vegetation. The region is historically and culturally linked to cattle production, due to the naturally ocurring pastures wetlands and forest islets it presents. The breeding of

cattle (under free grazing) is the main source of economic income. Research summarized in this study, covered different disciplines and sought various objectives. Results are grouped in ecosystem services such as: biomass production, carbon capture, economic valuation, biodiversity conservation, water quality, opportunities for education and science, among others. We conclude that extensive or semi-extensive livestock production can be an opportunity to maintain ecosystem services in the region. Adverse environmental conditions from the productive point of view, in this case floods from rain and periodic floods of the Paraguay River, could represent an opportunity for the conservation of the environment fostering economic activities at the same time.

Keywords: *Biodiversity, livestock, water quality, flood prone savannas.*

Introducción

Los métodos de producción ganadera son vistos en algunos casos como insustentables, incluso como antítesis de la conservación (Eisler, *et al*., 2014; Perfecto y Vandermeer, 2008) y son cuestionados en relación al bienestar animal (Broom y Fraser, 2015). Además, se considera que la ganadería contribuye de manera importante a las emisiones de gas de efecto invernadero a nivel global (Herrero *et al*., 2013). Por otra parte, la producción ganadera juega un rol central en el sistema global de alimentos y por lo tanto en lo que hace a la seguridad alimentaria de la población mundial (Peters *et al*., 2013).

Sudamérica cuenta con el nivel mundial más elevado de biodiversidad, así como el nivel mundial más elevado de conversión de suelos en algunas de sus áreas. Mientras que los cambios de uso de la tierra amplían la producción primaria para el consumo humano, también reducen la proporción disponible para otras funciones del ecosistema (DeFries *et al*., 2004). En este contexto altamente dinámico, se hace necesario un planeamiento de conservación y un componente efectivo es priorizar las intervenciones a través de la evaluación de las amenazas al ecosistema natural (Jarvis *et al*., 2010). En la actualidad, está ampliamente reconocido que la conservación de la naturaleza y las estrategias de manejo de la conservación no implican necesariamente una elección entre “ambiente” y “desarrollo”. Las inversiones en conservación, restauración y uso sustentable del ecosistema son vistas como una solución de “ganar-ganar”, considerando que generan sustanciales beneficios ecológicos, sociales y económicos (De Groot *et al*., 2010).

En el presente trabajo se analizan los servicios ecosistémicos proveídos en un ambiente ganadero del Chaco Húmedo mostrando que las condiciones

ambientales adversas desde el punto de vista productivo, podrían representar una oportunidad para la conservación del medioambiente.

Materiales y métodos

Este trabajo se basa en una amplia gama de investigaciones realizadas en un área de producción ganadera en la ecoregión del Chaco Húmedo. En un establecimiento situado sobre el río Paraguay, dedicado a la producción ganadera de baja intensidad sin aclareo de bosques nativos, con excepción de utilización de autoconsumo para infraestructura. El lugar está histórica y culturalmente ligado a la producción ganadera de bovinos, debido a las pasturas naturales con que cuenta. La cría ganado vacuno (bajo pastoreo libre) constituye la principal fuente de ingreso económico, el 20% del área del establecimiento fue destinada a reserva natural, manteniéndose sin carga animal. Descontando el área de reserva de la superficie total del establecimiento, la carga animal es 0.5 unidad animal de 400 kilos por hectárea (1 unidad animal por 2 hectáreas), relación que se encuentra dentro de los rangos de la región. Un mosaico de sabanas, bosques y palmares predominan en la superficie del estudio con un importante rol en la cría del ganado, debido a que dan refugio a los animales ante condiciones extremas de calor o frío (hasta 50°C en verano y -3°C en invierno).

El análisis de los servicios ecosistémicos en este trabajo se basó en la recopilación de los resultados de:

Seis artículos científicos: Cartes y Clay, 2009; Laino *et al*., 2017; Merenciano *et al*., 2018, Laino *et al*., 2018; Mamede *et al*., 2019; Caballero-Gini *et al*., en prensa.

Seis tesis de grado: Cañete, 2017; Moreno, 2017; Chaparro, 2018; Macedo, 2018; Ferreira, 2018; Gugliotta-Ruggeri, 2018.

Datos inéditos de tres proyectos de investigación: Estado de las poblaciones de caimanes en seis localidades del Paraguay (Proyecto CONACYT PINV 14-350), *Initial evaluation of the richness of medium and large sized mammals using camera traps in a silvopastoral system in the American Chaco Research Center (Presidente Hayes Department, Paraguay*) y Aporte multidisciplinario a la eco-hidrología de los humedales del Chaco Húmedo (Proyecto CONACYT PINV 15-143).

Estas investigaciones realizadas en el sitio abarcaron diferentes disciplinas y buscaron diversos objetivos, cuyos resultados en este trabajo se presentan usando un enfoque de servicios ecosistémicos, para permitir una categorización y orden comprensivos.

Resultados

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos, utilizando un enfoque de servicios ecosistémicos:

Servicio ecosistémico	Resultados	Fuente
Producción de biomasa	Desde 2.8 hasta 29 kg/ha/año (forestal) y entre 973 y 3612 kg/ha/año (pasto nativo).	Merenciano *et al*., 2016
Captura de carbono	0,32 kg C/m2 en invierno y 0,31 kg C/m2 en primavera (suelo del humedal). 24.52 Tn de CO2e (palmar) y 254.08 Tn de CO2e (bosque).	Merenciano *et al*., 2016
Valoración económica	Pastizales con palmares ofrecieron un mayor valor forrajero (3612 kg pasto/ha/año) en comparación con pastizales con bosque (973 kg/ha/año). Captura de carbono en bosques resultó en un valor económico (134 USD/ha) que supera al del palmar (12.97 USD/ha).	Merenciano *et al*., 2016
Aprovisonamiento (madera)	Ahorro de 6% a 12.8% de los gastos operativos de la empresa para reparaciones y hasta 42.2% para el desarrollo de nueva infraestructura.	Laino *et al*., 2017
Infiltración y evaporación	Evaporación más baja en bosques (0,021 mm/h) y pastizales largos (0,039 mm/h) en comparación con pastizales cortos (0,134 mm/h). Los árboles individuales incrementaron la infiltración a su alrededor en comparación con áreas más distantes cercanas a pastizales (desde 77,5 mm/h hasta 785 mm/h).	Cruz, 2015; Laino *et al*. 2017.

Servicio ecosistémico	Resultados	Fuente
Biodiversidad vegetal	Se registraron 16 especies pertenecientes al humedal en 8 transectos y 28 especies forestales en 16 parcelas circulares de 100 m2.	Macedo, 2018.
Calidad de agua	Análisis exploratorios de 13 parámetros de calidad del agua indicaron que no existe contaminación relevante en humedales y ríos. Los humedales de la zona de estudio se encuentran en general en buen estado de conservación.	CONACYT PINV 15-143; Ferreira, 2018.
Hábitat de mamíferos	Se registraron 15 especies de mamíferos, con algunas especies consideradas amenazadas, como *Myrmecophaga tridactyla* y *Lontra longicaudis.*	Chaparro, 2018; Caballero-Gini *et al*., en prensa.
Hábitat de aves	Más de 132 especies de aves, con algunas especies consideradas amenazadas, como *Crax fasciolata* y *Alectrurus risora*. La zona de estudio ocupa un área importante para la conservación de las aves (http://www.keybiodiversityareas.org).	Cartes y Clay, 2009; Laino *et al*., 2018; Mamede *et al*., 2019, Caballero-Gini *et al*., en prensa.
Hábitat de reptiles y anfibios	El sitio alberga poblaciones de caimanes y hábitats adecuados, se registraron 32 individuos de *Caiman yacare* en un muestreo de 2 km. Anfibios: se contabilizaron 667 individuos de 11 especies (terrestres) en tres campañas de muestreo y 1782 individuos de 6 especies (arborícolas) en cuatro muestreos.	CONACYT PINV 14-350; CONACYT PINV 15-143; Moreno, 2017; Cañete, 2017.

Servicio ecosistémico	Resultados	Fuente
Conectividad	Conectividad 'buena' entre bosques y sabanas para *Alouatta caraya* (78.6%) de acuerdo a la metodología o índice de Área Equivalente Conectada. El sitio presenta aptitudes necesarias para conjugar la producción con la conservación de servicios ecosistémicos y paisajísticos.	Merenciano *et al*., 2016; Gugliotta-Ruggeri, 2018.
Potencial para el ecoturismo	El sitio posee potencial para el turismo de observación de aves como estrategia de conservación de la biodiversidad, inclusión social, dinamización económica y valorización cultural de las comunidades ubicadas en los territorios de influencia de la ruta bioceánica.	Mamede *et al*., 2019.
Oportunidades para la educación y la ciencia	Fundación del Centro de Investigación del Chaco Americano en el año 2013, donde se recibe alumnos de la carrera Ingeniería Ambiental (FCA, UNA), de la Maestría en Gestión Ambiental (Rectorado-UNA) y de la Maestría en Restauración de Ecosistemas de la Universidad Alcalá (de España) para conocer y formar parte del equipo de investigadores que trabajan en el sitio. A partir de las distintas investigaciones que se vienen realizando, se han concluido 10 tesis de grado, 3 tesis de posgrado, 5 proyectos de investigación y 4 artículos científicos hasta la fecha.	Brun, 2013; Chaparro, 2014; Cañete, 2014; El Raiss, 2014; Lubian, 2014; Bondón, 2015; Cruz, 2015; Merenciano, 2016; Laino *et al*., 2017; Chaparro, 2018; Ferreira, 2018; Gugliotta-Ruggeri, 2018; Laino *et al*., 2018; Macedo, 2018, Merencian *et al*., 2018; Moreno, 2018; Caballero-Gini *et al*., en prensa.

Conclusiones

La producción ganadera extensiva o semi-extensiva puede constituirse en una oportunidad para mantener los servicios ecosistémicos en la región, al

tiempo de proveer ingreso económico como lo ha hecho durante más de 100 años. La conservación y restauración pueden ser apropiadamente entrelazadas con los objetivos productivos y ayudar a que éstos sean logrados, requiriéndose para tal efecto fortalecer algunos elementos clave en relación con presiones del mercado, como el apoyo técnico y administrativo para financiar las actividades de conservación y restauración, y la reducción de los obstáculos burocráticos, de forma a mitigar los altos niveles de deforestación y degradación de pasturas y humedales del Paraguay.

Bibliografía

Broom, D., Fraser, A., 2015. Domestic animal behaviour and welfare, 5th edition. Wallingford,UK, CABI.

Brun, V., 2013. Servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono en el suelo del humedal del Río Negro, departamento de Presidente Hayes, Paraguay. Tesis de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

Caballero-Gini, A., Bueno-Villafañe, D., Laino, R., Musalem, K., en prensa. Mammals and birds recorded with camera-traps in the Paraguayan Humid Chaco. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay.

Cartes, J.L., Clay, R.P., 2009. Paraguay. En: Devenish, C., Díaz Fernández, D.F., Clay, R.P., Davidson, I., Yépez Zabala, I., (Eds.), Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito, Ecuador: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16), pp. 297–306.

Cañete, L., 2017. Ocupación de anurofauna arborícola en refugios artificiales de un humedal-bosque ripario del Departamento Presidente Hayes. Tesis de Biología, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

Chaparro, P., 2014. Análisis de la relación cobertura vegetal-calidad del agua en el humedal del Río Negro, Presidente Hayes, Paraguay. Tesis de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

Chaparro, S., 2018. Comparación de la abundancia y distribución espacial de mamíferos en diferentes ecosistemas del Chaco Húmedo. Tesis de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

Cruz, V., 2015. Procesos hidrológicos superficiales en zonas inundables de Paraguay: aplicaciones al manejo y restauración de estancias ganaderas. Tesis para el Máster de Restauración de Ecosistemas, Universidad de Alcalá, España.

DeFries, R., Foley, J., Asner, G., 2004. Land-use choices: balancing human needs and ecosystem function. Frontiers in Ecology and the Environment 2, 249–257.

De Groot, R., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemen, L., 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. Ecological Complexity 7, 260–272.

Eisler, M., Lee, M., Tarlton, J., Martin, G., Beddington, J., Dungait, J., Greathead, H., Liu, J., Mathew, S., Miller, H., Misselbrook, T., Murray, P., Vinod, V., Van Saun, R., Winter, M., 2014. Agriculture: steps to sustainable livestock. Nature 507 (7490).

El Raiss, Z., 2014. Análisis de la conectividad para el mono carayá (Alouatta caraya) en un sistema silvopastoril del chaco húmedo sudamericano. Tesis para el Máster de Restauración de Ecosistemas, Universidad de Alcalá, España.

Ferreira, E., 2018. Análisis del estado de conservación de tres humedales bajo distintos impactos ambientales antrópicos, Chaco Húmedo, Paraguay. Tesis de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

Gugliotta-Ruggeri, F.E., 2018. Caracterización de servicios ecosistémicos en paisajes productivos ganaderon en elñ Chaco Húmedo. Tesis de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

Herrero, M., Havlik, P., Valin, H., Notenbaert, A., Rufino, M., Thornton, P., Blummel, M., Weiss, F., Obersteiner, M., 2013. Global livestock systems: Biomass use, production, feed efficiencies and greenhouse gas emissions. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS) 110 (52), 20888-20893.

Jarvis, A., Touval, J., Castro, M., Sotomayor, L., Hyman, G., 2010. Assessment of threats to ecosystems in South America. Journal for Nature Conservation 18, 180–188.

Laino, L., Musalem, K., Laino, R., 2017. Perspectivas para un desarrollo sustentable: un estudio de caso de producción ganadera en la región del Chaco Paraguayo. Población y Desarrollo 23 (45), 95-106.

Laino, R., Musálem, K., Caballero-Gini, A., Bueno-Villafañe, D., Chaparro, S., 2018. Datos preliminares sobre uso de hábitat y patrones de comportamiento del *Crax fasciolata* en el Chaco Húmedo paraguayo. El Hornero 33, número 2.

Lubian, A., 2014. Valoración económica de sistemas de producción con inclusión de servicios ecosistémicos en el Bajo Chaco, departamento de Presidente Hayes, Paraguay. Tesis de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

Macedo, R., 2018. Análisis de la estructura vegetal humedal-bosque ripario en el humedal del río Negro, Chaco Húmedo, Paraguay. Tesis de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Interacoes 20, 159-177.

Mamede, S., Benites, M., Esquivel, A., Clay, R., de Lima Marighi, G., Rodrigues Alho, C.J., 2019. Turismo de observação de aves no Chaco: oportunidades e desafios ao Corredor Bioceânico, segmento Brasil / Paraguai.

Merenciano, A., 2016. Servicios ecosistémicos en espacios ganaderos del chaco húmedo paraguayo: evaluación y recomendaciones para su manejo. Tesis para el Máster de Restauración de Ecosistemas, Universidad de Alcalá, España.

Merenciano, A., Musálem, K., Laino, R., Rey Benayas, J.M., Cruz-Alonso, V., El Raiss Cordero, Z., Brun Moreno, V., Chaparro, P., Valenzuela Lubián, A., González, J.D., Amarilla, S., Aranda, M.L., Enciso, C., 2018. Servicios ecosistémicos en el Chaco Húmedo Paraguayo: retos para el manejo basado en los ecosistemas. Ecosistemas 27 (2), 115-125.

Moreno, P., 2017. Anfibios terrestres en el Chaco Húmedo: Centro de Investigación del Chaco Americano (Presidente Hayes, Paraguay). Tesis de Biología, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

Perfecto, I., Vandermeer, J., 2008. Biodiversity conservation in tropical agroecosystems: a new conservation paradigm. Annals of the New York Academy of Sciences 1134, 173-200.

Peters, M., Herrero, M., Fisher, M., Erb, K., Rao, I., Subbarao, G., Castro, A., Arango, J., Chará, J., Murgueitio, E., Van der Hoek, R., Läderach, P., Hyman, G., Tapasco, J., Strassburg, B., Paul, B., Rincón, A., Schultze-Kraft, R., Fonte, S., Searchinger, T., 2013. Challenges and opportunities for improving eco-efficiency of tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions. Tropical Grasslands 1, 156-167.

Análisis del crecimiento volumétrico en un sistema silvopastoril con *Eucalyptus* spp. en la Colonia Volendam

Analysis of volumetric growth in a silvopastoral system with *Eucalyptus* spp. in the Volendam Colony

K. W. Blanch Oviedo; M.I.Díaz Lezcano; H. Moreno; N. Weichselberger

Centro de Investigación del Chaco Americano. Asunción, Paraguay
kevinblanch1912@gmail.com

Resumen

El sistema de producción silvopastoril es una alternativa para obtener pastura para ganado y una plantación forestal, con fines maderables en la misma unidad de producción. Sin embargo, es escasa la información del crecimiento volumétrico de *Eucalyptus spp*. en estos sistemas en Paraguay. El objetivo fue analizar el crecimiento volumétrico en un sistema silvopastoril con *Eucalyptus* spp. El estudio fue realizado en la Colonia Volendam, Distrito de Villa del Rosario, Departamento de San Pedro. Se estableció una parcela de 100 x 100 m (10.000 m^2), donde se colectaron datos de variables dasométricas como diámetro a la altura de pecho, altura comercial y altura total, también se caracterizó al componente animal. La parcela de sistema silvopastoril con híbridos de *Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla* estudiada tenía una densidad inicial de plantación de 620 plantas/ha con una distribución espacial de 7 m x 2,3 m, consociada con *Brachiaria brizantha*, a la edad de 4 años se realizó la medición de la parcela que en el momento de la medición la parcela se encontraba raleada en un 30% midiéndose así 398 individuos. El volumen comercial fue 24,18 m^3/ha y el volumen total fue 41 m^3/ha, el incremento medio anual fue de 10,24 m^3/ha/año. El componente animal del sistema silvopastoril está compuesto por 20 animales grandes y 10 terneras todos de la raza Brahman, la parcela tiene una superficie de 7 ha que está sometida a un régimen de pastoreo rotativo con fines de producción de carne.

Palabras clave: *Dasométricas, híbridos Eucalyptus spp., raleo, incremento medio anual, Brahman.*

Abstract

The silvopastoral production system is an alternative to obtain pasture for cattle and a forest plantation, with timber purposes in the same production unit. However, the information on the volumetric growth of Eucalyptus spp. in these systems in Paraguay. The objective was to analyze the volumetric

growth in a silvopastoral system with Eucalyptus spp. The study was conducted in Colonia Volendam, District of Villa del Rosario, Department of San Pedro. A plot of 100 x 100 m (10,000 m2) was established, where data from dasometric variables such as chest height diameter, commercial height and total height were collected, the animal component was also characterized. The silvopastoral system plot with hybrids of Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla studied had an initial planting density of 620 plants / ha with a spatial distribution of 7 mx 2.3 m, associated with Brachiaria brizantha, at the age of 4 years. the measurement of the plot that at the time of measurement the plot was 30% thinned thus measuring 398 individuals. The commercial volume was 24.18 m3 / ha and the total volume was 41 m3 / ha, the average annual increase was 10.24 m3 / ha / year. The animal component of the silvopastoral system is composed of 20 large animals and 10 calves all of the Brahman breed, the plot has an area of 7 ha that is subject to a regime of rotational grazing for meat production purposes.

Key words: *Dasometric, Eucalyptus spp. Hybrids, thinning, average annual increase, Brahman.*

Modelado de la Producción Forestal y Pastoril en un Bosque de Caldén en el Sur de la Provincia de Córdoba, Argentina

Modeling of Forest and Pastoral Production in a Forest of Caldén in the South of the Province of Córdoba, Argentina

M. J. Utello[1]; J. O. Plevich ; J. C. Tarico; S. I. Fiandino; M. A. De Maestri.

[1]Área Dasonomía, Depto de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía y Veterinaria.
Universidad Nacional de Río Cuarto.
Ruta Nacional 36, Km 601, Río Cuarto (5800). Cba Argentina.
mutello@ayv.unrc.edu.ar

Resumen

El siguiente trabajo tiene por objetivos estudiar la producción pastoril, en función de la cobertura boscosa de caldén, y proyectar el crecimiento del componente arbóreo fijando una curva de equilibrio que permita planificar las cortas. El estudio se realizó en bosques de caldén dentro de la Reserva Natural Provincial "Estancia Realicó", ubicada al sudoeste de la provincia de Córdoba. Para la caracterización del bosque se llevó a cabo un inventario forestal siguiendo los lineamientos del Primer Inventario Forestal Nacional. Luego se realizó una clasificación diamétrica, se estableció una curva de equilibrio y se proyectó a diez años el crecimiento del bosque a través de un modelo de clases diamétricas. Para determinar la biomasa forrajera se midió bajo y fuera la proyección de copas de la leñosa en dos tipos de bosques. Los resultados del componente herbáceo mostraron que el volumen forrajero en bosques abiertos no difiere bajo copa con respecto a la posición de plena luz. En bosque cerrado la producción bajo copa es significativamente inferior. La calidad siempre fue mayor bajo copas. En cuanto al componente forestal, en un lapso proyectado de 10 años, el silvicultor obtendría 7,45 pies maduros, lo que equivale a 6,86 m^3 ha^{-1} y representa el 8,76% del volumen total en pie. La remoción o aprovechamiento de estos árboles con fines maderables no debería afectar la estructura irregular del bosque, dado que las intervenciones no superarían el 20 % del volumen total.

Palabras clave: *Distribución diamétrica, estructura irregular, crecimiento, forraje, pastura*.

Abstract

The following work has as objectives to study the pastoral production, in function of the forest cover of caldén, and to project the growth of the arboreal component fixing an equilibrium curve that allows to plan the

cuttings. The study was conducted in caldén forests within the Provincial Natural Reserve "Estancia Realicó", located in the southwest of the province of Córdoba. For the characterization of the forest a forest inventory was carried out following the guidelines of the First National Forest Inventory. Then a diametric classification was made, an equilibrium curve was established and forest growth was projected at ten years through a model of diametric classes. To determine the forage biomass, the projection of the woody canopy in two types of forests was measured low and outside. The results of the herbaceous component showed that the forage volume in open forests does not differ under glass with respect to the full light position. In closed forest production under glass is significantly lower. The quality was always higher under the glasses. As for the forestry component, in a projected period of 10 years, the forester would obtain 7.45 mature feet, which is equivalent to 6.86 m^3 ha^{-1} and represents 8.76% of the total standing volume. The removal or use of these trees for timber purposes should not affect the forest's irregular structure, given that the interventions would not exceed 20% of the total volume.

Keywords: *Diametric distribution, irregular structure, growth, forage, pasture.*

Introducción

La actividad forestal en los caldenales se desarrolló fuertemente durante la primera mitad del siglo XX. En la actualidad la actividad forestal es marginal y la principal actividad económica desarrollada es la ganadería vacuna para la producción de carne, que utiliza en forma casi exclusiva los pastizales, y en segundo lugar la actividad apícola. Por lo general, el manejo ganadero en la región es extensivo, con cargas animales inadecuadas, falta de potreros, sin descansos estacionales que favorecen la invasión de leñosas, existiendo en muchas zonas sobrepastoreo todo el año (SAyDS, 2007).

En general, hay poca información confiable sobre costos e ingresos de explotaciones forestales y del manejo de los bosques nativos (SAyDS, 2008). Los estudios más recientes en bosque de caldén que abordan la dinámica de crecimiento y las tasas de regeneración, carecen de propuestas y modelos de ordenación que proyecten la evolución del vuelo forestal para su manejo y aprovechamiento (Dussart *et al* 1998; Bogino y Villalba 2008; Amieva-García *et al*. 2013). Además, casi la totalidad de los trabajos se centran en el componente herbáceo perdiendo de vista el valor del recurso forestal y las implicancias de este en el recurso forrajero (Gabutti, 1999; Morici 2009). Esto es una limitante para la promoción de este rubro económico, ya que los usuarios de los recursos piden y necesitan bases técnicas antes de implementar actividades económicas.

El siguiente trabajo tiene por objetivos estudiar la producción pastoril en términos de cantidad y calidad, en función de la cobertura boscosa y proyectar el crecimiento del componente arbóreo fijando una curva de equilibrio que permita planificar las cortas.

Materiales y métodos

La región donde se realizó el estudio se localiza al sudoeste de la provincia de Córdoba (34°54'25" S; 64°50'03" O) y se caracteriza como semiárida de régimen monzónico. Dispone de una precipitación media de 567 mm y una temperatura media de 18,5°C. Allí se encuentran bosques de Caldén con distinto grado de cobertura y conservación. La actividad principal en los bosques es el ganado bovino de cría.

Para la caracterización del bosque se realizó un inventario forestal siguiendo los lineamientos del Primer Inventario Forestal Nacional (PIFN) (SAyDS, 2007). Se realizaron 14 parcelas circulares de 500 m², con un radio de 12,62 m.

Para el cálculo de volumen, se recurrió a la función desarrollada por Cauchard (2009):

$$Va = 2{,}89421 * ga - 6{,}306998 * ga^{1{,}5} + 0{,}588971 * ga * h$$

Donde: *Va:* Volumen con corteza a punta fina de 5 cm en metros cúbicos; *ga:* área basal acumulada de todos los fustes del árbol en metros cuadrados; *h:* altura total.

Para la estimación de altura se ajustó una función local de altura:

$$h = \frac{10{,}94}{1 + 1{,}73 \times e^{-3{,}69 * DAP}}$$

Donde: *h*: altura total del árbol; *DAP*: diámetro a la altura de pecho.

La modelación del crecimiento fue realizada a través de un modelo de clases diamétricas, utilizando como base la distribución diamétrica inicial obtenida del inventario. Los modelos de clases diamétricas se usan para proyectar la distribución de los diámetros. Constituyen el método clásico para estimar el crecimiento y producción futura. El modelo asume que todos los árboles sobreviven en el período de proyección. Por consiguiente, al no incluir mortalidad, el periodo de modelación no superó los 10 años.

Silva (1989) se refiere a este método afirmando que la fracción de árboles que se mueve anualmente a lo largo de todo el intervalo de clases, debido al crecimiento diametral, puede ser estimada por un Indice de Crecimiento (IC), calculado por la siguiente fórmula:

$$IC = Id * P/a$$

Donde: IC: Índice de crecimiento; Id: Crecimiento periódico medio anual en diámetro de la clase; P: Número de años del período considerado; *a*: Amplitud de la clase de diámetro.

Para el cálculo del IC se emplearon los datos obtenidos en el trabajo de Bogino y Villalba (2008), donde se establecen el crecimiento radial y tiempos de rotación de *Prosopis caldenia* en el centro de la Argentina. Para este trabajo se tomaron los datos del sitio de estudio "El Liebral" que se encuentra a unos 60 km de distancia de las parcelas de muestreo, dentro del área de estudio.

Conociendo las existencias medias anuales en número de individuos por clase diamétrica y el IC, es posible calcular el número de años necesarios para que todos los pies de una clase pasen a la siguiente y proyectar la distribución diamétrica.

La curva de equilibrio han sido uno de los modelos biométricos más estudiados en el campo de las ciencias forestales. Fueron formulados a finales del siglo XIX por Gurnaud y De Liocourt, y a principios de este siglo por Bioley, Engler y Schaeffer (Madrigal, 1994). El modelo, o Ley de De Liocourt, permite establecer un modelo exponencial de distribución diamétrica del tipo:

$$N_i = N_{max}(1 + a)^{(D_{max} - D_i)/d}$$

Donde: *Ni*: Nº de pies de la clase i; *Di*: Diámetro medio de la clase i; *Nmax*: Nº de pies de la clase de diámetro máximo; *Dmax*: Diámetro medio de la clase de diámetro máximo; *d*: Intervalo de clases diamétricas.

La función exponencial puede transformarse en una función lineal que puede expresarse como:

$$Z = \beta_0 + \beta_1 * X_i$$

Donde *Z* es el número de pies para un valor área basimétrica (AB), el diámetro máximo (D) y el cociente de De Liocourt "q". Esta función transformada permite establecer relaciones que posibilitan calcular el

coeficiente β_1 para un valor de "q" elegido y de β_0 para una determinada área basal (para mayor detalle de las ecuaciones ver Araujo, 2014).

Para determinar la producción y calidad del estrato herbáceo se determinaron los siguientes tratamientos: bajo copa en bosque cerrado, entre copas en bosque cerrado, bajo copa en bosque abierto y entre copas en bosque abierto. Las situaciones de bosque cerrado presentaban en promedio 30 m^2 ha^{-1} de AB y se encontraron pocos intersticios de espacio sin proyección de copas. Los bosques abiertos presentaron en promedio 10 m^2 ha^{-1} de AB. Se recolectaron un total de 61 muestras de 0,25 m^2. La biomasa recolectada se llevó a estufa de aire forzado hasta peso constate, luego se identificó y se realizó un análisis de calidad (análisis de pastura NIRS CVAS) por tratamiento.

Para el ajuste de los modelos de regresión y los análisis de la varianza, se empleó el software estadístico Infostat (Di Rienzo, 2017).

Resultados y discusión

El primer objetivo de este estudio fue evaluar la producción del estrato herbáceo en relación a la presencia de la leñosa. Para profundizar en el análisis se probó la interacción entre la posición (respecto a la copa) y el tipo de bosque. Los resultados se expresan en la tabla 1.

Tabla 1. Producción de Materia seca área total (MS) y resumen de los principales indicadores de calidad de las pasturas (análisis NIRS) en las cuatro situaciones estudiadas.

Tipo de bosque	Posición	M. Seca (kg/ha)	Proteína Cruda (%)	Digesti-bilidad FDN (%)	TND (%MS)	CarboH. No Fibrosos (%MS)	Valor Relativo de Forraje
Abierto	Bajo copas	2922,8 a	13,3	38,2	52,7	18,3	88
Abierto	Entre copas	2732,4 a	11,3	32,2	52,0	17,7	79
Cerrado	Entre copas	2435,6 a	13,5	44,2	53,5	10,1	83
Cerrado	Bajo copas	1666 b	14,5	48,5	55,3	17,1	91

Solo bajo las copas, en el bosque cerrado, la producción de la herbácea cae significativamente. Esto nos lleva a pensar que, tal vez en el bosque abierto los niveles de sombra o competencia por agua no son tan marcados y por lo

tanto la producción no difiere bajo o fuera de la proyección de copas. Si bien la radiación fotosintéticamente activa bajo el dosel de la leñosa no se midió, muchos autores y para diferentes especies, encuentran que el límite para la producción de forraje ronda el 70% de la interceptación de la radiación (Schlichter, 1999; Fernández *ET AL*., 2002). Esto permite deducir que en ese sector la disminución de la radiación no supera dicho umbral. Esto también concuerda con lo encontrado por Peri *ET AL.* (2005) con 50% de cobertura en zonas semiáridas y también por lo encontrado por Carranza y Ledesma (2005), en el Chaco árido.

Se observa una tendencia en la mejora de la calidad del forraje bajo copa, tanto en bosque abierto, como en cerrado. Esto se debe a un cambio en las comunidades vegetales que allí crecen. La de mayor calidad fue la posición bajo copa en bosque cerrado. Estas muestras estaban integradas por un 40% de *Setaria leucopila*, un 50% de *Bromus brevis* y menos del 10% de *Stipa hyalina*. Gaggiotti *ET AL*. (1996) determinaron en forrajeras del género *Bromus* una digestibilidad de hasta el 77%. Por ende, la presencia de *B. brevis* bajo el dosel de los árboles tendería a mejorar la calidad forrajera. En bosque cerrado, fuera de la proyección de copas, las muestras estuvieron integradas por un 50% de *Setaria leucopila* y un 50% de *Stipa hyalina*; no se encontró *Bromus brevis*.

En el bosque abierto bajo la proyección de copas, las muestras estuvieron integradas por un 10% de *Setaria leucopila*, un 10% de *Bromus brevis*, un 10% de *Stipa tenuissima* y un 70% de *Carex sororia*. En la posición de bosque abierto entre copas, las muestras estaban integradas por un 10% de *Stipa brachychaeta*, un 20% de *Setaria leucopila* y un 80% de *Cyperus cayennensis*. Esta última situación fue la de menor calidad, tal vez por la presencia de *S. brachychaeta y C. cayennensis*, ambas de regular a baja digestibilidad. De todas maneras, la calidad de todas las comunidades está en valores aceptables en términos de valor relativo del forraje y proteína.

Los resultados del componente herbáceo nos hacen suponer que, para mantener los niveles de producción de biomasa forrajera al máximo, debería manejarse el estrato arbóreo en niveles de 10 a 15 $m^2\ ha^{-1}$ de AB, que fue el rango de valores de inventario en bosque abierto.

En la tabla 2 se pueden observar las diferencias entre la producción proyectada para el año 2029 y las correspondientes a la situación de equilibrio que se ha fijado como objetivo para orientar el manejo en el próximo período. La definición de la curva objetivo surge de la elección previa de un AB y un q. El valor de q se determinó por medio de un ajuste con valores de inventarios de bosques circundantes de mayor cobertura.

Los valores negativos (tabla 2) indican un déficit y los valores positivos el exceso con respecto a la curva balanceada que se ha determinado. Si se observa la figura 1, la distribución actual de AB por clase presenta ciertos baches que podrían comprometer la producción sostenida en el futuro. Por consiguiente, en este período se busca la recuperación de la estructura irregular con una mayor participación de pie jóvenes en la distribución.

Tabla 2: proyección del número de pies, AB y volumen total por hectárea. Los cálculos de la distribución ideal de pies, AB y volumen, son en base a un valor de q=1,46 y un AB total de 15 m²/ha. Diámetro máximo de corta 50 cm.

Clase (cm)	Frecuencia (N pies×ha^{-1})			Área basimétrica (m²×ha^{-1})			Volumen (m³×ha^{-1})		
	2029	Ideal	Diferencia	2029	Ideal	Diferencia	2029	Ideal	Diferencia
7,5	166,07	160,95	5,12	0,73	0,71	0,02	3,86	3,74	0,12
12,5	151,40	110,24	41,16	1,86	1,35	0,51	9,81	7,14	2,67
17,5	96,22	75,51	20,71	2,31	1,82	0,50	12,25	9,62	2,64
22,5	52,01	51,72	0,30	2,07	2,06	0,01	10,98	10,92	0,06
27,5	28,17	35,42	-7,25	1,67	2,10	-0,43	8,90	11,19	-2,29
32,5	18,08	24,26	-6,18	1,50	2,01	-0,51	7,97	10,69	-2,72
37,5	13,99	16,62	-2,63	1,55	1,84	-0,29	8,18	9,71	-1,54
42,5	12,70	11,38	1,31	1,80	1,61	0,19	9,46	8,48	0,98
47,5	7,45	7,80	-0,34	1,32	1,38	-0,06	6,86	7,18	-0,32

En el aprovechamiento uno cortaría una o dos clases llegando a un diámetro mínimo de corta de 40 a 45 cm. En la gran mayoría de los *Prosopis*, cuando el individuo alcanza ese DAP garantiza un buen desarrollo, capaz de producir abundantes semillas y un buen rendimiento en aserradero. Además, como lo plantea Bogino y Villalba (2008), entorno a ese diámetro el incremento corriente se cruza con el incremento medio estableciendo el momento óptimo de aprovechamiento desde el punto de vista forestal.

En cuanto a los valores positivos, que también quedan plasmados en la figura 1, representan un amento en la densidad en términos de AB con respecto a la distribución ideal. Por ejemplo, en la clase 17,5, se observa un incremento del 30% con respecto a la distribución ideal. Esto significa que, de no considerar el manejo de estos excedentes, llevará a un cierre del dosel, una disminución de los incrementos diamétricos y a una menor producción de pasto. Lo recomendable es proponer cortas de mejoramiento como: clareos, raleos, cortas de limpieza o sanitarias, que permitan hacer una selección de los individuos de futura cosecha.

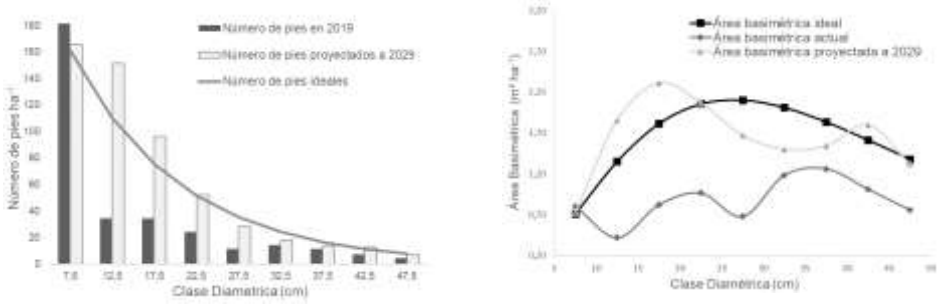


Figura 1. A la izquierda, se representa el numere de pies ha^{-1} y a la derecha el AB (m^2 ha^{-1}), ambos en función de la clase diamétrica (cm).

En síntesis, si el silvicultor opta por cortar la última clase, en el año 2029 obtendría 7,45 pies maduros que se encuentran en la clase de 47,5 cm, lo que equivale a 6,86 m^3 ha^{-1}. El volumen acumulado por todas las clases diamétricas es de 78,27 m^3 ha^{-1}, lo que significaría remover tan solo el 8,76% del volumen total en pie. En masas irregulares es recomendable no remover más del 20% (Araujo, 2014) para no tender a su regularidad y mantener la estructura de equilibrio.

Los valores de producción proyectados se encuentran en concomitancia con lo propuesto en la SAyDS (2006), donde en el distrito del caldén es posible obtener entre 0,5 y 0,8 m^3 ha^{-1} de incremento por año. Si multiplicamos estos valores por el periodo proyectado tenemos entre 5 y 8 m^3 ha^{-1}, lo que significa que los resultados de la simulación están dentro de los encontrado por otros autores en bosques de caldén.

Conclusiones

En relación al componente pastoril, se concluye que la presencia del árbol, hasta niveles de cobertura de 15 m^2 ha^{-1}, no genera disminuciones significativas en cuanto a su producción. Además, bajo la proyección de las copas, se evidencia un cambio en la composición del pastizal que se traduce en aumento en los parámetros de calidad del forraje.

En cuanto al componente forestal, se observó una distribución diamétrica desequilibrada, quizás a un aprovechamiento sin un criterio silvícola en determinadas épocas. La propuesta desarrollada arrojó resultados satisfactorios que permitirían sentar las bases técnicas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles donde se realice aprovechamiento forestal sustentable manteniendo y mejorando el actual sistema forrajero.

Agradecimientos

Deseo expresar mi profundo agradecimiento al Med Vet. Daniel Horacio Freires encargado del establecimiento y al Ing Agr. Emiliano Freires encargado del módulo experimental silvopostaril. Ambos, en todo momento, pusieron a disposición las instalaciones y los recursos económicos necesarios para los análisis de calidad del forraje. Además, hay que resaltar que, son los impulsores y encargados de llevar adelante una propuesta de aprovechamiento sustentable del pastizal natural. Sin la utilización de exóticas y sin la intervención mediante prácticas que destruyan la regeneración del estrato arbóreo, lo que posibilitaría avanzar con la metodología de ordenación de bosque irregular propuesta en este trabajo.

Referencias

Amieva-García, R., Dussart, E., Bogino, S., Leporati, J., 2013. Respuesta temprana del crecimiento de *Prosopis calde*nia y *Prosopis flexuosa* sometidos a raleos y podas en la provincia de la pampa. 4º Congreso forestal Argentino y Latinoamericano. Iguazú, Misiones, 23-29 septiembre 2013.

Araujo, P. A., y Iturre, M. C., 2014. Ordenamiento de Masas Irregulares. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. E-Book ISBN 978-987-1676-39-2.

Balzarini, M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A. y Robledo C.W., 2017. Infostat. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.

Bogino, S., Villalba, R., 2008. Radial growth and biological rotation age of *Prosopis caldenia Burkart* in Central Argentina. Journal of Arid Environments 72:16-23.

Carranza, C. A., y Ledesma, M., 2005. Sistemas silvopastoriles en el Chaco Árido. IDIA XXI Forestales. Ed INTA. Año V Nº 8: 240-246 p.

Cauchard, L., Sbrancia R., Medina, A. y Rabino, A., 2009. Funciones de Volumen Total para *Prosopis caldenia*, Argentina. Quebracho Vol.17(1,2) (41-51).

Dussart, E., Lerner, P., Peinetti, R., 1998. Long term dynamics or two populations on Prosopis caldenia Burkart. Journal of Range Management 51:685-691.

Fernández, M.E., Gyenge, J. E., Dalla Salda, G., and Schlichter, T., 2002. Silvopastoral systems in NW Patagonia: I. Growth and photosynthesis of *Stipa speciosa* under different levels of *Pinus ponderosa* cover. Agroforestry Systems. 55:27-35.

Gabutti, E. G., Privitello, M. J. L., Maidana, M. A., y Harrison, R. U., 1999. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 7(1):1-8. Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico-Sociales, Universidad Nacional de San Luis. Actas III Congreso Latinoamericano de Ecología en Mérida, Venezuela, 1995.

Gaggiotti, M., Del C., Romero, L. A., Bruno, O. A., Comeron, E. A. y Quaino, O. R. 1996. Tabla de composición química de alimentos. II - Forrajes verdes. INTA. Centro Regional Santa Fe. EEA Rafaela.

Lell, J. 2004. El Caldenal: una visión panorámica del mismo enfatizando en su uso. En: Arturi, M., Frangi, J., Goya, J., Ecología y manejo de los bosques de Argentina, UNLP, CD-Room.

Madrigal Collazo, A., 1994. Ordenación de montes arbolados. ICONA, Madrid. 375 p.

Morici, E., Doménech-García, V., Gómez-Castro, G., Kin, A., Saenz, A., Rabotnikof, C., 2009. Diferencias estructurales entre parches de pastizal del caldenal y su influencia sobre el banco de semillas, en la provincia de la pampa, argentina. Agrociencia 43: 529-537.

Peri, P. L., 2005. Sistemas Silvopastoriles en Ñirantales. IDIA XXI Forestal. Año V. Nº 8: 255-259 p.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación Argentina, 2008. Prácticas forestales en los bosques nativos de la República Argentina. Ecorregión Forestal Espinal. Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Proyecto Manejo Sustentable de los Recursos Naturales (BIRF 7520-AR – PNUD 08/008). Componente Bosques Nativos y su Biodiversidad.

Secretaría de Ambiente y desarrollo Sustentable de la Nación Argentina. 2007. Primer inventario nacional de bosques nativos. Segunda etapa, inventario de campo de la región del Espinal: Distritos del Caldén y Ñandubay. Buenos Aires, Argentina.

Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 2006. Primer inventario Nacional de Bosques nativos. Manual de campo, Distrito del Caldén y Ñandubay

Silva, J. N. M., 1989. "The behaviour of the tropical rain forest of the brasilian amazon after logging". Green College, Oxford, Oxford Forestry Institute. Department of Plant Sciences. University of Oxford. (Tesis Ph. D.) 119 p.

Schlichter, T., 1999. Desarrollo de sistemas silvopastoriles en base a plantaciones de *Pinus spp.* En: www.inta.gob.ar/bariloche/nqn/forestal/publica/10.pdf.

Caracterización física - química y retención de carbono en suelo de sistemas silvopastoriles como estrategia de recuperación de praderas, región Amazonas – Perú

Physical - Chemical characterization and carbon sequestration in soil of silvopastoral systems as a strategy to recover pastures, Amazonas region – Peru

Vásquez, H.[1]; Wilmer, B.[2]; Gómez, C.[3]; Valqui, L, [2]; Castillo, M. [4]; Alegre, J. [3] y Maicelo, J.[1]*

[1] Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú. 15001.
[2] Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú. 01001.
[3] Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.15001.
[4] Crop and Soil Sci. Dep., North Carolina State University, Raleigh, USA. 27695.
[*] hvasquez@untrm.edu.pe

Resumen

El objetivo fue evaluar las características físico-químicas y retención de carbono en suelo de cuatro sistemas silvopastoriles (SSP) establecidos con aliso (*Alnus acuminata*), pino (*Pinus patula*), ciprés (*Cupressus macrocarpa*), pona (*Ceroxylum quindiuense*) y el sistema sin árboles (SSA) en el distrito de Molinopampa, región Amazonas, como estrategia para recuperar y mejorar praderas degradadas. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con 15 unidades experimentales (UE) (5 tratamientos y 3 repeticiones). Las UE fueron muestreadas a dos profundidades 0-15 y 15-30 cm, midiéndose el pH, conductividad eléctrica (dS/M), materia orgánica (%), fósforo (ppm), potasio (ppm), capacidad de intercambio catiónico (meq/100g), porosidad (%), densidad aparente (gr/cm^3), resistencia mecánica (kg/cm^2) y carbono total (Tm/ha). Los resultados se evaluaron con un análisis de varianza (ANVA) (α = 0.05%), las diferencias entre tratamientos se analizaron mediante la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha \leq 0.05$). Las características químicas del suelo fueron similares en los SSP comparado con el SSA; presentando los SSP asociado con pino, mayor contenido de materia orgánica (9.99%), el ciprés fósforo (12.64 ppm) y potasio (382.33 ppm), y la pona con bajo pH (4.09). La resistencia mecánica fue mayor en el ciprés (2.623 kg/cm^2) y aliso (2.457 kg/cm^2) debido a la distribución de sus raíces superficiales. Obteniendo el sistema con pino mejores características de suelo y mayor retención de carbono (149.05 Tm/ha), seguido por el SSA (129.61 Tm/ha); así mismo, la mayor reserva de carbono se encontró en los primeros 15 cm (74%) en todos los sistemas.

Palabras clave: *Materia orgánica, resistencia mecánica, sistema sin árboles, pino.*

Abstract

The objective was to evaluate the physical-chemical characteristics and carbon sequestration in soil of four silvopastoral systems (SPS) established with alder (*Alnus acuminata*), pine (*Pinus patula*), cypress (*Cupressus macrocarpa*), pona (*Ceroxylum quindiuense*) and the system without trees (SWT) in the district of Molinopampa, Amazonas región, as a strategy to recover and improve degraded grasslands. A completely randomized design (CRD) was used with 15 experimental units (EU) (5 treatments and 3 repetitions). The EUs were sampled at two depths 0-15 and 15-30 cm, measuring the pH, electrical conductivity (dS/M), organic matter (%), phosphorus (ppm), potassium (ppm), catión exchange capacity (meq/100g), porosity (%), bulk density (gr/cm^3), mechanical strength (kg/cm^2) and total carbon (Tm/ha). The results were evaluated with an analysis of variance (ANOVA) (α = 0.05%), the differences between treatments were analyzed with the multiple comparison test of Tukey ($\alpha \leq 0.05$). The chemical characteristics of the soil were similar in the SPS compared with the SWT; presenting the SPS associated with pine, higher conten of organic matter (9.99%); the cypress phosphorus (12.64 ppm) and potassium (382.33 ppm), and the pona with low pH (4.09). The mechanical resistance was greater in the cypress (2.623 kg/cm^2) and alder (2.457 kg/cm^2) due to the distribution of its superficial roots. Obtaining the system with pine better soil characteristics and greater carbon retention (149.05 Tm/ha), followed by the SSA (129.61 Tm/ha); likewise, the largest carbon reserve was found in the first 15 cm (74%) in all systems.

Key words: *Organic matter, mechanical resistance, treeless system, pine*.

Simposio C1 Especies forestales y forrajeras estratégicas para Sistemas Silvopastoriles: *Leucaena leucocephala* y otras especies de Leucaena

Sistemas silvopastoriles con *Leucaena diversifolia* en Colombia

J. F. Gutiérrez Solís[1]; B. Hincapié Carvajal[1]; J. Arango[1]; N. J. Vivas[2]; S. Morales[2]

[1]Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT, Km 17 recta Cali – Palmira
[2]Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias
j.arango@cgiar.org jf.gutierrez@ganso.com.co

Resumen

Ensayo 1. Evaluación de productividad animal bajo condiciones de suelos fértiles con *Leucaena diversifolia* ILRI 15551

Los estudios presentados tuvieron como objetivo evaluar el efecto de la leguminosa en los diferentes componentes del sistema, como el suelo, la productividad animal y el ambiente. Para lo cual se emplearon diferentes diseños experimentales. Se evaluaron estableció la gramínea *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, como monocultivo, de igual manera se sembraron las siguientes asociaciones: *Brachiariabrizantha* cv. Toledo + *Canavalia brasiliensis* y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo + *Canavalia brasiliensis* + *Leucaena diversifolia*, para un total de 9 parcelas experimentales en 3.0 hectareas. Los resultados permiten inferir en referencia a la productividad de la pradera, que los animales bajo las asociaciones (*B.brizantha* cv. Toledo + *C. brasiliensis, B. brizantha* cv. Toledo + *C. brasiliensis* + *L. diversifolia)* presentaron mayor productividad por unidad de área frente a los que solo pastorearon *B.brizantha* cv. Toledo, con 554, 526 y 371 kg carne/ha/año respectivamente, siendo superior la productividad de las praderas en asociación. Estos resultados permiten inferir que este tipo de tecnologías forrajeras permite una reconversión de los sistemas ganaderos, aumentando su eficiencia y productividad, avanzando hacia sistemas ganaderos sostenibles.

Ensayo 2. Evaluación agronómica de cuatro leguminosas arbustivas como opciones para sistemas silvopastoriles, en cuatro sitios del valle geográfico del rio Patía, Cauca, Colombia.

Se evaluaron seis accesiones de leguminosas arbustivas provenientes del banco de germoplasma del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en cuatro localidades distribuidas en el Valle geográfico del río Patía, sur occidente de Colombia. Estableciéndose en campo bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Una vez establecidas y

luego de 16 semanas, se dio inició a las evaluaciones agronómicas con el fin de determinar el desempeño de estos materiales, para lo cual se midieron las variables: vigor, cobertura, altura, malezas, incidencia de plagas y enfermedades, floración y producción de forraje. Se realizaron dos evaluaciones agronómicas en épocas de máxima y mínima precipitación, se valoró la producción de forraje expresado en materia seca, así como su calidad nutricional. En conclusión, bajo las condiciones evaluadas estas leguminosas tienen potencial como especies forrajeras para ser consideradas como una opción al productor, ya que pueden producir biomasa en épocas críticas o adversas, además de presentar buena producción de semilla, manteniendo los niveles de proteína y calidad nutricional requeridos.

Palabras clave: *Tecnologías forrajeras, productividad, pastoreo, evaluación agronómica.*

Abstract

Trial 1. Evaluation of animal productivity under conditions of fertile soils with *Leucaena diversifolia* ILRI 15551

The studies presented aimed to assess the effect of legume on the different components of the system, such as soil, animal productivity and the environment. For which different experimental designs were used. Were established established grass *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, as a monoculture, similarly the following associations were planted: *Brachiaria brizantha* cv. Toledo + *Canavalia brasiliensis* and *Brachiaria brizantha* cv. Toledo + *Canavalia brasiliensis* + *Leucaena diversifolia*, for a total of 9 experimental plots in 3.0 hectares. The results allow to infer in reference to the productivity of the prairie, that the animals under the associations (*B. brizantha* cv. Toledo + *C. brasiliensis*, *B. brizantha* cv. Toledo + *C. brasiliensis* + *L. diversifolia*) presented higher productivity due to unit area in front of those who only pastored *B. brizantha* cv. Toledo, with 554, 526 and 371 kg meat/ha/year respectively, being higher the productivity of the grasslands in association. These results allow to infer that this type of forage technologies contribute to reconversion of livestock systems, increasing their efficiency and productivity, moving towards sustainable livestock systems.

Trial 2. Agronomic evaluation of four shrub legumes as options for silvopastoral systems, in four sites of the geographic valley of the Patía river, Cauca, Colombia.

Six accessions of shrub legumes from the germplasm bank of the International Center for Tropical Agriculture (CIAT) were evaluated in four locations distributed in the geographic valley of the Patia River, southern western Colombia. Settling in the field under a randomized complete block design with four repetitions. Once established and after 16 weeks, agronomic evaluations were initiated in order to determine the performance of these materials, for which the variables were measured: vigor, coverage, height, weeds, incidence of pests and diseases, flowering and forage production. Two agronomic evaluations were carried out in times of maximum and minimum rainfall, the production of fodder expressed in dry matter was assessed, as well as its nutritional quality. In conclusion, under the conditions evaluated these legumes have potential as forage species to be considered as an option to the producer, since they can produce biomass in critical or adverse times, in addition to presenting good seed production, maintaining protein levels and nutritional quality required

Keywords: *Forage technologies, productivity, grazing, agronomic evaluation.*

Introducción

La ganadería es una actividad de gran relevancia mundial, ya que ocupa 4.900 millones de hectáreas, y con 17 mil millones de cabezas de vacuno, representa un valor económico total de US $ 1,4 billones (FAO, 2013). La relevancia del sector en Colombia es similar, dado que la ganadería es la actividad agropecuaria es unos de los sectores con mayor participación al producto interno bruto, donde la ganadería representa un 53% del PIB pecuario, el 19,5% del total agropecuario y el 1,3% del PIB nacional (Fedegan-FNG, 2014). En la actualidad, 34,9 millones de hectáreas (32% del territorio nacional) se encuentran bajo pasturas, en las cuales pastorean cerca de 23,5 millones de cabezas, arrojando como media 0,67 unidades animales por hectárea. Este indicador, y los demás asociados a productividad reflejan la baja eficiencia de los sistemas de producción ganadera, sumado a la responsabilidad del sector en cuanto a emisiones donde según expertos es responsable del 14,5% de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GHG). Sin embargo, los expertos coinciden en que este sector presenta grandes oportunidades de mitigación, pues sólo mediante la aplicación de prácticas de producción más eficientes, las emisiones podrían ser efectivamente reducidas. Es ahí donde

las alternativas tecnológicas, como las asociaciones forrajeras mediante la incorporación de leguminosas herbáceas, arbustivas o arbóreas, son claves o relevantes, ya que mejoran la dieta animal tanto en cantidad como en calidad, permitiendo avanzar hacia un sistema de producción más sostenible y ecoeficiente.

Apuntando al propósito de reconversión de la ganadería, se espera devolver cerca de 10 millones de hectáreas para ser incorporadas bajo otros usos como agricultura y reforestación. Para lograrlo, es necesario transformar los sistemas de producción ganadera utilizando forrajes mejorados y sistemas de producción a base de forraje. El plan contempla también el establecimiento de sistemas de producción más respetuosos con el medio ambiente, tales como los sistemas silvopastoriles, que proporcionan varios beneficios para los diferentes componentes (suelos, plantas y animales) y diversos efectos positivos para el medio ambiente.

Las asociaciones forrajeras entre gramíneas y leguminosas, son una alternativa para enfrentar la estacionalidad en la oferta alimenticia de los sistemas ganaderos, por sus beneficios no solo en la producción de biomasa, sino en la calidad de la dieta y la productividad, al tiempo que se avanza hacia la sostenibilidad de la producción ganadera en el trópico americano contribuyendo de esta manera con la reducción del área bajo pastoreo planteado en los diferentes planes y proyectos de ganadería.

Ensayo 1. Evaluación de productividad animal bajo condiciones de suelos fértiles con *Leucaena diversifolia* ILRI 15551

Materiales y métodos

Los ensayos se realizaron en la sede del CIAT en Palmira, Valle del Cauca, Colombia, bajo coordenadas 3 ° 30'7 "N y 76 ° 21'22" W (altitud: 990 msnm, precipitación anual: 1.800 mm, temperatura media: 24 ° C). En cuanto al tipo de suelos se caracteriza y clasifican como Mollisoles.

Bajo un diseño de bloques completamente al azar, se sembraron tres tratamientos con tres repeticiones y se evaluaron las ganancias diarias de peso vivo en animales entre el año 2015y 2016; (T1) gramínea *Brachiaria brizantha* cv. Toledo como monocultivo, (T2) *Brachiaria brizantha* cv. Toledo asociado con la leguminosa herbácea *Canavalia brasiliensis*, y (T3) *Brachiaria brizantha* cv. Toledo asociado con *Canavalia brasiliensis* y *Leucaena diversifolia*.

Obteniendo un ensayo con un total de 9 parcelas experimentales en 3 hectáreas. Una vez establecidos los forrajes, se dio inicio al pastoreo

rotacional con 15 animales Cebú comercial machos, cinco por tratamiento, con un peso vivo promedio inicial de 200 kg donde se obtuvieron datos para estimar las ganancias diarias de peso vivo de acuerdo a cada tratamiento. Antes de ingresar los animales a cada parcela, se cuantificó la disponibilidad de forraje verde con el fin de calcular y ajustar los períodos de pastoreo (días de ocupación y descanso). De acuerdo con estos resultados, el período de ocupación promedio aplicado en este ensayo fue de 21 días y el período de descanso promedio de 56 días, teniendo en cuenta que se subdividió cada rotación con cinta eléctrica lo cual permitió realizar un uso eficiente del forraje.

Resultados y discusión

Las mayores ganancias de peso vivo fueron las obtenidas por los animales que pastorearon *B. brizantha* cv. Toledo + *C. brasiliensis* (T2) alcanzando 380 g/día, más de 125 g que los animales que consumen *B. brizantha* cv. Toledo como monocultivo (T1). En cuanto a la productividad por área, los animales que pastoreaban asociaciones gramínea-leguminosa (T2 y T3) presentaron mayores ganancias de peso vivo por hectárea que las que pastoreaban *B. brizantha* cv. Toledo como monocultivo (T1): 554 (T2) y 526 (T3) kg/ha/año frente a 371 kg / ha/año (T1) (Figura 1). El mejor desempeño de las asociaciones podría ser el resultado de la mayor disponibilidad de piensos tanto en cantidad como en calidad.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a los obtenidos por Gaviria *et al*. (2012), quienes encontraron que los animales pastando en sistemas silvopastoriles con asociaciones de forraje mejoradas (*Panicum maximum* y *Cynodon plectostachyus*) alcanzaron 1,8 a 2,4 veces el nivel de producción normalmente obtenido con monocultivos de forrajes mejorados. En términos de productividad por área, también describen resultados similares para forrajes mejorados como el monocultivo (341.6 kg/ha/año), también lo reportan Cuadrado y colaboradores (2004) (359 kg/ha/año para *B. brizantha* cv. Toledo como monocultivo). A su vez para los sistemas silvopastoriles intensivos (utilizando *Leucaena leucocephala*), Gaviria *et al*. (2012) evidencia superior productividad por unidad de área (609-827 kg/ha/año) respecto al presente ensayo y sus respectivos tratamientos T2 y T3. Según Peters *et al*. (2011), *B. brizantha* cv. Toledo puede producir entre 540 y 840 kg de carne por hectárea y año, aplicando una densidad de hasta 3 animales por hectárea, dependiendo si se emplea solo o en asociación de leguminosas tropicales. El potencial de productividad del material es similar al descrito en nuestro ensayo T2 (554 kg/ha/año). También Lascano *et al*. (2002) reportan resultados similares para animales

pastando *Brachiaria brizantha* cv. Toledo como monocultivo y asociaciones con *Pueraria phaseoloides*, obteniendo una productividad animal de 184 kg / ha / año para el monocultivo, respectivamente 406 kg/ha/año para la asociación. Nuestros resultados, especialmente cuando se comparan con estudios previos, reflejan los efectos positivos de las asociaciones de forraje de leguminosas en la productividad animal.

Ensayo 2. Evaluación agronómica de cuatro leguminosas arbustivas como opciones para sistemas silvopastoriles, en cuatro sitios del valle geográfico del rio Patía, Cauca, Colombia.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en el valle geográfico del Patía, ubicado en el municipio de Patía, al sur occidente del departamento del Cauca, 02º 28´ de latitud norte y 076º 33´ de longitud oeste a una altitud de 608 m.s.n.m. y una temperatura promedio de 30 ºC (Alcaldia Municipal de Patía Cauca, 2012).

Resultados y discusión

La variable producción de forraje en materia seca, es sin duda la variable que resume el desempeño y adaptación de los materiales. De acuerdo a los resultados obtenidos en la ANDEVA y luego de realizar la prueba de promedios de Duncan ($Pr<0.05$).

Teniendo en cuenta la interacción genotipo/ambiente en cada localidad el comportamiento de *L. diversifolia* CIAT 21242 e ILRI 15551 fueron los materiales de mejor desempeño con 6.7 y 13.4 t MS/ha/año. Mientras en el caso de la *L. leucocephala* CIAT 17263 en las localidades Guachicono y California presentaron una producción promedio de 6.8 y 9.9 t MS/ha/año, a su vez la producción de la accesión CIAT 21888 fue de 8.8 y 7.7 t MS/ha/año, respectivamente.

Bajo las condiciones de California es de señalar que los mejores materiales teniendo en cuenta los valores poblacionales promedios obtenidos luego de la prueba de promedios de Duncan ($Pr<0.05$), indicó que las accesiones de *L. leucocephala* CIAT 17263 y 21888 presentaron rendimientos de forrajes en toneladas de materia seca de 9.9 y 7.7, respectivamente. Valores que se encuentran dentro del rango de productividad reportado por (Peters, Franco, Schmidt, & Hincapié, 2011) de 7 a 25 t de MS/ha.

A su vez el rendimiento fue similar en Guachicono donde se obtuvieron producciones de 8.8 y 6.8 para la accesión CIAT 21888 y 17263,

respectivamente. Productividades cercanas a las encontradas por (Casanova-Lugo, *et al*., 2014) bajo condiciones de suelos ácidos en Veracruz, México. Donde evaluaron 20 accesiones de Leucaena entre ellas la accesión CIAT 17263, con la cual se obtuvieron rendimientos de 8.3 t MS/ha/año al llevar la producción promedio por planta en gramos de materia seca al arreglo de banco forrajero con una densidad de 10.000 plantas/ha.

Sin embargo, bajo las condiciones de la localidad el Porvenir y La Torre, los rendimientos obtenidos alcanzaron 2.1 y 1.9 t MS/ha/año para CIAT 21888 y CIAT 17263, respectivamente. Y en la Torre 4.2 y 2.9 para CIAT 21888 y 17263, respectivamente. Valores inferiores a los reportados por (Peters *et al*., 2011), pero cercanos a los obtenidos por (Casanova-Lugo *et al*., 2014) de 3.4 t MS/ha bajo condiciones de trópico seco en la península de Yucatán, México.

Conclusiones

¿Las asociaciones de forraje entre leguminosas y gramíneas? pueden ser una opción valiosa para los productores de ganado en los trópicos americanos para lograr mayores niveles de productividad al tiempo que logran aumentar la resiliencia a las cambiantes condiciones ambientales. Mediante la aplicación de estas asociaciones, los productores pecuarios pueden contribuir a una intensificación sostenible de los sistemas de producción ganadera produciendo más carne por unidad de superficie. Esto a su vez puede establecer áreas libres que puedan ser utilizadas para la reforestación u otros fines agrícolas. Con ello, las asociaciones de forraje de leguminosas forrajeras pueden contribuir fuertemente al cumplimiento de los planes, metas y estrategias nacionales de sostenibilidad y mitigación de emisiones de acuerdo a los compromisos adquiridos a nivel internacional.

Este tipo de tecnologías pueden convertirse en una opción o alternativa para la reconversión ganadera siempre y cuando se sensibilice y dé a conocer al productor las ventajas y beneficios que este tipo de alternativas puede brindarle. Que si bien hay que hacer un ejercicio financiero al contar con un aspecto clave, como lo es la intensificación al tiempo que se tiene una producción sostenible.

Agradecimientos

Estos trabajos se realizaron como parte del Programa de Investigación del CGIAR sobre Ganadería y Pesca y como parte del Programa de Investigación sobre Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS) del

GCIAI, que es una asociación estratégica del GCIAI y la Tierra del Futuro. Agradecemos a todos los donantes que apoyan globalmente nuestro trabajo a través de sus contribuciones al sistema CGIAR. Así como bajo el programa de investigación “Desarrollo y uso de recursos forrajeros en sistemas sostenibles de producción bovina para el departamento del Cauca” así como del proyecto “Investigación del uso de especies forrajeras y no forrajeras multipropósito en sistemas de pequeños y medianos productores de carne en los municipios de Patía y Mercaderes, Cauca’’. Financiado por el fondo de ciencia y tecnología del sistema general de regalías (SGR), ejecutado por la gobernación del Cauca mediante la Universidad del Cauca y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Bibliografía

Alcaldia Municipal de Patía Cauca. (2012). Plan de Desarrollo Municipal de Patía Cauca 2012 – 2015, 156. Retrieved from http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos PDF/patia-pd-2012-2015.pdf

Casanova-Lugo, F., Petit-Aldana, J., Solorio-Sánchez, F. J., Parsons, D., & Ramírez-Avilés, L. (2014). Forage yield and quality of Leucaena leucocephala and Guazuma ulmifolia in mixed and pure fodder banks systems in Yucatan, Mexico. *Agroforestry Systems*, *88*(1), 29–39. https://doi.org/10.1007/s10457-013-9652-7

CENSO-BOVINO-2017. (2017).

CUADRADO, H., TORREGROZA, L., & JIMENEZ, N. (2004). De cuatro especies de gramíneas del género Brachiaria comparation under grazing condition of four species of genus *Brachiaria*. MVZ-Córdoba 2004; 9:(2), 439-444.

DANE. (2015). *Resultados del 3er Censo Nacional Agropecuario*.

FAO (2013). Tackling Climate through Livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities. A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities. FAO, Rome.

FEDEGAN (2006). Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019 - Por una ganadería moderna y solidaria. *PEGA2019, Fedegan*, *1*, 296. https://doi.org/978-958-98018-1-9

FEDEGAN-FNG (2014). *Plan De Desarrollo Ganadero 2014 - 2019*. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

GAVIRIA, X., SOSSA, C., MONTOYA, C., CHARA, J., LOPERA, J., CORDOBA, C., & BARAHONNA, R. (2012). Producción de Carne Bovina en Sistemas Silvopastoriles Intensivos en el Trópico Bajo Colombiano. Conference Paper. VII Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible, At Belem, Brasil.

Lascano Carlos, Rincón Alvaro, Plazas Camilo, Avila Patricia, Bueno Guillermo, A. P. (2002). *Cultivar Veranera* (Alberto Ra). Villavicencio. Retrieved from http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/cratyllia_argentea_cv_veranera.pdf

LASCANO, C., PLAZAS, C., & PEREZ, O. (2002). Pasto Toledo (Brachiaria brizantha CIAT 26110) Graminea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganaderia colombiana.Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA); Cali, CO: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Villavicencio, CO. 18 p.

Peters, M., Franco, L. H., Schmidt, A., & Hincapié, B. (2011). Especies forrajeras Multipropósito: Opciones para productores del trópico Americano. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*, 212. Retrieved from http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Forrajes_Tropicales/pdf/Books/EspeciesForrajerasMultiproposito Tropico Americano.pdf

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2012). Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi, *1*(514), 1–2.

Toledo, J. M. (1982). *Manual para la evaluacion Agronomica RIEPT*. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)* (José M. To). Cali, Colombia.

Vivas, N. (2005). Evaluación agronómica de 137 accesiones de, 88xxxx. Retrieved from http://www.bdigital.unal.edu.co/6583/1/nelsojosevivasquila.2005.pdf

Desarrollo de estudios integrales con leucaena en sistemas silvopastoriles en Cuba

Tomás E. Ruiz [1], Gustavo J. Febles [1], Emilio Castillo [1], Leonel Simón [2], Luis Lamela [2], Ismael Hernández [2,] Humberto Jordán [1], Juana L. Galindo [1], Bertha B. Chongo [1], Denia C. Delgado [1], Gustavo Jacinto Crespo [1], Nurys Valenciaga [1], Orestes La O [1], Jatnel Alonso [1], Delia M. Cino[1], Sandra Lok[1], Francisco Reyes [2], Marcos Esperance [2], Jesús Iglesias [2], Marta Hernández [2], Tania Sánchez [2], Arístides Pérez [2] y Mildrey Soca [2]

[1]Instituto de Ciencia Animal, MES
[2]Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", MES
teruizv@ica.co.cu

Este material es el producto de un conjunto de investigaciones llevadas a cabo por esta Institución de **carácter tecnológico y multidisciplinario** que propiciaron el desarrollo del conocimiento en relación con la utilización de los árboles y arbustos en sistemas silvopastoriles en nuestras condiciones. Los elementos contenidos abordan un grupo de **conceptos tanto de carácter básico como aplicado** que aportan acerca de aspectos imprescindibles de cómo utilizar eficientemente estos sistemas. Las primeras investigaciones relacionadas con estas plantas comenzaron en 1979, mediante un conjunto de experimentos empleando diseños estadísticos convenientemente elaborados, y se estudió multidisciplinariamente la leguminosa arbórea *Leucaena leucocephala* en sistemas silvopastoriles ocupando el 100 % del área de pastoreo. Las investigaciones se relacionaron con evaluación de ecotipos y variedades, producción de semillas, aspectos agrotécnicos, mejoramiento del entorno, fisiología ruminal y producción animal. Este último aspecto comprendió la producción de biomasa y estudios con vacas lecheras, hembras en desarrollo, ceba, salud animal y el impacto en los sistemas productivos ganaderos. Este conjunto de investigaciones aportaron elementos de impacto científico-tecnológico que influyeron en la estabilidad, conocimiento y aprovechamiento de los sistemas silvopastoriles, intensificando la capacidad productiva de la tierra. Se integró y profundizó en aspectos esenciales del establecimiento para prolongar su vida productiva en función de la producción animal. El intercalamiento de especies de ciclo corto se destaca como un método eficaz para el control de malezas, incentivar la limpieza, mejorar el uso de la tierra, obtener una producción de granos y disminuir los costos de establecimiento. Los estudios de la suplementación proteico-energética a animales para obtener mayor eficiencia productiva permitieron realizar rectificaciones prácticas importantes al obtenerse una buena actividad ruminal. Se identificaron por primera vez en Cuba cepas de bacterias ruminales que degradan mimosina

y DHP. Los estudios sobre biomasa tuvieron influencia decisiva en la producción y estabilidad del comportamiento vegetal del sistema. Las investigaciones del entorno fueron integrales y aportaron en aspectos tales como la incorporación de la sombra y su efecto en la producción y calidad del pasto, reciclaje positivo de nutrientes, biología del suelo, equilibrio de la entomofauna y la poda como elemento del manejo. Los animales tuvieron buen comportamiento productivo y de salud al lograrse integración y estabilidad del sistema suelo-planta-animal. El análisis económico nos indica que se utiliza una menor cantidad de ingresos para cubrir gastos productivos, en que los gastos de alimentación fueron del 30 % y se alcanza una relación beneficio costo positiva. La introducción de la tecnología en áreas de producción produjo ahorro de concentrados, mejora en los indicadores de producción animal, condición corporal y disminución de los costos de producción, entre otros. En esta etapa algunos productores presentaron problemas con la limpieza del cultivo en fase de establecimiento, sobrepastoreo, manejo de praderas. No debe escapar en estos análisis aquellos relacionados con la falta de recursos económicos, así como necesidad de asistencia técnica sistemática en las primeras etapas de la transferencia tecnológica. Se impartió capacitación de forma sistemática a todos los recursos humanos del sector productivo que participaban en el proceso de introducción tecnológica. También se constituyó el Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la Ganadería, Indio Hatuey, Cuba para debatir entre productores y técnicos los avances y experiencia en esta disciplina. Se elaboraron libros, así como folletos y plegables. Igualmente se desarrollaron tesis de maestría, doctorado y diplomado. De aquí, que las producciones animales y de otro tipo derivados del sistema silvopastoril varían positivamente en el tiempo, en la medida en que se va consolidando la relación suelo/planta/animal. De esta relación no puede quedar excluido el papel interactuante y modificador desempeñado por el hombre con los elementos constitutivos antes señalados. Los resultados obtenidos nos indican que la presente tecnología es una opción para la ganadería en nuestro país, es por ello que se debe continuar trabajando en la aplicación de la misma en las zonas que sea posible en los próximos años.

Palabras clave*: Agrotécnia, mejoramiento del entorno, fisiología ruminal y producción animal*

Sistemas silvopastoriles con leucaena en Argentina

Alejandro Radrizzani

Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido,
Centro de Investigaciones Agropecuarias.
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA),
Leales, Tucumán, Argentina.
https://inta.gob.ar/iiacs/sobre-153000

Resumen

Leucaena leucocephala (leucaena) fue introducida en los sistemas de producción bovina en la región subtropical del norte argentino a finales de la década de 1960 y comienzos de los 70s. Sin embargo, esta leguminosa forrajera arbórea recién fue adoptada en mayor escala a partir del 2010 (5 décadas después), junto con la incorporación del 'paquete tecnológico australiano', también adoptado y adaptado previamente por productores de la región vecina del Chaco paraguayo. Este trabajo presenta la situación actual de los sistemas de producción bovina que utilizan leucaena en Argentina. En junio de 2018 se relevaron unas 2.400 ha (8 propiedades) de leucaena en sistemas silvopastoriles de bovinos de carne en la región del Chaco argentino. Al mismo tiempo, se identificaron y relevaron unas 10 ha (10 pequeños productores) con leucaena en bancos de proteína para alimentar vacas lecheras en el noreste argentino. En los sistemas silvopastoriles, la condición de leucaena fue calificada como excelente en la mayoría de los campos ubicados en áreas con precipitación anual de 750 a 1.350 mm/año, a excepción de una propiedad con mala condición de leucaena asociada a la baja precipitación (600 mm/año). En los bancos de proteína, la condición de leucaena fue valorada como excelente y buena en el 60% de los campos y fue mala en el 40% restante, atribuida a la falta de control de malezas y/o sobrepastoreo. La condición de las gramíneas fue buena en la mayoría de los sistemas, pero fue mala en 2 de los sistemas silvopastoriles donde se aplicó alta presión de pastoreo para evitar el crecimiento excesivo de leucaena. Si bien existe un gran potencial para el desarrollo de leucaena en Argentina, la expansión debe hacerse cuidadosamente, seleccionando solo aquellos sitios apropiados para su crecimiento, y aplicando prácticas de manejo adecuadas para reducir riesgos y costos de implantación, restringir la altura excesiva, aumentar la persistencia de las gramíneas, mejorar las estrategias de pastoreo y manejar los problemas de toxicidad por mimosina.

Palabras clave: *Banco de proteína, ganadería, bovinos de carne, bovinos de leche, leguminosas forrajeras arbóreas, región del Chaco, norte argentino.*

Introducción

El nitrógeno (N) es un elemento clave para los sistemas pastoriles y existe un gran potencial para aumentar la utilización de leguminosas forrajeras a medida que los sistemas ganaderos se van intensificando. En la región subtropical del norte argentino, la ganadería se alimenta principalmente con pasturas (gramíneas tropicales exóticas) y pastizales (gramíneas nativas), que son deficientes en proteína para la alimentación del ganado durante casi todo el año. Por otra parte, tanto el mercado de consumo interno como el de exportación, requieren carne producida en sistemas ganaderos donde los bovinos logran un aumento de peso diario constante durante los 12 meses del año, objetivo que es difícil de alcanzar sobre pasturas o pastizales en el norte argentino, sin una adecuada suplementación proteica y energética.

Aunque varias leguminosas forrajeras tropicales fueron evaluadas para solucionar la deficiencia de proteína de pasturas y pastizales, sólo *Leucaena leucocephala* (leucaena) se destacó sobre otras leguminosas perennes por su excelente potencial para incrementar la calidad del forraje y la producción animal en distintos ambientes y sistemas productivos. Resultados de ensayos experimentales que se han realizado desde la década del 80 a la actualidad por investigadores del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), comparando la productividad bovina con y sin utilización de leucaena en la dieta animal, evidencian que el suministro de leucaena permitió incrementar la productividad ganadera entre un 22% y 75% del aumento medio diario y entre un 75% y 195% de la producción de carne por hectárea, respecto a dietas sin leucaena (Radrizzani *et al*. 2019a). Otros beneficios de la introducción de leucaena, es la capacidad de secuestrar carbono (C) en profundidad del suelo, y al mismo tiempo incrementar el N disponible en el perfil superficial (Banegas *et al*. 2019) donde las gramíneas consociadas absorben agua y nutrientes.

Áreas apropiadas para la expansión de sistemas con leucaena están principalmente en zonas del Chaco semiárido y subhúmedo con precipitaciones medias anuales entre 700 y 1.200 mm, donde predominan campos medianos y grandes dedicados a la cría y ciclo completo de bovinos de carne. En esta región, leucaena tiene potencial para duplicar la productividad ganadera (Radrizzani y Nasca 2014) y además puede contribuir a reducir la dependencia de costosos suplementos proteicos para recría y terminación de bovinos. El noreste argentino también es una región con un enorme potencial para incrementar la producción de los sistemas bovinos con la incorporación de leucaena en la dieta animal, particularmente en los sistemas de pequeños productores de leche (Pachas *et al*. 2011).

A pesar del gran potencial de la utilización de leucaena para incrementar la producción forrajera y animal en áreas del norte argentino, se ha observado escasa adopción a gran escala de esta leguminosa forrajera arbórea en las últimas décadas (Radrizzani *et al*. 2019a). Este trabajo presenta la situación actual de los sistemas de producción animal que utilizan leucaena en la Argentina y las prioridades en investigación y desarrollo para aprovechar su potencial.

Situación actual de los sistemas silvopastoriles con leucaena

En mayo y junio de 2018, investigadores y extensionista del INTA identificaron la existencia de productores con leucaena en sus sistemas de producción bovina, y relevaron información sobre su localización, la forma de implantación, el manejo del pastoreo, la condición de leucaena y de las gramíneas consociadas, y las inquietudes de los productores respecto a sus sistemas de producción con esta leguminosa forrajera arbórea (Radrizzani *et al*. 2019b). Este relevamiento puede no haber incluido todos los productores que utilizan leucaena, dado que la adopción de leucaena no ha sido previamente documentada. Se relevaron 3 sistemas diferentes con leucaena: a) sistemas silvopastoriles (SPS), b) bancos de proteína (PB) y c) ensayos experimentales (ET), localizados en el norte argentino (Figura 1).

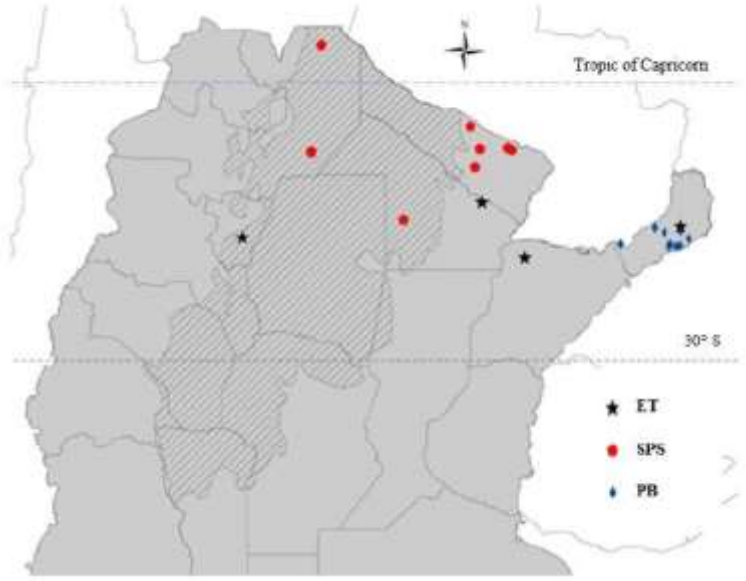


Figura 1. Sistemas ganaderos con leucaena relevados en Argentina en 2018: 8 sistemas silvopastoriles (SPS), 10 bancos de proteína (PB) y 4 ensayos en campos experimentales (ET). El área sombreada representa la región del Chaco semiárido.

a) Sistemas silvopastoriles

Ocho campos con leucaena implantada en líneas con pasturas de gramíneas tropicales entre las líneas fueron identificados y relevadas (Tabla 1). Estos están localizados en una zona subtropical con precipitación media anual de entre 600 a 1.350 mm, en las provincias de Salta, Chaco y Formosa, en la región del Chaco (Figura 1). Estos sistemas silvopastoriles fueron implantados entre diciembre de 2011 y enero de 2018 y ocupan una superficie de 2.379 ha (con un promedio de unas 300 ha por propiedad, en un rango que va desde 4 a 950 ha. Los suelos sobre los que se implantaron estos sistemas son suelos aptos para la agricultura y no presentaron limitaciones para leucaena. Los productores implantaron leucaena principalmente para mejorar la calidad del forraje y la producción de carne, y al mismo tiempo incrementar el contenido de N en el suelo derivado de la fijación biológica de la leguminosa, con el consecuente aumento de producción de la gramínea consociada y de la sustentabilidad del sistema. En todos los campos, leucaena fue sembrada en doble línea separadas alrededor de 1 m y con una distancia entre las dobles líneas de entre 5 a 10 m, con semilla del cultivar (cv.) Tarramba (K636 mejorada en Australia e importada a Argentina a través de Paraguay). Sólo en uno de los campos (número 4 en la Tabla 1), cv. Cunningham fue sembrado en parte del lote, y el cv. Tarramba en la otra parte. En 5 campos (63%), la semilla fue inoculada con rizobio específico provisto por el INTA, mientras que la semilla fue sembrada sin inoculante en las otras 3 propiedades. La gramínea más común entre las líneas de leucaena, fueron *Megathyrsus maximus* (4 pasturas con el cv. Gatton panic y 1 con el cv. Tanzania) y *Brachiaria brizantha* (cv. Marandú), mientras que otras especies utilizadas fueron *Dichanthium aristatum* y pastos nativos. Todos los sistemas silvopastoriles se manejaron con pastoreo rotativo, 6 con alta presión de pastoreo y los 2 restantes con muy alta carga (la presión de pastoreo se clasificó en 4 posibles niveles: baja, moderada, alta y muy alta). Los bovinos fueron inoculados con bacterias ruminales que degradaban mimosina importada de Paraguay (y previamente importadas desde Australia a Paraguay) en 5 campos, mientras que las otras 3 propiedades no inoculaban sus animales.

Tabla 1. Características de los sistemas silvopastoriles con leucaena relevados.

ID	Precip. anual (mm/año)	Superficie Leucaena (ha)	Implantación (mes y año)	Distancia entre líneas (m)	Inoculación de semilla	Gramínea consociada[1]	Inoculac. del ganado	Presión de pastoreo	Condición actual de leucaena	Condición actual de gramínea
1	750	588	Dic/11–Mar/14	5,5 (doble)	Si	Mm	Si	Muy alta	Excelente	Pobre
2	600	104	Feb/13	6 (doble)	Si	Mm	Si	Alta	Pobre	Buena
3	950	50	Oct/17	6 (doble)	No	Bb	No	Alta	Excelente	Buena
4	1.100	28	Mar/14	5 (doble)	Si	Nat – Mm	Si	Muy alta	Excelente	Pobre
5	1.350	650	Ene/17–18	8–10 (doble)	Si	Mm – Bb	Si	Alta	Excelente	Buena
6	1.150	950	Ene/15–16	10 (doble)	Si	Mm	Si	Alta	Excelente	Buena
7	1.000	4	Dic/11	5 (doble)	No	Bb – Da	No	Alta	Excelente	Buena
8	900	5	Dic/17	6 (doble)	No	Bb	No	Alta	Excelente	Buena

[1]Mm: *Megathyrsus maximus*. Bb: *Brachiaria brizantha*. Nat: pasto nativo. Da: *Dichanthium aristatum*

La condición de leucaena, basada en 4 niveles posibles (pobre, moderada, buena o excelente), fue calificada como excelente en la mayoría de los campos (7), mientras que la propiedad restante donde el crecimiento fue clasificada como pobre (ID número 2, Tabla 1), estaba ubicada en una zona de menor precipitación anual (600 mm/año) a las zonas de los otros 7 campos, y cabe destacar que 2 años después de la siembra (febrero de 2013), sólo el 50% de las plantas habían sobrevivido, a excepción de las pastes más bajas del lote donde se observaba mayor contenido de agua en el suelo que el resto del lote. Cabe destacar que el mismo productor que no logró una adecuada implantación de leucaena en este campo (ID número 2), si logró una excelente implantación en otra de sus propiedades ubicada en una zona con mayor precipitación anual (ID número 1, con 750 mm, Tabla 1) que este campo; consecuentemente, él atribuye la alta mortandad de plantas a la escasa precipitación anual de la zona donde está ubicado el campo (600 mm/año). La condición del pasto (con la misma escala de valuación que la de leucaena: pobre, moderada, buena y excelente), fue valorada como buena en 6 de las propiedades y como pobre en 2 campos donde la carga animal utilizada era muy alta (ID números 1 y 4, Tabla 1). Estos 2 productores informaron que habían utilizado alta presión de pastoreo para evitar que las plantas de leucaena crezcan a una altura tal que los animales no alcancen a ramonearla, y este manejo habría causado un sobrepastoreo de la gramínea asociada. Las dos preocupaciones principales

que manifestadas los productores respecto al manejo de estos sistemas silvopastoriles, fueron: el excesivo crecimiento en altura de las plantas de leucaena y la escasa persistencia de las gramíneas consociadas.

Este relevamiento indica que la reciente adopción a gran escala de leucaena en Argentina ha estado basada en la incorporación de tecnología desarrollada durante las últimas 2 décadas en el noreste de Australia, que incluye la escarificación mecánica de la semilla, el control de malezas con herbicidas selectivos, la mejora de técnicas de labranza, manejo del pastoreo y de los problemas de toxicidad causada por mimosina (Dalzell *et al*. 2006; Radrizzani *et al* 2010). Este "paquete tecnológico australiano", fue adoptado y adaptado previamente por la región vecina del Chaco Paraguayo, donde el área implantada se incrementó desde 20 ha en 2001 a alrededor de 10.000 ha en 2018 (Gratzle *et al*. 2019).

b) Bancos de proteína

Diez campos con bancos de leucaena que se utiliza como fuente proteica para la producción lechera y ocupan una superficie de 10 ha (1 ha/propiedad, con un rango entre 0,25 a 3 ha/propiedad), fueron identificados y relevados (Tabla 2). Estos están localizados en una zona subtropical con precipitación media anual de unos 1.650 mm, en la provincia de Misiones, en la región húmeda de la Mesopotamia, en el noreste argentino (Figura 1). Los suelos sobre los que se establecieron estos sistemas son de aptitud agrícola, sin limitaciones para el crecimiento de leucaena. Los productores introdujeron los bancos de leucaena principalmente para mejorar la calidad del forraje y la producción de leche, y al mismo tiempo incrementar el contenido de N del suelo. La mayoría de los productores sembraron la leucaena entre diciembre de 2010 y octubre de 2011, salvo uno de ellos que la implantó en el 2006. En contraste con los sistemas silvopastoriles, el "paquete tecnológico australiano" no se difundió entre los pequeños productores lecheros, quienes implantaron la leucaena en líneas simples separadas entre 1,5 a 2,5 m en todos los bancos de proteína, y con los cv. Cunningham y Peru. La semilla fue inoculada con rizobio específico provisto por el INTA casi en la totalidad de los sistemas (90%), superando la proporción de productores de la región del Chaco que inoculaban la semilla (63%), posiblemente por la alta respuesta a la inoculación lograda en el noreste argentino donde no se observaron cepas de rizobio nativo asociado a la presencia de porotos (frijoles) nativos como se ha observado en la región Chaqueña (Martinez-Romero 2009). La gramínea más difundida en consociación con las líneas de leucaena, fue *Axonopus catarinensis* (pasto jesuita gigante), mientras que otras especies que se encontraron en menor

proporción, fueron *Brachiaria brizantha* y *Cynodon nlemfluensis* (pasto estrella). Todos los bancos de proteína fueron pastoreados en forma rotativa, 8 bajo alta presión de pastoreo y los restantes 2 con muy alta carga. Los bovinos no fueron inoculados en ninguno de los sistemas.

Table 2. Características de los bancos de proteína relevados.

ID	Precip. anual (mm/año)	Superficie Leucaena (ha)	Implantación (mes y año)	Distancia entre líneas (m)	Inoculac. de semilla	Gramínea consociada[1]	Inoculac. del ganado	Presión de pastoreo	Condición actual de leucaena	Condición actual de gramínea
1	1.650	0,9	Dic/10	1,5 (simple)	Si	Ac	No	Alta	Buena	Buena
2	1.650	0,8	Jun/11	1,5 (simple)	Si	Ac	No	Muy alta	Buena	Moderada
3	1.650	3,0	Sep/11	1,5 (simple)	Si	Bb	No	Muy alta	Pobre	Buena
4	1.650	1,0	Oct/11	1,5 (simple)	Si	Ac	No	Alta	Pobre	Buena
5	1.650	0,5	Sep/11	1,5 (simple)	Si	Ac	No	Alta	Buena	Buena
6	1.650	0,5	Sep/11	1,5 (simple)	Si	Ac	No	Alta	Pobre	Buena
7	1.650	1,0	Sep/11	1,5 (simple)	Si	Ac	No	Alta	Buena	Buena
8	1.650	0,3	Oct/11	1,5 (simple)	Si	Ac	No	Alta	Excelente	Buena
9	1.650	0,8	Sep/11	2,5 (simple)	Si	Ac	No	Alta	Pobre	Buena
10	1.650	1,0	Oct/06	1,0 (simple)	No	Cn	No	Alta	Excelente	Buena

[1]Ac: *Axonopus catarinensis*. Bb: *Brachiaria brizantha*. Cn: *Cynodon nlemfuensis*.

La condición de leucaena fue excelente sólo en 2 campos, buena en 4 propiedades y pobre en los restantes 4 sistemas, que podrías estar asociada a la alta presencia de malezas y al sobrepastoreo. La condición de las gramíneas asociadas fue valorada como buena en la mayoría de los sistemas (90%), con la excepción de un productor que la calificó como moderada, condición que podría relacionarse con la muy alta presión de pastoreo impuesta al sistema (ID número 2, Tabla 2). Las dos principales preocupaciones que manifestaron los productores respecto al manejo de los bancos de proteína, fueron: las dificultades para lograr un manejo adecuado de la intensidad y frecuencia del pastoreo y el excesivo crecimiento en altura de las plantas de leucaena. Cabe destacar que los productores no están tan familiarizados con el manejo de leguminosas arbóreas como si lo están con el manejo de pasturas de gramíneas.

c) Ensayos experimentales

Los cuatro ensayos experimentales existentes en los campos experimentales del INTA fueron relevados (Tabla 3). El principal objetivo de estos ensayos fue evaluar la persistencia y el potencial productivo de leucaena en distintos ambientes y bajo diferentes prácticas de manejo y utilización. Además, algunos de estos ensayos se proponen determinar la capacidad de leucaena de aportar N al sistema, disminuir la emisión de metano entérico e incremental la captura de C en el perfil del suelo (Banegas *et al*. 2019). Los 4 experimentos ocupan una superficie total de 5,2 ha (promedio de 1,3 ha, en un rango entre 0,2 y 4 ha) y están ubicados en 4 campos experimentales del INTA (Figura 1): 1) Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Cerro Azul, ubicada en el centro de la provincia de Misiones, con una precipitación media anual de 1.650 mm; 2) EEA El Colorado, ubicada en el este de la provincia de Formosa, con una precipitación media anual de 1.150 mm; 3) Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido (IIACS), con su campo experimental en el sudeste de la provincia de Tucumán, donde la precipitación media anual es de 880 mm; y 4) EEA Corrientes, ubicada en el noroeste de la provincia de Corrientes con una precipitación media anual de 1.350 mm.

Tabla 3. Características de los ensayos experimentales del INTA: 1) EEA Cerro Azul, 2) EEA El Colorado, 3) IIACS sede Leales, y 4) EEA Corrientes.

ID	Precip. anual (mm/año)	Superficie Leucaena (ha)	Implantación (mes y año)	Distancia entre líneas (m)	Inoculación de semilla	Gramínea consociada[1]	Inoculac. del ganado	Presión de pastoreo	Condición actual de leucaena	Condición actual de gramínea
1	1.650	2,0	Oct/85	2 (simple)	No	Cn	No	Alta	Buena	Buena
2	1.150	0,8	Oct/01	8 (simple)	No	Cp - Bb	No	Muy alta	Excelente	Pobre
3	880	4,0	Dec/09	5 (doble)	Si	Bb - Cg	No	Muy alta	Excelente	Pobre
4	1.350	0,2	Oct/16	2–8 (doble)	No	Bb	No	Alta	Excelente	Buena

[1]Cn: *Cynodon nlemfuensis*. Cp: *Cenchrus purpureus.* Bb: *Brachiaria brizantha*. Cg: *Chloris gayana.*

Además de estos 4 ensayos experimentales, el INTA conserva en 2 campos experimentales (EEA Corrientes e IIACS, sede Leales) una colección de germoplasma en vivo, con accesiones de distintas especies y cv. de leucaena seleccionadas por su tolerancia al frío (Goldfarb y Casco 1998).

Necesidades de investigación y desarrollo

Para alcanzar el máximo beneficio de la utilización de leucaena en los sistemas de producción bovina en el norte argentino, aún quedan varios temas y desafíos que deben ser tenidos en cuenta, entre los que se destacan:

a) Alto riesgo y costo de implantación. Siendo muy susceptible a ataques de hormigas y predadores (ej. liebres y conejos), poco tolerante a la competencia de malezas y gramíneas consociadas, leucaena debe ser sembrada como un cultivo agrícola, utilizando técnicas avanzadas (ej. Siembra directa, uso de insecticidas y herbicidas selectivos. Además, la incertidumbre de recibir lluvias adecuadas en la región semiárida para lograr una adecuada implantación, demanda un alto esfuerzo para lograr una buena implantación. El costo de la siembra de leucaena, más la siembra de la gramínea asociada, más la escarificación e inoculación de la semilla, más la aplicación de insecticidas y herbicidas para evitar plagas y malezas, resulta en un costo total con un valor de casi el doble que la siembra de una pastura de gramíneas puras. Consecuentemente, la persistencia de productividad de leucaena por varios años es esencial para lograr durante varios años un adecuado retorno que permita compensar los altos gastos de la inversión inicial.

b) Inoculación de la semilla con cepas de rizobio adecuadas. La inoculación es necesaria en algunas zonas y conveniente en otras para promover el crecimiento vigoroso de leucaena. Rizobio nativo del noreste argentino es poco probable que genere nodulación efectiva con leucaena y consecuentemente fijará poco o nada de N. Sin embargo, no hay inoculante comercial disponible y solamente el INTA dispone y puede proveer cepas de rizobio a los productores que lo soliciten, situación que hace que sea vital preservar el funcionamiento del banco de cepas de rizobio del INTA. Este banco de cepas también proveerá rizobio para evaluar la efectividad y competitividad de distintas cepas en distintos ambientes del noreste y noroeste del país. Además, dado que uno de los objetivos de los productores es incrementar el contenido de N en el suelo con la introducción de leucaena en sus sistemas ganaderos, se requiere realizar nuevas investigaciones para determinar cuánto N leucaena realmente fija con diferentes cepas de rizobio bajo un rango de condiciones ambientales y diversas prácticas de manejo y pastoreo.

c) Excesivo crecimiento en altura de plantas de leucaena. Animales de gran tamaño (ej. toros, vacas y novillos de gran tamaño), controlan la altura de las plantas de leucaena mejor que los animales pequeños. Sin embargo, la mayor proporción de animales en los rodeos argentinos, es de animales de tamaño pequeño (ej. terneros, y vaquillonas en recría novillos en engorde). Más aún cuando el peso vivo de animales faenados es bajo (animales de 280

a 300 kg de peso vivo para el mercado interno) y sólo unos pocos animales del rodeo son de gran tamaño (ej. Vacas, toros y novillos para ciertos mercados de exportación). Cuando leucaena crece por encima de la altura de ramoneo, las plantas deben ser cortadas con máquinas podadoras, desmalezadoras o rolos cortadores, operación que genera gastos adicionales. En este contexto, el diseño y fabricación de maquinaria y técnicas de manejo adecuadas, son necesarias para controlar el excesivo crecimiento en altura de las plantas de leucaena.

d) Baja persistencia de gramíneas consociada. Este problema está asociado al del exceso de crecimiento en altura de las plantas, dado que cuando se aumenta la presión de pastoreo para controlar la altura de leucaena, el sobrepastoreo de las gramíneas consociadas puede ocurrir. La persistencia y productividad de la pastura necesita ser evaluada bajo diferentes manejos y regímenes de pastoreo. El manejo de las gramíneas en relación a la distribución de las líneas y la densidad de leucaena (distanciamiento entre líneas, líneas dobles o simples, cantidad de plantas por hectárea) y altura de las plantas, también necesita ser estudiado para ajustar criterios de manejo del componente pastura del sistema.

e) Interacciones entre la leucaena y las gramíneas. Relacionado al punto anterior, en la medida que se conozcan adecuadamente las interacciones de competencia y de beneficio mutuo entre leucaena y las gramíneas, tanto las que ocurren bajo como sobre la superficie del suelo, se podrá optimizar el diseño y manejo de este agro-ecosistema complejo y sujeto a alta variabilidad ambiental. Estudios de distribución de raíces junto a un mejor entendimiento sobre la eficiencia en el uso del agua del sistema bajo diferentes prácticas de manejo y regímenes de pastoreo, y distintas condiciones ambientales, aportaran información y criterios para promover una producción eficiente y estable en el tiempo.

f) Incremento de tolerancia al frío. En muchas zonas del norte argentino, el crecimiento de leucaena está restringido por el frío y la ocurrencia de heladas, que generalmente ocurren en el momento del año de mayor requerimiento del forraje de leucaena para aportar proteína a la dieta de los rumiantes. En la colección de accesiones de leucaena con tolerancia al frío seleccionada por el INTA, existen materiales promisorios para incrementar la disponibilidad de leucaena en invierno (Goldfarb y Casco 1998). Es necesario dar continuidad a las investigaciones que permitan evaluar estas y otras accesiones de leucaena bajo diferentes condiciones ambientales, manejo agronómico y sistemas de pastoreo. La implementación de un programa de mejoramiento basado en las 2 colecciones existentes en el INTA, que permita desarrollar nuevas variedades, cultivares e incluso

híbridos inter-específicos (ej. combinar la resistencia al frío de *L. retusa* y *L. greggii* con el vigor y el crecimiento durante la estación fresca de *L. pallida*, *L. diversifolia* y *L. trichandra* junto a la alta calidad de forraje de *L. leucocephala*, podría contribuir a disminuir el bache forrajero de invierno y extender la adaptación de esta leguminosa forrajera arbórea a zonas más frías en la Argentina.

g) Toxicidad en animales causada por mimosina. El desconocimiento de los problemas de toxicidad y la forma de evitarlos, ha limitado la adopción de leucaena en Argentina (Radrizzani *et al*. 2019). Los productores ignoran si sus animales están sufriendo las consecuencias subclínicas de la toxicidad. Es necesario clarificar los efectos sobre los rumiantes de la alimentación con distintas proporciones de leucaena en la dieta (Shelton *et al*. 2019) y al mismo tiempo mejorar las prácticas de manejo para evitar problemas (Halliday *et al*. 2018). También se deben implementar actividades de extensión para experimentar y difundir las técnicas recomendadas entre los productores.

h) Escasos fondos y programas de investigación y desarrollo. Para aumentar la adopción de leucaena en forma apropiada, los productores deben incrementar sus conocimientos y habilidades, si es posible involucrándose en el proceso de experimentación e incorporación de nuevas tecnologías en sus propiedades, e incluso participando en la priorización de actividades de investigación y desarrollo. El desarrollo de un programa de investigación y extensión participativo que incluya cursos de capacitación, experimentación y demostración en campos de productores, contribuiría a difundir y poner en manos de los productores, los conocimientos y las tecnologías disponibles para hacer un uso adecuado de leucaena en los sistemas de producción animal. Para lograr éxito, es necesario también que este programa tenga un enfoque flexible que permita la innovación de los productores y promueva que los conocimientos y recomendaciones se difundan entre productores vecinos, entre localidades y entre regiones.

Conclusiones

Si bien la utilización de leucaena recién comenzó a expandirse en 2010 en Argentina, aún existe un gran potencial para su adopción en el norte del país. Sin embargo, la expansión debe hacerse con cuidado y sabiduría, seleccionando sólo aquellos sitios agroecológicos aptos para su crecimiento, y utilizando técnicas de manejo apropiadas que permitan: reducir los riesgos y costos de implantación, controlar la altura excesiva de las plantas, aumentar la persistencia de las gramíneas consociadas, mejorar las estrategias de pastoreo, y evitar los problemas asociados a la toxicidad.

Aunque algún nivel de adopción pueda lograrse con relativamente baja intervención, la adopción de un sistema nuevo y complejo, tal como es el sistema silvopastoril con leucaena, requiere un sostenido apoyo desde el sector público y privado, a fin de lograr un real impacto productivo, socio-económico y ambiental, que permita mejorar la calidad de vida de los productores y las comunidades rurales de la región.

Bibliografía

Banegas NR; Corbella R; Virual E; Plasencia A; Roig B; Radrizzani A. 2019. *Leucaena leucocephala* introduction into a tropical pasture in the Chaco region of Argentina: Effects on soil carbon and total nitrogen. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales 7:295–302. doi: 10.17138/TGFT(7)295-302

Dalzell SA; Shelton HM; Mullen BF; Larsen PH; McLaughlin KG. 2006. Leucaena: A guide to establishment and manage-ment. Meat & Livestock Australia Ltd, Sydney, Australia.

Glatzle AF; Cabrera AN; Naegele The Late A; Klassen N. 2019. Leucaena feeding systems in Paraguay. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales 7:397–402. doi: 10.17138/TGFT(7)397-402

Goldfarb MC; Casco JF. 1998. Selection and agronomic characterisation of *Leucaena* spp. genotypes for cold tolerance. In: Shelton HM; Gutteridge RC; Mullen BF; Bray RA, eds. Leucaena – adaptation, quality and farming systems. Proceedings of a Workshop held in Hanoi, Vietnam, 9–14 February 1998. ACIAR Proceedings 86. ACIAR, Canberra, Australia. p. 172–173. purl.umn.edu/135197

Halliday MJ. 2018. Unravelling *Leucaena leucocephala* toxicity: Ruminant studies in eastern Indonesia and Australia. Ph.D. Thesis. The University of Queensland, Brisbane, Australia. doi: 10.14264/uql.2018.382

Pachas AN; Colcombet L; Fassola HE. 2011. Los sistemas silvopastoriles en Argentina. Oportunidades para pequeños productores de producción de leche en sistemas silvopastoriles en la provincia de Misiones, Argentina. In: Memorias, III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la ganadería sostenible del siglo XXI. Morelia y Tepalcatepec, Michoacán, Mexico, 2–3 marzo 2011. bit.ly/2KHUOOx

Radrizzani A; Dalzell SA; Kravchuk O; Shelton HM. 2010. A grazier survey of the long-term productivity of leucaena (*Leucaena leucocephala*)-grass pastures in Queensland. Animal Production Science 50:105–113. doi: 10.1071/AN09040

Radrizzani A; Nasca JA. 2014. The effect of *Leucaena leucocephala* on beef production and its toxicity in the Chaco Region of Argentina. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales 2:127–129. doi: 10.17138/TGFT(2)127-129

Radrizzani A; Pachas ANA; Gándara L; Goldfarb C; Perticari A; Lacorte S; Pueyo D. 2019a. Leucaena feeding systems in Argentina. I. Five decades of research and limitations for adoption. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales 7:381–388. doi: 10.17138/TGFT(7)381-388

Radrizzani A; Pachas ANA; Gándara L; Nenning F; Pueyo D. 2019b. Leucaena feeding systems in Argentina. II. Current uses and future research priorities. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales 7:389–396. doi: 10.17138/TGFT(7)389-396

Shelton HM; Graham LK, Dalzell SA. 2019. An update on leucaena toxicity: Is inoculation with *Synergistes jonesii* necessary? Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales 7:146–153. doi: 10.17138/tgft(7)146-153

Identificación y evaluación de ecotipos destacados de *Tithonia diversifolia* A. Gray para la producción en sistemas silvopastoriles en suelos ácidos de Colombia

Identification and evaluation of superior ecotypes of *Tithonia diversifolia* A. Gray for silvopastoral systems in acid soils in Colombia

J.E. Rivera[1]; J. Chará[1]; J.F. Gómez-Leyva[2]; T.E. Ruíz[3]; R. Barahona[4]

[1]Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria – CIPAV. Carrera 25 # 6 – 62 Cali, Colombia
[2]Laboratorio de Biología Molecular, TecNM-Instituto Tecnológico de Tlajomulco, México;
[3]Instituto de Ciencia Animal, Cuba;
[4]Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
jerivera@fun.cipav.org.co

Resumen

El apropiado uso de arbustivas en sistemas silvopastoriles, tiene un papel fundamental en el mejoramiento de la productividad y sostenibilidad de la empresa pecuaria, debido a esto la identificación y evaluación de ecotipos destacados debe ser el punto de partida para incrementar la eficiencia en la utilización de los recursos forrajeros. El objetivo del presente trabajo fue identificar y evaluar ecotipos de *Tithonia diversifolia* orientados a la producción bovina en suelos ácidos de Colombia. Se evaluaron siete ecotipos en un diseño de bloques completos al azar, desde el punto de vista agronómico, químico y de potencial forrajero, así como el efecto de la fertilización en el desempeño productivo de esta especie. Se encontraron diferencias entre los ecotipos en los parámetros agronómicos y de producción de nutrientes ($p < 0.05$), pero en los porcentajes de las variables químicas solo MS ($p = 0.012$) y fósforo ($p = 0.017$) tuvieron diferencias significativas. El uso de fertilizante a una tasa similar a la extracción de nutrientes tuvo efectos significativos en todos los parámetros evaluados ($p< 0.05$), incrementado la productividad en un 65%. Se concluye que existen diferencias en el desempeño agronómico y forrajero en ecotipos de *T. diversifolia* en suelos ácidos de Colombia, razón por la cual es posible identificar y seleccionar ecotipos superiores para la alimentación animal en sistemas silvopastoriles como los ecotipos 7 y 5 de este estudio.

Palabras clave: *Botón de oro; composición química; fertilización; rumiantes; variables agronómicas.*

Abstract

Proper implementation of shrubs in silvopastoral systems is a good practice to improve the productivity and sustainability in livestock systems, for this reason, the identification and evaluation of different ecotypes should be the first objective to increase efficiency in the utilization of forage species. The aim of this research was to evaluate and identify better ecotypes of *T. diversifolia* for cattle production in Colombian acid soils. Seven ecotypes were evaluated in a randomized complete block design for agronomic, chemical and forage potential traits with multivariate statistics, as well as the fertilization effect on the species production. We found significant differences in the agronomic parameters and nutrient production between ecotypes ($p < 0.05$), but in the chemical traits (g 100^{-1} DM) only dry matter (DM) ($p = 0.012$) and phosphorus ($p = 0.017$) had significant differences. The use of fertilizer at a similar rate of the nutrient extraction had a significant effect on each evaluated parameter ($p < 0.05$), increasing productivity around 65%. We conclude that there is a agronomic and forage performance differences in *T. diversifolia* ecotypes under different conditions of acid soils in Colombia, and is possible to identify and select superior ecotypes for animal feed in silvopastoral systems, such as 7 and 5 ecotypes evaluated in this research.

Keywords: *Agronomic characteristics; chemical composition; fertilization; Mexican sunflower; ruminants.*

Introducción

El uso de arbustivas como *Leucaena leucocephala, Guazuma ulmifolia, Cratylia argentea, Tithonia diversifolia,* entre otras como forraje en sistemas silvopastoriles, ha tomado importancia en los últimos años debido a su contribución productiva, económica y ambiental (Schultze-Kraft *ET AL.,* 2018). *T. diversifolia* comúnmente conocida como botón de oro, falso girasol o girasol mexicano, goza de una amplia adaptación edafoclimática, buena producción de biomasa y una calidad nutricional superior a la mayoría de las pasturas utilizadas en condiciones tropicales (Mauricio *ET AL.,* 2017). Esta arbustiva perenne, contiene bajos valores de fibra, alto contenido de nitrógeno y calcio, así como aceptables porcentajes de degradación y contenido de carbohidratos no estructurales (Mauricio *ET AL.,* 2017; Gallego-Castro *ET AL.,* 2017).

A pesar de contar con buenas características forrajeras, diferentes autores han encontrado que *T. diversifolia* tiene una amplia variedad fenotípica, la

cual favorecería la posibilidad de identificar ecotipos destacados para la producción en condiciones ambientales específicas, además de optimizar su uso (Ruiz *ET AL.,* 2013; Holguín *ET AL.,* 2015; Ruiz *ET AL.,* 2017; Rivera *ET AL.,* 2017). El objetivo del presente trabajo fue identificar y evaluar ecotipos de *T. diversifolia* desde el punto de vista agronómico y químico, orientados a la producción bovina en sistemas silvopastoriles en suelos ácidos de Colombia.

Materiales y métodos

Identificación y selección de ecotipos a evaluar

La selección de ecotipos de *T. diversifolia* se hizo a partir de los resultados reportados por Rivera *ET AL.,* (2017), quienes por medio de un análisis de agrupamiento tomando en cuenta la diversidad genética (UPGMA, por sus siglas en inglés: unweighted pair-group method), identificaron siete ecotipos de Colombia con potencial forrajero mediante un análisis multicriterio. La diversidad genética encontrada y el análisis de características agronómicas y químicas sirvieron de base para la selección de los ecotipos usados en este trabajo.

Sitio de estudio

Se establecieron 42 parcelas experimentales en el municipio de San Luis de Cubarral en el departamento del Meta (Colombia), a 3º47`18.68" N y 73º49`16.83" O. El sitio de trabajo se localiza a 530 msnm, cuenta con una precipitación media anual de 3800 mm, una temperatura promedio de 24.8ºC, una humedad relativa del 74% y una radiación solar media de 3.8 KWh/m^2. Las parcelas experimentales se establecieron en suelos ácidos (pH 4.7) con saturación de Al y Fe, con baja materia orgánica (1.35%), de textura franco-arcillo-arenoso y con una capacidad de intercambio catiónico efectiva de 3.35 meq/100g.

Establecimiento de parcelas experimentales

Se usaron plantas producidas en el laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Universidad Católica de Oriente (Rionegro, Antioquia- Colombia) a partir de una reproducción clonal por explantes. Cada una de las parcelas estuvo conformada por 36 plantas sembradas a una distancia de 0.8 x 0.8 m (30.35 m^2), y cada uno de los siete ecotipos evaluados fueron dispuestos en bloques completos al azar con tres repeticiones.

Todas las parcelas estuvieron bajo los mismos manejos agronómicos y actividades de siembra. Además, con el fin de conocer el efecto de la fertilización en cada una de las variables bajo estudio, fueron establecidas parcelas con un nivel de fertilización acorde a la extracción esperada de

nutrientes de *T. diversifolia,* donde se ha calculado que plantas con una edad de 40 días extraen: 8.26 g de nitrógeno, 4.3 g de potasio, 1.07 g de fósforo, y 2.11 de hierro (Botero 2017). La compensación por la extracción de nutrientes en esta especie se ofreció aplicando fertilización con urea (46% de N), fosfato de amónico (DAP) ($(NH_4)2HPO_4$) (46% de P_2O_5, 18% de N)) y cloruro de potasio (KCl, K_2O del 60 al 63% y Cl del 45 al 47%). La aplicación de fertilizante fue:16.22, 2.15 y 4.89 g planta^{-1} de Urea, DAP y KCL, respectivamente.

Variables morfológicas y químicas

Las evaluaciones agronómicas se llevaron a cabo en época de verano y transición verano-invierno cinco meses después del establecimiento del cultivo, fueron medidas en cinco plantas por parcela durante tres cortes y con periodos entre mediciones de 40 días.

Las variables agronómicas y morfológicas evaluadas fueron: altura de la planta (cm), diámetro promedio de los tallos (mm), relación hoja tallo, número de ramas, área del dosel (cm^2); área de las hojas (cm^2), supervivencia (%), cantidad de forraje verde (g) y materia seca (g). Por otro lado, las variables químicas estudiadas fueron: contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra en detergente ácido (FDA), fibra en detergente neutro (FDN), cenizas (Cen), extracto etéreo (EE), lignina (Lig), calcio (Ca), fósforo (P), digestibilidad de la materia seca (DigMS) y energía neta de lactancia (ENL). Estas variables químicas fueron determinadas en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) por medio de Espectroscopia del Infrarrojo Cercano (NIRS, por sus siglas en inglés).

Identificación de ecotipos destacados

Para hacer una comparación multicriterio e identificar aquellos ecotipos con mayor potencial forrajero se utilizó el Índice de potencial forrajero ponderado (IPFP) (Holguín *ET AL.,* 2015) . El IPFP relaciona características tanto químicas como agronómicas de las colectas en un análisis de componentes principales (ACP). En la Ecuación 1 se presenta el modelo matemático usado para determinar el IPFP:

$$\sum_{n=1}^{n} F\ (1)\ (\frac{Xi\ (intr) - X\ (i)}{S\ (i)})$$

Ecuación 1. Índice de potencial forrajero ponderado (IPFP)

Donde: Xi (intr): promedio de la i-ésima característica para la introducción int. Con i: 1,2,…k características; X(i); promedio general de la característica i-ésima considerando todas las introducciones; S (i): desviación estándar general de la característica i-ésima considerando todas las introducciones. F(1): Factor de ponderación determinado con base al peso de las comunalidades constituidas con la matriz de correlaciones de las variables originales según el ACP.

Diseño experimental y análisis de la información

El análisis de las variables agronómicas y químicas fueron estudiadas por medio de un diseño de bloques completos al azar; los tres momentos de mediciones agronómicas fueron promediados para el contraste. El modelo matemático de este diseño se presenta en la Ecuación 2:

$$Yij = \mu + \tau i + \beta j + \varepsilon ij$$

Ecuación 2. Modelo general de un diseño de bloques completos al azar

Donde: μ = media del efecto general; τ i = efecto del tratamiento i (ecotipos colectados 1, 2, 3…7); β j = efecto del bloque j; εij = valor aleatorio, error experimental de la unidad experimental i,j; Yij = Observación en la unidad experimental de la variable a evaluar.

Todos los análisis fueron realizados con el entorno R (R Core Team, 2019) por medio de un análisis de varianza (ANOVA) y usando las librerías *"agricolae"* (de Mendiburu, 2019) y *"FactoMineR"* (Lê *ET AL.,* 2018). Cuando se identificaron diferencias entre las medias se utilizó la prueba de contraste de Tukey con un nivel de significancia de 0.05. Previo a los análisis estadísticos se realizaron las pruebas de normalidad, homogeneidad de la varianza y aditividad.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan los promedios encontrados de las variables agronómicas y morfológicas para los siete ecotipos estudiados. De las nueve variables incluidas en el análisis, solo la relación hoja/tallo y el diámetro de los tallos no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$). Teniendo en cuenta todas las variables, los ecotipos 7 y 5 describieron mayor capacidad de crecimiento, mayor producción de forraje verde (FV) y por ende mayor MS existiendo diferencias significativas frente a algunos ecotipos. Un aspecto importante a destacar es que ambos ecotipos tuvieron mayor tamaño de las hojas, mayor altura y mayor área del dosel.

Ruiz *ET AL.,* (2013) evaluaron diferentes ecotipos de *T. diversifolia* colectados en Cuba, encontrando diferencias entre estos e identificando ecotipos más

adecuados para ser incluidos en sistemas silvopastoriles. Las diferencias entre ecotipos se debe probablemente a la diversidad genética con que esta especie cuenta (Yang *ET AL.*, 2012; Rivera *ET AL.*, 2017). Los valores encontrados en este trabajo difieren a los reportados por Holguín *ET AL.*, (2015) en Colombia y Ruiz *ET AL.*, (2013) en Cuba, lo cual puede deberse a que las evaluaciones incluyeron ecotipos y condiciones medioambientales diferentes.

Tabla 1. Promedio de los parámetros agronómicos y morfológicos de los genotipos de *Tithonia diversifolia* evaluados

	Ecotipo 1	Ecotipo 2	Ecotipo 3	Ecotipo 4	Ecotipo 5	Ecotipo 6	Ecotipo 7	*Valor p*
Altura de la planta (cm)	65.6 ^{bc}	68.4 ^{bc}	66.8 ^{bc}	63.3 ^{c}	83.4 ^{ab}	67.9 ^{bc}	89.3 ^{a}	0.0221
Diámetro del tallo (mm)	16.1	15.7	15.3	15.1	15.4	16.9	16.4	0.241
Ramas (#)	7.11 ^{ab}	7.47 ^{ab}	7.08 ^{ab}	7.11 ^{ab}	7.66 ^{ab}	6.47 ^{b}	8.81 ^{a}	0.0465
Relación hojas/tallos	0.73	0.74	0.80	0.73	0.80	0.71	0.81	0.060
Área del dosel (cm²)	1150 ^{ab}	1282 ^{ab}	1270 ^{ab}	980 ^{b}	1417 ^{ab}	1154 ^{ab}	1837 ^{a}	0.044
Área de las hojas (cm²)	44.9 ^{ab}	38.9 ^{b}	43.1 ^{ab}	33.7 ^{b}	51.8 ^{ab}	40.9 b	62.7 ^{a}	0.00178
Supervivencia (%)	83.3 ^{a}	75.9 ^{ab}	65.3 ^{b}	81.9 ^{a}	82.4 ^{a}	72.7 ^{ab}	80.1 ^{a}	0.0103
Forraje verde (g)	350 ^{b}	371 ^{b}	378 ^{ab}	331 ^{b}	443 ^{ab}	385 ^{ab}	549 ^{a}	0.00426
Materia seca (g)	54.4 ^{b}	65.3 ^{ab}	62.8 ^{ab}	56.9 ^{b}	77.5 ^{ab}	67.8 ^{ab}	92.5 ^{a}	0.00135

Letras diferentes en una misma fila denotan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Si bien la mayoría de las variables agronómicas describieron diferencias entre los ecotipos, solo los parámetros químicos MS y P presentaron diferencias significativas en términos porcentuales (g 100 g^{-1} de MS). En la Tabla 2 se muestran los valores promedio para cada una de las variables analizadas.

En general todos los ecotipos muestran características nutricionales superiores a las reportadas para pasturas tradicionalmente usadas en condiciones tropicales y subtropicales, además, se encuentran muy cercanas a la mayoría de leguminosas a pesar de no serlo. Valores altos para PC, digestibilidad, Ca y P, y valores bajos de fibras y lignina, se destacan en esta especie (Mauricio *ET AL.*, 2017; Rivera *ET AL.*, 2017).

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Tabla 2. Promedio de los parámetros químicos evaluados en los ecotipos de *Tithonia diversifolia*

	Ecotipo 1	Ecotipo 2	Ecotipo 3	Ecotipo 4	Ecotipo 5	Ecotipo 6	Ecotipo 7	*Valor p*
MS (g 100 g^{-1} MS)	15.5 ^{b}	17.7 ^{a}	16.6 ^{ab}	17.4 ^{ab}	17.5 ^{a}	17.7 ^{a}	17.1 ^{ab}	0.012 *
PC (g 100 g^{-1} MS)	28.4	26.5	29.2	25.9	28.7	28.2	27.5	0.055
Cenizas (g 100 g^{-1} MS)	14.7	14.2	14.6	14.1	14.4	14.7	14.2	0.666
EE (g 100 g^{-1} MS)	2.61	2.86	2.66	2.87	2.71	2.88	2.45	0.091
FDN (g 100 g^{-1} MS)	34.7	34.5	32.9	33.1	34.2	33.7	33.7	0.512
FDA (g 100 g^{-1} MS)	14.19	13.4	12.2	12.9	15.1	13.3	14.9	0.397
Lignina (g 100 g^{-1} MS)	2.65	2.62	2.08	1.94	2.36	2.45	1.95	0.523
Calcio (g 100 g^{-1} MS)	1.81	1.92	1.78	2.10	1.89	2.28	1.75	0.947
Fósforo (g 100 g^{-1} MS)	0.23 ^{ab}	0.22 ^{ab}	0.23 ^{ab}	0.21 ^{b}	0.24 ^{a}	0.21 ^{b}	0.25 ^{a}	0.017 *
DigMS (g 100 g^{-1} MS)	78.8	77.6	79.8	77.3	78.8	78.8	78.2	0.103
ENL (Mcal kg^{-1} de MS)	1.66	1.63	1.68	1.62	1.65	1.65	1.64	0.120

MS: materia seca; PC: proteína cruda; EE: extracto etéreo; FDA: fibra en detergente ácida; FDN: fibra en detergente neutra; DigMS: digestibilidad de la materia seca; ENL: energía neta de lactancia. Letras diferentes en una misma fila denotan diferencia estadística (p< 0.05).

Aunque pocas diferencias fueron encontradas en términos de g 100 g^{-1} MS (%) en las características químicas, la producción total de nutrientes a nivel de planta si tuvo diferencias significativas ($p < 0.05$). Esta diferencia se deben a la variabilidad en producción de biomasa entre los ecotipos. En la Tabla 3 se muestra la producción estimada de nutrientes y de MS de cada ecotipo (t ha^{-1}año^{-1}), en un escenario de 20.000 plantas por hectárea (banco forrajero de corte); los valores de producción superan a los sistemas pastoriles tradicionales en Suramérica, los cuales se encuentran alrededor de 8 ± 1.2 t de MS año^{-1} (Herrero *ET AL.,* 2013).

Tabla 3. Producción promedio de nutrientes en los genotipos de *T. diversifolia* evaluados

	Ecotipo 1	Ecotipo 2	Ecotipo 3	Ecotipo 4	Ecotipo 5	Ecotipo 6	Ecotipo 7	*Valor p*
PC (t ha^{-1}año^{-1})	2.86 ^{b}	3.27 ^{ab}	3.36 ^{ab}	2.76 ^{b}	4.12 ^{ab}	3.53 ^{ab}	4.72 ^{a}	0.000125
Ca (kg ha^{-1}año^{-1})	179 ^{b}	228 ^{b}	204 ^{b}	218 ^{b}	267 ^{ab}	282 ^{ab}	294 ^{a}	0.000494
P (kg ha^{-1}año^{-1})	23.5 ^{b}	27.01 ^{ab}	25.95 ^{b}	22.45 ^{b}	35.16 ^{ab}	27.18 ^{ab}	42.8 ^{a}	0.00479
MS degradable (t ha^{-1}año^{-1})	7.85 ^{b}	9.35 ^{ab}	9.16 ^{ab}	8.06 ^{b}	11.18 ^{ab}	9.76 ^{ab}	13.2 ^{a}	0.0252
ENL (Mcal ha^{-1}año^{-1})	18070 ^{b}	21493 ^{b}	21090 ^{b}	18544 ^{b}	25725 ^{ab}	22425 ^{b}	30479 ^{a}	0.0264
MS (t ha^{-1}año^{-1})	9.91 ^{b}	11.9 ^{ab}	11.7 ^{ab}	10.4 ^{b}	14.1 ^{ab}	12.7 ^{ab}	16.8 ^{a}	0.0135

PC: proteína cruda; MS: materia seca; Ca: Calcio; P: Fósforo; ENL: energía neta de lactancia. Letras diferentes en una misma fila denotan diferencia estadística (p< 0.05)

Finalmente según el IPFP, los ecotipos 7 (8.71) y 5 (5.94) fueron los más destacados, y los de menor potencial forrajero fueron los ecotipos 2 (-4.63) y 4 (-6.99). De igual forma, analizando la respuesta de las diferentes variables a la fertilización, se encontró un efecto significativo para todas las características morfológicas y para la MS, PC, FDA, Ca, DigMS y ENL; las variables de P, cenizas, EE y FDN no tuvieron efecto (g 100 g^{-1} MS). El uso de fertilización de acuerdo a la extracción de nutrientes por *T. diversifolia,* puede incrementar la obtención de PC, Ca, P, energía bruta y MS, en un 82, 24, 63, 58 y 57%, respectivamente.

Conclusiones

Es posible identificar y seleccionar ecotipos con mayor potencial nutricional de *T. diversifolia* para ser usados en sistemas silvopastoriles, gracias a su diversidad genética y morfológica. Seleccionar ecotipos superiores favorecerá un mejor uso de esta especie, así como una mayor oferta de nutrientes en sistemas bovinos. De igual forma se concluye que *T. diversifolia* responde positivamente a la fertilización, condición que podría ser una alternativa para mejorar su utilización aunque sería interesante buscar otras fuentes de fertilización más sostenibles.

Agradecimientos

Los autores agradecen al proyecto *Ganadería Colombiana Sostenible*, financiado por el Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial del Reino Unido y el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), así como a Colciencias en su convocatoria de Doctorados Nacionales 727 de 2015 y al predio El Provenir, sitio donde fueron desarrolladas las evaluaciones.

Bibliografía

Botero, J., 2017. Potencial de extracción y utilización de nutrientes de *Tithonia diversifolia* y su relación con el rendimiento y calidad nutricional. Tesis para optar al Título de Doctor en Ciencias Agrícolas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. 82 pp.

De Mendiburu, F.D., 2019. Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R Package Version 1.3-1. http://CRAN.R-project.org/package=agricolae.

Gallego-Castro, L., Mahecha-Ledesma, L., Angulo-Arizala, J., 2017. Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto. Agronomía Mesoamericana 28 (1), 213-222.

Holguín, V.A., Ortíz, S., Velasco, A., Mora, J., 2015. Evaluación multicriterio de 44 introducciones de Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray en Candelaria, Valle del Cauca. Revista de medicina veterinaria y zootecnia 62 (2), 57-72

Herrero, M., Havlik, P., Valin, H., Notenbaert, A., Rufino, M., Thornton, P., Blummel, M., Weiss, F., Grace, D. Obersteiner. M., 2013. Global livestock systems: Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions. Proceedings of the National Academy of Sciences 110: 20888–20893.

Lê, S., Josse, J., Husson, F., 2018. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. R Package Version 1.4-1. https://cran.r-project.org/web/packages/FactoMineR/index.html.

Mauricio, R.M., Calsavara, L.H., Ribeiro, R.S., Pereira, L.G., Freitas, D.S., Paciullo, D.S., Barahona, R., Rivera, J.E., Chará, J., Murgueitio. E., 2017. Feeding ruminants using *Tithonia diversifolia* as forage. Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research 5 (4), 117–120.

R Development Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org.

Rivera, J.E., Gómez-Leyva, J.F., Castaño, K., Morales, J.G., Chará, J., Barahona, R., 2017. Diversidad molecular, química y morfológica en materiales de *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray para la alimentación animal en Colombia y México. IX Congreso Internacional Sobre Sistemas Silvopastoriles. Manizales, Colombia, pp 249 – 255.

Ruiz, T.E., Torres, V., Febles, G., Díaz, H. González, J., 2013. Estudio del comportamiento de ecotipos destacados de *Tithonia diversifolia* en relación con algunos componentes morfológicos. Livestock Research for Rural Development. Volume 25, Article #154 Retrieved april 11, 2019, from http://www.lrrd.org/lrrd25/9/ruiz25154.html

Ruíz, T.E., Alonso, J., Febles, G.J., Galindo, J.L., Savón, L.L., Chongo, B.B., Torres, V., Martínez, Y., La O, O., Gutiérrez, D., Crespo, G.J., Cino, D.M., Scull, I., González, J., 2016. *Tithonia diversifolia*: I. Estudio integral de diferentes materiales para conocer su potencial de producción de biomasa y calidad nutritiva. Avances en Investigación Agropecuaria 20 (3), 63-82.

Schultze-Kraft, R., Rao, I.M., Peters, M., Clements, R.J., Bai, C., Liu, G., 2018. Tropical forage legumes for environmental benefits: An overview. Tropical Grasslands 6(1), 1–14.

Yang, J., Tang, L., Guan, Y., Sun, W., 2012. Genetic Diversity of an Alien Invasive Plant Mexican Sunflower (*Tithonia diversifolia*) in China. Weed Science 60, 552-557.

Adaptabilidad del sistema silvopastoril intensivo de Leucaena, en asocio con gramíneas, en el corredor seco de Zacapa y Chiquimula; Guatemala 2019

M. Osorio López[1]; A. Salguero Oliva[1]; H. Salazar Mayén[1].

[1]Proyecto "Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria"/
Centro Universitario de Oriente/Centro Universitario de Zacapa/
Universidad de San Carlos de Guatemala. (CRIA/CUNORI/CUNZAC/USAC);
Código Postal: 20001
osoriomw@gmail.com

Resumen

Se evaluó en finca de productores, la adaptabilidad del sistema silvopastoril intensivo (SSPi) de *Leucaena leucocephala* variedad *Cunningham* en asocio con *Panicum máximum* cultivar *Tanzania* más *Cynodon nlemfuensis*; y se comparó con el sistema típico del productor (STP), compuesto por *Panicum maximum* cultivar Tanzania y/o *Cynodon nlemfuensis* (pasto Estrella), en cuatro localidades (Agua Caliente, Los Zopilotes, CUNORI y Los Lémus) del corredor seco de Zacapa y Chiquimula, Guatemala. Los objetivos planteados compararon los dos sistemas, en cuanto a, producción de nutrientes, como materia verde (MV), materia seca (MS), proteína cruda (PC) y energía digestible (ED). Respuesta animal expresada en, carga animal (CA), producción de leche (l/d) y producción de carne (kg/día). Viabilidad económica, mediante, determinación de la tasa marginal de retorno a capital (TMRC) de cada uno de los sistemas. Los resultados obtenidos, fueron analizados mediante una prueba de t de Student para parcelas apareadas, utilizando para ello, el paquete estadístico Infostat, [Versión: 2/08/2016]. Los resultados mostraron que, el SSPi, superó al STP, al producir 45.40 t/MV/ha y 10.47 t/MS/ha, frente a 23.45 t/MV/ha y 3.57 t/MS/ha, obtenidas del STP. En cuanto a la calidad nutricional, el SSPi obtuvo de la muestra compuesta, 15.63% de PC y 1,608.37 Kg PC/ha, versus, 6.65% PC y 316.10 Kg/PC/ha, para el STP. En energía digestible, se obtuvo de la muestra compuesta, 2.68 Mcal/kg/MS para el SSPi, ante 2.49 Mcal/kg/MS para el STP, existiendo significancia en todas las variables ($p \leq 0.05$). La respuesta animal, también mostró que el SSPi, superó al STP, observándose significancia estadística ($P \leq 0.01$) en el incremento de la producción de leche, la cual aumentó en 0.93 l/a/día, que fue igual a 34.05 l/ha/día; además, al final de cada pastoreo, los bovinos sometidos a la prueba, obtuvieron una ganancia de peso de 2.73 kg/UA/d, lo cual sugiere que el incremento en la producción de leche, no proviene de las reservas metabólicas de los animales. Y con respecto al rendimiento, la tasa marginal de retorno a capital (TMRC), reveló que el resultado fue positivo en las

localidades de Agua Caliente, CUNORI y Los Lémus, donde el SSPi superó en rendimiento al STP, mostrando la eficiencia del sistema y superando la tasa mínima esperada. Se concluye entonces que, bajo las condiciones en que fue desarrollada la presente investigación, el SSPi, superó en producción, respuesta animal y rendimiento económico por unidad de área, al sistema típico utilizado por el productor (STP).

Palabras clave: *Desarrollo, mimetismo, respuesta animal, rendimiento económico.*

Abstract

The evaluation of adaptability of the intensive silvopastoril system (iSPS) with a composition of *Leucaena leucocephala* var. *Cunningham+Panicum maximum* cv. Tanzania+*Cynodon nlemfuensis*, (Estrella Africana) and it was compared with the typical system of the producer (TSP), composed of Tanzania grass and/or Star grass mainly, in four locations of the dry corridor of Zacapa and Chiquimula, Guatemala. The proposed objectives compared the two systems in, nutrient production (FM, DM, CP and DE); animal response, expressed in animal load, milk production and meat production; and in economic viability, through the determination of the marginal rate of return to capital (TMRC) of each of the systems, in the four locations evaluated. The results obtained from the comparison were analyzed by means of a Student t test for paired plots, using the Infostat statistical package, [Version: 08/08/2016]. The result showed that the iSPS surpassed the TSP with 45.40 t/MV/ha and 10.47 t/MS/ha, compared to 23.45 t/MV/ha and 3.57 t/MS/ha, obtained from the STP. In terms of nutritional quality, the iSPS also obtained the composite sample of 15.63% CP and 1,608.37 Kg CP/ha, versus 6.65% and 316.10 Kg/CP/ha, for the TSP. In digestible energy, 2.68 Mcal/kg/DM and 7,413.93 Mcal/ha were obtained, for the iSPS, compared to 2.49 Mcal/kg/DM and 8,684.30 Mcal/ha, for the TSP, with significance in all the variables ($p < 0.05$). The animal response variables, showed, the iSPS, surpassed the TSP; statistical significance was observed ($P < 0.01$) in the milk production increasing, which increased by 0.93 liters/day, which translates into 34.05 liters/ha/day; additionally, it was observed that at the end of each grazing, the bovines subjected to the test, obtained a weight gain of 2.73 kg per animal unit per day, which suggests that the increase in milk production does not come from the metabolic reserves of cattle. In terms of performance at the marginal rate of return to capital (MRRC), it was determined that this was positive in the places of Agua Caliente, CUNORI and Los Lémus, where the iSPS surpassed in benefits to the STP, motivated by the high production of protein in these three locations. Finally, it is concluded that under the conditions in which the

present research was developed, the iSPS surpassed the TSP in production, animal response and economic productivity per unit area.

Keywords: *Development, mimicry, animal response, economic performance.*

Introducción

Los sistemas de producción bovina típicos de la región del corredor seco de los departamentos de Zacapa y Chiquimula, Guatemala, pastorean cuatro meses al año, el resto del año se cubre con forrajes de corte y acarreo provenientes de pequeñas áreas bajo riego que poseen suelos aluviales de buena calidad, disponen de irrigación por gravedad casi todo el año pero predominan los pastos nativos como Bermuda (*Cynodon dactylon)* u otros, caracterizados por una baja productividad por unidad de área, pero de gran persistencia.

El Sistema Silvopastoril Intensivo -SSPi-, ofrece una opción de alto rendimiento y productividad para aquellos productores que poseen áreas pequeñas bajo riego, para hacer uso intensivo en pastoreo o corte y acarreo, pero con sostenibilidad; lo innovador de la tecnología propuesta, radica en la alta densidad de plantas y el uso de tres estratos espaciales, que da mayor capacidad de carga animal, mayor rendimiento y eficiencia productiva por unidad de área.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo utilizando el arreglo estadístico de parcelas apareadas en un acondicionamiento de cuatro localidades, para dos tratamientos, dos pastoreos por tratamiento, en las localidades Agua Caliente, Los Zopilotes del departamento de Zacapa; CUNORI y Los Lémus, del departamento de Chiquimula. Cada localidad contó con dos parcelas o potreros de 4,096 m^2 (64X64 metros), uno conteniendo el Sistema Típico del Productor (STP) y el otro, el Sistema Silvopastoril Intensivo (SSPi).

El experimento incluyó el mantenimiento y manejo del sistema típico del productor (STP) y el establecimiento, mantenimiento y manejo del SSPi, iniciando con la siembra de la Leucena, a razón de dos semillas por postura y 5 posturas por metro lineal, con un distanciamiento de 1.60 metros entre surco y una dosis de 15 kg/ha.

El pasto Tanzania se estableció a 0.5 metros entre postura y 0.40 m entre surcos o hileras de Leucaena, efectuándose cuando la Leucaena alcanzó 0.40 metros de altura promedio, lo que sucedió entre 65 y 80 días posterior a la siembra de Leucaena. Se utilizaron 8 kg/ha de semilla de Tanzania. El pasto

estrella fue sembrado con tallos de 0.40 m de longitud en el centro de las hileras.

El corte de uniformización de la Leucaena se realizó entre los 180 y 230 días posterior a la siembra en las cuatro localidades, cuando la planta alcanzó una altura mayor a 1.5 metros, efectuando el corte a un (1) metro sobre el nivel del suelo. Simultáneamente se realizó el corte del pasto Tanzania a cinco centímetros sobre el nivel del suelo.

Para la obtención de los datos, se seleccionaron 12 sitios de 3 metros de largo por 1.60 de ancho por sistema, utilizando un método de muestreo no probabilístico, considerando los tres estratos de población, (alto, medio y bajo), de las especies del SSPi (Leucaena, Tanzania y Estrella) en cada localidad; y para el caso del STP, solamente un estrato. En ellos se determinó la disponibilidad de materia verde, materia seca, proteína y energía antes y después de cada periodo de ocupación, de acuerdo a la disponibilidad de cada localidad.

El análisis químico determinó proteína cruda (PC) a través de análisis Micro-Kjeldhal; y energía digestible (ED) por análisis proximal; la materia seca se determinó en horno de aíre forzado. Los resultados obtenidos fueron sometidos a una prueba “t” de Student para parcelas apareadas, mediante el paquete estadístico Infostat versión [Versión: 2/08/2016].

Los silvopastoreos se llevaron a cabo a los 68 días después del corte de nivelación, por ocho horas diarias y los mismos se realizaron con vacas paridas, doble propósito en etapa de producción, para evaluar el efecto el sistema silvopastoril intensivo en la producción de leche y como co-variable, el efecto en el peso de las vacas sometidas al experimento. El análisis económico, se realizó utilizando costos parciales de cada tratamiento y cada localidad, valorando los elementos, materiales, insumos y mano de obra no calificada, utilizados a partir del corte de nivelación; los ingresos se calcularon con base al aporte del ingrediente proteína de cada tratamiento y al precio del kilogramo de proteína de un alimento balanceado comercial calculando con ellos, la tasa marginal de retorno a capital (TMRC).

Resultados y discusión

Las variables propuestas fueron sometidas a un análisis comparativo, con la finalidad de contrastar los tratamientos por localidad.

Tasa de crecimiento promedio de la Leucaena por mes
La tasa de crecimiento promedio por mes de la Leucaena fue de 0.22 metros en todas las localidades, se observó que existe diferencia significativa al

0.05%, únicamente entre las localidades Los Zopilotes y Los Lémus; no así en las otras localidades, donde el comportamiento fue similar. La Leucaena mostró un crecimiento lento durante los primeros 120 días después del establecimiento y un crecimiento acelerado durante los posteriores 60 días.

Tasa de emergencia y prendimiento final de Leucaena

La tasa inicial de emergencia de la Leucaena a los 30 días después de la siembra, fue de nueve plantas por metro lineal, esto constituye una densidad superior a las 56,000 plantas por hectárea; sin embargo, en el transcurso del establecimiento hasta los 180 días, la tasa final de prendimiento fue de cuatro plantas por metro lineal lo que corresponde a una densidad de 25,000 plantas por hectárea.

Producción de los sistemas

La determinación de disponibilidad de materia verde y materia seca en el SSPi, fue proporcional a los tres estratos (alto medio y bajo), elaborando con ellos una muestra compuesta y en el STP, la disponibilidad correspondió únicamente a pasto Tanzania. El análisis de resultados muestra que existió diferencia significativa (P≤0.05) entre el sistema silvopastoril intensivo (SSPi) y el sistema típico del productor (STP), siendo superior en cantidad y calidad el SSPi, tal como se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 1. Comparación de las variables de producción entre tratamientos.

Variable	Sistema	□	S	CV	T	P-valor
Materia verde Ton/MV/Ha	SSPi	45.40	47.95	98.03 %	-2.40	0.0477(*)
	STP	23.45	22.99	105.61 %		
Materia Seca Ton/MS/Ha	SSPi	10.47	10.02	95.75 %	-2.40	0.0474(*)
	STP	3.57	2.73	76.27 %		
Proteína Cruda Kg/Ha	SSPi	1,608.37	543.63	95.60 %	-2.85	0.0248(*)
	STP	316.10	272.12	86.09 %		
Energía digestible Mcal/Ha	SSPi	27,413.93	25,983.17	94.78 %	-2.44	0.0446(*)
	STP	8,684.30	6,427.45	74.01 %		

Fuente: propia

Gómez BMRC. Ruiz LF. Lavín CDA.; reporta una oferta compuesta de 40.4250 Ton/ha; y la materia seca obtenida del follaje de Leucaena y del pasto fue de 7.2765 Ton/ha; valores que resultan muy parecidos a los obtenidos en la presente investigación.

Respuesta animal de los sistemas

Los resultados de los bovinos sometidos al pastoreo, muestran que el SSPi, supera al STP, en producción de leche, esto debido a la mayor oferta de forraje en cantidad y calidad nutricional ofrecida por el SSPi, incidiendo positivamente en el desempeño productivo de los animales sometidos a la prueba y mejorando la producción de leche por animal por día en 0.93 litros,

mostrando diferencia significativa (P<0.01); además se evidencia ganancia de peso, lo que hace suponer que el incremento de leche no proviene de las reservas metabólicas de los bovinos sometidos a la evaluación, tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Comparación de respuesta animal entre los sistemas de las cuatro localidades.

Variable	Sistema	□	S	CV	T	P-valor
Incremento en la producción leche l/animal/día)	SSPi	0.93	0.15	61.72%	-17.78	0.0001(**)
	STP	0.01	0.0046	15.96%		
Ganancia de peso (Kg p.v./UA/día)	SSPi	2.73	0.82	30.24%	-4.91	0.0017(**)
	STP	0.01	0.0046	61.72%		

Fuente: Propia

Uribe *et al*, 2011; indican que los aspectos de calidad nutricional, producción de biomasa, consumo voluntario, productividad animal y emisión de GEI, influencian positivamente la respuesta animal, "al producir al menos dos o tres veces más carne y leche ha-1 año-1, como resultado de un mayor consumo de nutrientes y una mayor oferta forrajera, dado que con esta leguminosa el consumo de materia seca (MS) puede ser 1,3 veces mayor que el observado en sistemas convencionales y la producción forrajera puede incrementarse de 5 a 18 t de MS ha-1 año-1.

Productividad de los sistemas

Con la cuantificación de ingresos y egresos, se determinó la tasa marginal de retorno a capital, cuyos resultados se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 3. Tasa marginal de retorno a capital por sistema evaluado y localidad ($USD)

Localidad	Sistemas	Ingresos $	Egresos $	TMRC %
Agua Caliente	SSPi	1132.14	851.37	33%
	STP	350.46	281.62	24%
CUNORI	SSPi	5,308.15	2,299.77	131%
	STP	1,117.14	885.11	26%
Los Lémus	SSPi	1,783.77	93.87	90%
	STP	314.86	258.15	22%

Fuente: Propia

El análisis ofreció resultados positivos, a pesar de la fuerte inversión en el establecimiento del sistema silvopastoril intensivo (SSPi); siendo importante en el caso de la localidad CUNORI, el alto nivel de producción de proteína por unidad de área que sobrepasa los gastos de inversión en 1.31 unidades por cada unidad de inversión gastada, superando la tasa mínima aceptable que es igual o superior a la inversión; le siguen las localidades de Los Lémus y Agua Caliente, respectivamente, donde a pesar de que la TMRC no supera la inversión, presentan retornos importantes del 90% y 33%, respectivamente.

Conclusiones

La tasa de crecimiento promedio por mes de la *L. leucocephala* var. Cunningham, fue levemente inferior a lo reportado por otros autores, mostrando un desarrollo lento durante los primeros 120 días posteriores a la siembra y una llamarada de crecimiento durante los siguientes 60 días.
La densidad final de plantas de *Leucaena leucocephala* por hectárea a los 180 días, fue superior a las 25,000 plantas por hectárea, la cual se considera adecuada para un sistema silvopastoril intensivo, persistiendo al final las plantas que en la emergencia presentaron el mayor vigor.

Los rendimientos de materia verde, materia seca, proteína cruda y energía digestible del sistema silvopastoril intensivo (SSPi) fueron superiores en las cuatro localidades evaluadas, mostrando diferencia significativa con respecto al sistema típico del productor (STP), lo que se traduce en mayor disponibilidad de alimento de buena calidad por unidad de área.

La producción de leche mostró un incremento altamente significativo de 0.93 litros por vaca por día cuando fueron sometidos al pastoreo en el sistema silvopastoril intensivo (SSPi), superando al sistema típico del productor STP).

La tasa de retorno a capital (TMRC) del SSPi, en tres de las localidades, fue superior al STP, pero además, en la localidad CUNORI, el retorno sobrepasó sobradamente, el mínimo esperado.

Bajo las condiciones en que fue desarrollada la presente investigación, el sistema silvopastoril intensivo (SSPi), superó en producción, respuesta animal y productividad por unidad de área, al sistema típico del productor (STP).

Agradecimientos

“Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de ésta publicación es responsabilidad de sus autores y de las instituciones a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan”.

Referencias

Gómez BMRC. Ruiz LF. Lavín CDA. 2016. Sistema silvopastoril intensivo, alternativa sustentable para ganado bovino de doble propósito en pastoreo. Centro de Bachillerato Tecnológico agropecuario No. 17. Mpio. Úrsulo Galván, Veracruz, México. I Congreso AMEBV 2016.

Rivera-Herrera, Julián Esteban, Isabel Molina-Botero, Julián Chará-Orozco, Enrique Murgueitio, Rolando Barahona. 2016. Sistemas silvopastoriles intensivos con Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit: alternativa productiva en el trópico ante el cambio climático; revista electrónica Pastos y Forrajes; estación Experimental "Indio Hatuey" vol.40 no.3; 251, 171-175

Solorio, S. F. J. y Solorio S. B. 2008. Manual de manejo agronómico de Leucaena leucocephala, Fundación Produce, Michoacán, México, pp. 17-44.

Uribe F, Zuluaga A.F., Valencia L., Murgueitio E., Zapata A., Solarte L., *et al*. 2011. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 78, 12-26.

Simposio C2 Especies forestales y forrajeras estratégicas para Sistemas Silvopastoriles: Experiencias de algarrobo (género Prosopis) en sistemas silvopastoriles

Regeneración natural de Algarrobos en Sistemas Silvopastoriles

Helmut Käthler

Cooperativa Multiactiva Neuland Ltda. Paraguay.
hekaethler@gmail.com

Introducción

La infestación de las pasturas con malezas leñosas es el mayor temor y trabajo para el productor ganadero. Genera el mayor costo de producción en la ganadería. El objetivo de este trabajo es buscar una estrategia de aprovechar el prosopis, combinando la producción de carne con la producción de madera en la misma parcela. Las pasturas artificiales se mantienen generalmente en monocultivo. A través de los años, la fertilidad de los suelos va agotándose, sobre todo el nitrógeno. Como el algarrobo es una leguminosa, aporta nitrógeno al suelo, sea por las raíces o por las hojas, que cada año caen al suelo. Las observaciones puntuales han demostrado, que la pastura crece mejor bajo los árboles de algarrobo y en el invierno los pastos no queman por la helada, debido a la protección que ofrece la copa.

Materiales y Métodos

En los piquetes limpios salen cada año un sinnúmero de plantas leñosas, sean arbustivas o arbóreas. Las semillas de las leguminosas son las, que más fácil se diseminan a través de animales silvestres, ganado mayor o menor y pájaros. La limpieza de los piquetes se hace en muchos casos en forma mecanizada, cortando la raíz con un cuchillo a fuerza del tractor. En este ensayo se hizo una limpieza con tractor y cuchilla en el año 2001.

Si en esta limpieza se deja crecer los algarrobos y el carandá, en pocos años se tiene arbolitos formados en los piquetes. Una limpieza selectiva y en distancias recomendadas, permite a un productor tener árboles en su piquete, manteniendo suficiente lugar para el crecimiento del pasto y permitir una buena producción de carne.Las observaciones locales demuestran, que bajo copa difícilmente se desarrolla un arbolito fuerte. Por lo tanto se van a regenerar más en los lugares abiertos.

Propiedades del Algarrobo

El algarrobo es una leguminosa, que nos trae diversos beneficios. Por sus hojas, que caen al suelo y a través de sus raíces aporta nitrógeno. Esto es indispensable para un buen crecimiento del pasto. Por lo tanto, bajo copa, el suelo es más fértil y el pasto puede crecer también bajo copa.

En las pasturas parece ser una maleza invasora muy agresiva, que nos resta superficie de pastoreo. Con un poco de poda se puede manejar esta planta y formar un árbol, bajo el cual crece el pasto y los vacunos puedan pastorear sin mayores problemas. En invierno el pasto no se quema por helada bajo copa y los animales siempre tienen sombra. El sol no puede quemar el suelo y el viento se frena. Por lo tanto el suelo no se seca tanto.

Las frutas del algarrobo son de excelente valor nutritivo para los animales y en época de poco forraje, estos pueden salvar a los animales. Además es una madera de alto valor, ya que se puede fabricar de su madera todos los muebles que uno se imagina. Es la madera nativa que menos se expande con la humedad del aire. Una limitante para su uso es su bajo rendimiento en madera realmente aprovechable. Según las carpinterías, se puede aprovechar solamente el 40 % de la madera. El carbón de algarrobo es de excelente calidad, pues proporciona mucho calor al quemarse.

Regeneración natural del Algarrobo

Bajo condiciones normales, las plantitas de algarrobo son comida por los animales y tardan años hasta emerger del pasto. Con un pasto, como el Gatton panic, las plantas crecen hasta pasar la altura del pasto y recién en esta altura se ramifican. Muchas veces tienen un tallo de un metro de altura, antes de ramificarse. Con una poda dirigida se puede formar un tronco de 2 metros de altura. Cuando las plantas ya tienen una altura de 1 m, se puede comenzar con la poda formativa. Estos trabajos se hace en invierno, como todas las podas se debe hacer. En la primera poda se corta solamente algunas ramas bien al suelo y nunca se debe cortarlas todas. Mejor es, cuando al inicio se hace una poda leve, solamente que el arbolito tome rumbo hacia arriba. El peligro de una poda fuerte es que se tumba, cuando va formando una copa grande. Por eso se corta las ramas laterales a la mitad de longitud, mientras que la otra mitad ayuda en que el tallo crezca en grosor. Cuando el tronco tenga el grosor del brazo, ya se sostiene solo y se corta todas las ramas a ras del tallo. Hay que ver, que siempre haya una rama, que se va hacia arriba, formando un tronco más largo. Al tener un diámetro entre 10 y 15 cm, la copa ya es suficientemente grande, para que el árbol deje de formar ramas laterales. Se debe prever, que la poda se

realiza durante un período de 4 a 5 años. Arbolitos, que no forman tronco, se debe quitar, pues hay suficiente plantas para sustituirle. Cuando el tronco se forma curvado durante los primeros 3 años, se puede enderezarlo, tomándolo con las manos y doblándolos hacia el lado opuesto de la curva, hasta alcanzar la dirección deseada. Este trabajo debe ser realizado con temperaturas por encima de 40°C, para que no se rompa el tallo.

Resultados obtenidos

La parcela de prueba tiene 4 has. Las plantas seleccionadas tuvieron ya algunos años de crecimiento al empezar con las mediciones. Se observó, que las plantas emiten brotes laterales hasta que la copa es suficientemente grande coma para cubrir el tronco con la sombra. La poda se hizo hasta alcanzar troncos de por lo menos 2 m de longitud. En 10 plantas se hizo la poda, dejando un tocón de 2 cm. En otras 10 plantas marcadas se hizo la poda a raz del tallo. El crecimiento en grosor en los primeros 10 años fue como 1,8 cm /año. Había plantas de 1,2 cm/año y otros de 2 cm al año. En los 18 años de medición, los 20 árboles marcados y medidos crecieron en promedio unos 25 cm en diámetro. Esto da un aumento anual de 1,388 cm al año. Algunas plantas ya superan los 30 cm de diámetro y podrían ser cosechados. Otros apenas alcanzan 23 cm de aumento y van a tardar unos años más. En cuanto a la distancia entre árboles, se ha observado, que el pasto crece bien, cuando los árboles tengan entre si un mínimo de 15 m de distancia. Es importante que el pasto tenga suficiente luz, para crecer bien. Con la distancia indicada, se observa buen crecimiento del pasto y por lo tanto se lo toma como referencia. Según observaciones en el chaco central, se puede cosechar la madera con 20 a 25 años de edad. Toda la copa se puede transformar en leña o en carbón, que son de excelente calidad. De esta forma se puede aprovechar toda la planta y mejorar el suelo al mismo tiempo con este árbol tan noble.

Conclusiones

Con el uso de la poda se puede formar árboles en las pasturas, que dentro de un periodo razonable pueden ser cosechados para producir madera. El desarrollo del árbol es suficiente-mente interesante, para que el productor ganadero haga este esfuerzo. Es para el bien de los animales y mantener la fertilidad de los suelos. Además mejora el medioambiente de la zona para la fauna en general. Las observaciones indican que la poda en los primeros años se debe hacer siempre a ras del troco, pues en número total de brotes laterales no aumenta significativamente si no se deja el tocón.

Evaluación de diez orígenes de Algarrobo para establecer sistemas silvopastoriles en el Chaco semiárido argentino

Evaluation of ten provenances of Algarrobo in order to establish silvopastoral systems in the Argentinean semiarid Chaco region

D. López Lauenstein [1]; C. Vega[1]; A. Verga[2]; L. Fornes[3]; P. Saravia[3]; M. Feyling[3]; M. Ewens[4]; J. Ewens[4]; V. Pérez[5]; C. Gómez[6]; Enrique Oviedo[7]; Alejandro Radrizzani[7]

[1]Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales – INTA. Córdoba, Argentina.
[2]Agencia de Extensión Rural La Rioja – INTA. La Rioja, Argentina
[3]EEA Famaillá - INTA, Tucumán, Argentina.
[4]Estación Experimental Fernández – Universidad Católica de Sgo. del Estero, Argentina.
[5]Facultad de Recursos Naturales - Universidad Nacional de Formosa. Formosa, Argentina.
[6]Ministerio de la Producción. Gob. de Formosa. Formosa, Argentina.
[7]Instituto de Investigación Animal del Chaco semiárido – INTA.
Leales, Tucumán, Argentina.
lopez.diego@inta.gob.ar

Resumen

Se presentan los primeros resultados de una red de ensayos de orígenes para evaluar la potencialidad de los diferentes materiales de propagación desarrollados en el marco del programa de mejoramiento genético de *Prosopis alba* del INTA para la implantación de Sistemas silvopastoriles. Se destacan por su crecimiento, un origen (Campo Durán) y una selección de diferentes familias de medio hermanos. Por otro lado, se presenta una plantación a mayor escala de un sistema silvopastoril que funcionará como plataforma de estudio de interacciones entre los diferentes componentes del sistema (ganadero, pastoril y forestal).

Palabras clave: *Prosopis, Selección, Crecimiento, Adaptación, Calidad de sitio.*

Abstract

The first results of a network of origins trials are presented to evaluate the potential of the different propagation materials developed in the framework of the genetic improvement program of *Prosopis alba* of INTA for silvopastoral systems stablishment. An origin of *P. alba* (Campo Durán) and a selection of elite genotype of half-sib family stands out for its growth. Based on these results, a large scale silvopastoral system was established as a platform to study interactions among the different components of the system (animals, pasture and trees).

Keywords: *Prosopis, Selection, Growth, Adaptation, Site quality.*

Introducción

Los algarrobos, diversas especies del género *Prosopis*, son un conjunto de árboles de gran importancia del Gran Chaco Americano. Son plantas pioneras con un alto potencial biológico para la diseminación y colonización. Como leguminosas tienen la capacidad de fijar nitrógeno del aire en simbiosis con bacterias del género Rhizobium (Felker 1980; Chávez Díaz *et al*. 2013), desarrollan raíces profundas que disminuyen la competencia por agua con especies herbáceas, mejoran el balance hídrico del sistema, aportan nutrientes de las capas subsuperficiales y en algunos casos se independizan de las precipitaciones. Producen leña y carbón de buena calidad, madera de extraordinarias características físicas y mecánicas (Pasiecznik *et al*., 2002), frutos de alto contenido proteico y energético óptimo tanto para su uso como forrajera como para el consumo humano, y otros productos secundarios (Karlin, 1983). Por lo expuesto, los algarrobos pueden constituirse en una alternativa productiva formando parte de sistemas silvopastoriles, donde se optimice la utilización de los productos que proporcionan los diferentes estratos del sistema y se potencien las interacciones entre los componentes (mutualismo) (Carranza *et al*., 2000, Álvarez *et al*., 2006).

Particularmente, *Prosopis alba* (algarrobo blanco) es la especie de algarrobo de mayor distribución geográfica del género en los bosques del Parque chaqueño, tanto de Argentina como de Bolivia y Paraguay. Esta especie se encuentra en zonas de 500 a 1200 mm. de precipitación anual y concentración estival, con temperaturas extremas entre los 48 °C de máxima absoluta, hasta los -10°C de mínima absoluta (Roig 1993). Si bien *P. alba* se encuentra en una gran variedad de ambientes, es posible distinguir diferentes grupos morfológicos, estudiados a partir de caracteres de hojas y frutos, que crecen en áreas ecológicas distintas (Verga *et al*. 2009).

En este contexto, se han identificado distintas poblaciones dentro del área de distribución de *Prosopis alba* con características adaptativas diferenciales (López Lauenstein *et al.* 2016). Con el objetivo de proveer semillas representativas de estos distintos orígenes en el corto y mediano plazo para su uso en planes de forestación, establecimiento de sistemas silvopastoriles y restauración de ambientes degradados se establecieron pautas para la creación de Rodales Semilleros a partir de algarrobales del bosque nativo en cada ambiente, que garanticen cierta pureza específica, evitando la utilización de materiales de orígen híbrido interespecífico (Verga 2014). El objetivo de estos ensayos fue evaluar el comportamiento y adaptación de

10 fuentes de semilla diferentes de algarrobo blanco obtenidas bajo estos criterios.

Materiales y métodos

En el año 2011 se instalaron tres ensayos de orígenes de Algarrobo en tres sitios con ambientes distintos en la región del Chaco semiárido argentino. Laguna Yema, Formosa (Centro de Validación Agropecuarias – Gob. de Formosa), Fernández, Santiago del Estero (Estacion Experimental Fernandez-Convenio Univer. Católica Sgo del Estero-Provincia S del Estero) y Leales, Tucumán (Instituto de Investigaciones Animal del Chaco semiárido. IIACS – INTA) (Fig. 1 izquierda). En la Figura 2 se presenta el régimen de precipitaciones y temperaturas medias mensuales para cada uno de los sitios. En los tres sitios el clima es monzónico con precipitaciones concentradas entre octubre y marzo. Laguna Yema es el sitio más caluroso, donde las temperaturas medias mensuales nunca disminuyen por debajo de los 15 °C. Si bien Fernandez es el sitio más seco, el lugar de ensayo tiene napa freática a menos de tres metros de profundidad y está implantado en un area bajo riego (se riega una vez por año a principio de primavera: 100 mm). Leales es el sitio más húmedo, también con napa freática a menos de tres metros de profundidad y con altas temperaturas en verano, casi cercanas a las de Laguna Yema pero en invierno similares a las de Fernández (mayor amplitud térmica). Laguna Yema presenta un régimen de precipitaciones intermedio entre los otros dos sitios, salvo en enero y febrero donde los valores se aproximan a los de Fernández. Respecto al tipo de suelos, el suelo del ensayo de Laguna Yema es un franco-arcillo-limoso con baja permeabilidad y moderado contenido de materia orgánica, el de Fernandez es de textura franca y con salinidad moderada y alta, en tanto que la textura del suelo de Leales es franco-limoso, franco-arcillo-limosa, con drenaje interno poble de moderadamente-lenta permeabilidad y moderada concentración de materia orgánica (Fluvaquentic Haplustoll según US Soil Taxonomy system).

Figura 1: Ubicación de los sitios de ensayos (izquierda). Ubicación de los orígenes (derecha)

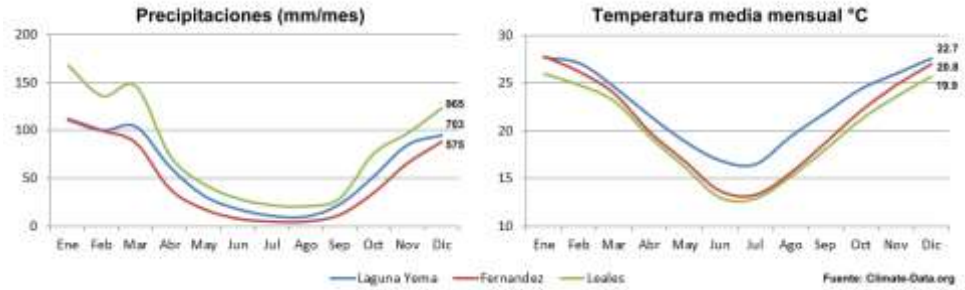


Figura 2: Precipitaciones mensuales (izquierda) y Temperaturas medias mensuales en los sitios de ensayo. A la derecha de cada curva se indican precipitación media anual y temperatura media anual para cada sitio, respectivamente.

Se plantaron diez orígenes de *Prosopis* sp., 7 de los cuales pertenecen a la especie *Prosopis alba* de diferentes rodales semilleros distribuidos en el Parque Chaqueño (Figura 1, izquierda), dos son selecciones de *Prosopis alba* hechas en base a la evaluación de tres ensayos de progenies y uno corresponde a una selección de *Prosopis chilensis* del Chaco Árido. Los diez orígenes son:

1. Rodal "CAMPO DURÁN" (Salta)
2. Rodal "LA UNIÓN" (Salta)
3. Rodal "BOLSA PALOMO" (Formosa)
4. Rodal "ISLA CUBA" (Formosa)
5. Rodal "BERMEJITO" (Chaco)
6. Selección por BIOMASA
7. Selección por CRECIMIENTO Y FORMA
8. Selección de *Prosopis chilensis* (Chaco Árido)
9. Rodal "CHAÑAR BAJADA" (Santiago del Estero)
10. Rodal "PLAZA" (Chaco)

En los tres casos se utilizó un diseño con tres bloques completos y aleatorizados. En Laguna Yema y Fernández se distribuyeron las plantas a un distanciamiento de 5m x 5m, mientras que en Leales se utilizó un marco de

plantación de 10m x 2m, más adecuado para la consociación con pasturas (ej. transitar con maquinaria de corte y recolección de heno entre las líneas de Algarrobo). Se realizaron podas de formación en los tres ensayos. Particularmente en el sitio de Laguna Yema se subdividió cada parcela en dos y se le aplicó un tratamiento de poda en una de ellas.

Se realizaron mediciones de diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total. Los últimos registros que se cuentan son: Leales medicón año 2018 (7 años de edad), Fernández medición año 2019 (8 años de edad), y Laguna Yema medición año 2016 (5 años). Para la comparación entre sitios se calculó el incremento medio anual (IMA), dividiendo el último registro tanto de DAP como de altura por el número de años de cada plantación.

En Laguna Yema se subdividió cada parcela en dos tratamientos: con y sin poda. Para este sitio se incluyeron en el análisis sólo los datos de los individuos que no tuvieron poda. En Leales se realizó una poda de formación en el año 2015. En este caso los datos analizados corresponden a los obtenidos tres años despues de la poda. En Fernandez se realizó poda de formación desde el primer hasta el quinto año.

Resultados

El origen N°1 *Prosopis alba* "Campo Durán", fue el que mayor crecimiento en altura y en diámetro a 1,30 m (DAP) tuvo, destacandose principalmente en el sitio Leales y Laguna Yema (Figura 3). Otro material a destacar es el N° 7, que corresponde a una selección de 10 familias de medio hermanos realizada a partir de la evaluación de más de 200 familias de *P. alba* de toda la región chaqueña, en tres ensayos de progenies (López Lauenstein *et al*., 2016). Dicha evaluación fue realizada a los tres años de implantados los ensayos, por lo que se destaca el valor de la selección temprana y la alta heredabilidad de esos caracteres.

El origen N° 8 (selección de *P. chilensis*) fue el de menor crecimiento en diámetro a la altura del pecho y altura total en los tres sitios de ensayo. Estos resultados evidencian una falta de adaptación de *P. chilensis* (especie que crece en la región del chaco árido) a la región del chaco semiárido.

Si bien, hay una clara separación de los tratamientos N°1 y N°8 (por arriba y por abajo respectivamente) en cuanto al crecimiento, el resto de los orígenes de *Prosopis alba* tuvo un crecimiento aceptable y similar en los tres sitios de ensayo. Estos orígenes tienen una alta plasticidad fenotípica para adaptarce a una gran variedad de condiciones ambientales. En ese sentido, ampliar la base genética de los materiales recomendados, aumentará la resiliensia a las plantaciones frente a los desafíos del cambio climático, como

ser mayor tolerancia a diferentes tipo de estrés abiótico (salino, hídrico, térmico, etc.) y mayor resistencia a nueva plagas o enfermedades.

Por otro lado, cabe destacar el mayor crecimiento tanto en diámetro como en altura de todos los orígenes en el sitio Laguna Yema, destacandose del resto de los sitios de ensayo. Considerando las condiciones climáticas del este sitio, podría interpretarse que las precipitaciones menores no resultaron una limitante para el crecimiento, mientras que las mayores temperaturas pudieron haber contribuido en extender el período de crecimiento. Esto se correspondería con la hipótesis (López Lauenstein, datos no publicados) que el algarrobo si bien es una planta C3, el comportamiento de su sistema fotosintético se aproxima a una C4 con umbrales muy altos de temperatura y saturación limínica. En el contexto de cambio climático, donde se esperan incrementos de temperatura para la región chaqueña de entre 1 y 3 °C (IPCC, 2014), el establecimiento de plantaciones con *Prosopis alba* puede ser una alternativa viable, tanto desde el punto de vista productivo como ambiental.

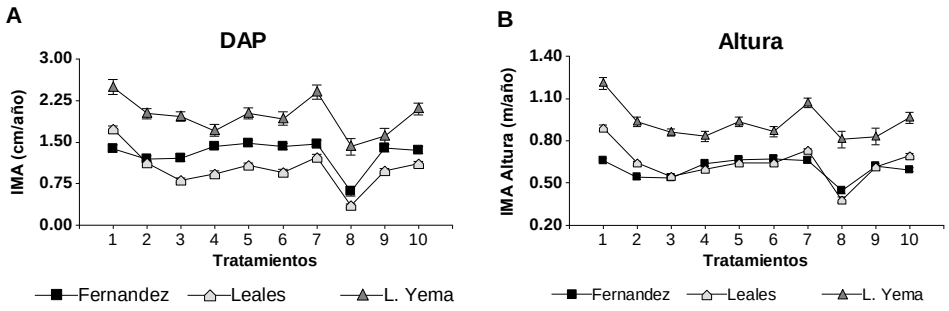
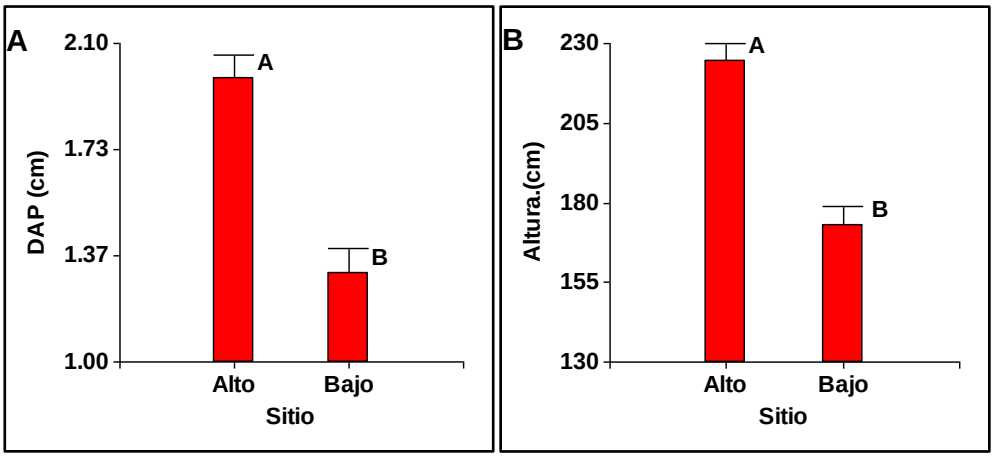


Figura 3: Incremento Medio Anual (IMA) en Diámetro a la altura del pecho (A) y Altura total (B) de 10 tratamientos (orígenes y especies de Prosopis) en tres sitios de ensayo: Fernández (cuadrado), Laguna Yema (triángulos) y Leales (pentágonos).

Sobre la base del buen desempeño observado del origen Campo Durán en los ensayos evaluados, se implantó ese origen en un nuevo ensayo de un sistema silvopastoril a mayor escala para poder realizar estudios de interacción entre los diferentes componentes del sistema (ganadero, pastoril y forestal). En un lote con suelo similar al del ensayo de orígenes se implantaron 12 ha en el Campo Experimental del Instituto de Investigación Animal del Chaco semiárido en la localidad de Leales, Tucumán. Para la implantación de este ensayo, se realizaron las siguientes tareas: control de renoval (Chañares, tuscas y algarrobos) en noviembre-diciembre de 2016; producción de plantines en el vivero de la Estación Experimental Fernández,

Santiago del Estero (Convenio UCSE-Provincia de Sgo del Estero) de agosto a noviembre de 2016; preparación del suelo con doble pasada de rastra de discos y una pasada de cincel en las líneas de plantación en febrero de 2017; hoyado y plantación en un marco de 8m x 3m en febrero de 2017, riego inmediatamente después de la implantación, primera desmalezada manual (azada y machete) de las parcelas con azada en diciembre 2017, segunda desmalezada manual en febrero de 2018, y aplicación de fungicida para control de hongos en abril de 2018. En el primer recuento de enero del 2017 se observó una pérdida del 2% asociada a exceso de encharcamiento en los sectores más bajos el lote que estuvieron inundadas varias semanas. Durante los primeros 12 meses de crecimiento, se observaron ataques de roedores (ej. Liebres) sobre la base de los tallos, pero no se realizó ningún control dado que el porcentaje de plantines dañadas era bajo (<5%) y se observó adecuado rebrote posterior al daño. Luego del recuento, se realizó la reposición de las plantas muertas. El segundo recuento se hizo en noviembre de 2018 y dado el excelente crecimiento observado al segundo año (febrero de 2019), se realizó el primer pastoreo en marzo del 2019 durante 21 días con 400 novillitos de destete (150-200kg). Cabe señalar que luego del pastoreo, no se observaron plantas dañadas (ej. tallos quebrados por pisoteo y/o tallos ramoneados), posiblemente asociado a la alta disponibilidad (7000 kg. de materia seca/ha acumulada) y calidad (principalmente en estado vegetativo) de forraje en la pastura. Otro efecto que pueda haber contribuido a evitar el daño de los animales sobre los árboles jóvenes, es la categoría de animales que se utilizó (novillitos de destete en lugar de animales de mayor tamaño, como novillos en finalización, vacas o toros). En Julio de 2019 se midió altura total y diámetro



a altura de pecho de los individuos del ensayo (Fig. 4).

Figura 4: Diámetro a la altura del pecho (A) y Altura (B) de P. alba origen Campo Durán al segundo año de implantado en siti Alto y sitio Bajo del módulo Silvopastoril en el campo experimental del IIACS (Leales, Tucumán).

Se observa que el origen Campo Durán tiene una respuesta marcada y significativa a la calidad de sitio. En la parte baja del lote donde hubo períodos de hasta un mes en los que el suelo estuvo anegado , el crecimiento asociados a los valores de diámetro a altura del pecho y altura de planta, son menores. También se observó en los sitios bajos una mortalidad mayor, posiblemente a una susceptibilidad al anegamiento (hipoxia) o tambien al ataque de patógenos.

Bibliografía

Alvarez J. A., Sauna V., Villagra P. E. y Rossi B. E. 2000. Aportes de la materia orgánica por Prosopis flexuosa en el Monte Central. Actas de la Reunión Nacional del Algarrobo. III Reunión Nacional de la Asociación Argentina de Prosopis, Mendoza, Argentina. Resúmenes, p. 56.

Chávez Díaz, L., González, P., Rubio, E., & Melchiorre, M. (2013). Diversity and stress tolerance in rhizobia from Parque Chaqueño region of Argentina nodulating Prosopis alba. Biology and Fertility of Soils, 49(8), 1153–1165. doi: 10.1007/s00374-013-0814-6

Felker, P**.** 1980. Nitrogen cycling-water use efficiency interaction in semiarid ecosystems in relation to management of tree legumes (*Prosopis*). International Symposium on Browse in Afrika. 214-222

IPCC, "Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (ed," Ginebra, Suiza, 2014.

Karlin, U. O. 1983. Recursos forrajeros naturales del Chaco Seco: Manejo de Leñosas. In II Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Aridas y Semiáridas. Córdoba. 78-96.

López Lauenstein, Diego A. *et al*. 2016. "Subprograma Prosopis." In Domesticación y Mejoramiento de Especies Forestales, eds. Matín A. Marcó and Carolina E. Llavallol. Buenos Aires: Unidad para el Cambio Rural. Ministerio de Agroindustrias. Presidencia de la Nación Argentina, 113–36.

Pasiecznik, N., Felker, P., Harris, P., Harsh, L. N., Cruz, G., Tewari, J. C., … Maldonado, L. J. (2001). The Prosopis juliflora - Prosopis pallida Complex: A Monograph. Coventry, UK.: Henry Doubleday Research Association (HDRA).

Roig F. 1993. Informe Nacional para la selección de germoplasma de especies de Prosopis de la República Argentina. En: Contribuciones mendocinas a la quinta reunión regional para América Latina y el Caribe de la red de Forestación del CIID. Conservación y mejoramiento de especies del género Prosopis. IADIZA- CRICYT- CIID. Mendoza, Argentina, pp. 1-36.

Verga A, López Lauenstein D, López C, Navall M, Joseau J, Gómez C, Royo O, Degano W y Marcó M (2009) Caracterización morfológica de los algarrobos (Prosopis sp.) en las regiones fitogeográficas Chaqueña y Espinal norte de Argentina. Quebracho Vol.17(1,2) (31-40).

Verga, A. 2014. Rodales semilleros de Prosopis a partir del bosque nativo. Quebracho Vol.19(1,2):125-138.

Característica, ventajas y limitaciones del uso de madera de Algarrobos *Prosopis* spp. proveniente de sistemas silvopastoriles en carpinterías del Chaco Central Paraguayo

Characteristic, advantages and limitations of Algarrobos *Prosopis* spp. wood from silvopastoral systems utilized in workshops at the Paraguayan Central Chaco

Cabrera, A.J.N.[1]; Goerzen, R.[2]; Isaak S.[3]

[1] Facultad de Ciencias Agrarias – UNA
[2] Cooperativa Fernheim Ltda.
[3] Cooperativa Multiactiva Neuland Ltda.
antero.cabrera@agr.una.py

Resumen

Sistemas silvopastoriles y de árboles dispersos ofrecen beneficios adicionales en los sistemas ganaderos de producción en el Chaco Central Paraguayo, entre estos madera. Fue recogida información mediante entrevistas con informantes calificados sobre las características de la madera obtenida de estos sistemas. La madera para la industria proviene de árboles regenerados en potreros o áreas dedicadas a la producción ganadera, y ocasionalmente cultivados en huertos caseros. Son cosechados arboles mayores a 12 años, aunque el uso de árboles de mayor desarrollo es frecuentemente. El rendimiento de madera oscila entre 20 y 80 porciento. Arboles con podas de formación generan más de 70 porciento de madera aprovechable y arboles sin poda de formación entre 20 y 40 porciento. Arboles cosechados son utilizados para leña de uso doméstico o comercial, madera para carpinterías y recuperación de áreas degradas. El rango del precio de la leña en las industrias locales esta entre 160 y 180 gs/kg. El rango de precios de la madera esta entre 800 a 1300 gs/ pulgada métrica o 400 a 600 gs/kg. Poco tiempo para el secado, pocas o ninguna deformación en muebles elaborados, uso de materia prima y mano de obra local, y aprovechamiento íntegro de las plantas cosechadas son ventajas identificadas. Herramientas legales para el transporte de rollos no ajustada a materia prima provenientes de árboles regenerados en pasturas, la poca disponibilidad de materia prima para acerrar y el mercado local limitado para productos elaborados fueron citadas como limitantes.

Palabras Clave: *Agroforestería, regeneración natural, poda.*

Abstract

Silvopastoriles systems and scattered trees offer additional benefits in livestock production systems in the Central Paraguayan Chaco, among these

is timber. Information about the characteristics of the wood obtained from these systems was collected through interviews. The wood for the industry comes from regenerated trees in paddocks or areas dedicated to livestock production, and occasionally grown in home gardens. Trees older than 12 years are harvested, although trees of greater development are frequently use. The yield of wood ranges between 20 and 80 percent of a trunk. Pruned trees generate more than 70 percent of usable timber and unpruned trees between 20 and 40 percent. Harvested trees are used for firewood for domestic or commercial use, wood for carpentry and recovery of degraded areas. The price of firewood range in local industries between 0.026 US$ / kg and 0.03 US$ / kg. Wood price range between 0.16 to 0.21US$ / inch metric or 0.06 to 0.01 US$ / kg respectively. Little time for drying, little or no deformation in elaborated furniture, use of raw material and local labor, and full use of harvested plants are identified advantages. Legal normative for transport of non-process wood not adjusted to material from trees regenerated in pastures, limited availability of raw material to process, and local limited market for processed products were cited as limiting factors.

Keywords: *Agroforestry, natural regeneration, pruning, industrialization*.

Introducción

El uso de sistemas silvopastoriles y de árboles dispersos en pasturas van tomando popularidad en el Chaco Central Paraguayo. Esto, inicialmente debido a los beneficios asociados a árboles en sistemas pastoriles de producción ganadera (Glatzle, 1999). Además, en particular los sistemas de árboles regenerados en pasturas, generalmente del género *Prosopis* y coloquialmente conocidos como Algarrobos, poseen un alto potencial de desarrollo de productos adicionales ej. madera, leña y frutos alimenticios.

Arboles dispersos en pasturas cumplen funciones ecológicas y económicas reconocidas en diversas partes de Latinoamérica. Mas aun, la regeneración natural es identificada como medio para el desarrollo de sistemas silvopastoriles (Clavo & Fernández-Baca, 1999; Villanueva *ET AL*., 2006).

Este trabajo describe aspectos de uso de madera de algarrobo proveniente de sistemas silvo pastoriles a nivel local y apreciaciones sobre las ventajas y limitantes para el desarrollo del mismo en la región.

Materiales y Métodos

Este estudio se circunscribe a una región en el Chaco Central Paraguayo 100 km alrededor de la ciudad de Filadelfia (22°20’00”S 60°01’00”O). La misma posee una industria ganadera altamente desarrollada en base a pasturas cultivadas en suelos de conocidos como cambisoles y luvisoles, y en menor medida regosoles. La precipitación media anual es de 780 mm, ocurrente en

un 80 por ciento entre Octubre y Abril, y la temperatura media es de 25,1 C°.

El presente es estudio de enfoque cualitativo y cuantitativo (Sampieri, 2006), desarrollado a partir de datos recogidos mediante entrevistas semi estructuradas (Geilfus, 2002). La información resumida fue recopilada hasta Mayo del 2019 e incluye entrevistas a carpinterías de tres centros urbanos Filadelfia, Loma Plata y Neuland. Fueron consultadas 7 empresas de un universo de 16 conocidas.

Resultados y Discusión

La información recolectada está organizada en forma de áreas temáticas: materia prima, productos, mercado, ventajas y limitaciones.

Materia prima, rendimiento y frecuencia de uso.

La madera de algarrobo utilizada en las carpinterías de la región proviene de árboles regenerados en potreros o áreas dedicadas a la producción ganadera, y ocasionalmente cultivados en huertos caseros. La misma viene de establecimientos ganaderos distantes hasta 100 km del local de procesamiento de la madera.

Los árboles se encuentran maduros para la cosecha aproximadamente entre los 12 y los15 años, y poseen un rendimiento de madera de 200 a 500 kg/planta. El mismo oscila entre 20 a 80 por ciento del fuste. Frecuentemente son cosechados arboles de mayor edad considerando el mayor desarrollo y producto aprovechable. Arboles con podas de formación (Gamarra *ET AL*., 2017) desarrollan mayor cantidad de producto aprovechable como madera aserrada. Así, arboles con poda de formación poseen fustes con más de 70 porciento de madera aprovechable. Esto en contraste con árboles sin manejo de poda de formación donde la madera aserrada que se obtiene del fuste oscila entre 20 y 40 porciento.

Todas las carpinterías consultadas han indicado la utilización frecuente o casual de madera de algarrobo en la elaboración de productos. Sin embargo, solo para el 43 por ciento de las mismas el uso de esta madera es frecuente.

Productos, precio y mercado

Arboles cosechados son utilizados para leña de uso doméstico o comercial, madera para carpinterías y recuperación de áreas degradas.

La leña de árboles cosechados es apreciada para uso doméstico, cocción de materiales de construcción, uso en calderas de la industria y elaboración de carbón. Debido a su rápido crecimiento, áreas de regeneración de árboles de Algarrobo proveen frecuentemente leña para uso familiar y comercial. Esto por lo general en forma de extracción selectiva de individuos maduros.

El rango de precio pagado por la leña en las industrias locales esta entre 160 (0,026 US$/kg) y 180 gs/kg (0,03 US$/kg).

La madera acerrada es utilizada para muebles con acabados finos y rústicos, aberturas diversas para viviendas, y útiles diversos para la industria ganadera. La misma es comercializada en acuerdos directos con propietarios que obtienen ingresos adicionales a otras ocupaciones. La misma se comercializa en pulgadas métricas o kilogramos, siendo el precio pagado de entre 800 a 1300 gs/ pulgada métrica (0,16 a 0,21US$/inch metric) y 400 a 600 gs/kg (0,06 a 0,01 US$/kg) respectivamente.

Restos de árboles cosechados para madera y restos originados en el manejo silvicultural de poda y selección de individuos dentro de las pasturas son utilizados para la recuperación de peladares o áreas degradadas. El microclima ofrecido por estos restos vegetales propicia la aparición de gramíneas forrajeras en los lugares donde son depositados.

Los productos generados a partir de árboles maduros son comercializados localmente, con excepción de muebles que son comercializados a visitantes ocasionales. Muebles de madera de algarrobo poseen valores por encima de similares muebles elaborados en base a otras materias primas. Los consumidores por lo general pertenecen a niveles económicos medio y alto. Muebles de algarrobo son productos identificados diferencialmente por los consumidores.

Sin embargo, localmente la demanda de muebles y aberturas es reducida. Esto, en alguna medida por la escasa población de la región que no supera los 70.000 habitantes.

Ventajas

Poco tiempo de estacionamiento para el secado, pocas o ninguna deformación en muebles elaborados, uso de materia prima y mano de obra local, y aprovechamiento íntegro de las plantas cosechadas son las ventajas mencionadas en las entrevistas realizadas.

Un estacionamiento o secada de no más de cuatro semanas ha sido apuntado en las entrevistas. Esto contrasta con otras maderas aserradas localmente de otras especies. Además, esta madera muestra muy buena calidad para la elaboración de muebles y artículos en lo relacionado a la tracción o deformaciones por diferentes niveles de humedad. Por otra parte, el aprovechamiento íntegro de las plantas cosechadas que brindan diversos productos comercializables otro aspecto positivo. Por último, la preferencia por materia prima local con bajo costo de transporte e inherente redistribución de recursos económicos en la zona fue mencionada. Esta redistribución económica se daría en base al uso de mano de obra local en

las actividades como poda, corte y acarreo, procesamiento en la industria y confección de artículos propiamente dicho.

Limitantes

La existencia de exigencias legales para el transporte de rollos no procesados no ajustada a materia prima provenientes de árboles regenerados en pasturas, la poca disponibilidad de materia prima para acerrar y el mercado limitado para productos elaborados fueron citadas como limitantes al desarrollo del uso de madera de Algarrobo en carpinterías.

El traslado de productos forestales en Paraguay, como rollos maderables, requiere de autorizaciones del organismo competente a través de guías de traslado. El proceso de obtención de guías de traslado para productos maderables no es ajustado a los sistemas silvopastoriles y dificulta el aprovechamiento de los mismos. En alguna medida lo anterior determina una baja disponibilidad de materia prima.

Otro aspecto que limita la disponibilidad de materia prima es que el manejo de regeneración de Algarrobos es una práctica de reciente implementación entre ganaderos. Más aún el manejo silvicultural que desarrolla fustes con mayor porcentaje de madera aprovechable es de reciente difusión.

Por último, el mercado limitado para productos con esta materia prima puede considerarse como una apreciación relativa. Esto, debido a que las industrias locales atienden una región de baja densidad poblacional, y que mercados diferenciados para productos a partir de madera de Algarrobo aún no han sido explorados.

Conclusiones

La madera de Algarrobos proveniente de sistemas silvopastoriles es utilizada por carpinterías en el Chaco Central. Aunque la misma posee ventajas comparativas desde la perspectiva de la industria, el marco legal no ajustado a sistemas silvopastoriles y la escaza disponibilidad de materia prima son considerados limitantes para el uso de la misma.

Bibliografía

Clavo, M., Fernández-Baca, J., 1999. Regeneración natural de especies arbóreas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles. Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú, 10(1), 71-81.

Gamarra-Lezcano, C, Cabrera A.J.N., Diaz-Lezcano, M., 2017. Manejo silvicultaral de la regeneración natural de *Prosopis* spp. para el establecimiento de sistemas silvopastoriles en el chaco central paraguayo. 2º Congreso Internacional del Gran Chaco Americano: Territorio e Innovación. Santiago del Estero, Argentina.

Geilfus, F. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. San José, C.R. : IICA, p.p.217

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., Baptista-Lucio, P., 2006. Metodología de la investigación. Mc Graw Hill Interamericana editores. p.p.847

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Villanueva, C., Tobar, D., Ibrahim, M., Casasola, F., Barrantes, J., Arguedas, R., 2006. Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica. Avances de Investigación. Agroforestería en las Américas, 45

Simposio C3 Especies forrajeras arbóreas – arbustivas de importancia en la alimentación de animales:*Tithonia diversifolia* y *Morus alba*

Tithonia diversifolia para pecuaria sustentável, Brasil

Rogério M. Mauricio[1]; Simón Pérez Márquez[2]

[1]Universidade Federal de Sao Joao Del Rei,
[2]Universidade Federal de Minas Gerais.
mailto:rogeriomauricio@ufsj.edu.br

Na maior parte do território brasileiro, onde a produção pecuária é extensiva, existe uma sazonalidade na produção de forragem influenciada pelos períodos de chuva; alta pluviosidade, temperatura e o longo fotoperíodo; e pelo período seco caracterizado pelas baixas temperaturas, curto fotoperíodo e escassez de agua (Teixeira *et al.* 2011). Essa sazonalidade impacta a produção de biomassa forrageira produzida em termos qualitativos e quantitativos (Araujo *et al.* 2018). Além disso, as ações imprevisíveis das condições atmosféricas devido aos efeitos das mudanças climáticas, impactam negativamente o planejamento nutricional ao longo do ano, pois as taxas de lotação durante as chuvas dificilmente podem ser atingidas durante o período da seca, o que leva, muitas vezes, a consequente degradação das pastagens por superpastejo (Boddey *et al.* 2004).

Ao redor de 90% da produção de bovinos no brasil é obtida em sistemas à pasto (Anualpec, 2013 citado por De Oliveira Silva *et al.* 2017). Parente *ET AL.* (2017), utilizando imagens de satélites, estimaram que existem 175 milhões de hectares de pastagens das quais, segundo o IBGE (2017), sendo que 50% deste montante encontram degradados. No entanto, Fernandes *et al.* (2018) reporta que, só no cerrado de Minas Gerais 4,6 milhões de hectares de pastagens cultivadas estão degradadas. Estima-se também que devido ao manejo incorreto das pastagens, o Brasil está perdendo cerca de 70% do seu potencial produtivo (Strassburg *et al.* 2014). Com a implementação de pastagens melhoradas, introdução de sistemas mistos (Herrero *et al.* 2010) e fertilização, seria possível atingir a demanda de alimentos num cenário onde não seria preciso expandir a fronteira pecuária em áreas de florestas (Strassburg *et al*. 2014). Acrescenta-se que a suplementação com silagem e concentrados (Ruviaro *et al.* 2016) são práticas também utilizadas. Não entanto o aceso a estas tecnologias é limitado devido ao incremento nos

custos de produção (Watson *et al.* 2012) e o seu impacto ambiental negativo devido as emissões de CO_2 e N_2O oriundas da produção de grãos e adubações de pastagens (Sun *et al*. 2016).

O uso de pastagens consorciadas com leguminosas já vem sendo realizado no Brasil, entretanto a perenidade deste sistema é duvidosa (Carvalho e Pires, 2008). Desta forma outras espécies, como as arbustivas tropicais que podem intensificar a produção, aumentando a quantidade de biomassa, reduzindo o uso de fertilizantes, fornecendo resistência as variações climáticas e melhorando as condições edáficas, podem ser exploradas (Murgueitio *et al*. 2011).

Neste contexto a *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray – (TD) é uma espécie que apresenta ampla adaptação as diferentes altitudes desde o nível do mar até 2700 m (Murgueitio *et al.* 2011). Esta planta cresce em diferentes condições agroecológicas com precipitações entre 800 até 5.000 mm e em diferentes tipos de solo tolerando condições de acidez e baixa fertilidade.
A plasticidade da planta e sua ampla distribuição tem permitido que seja usada em diferentes países e para diferentes funções. Foram também avaliadas as propriedades farmacológicas da TD; como fonte importante de compostos bioactivos (Mabou Tagne *et al.* 2018), e também suas propriedades medicinais pela sua atividade estimulante do sistema imune (Ejelonu *et al.* 2017), suas propriedades anti-inflamatórias (Broering *et al.* 2019), sua atividade antibiótica (Orsomando *et al.* 2016) e inclusive seu potencial no tratamento do Alzheimer (Ojo *et al.* 2018). Também tem sido estudado seu potencial como inseticida (Green *et al.* 2017) e sua toxicidade contra a formiga cortadeira (Castaño-Quintana *et al.* 2013), e o ácaro-rajado, (Pavela *et al.* 2018). Em relação ao solo, a TD tem efeito sobre a quantidade de nutrientes disponíveis, devido a capacidade de extrair e acumula. Tem sido estudado seu papel como adubo verde e a sua capacidade para melhorar a matéria orgânica do solo e a ciclagem de fósforo (Jama *et al.* 2000; Phiri *et al.* 2001; Ojeniyi *et al.* 2012; Scrase *et al.* 2019). Dahunsi *et al.* (2017) escreveram sobre o potencial na produção de biogás, e Thi Tran *et al*. (2016) decorreram sobre seu uso no processo de fabricação de grafeno para aplicações biológicas. Na nutrição de ruminantes chama atenção como fonte de biomassa verde (Maurício *et al.* 2017), mas também tem sido evidenciado seu potencial para incrementar as moléculas de CLA na leite e seu efeito na defaunação ruminal (Galindo *et al.* 2014) e seu potencial para reduzir as

emissões de metano entérico (Ribeiro *et al.* 2016). Porém, a maioria desses estudos são baseados em dietas com um alto teor de carboidratos solúveis (concentrados) e resultados sobre o comportamento da TD em dietas predominantemente fibrosas, típicas dos SSPi são pouco comuns. O conteúdo de carboidratos solúveis na dieta pode alterar a rota metabólica usada no rúmen para degradar o alimento, a alta disponibilidade de energia para o microrganismo próprio de dietas com concentrado, favorece rotas que usam muito eficientemente a energia e produzem menos hidrogênio terminado por gerar uma redução indireta da metanogênesis. Oposto a isso a dietas com poucos carboidratos solúveis (altas em fibra) disponibilizam menos energia fazendo que os microorganismos devam usar rotas menos eficientes no uso do hidrogênio terminando por aumentar o metano entérico. No entanto a TD, mesmo tendo um conteúdo de fibra alto, parece ter um impacto direto sobre a metanogenesis devido a presencia de taninos que podem intervenir nos microrganismos envolvidos na produção de metano entérico (Galindo *et al.* 2014). É nesse contexto que, estudos da influência da *Tithonia diversifolia* usada junto com dietas altas em fibra, sobre dinâmica microbiana, a produção de gases entéricos, e a produção de metano são necessárias para entender melhor o seu comportamento e os mecanismos que atuam sobre o seu potencial como agente mitigador das emissões entéricas.

Pesquisas em andamento

Seguindo esta linha de pensamento, no Laboratorio de Nutrição Animal do CENA/USP, em Piracicaba, estado São Paulo, Brasil, estão sendo desenvolvidos estudos sobre produção de biomassa de *Tithonia diversifolia* em SSPi, efeitos desta sobre a produção de metano *in vivo*, digestibilidade, produção de metano, e efeitos sobre o microbioma ruminal.

Para o estabelecimento do SSPi foi utilizado uma área de aproximadamente 730 m², onde o foi realizada previamente preparo mecanizado do solo. Como material para o plantio da TD foi utilizado 1 kg de semente proveniente de México a qual foi utilizado para a formação do das mudas. Após 45 dias do plantio as plântulas tendo uma altura média de 30 cm, estas foram transplantadas para a área definitiva utilizando espaçamento entre plantas de 1 m e entre linhas de 3 m. equivalente a uma densidade por hectare de 2500 plantas. Para o estabelecimento da Braquiaria foi usada

semente de *Urochloa brizantha*, cv Xaraes. Passados 70 días após o transplante, em cada linha foram selecionadas 3 plantas aleatoriamente, cortadas a uma altura de 40 cm do solo, e o material foi pesado e secado. O processo foi repetido de igual maneira durante os 3 cortes posteriores. O material coletado foi seco processadas as análises de MS, PB, FDA, FDN, LDA, MM, compostos fenólicos e taninos, degradabilidade e produção de gases *in vitro* e avaliação da população de protozoários ruminais.

Resultados preliminares

Os resultados preliminares sobre a produção de biomassa do SSPi atestam uma produção de biomassa de TD de 5.9 TonMS/Ha/ano, com uma média de idade ao corte de 60 días. A altura média para esses cortes foi de 2.06 m (±0.14), e a produção de biomassa verde media por planta foi de 3.88 kg (±0.91). O conteúdo de MS, PB, FDN e FDA foi de 93.05%, 15.9%, 59.0% e 50.08% respectivamente (Tabela 1).

Tabela.1 Composição química de *Tithonia diversifolia*

	MS	**PB**	**FDN**	**FDA**	**LIGNINA**
	g/kg	**g/kg MS**			
L1	932,45	15,57	595,86	511,89	158,71
L2	932,95	13,76	592,44	521,59	154,84
L3	924,55	17,67	570,13	488,96	165,38
L4	931,90	16,69	601,86	513,38	165,13

Os valores de biomassa produzida por hectare se encontram em concordância com o reportado na literatura, Alonso *ET AL.* (2016) reportou de 3,0 Ton/MS/ha e Gualberto *ET AL.* (2011) 3,5 Ton/MS/ha. Levando em conta que as densidades são inferiores as reportadas por esses autores, a produção de biomassa foi superior em quantidade, não entanto, estudos que estejam envolvendo áreas maiores e que incluam também o aporte da biomassa da gramínea devem ser feitos para um melhor entendimento do sistema.

Os resultados sobre a produção de gases (*in vitro*), degradabilidade, protozoários e compostos fenólicos se encontram nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Produção e valor nutritivo da *Tithonia diversifolia*

	PG	CH_4	DIVMS	DIVMO	DIVFDN
	mL/gMS	mL/gMS	g/kgMS	g/kgMS	g/kgMS
L1	171,73	15,97	518,77	468,21	226,10
L2	165,09	13,23	499,56	445,99	186,10
L3	163,78	12,83	545,57	500,91	254,03
L4	144,08	8,21	501,13	446,34	212,61
L1, L2, L3, L4 = Linha 1, linha 2, linha 3 e linha 4, respectivamente.					

Na literatura os valores da degradabilidade *in vitro* da matéria seca da TD, variam de 53% até o 83% (Porsavatdy *ET AL.*, 2016). A DIVMS media para as plantas coletadas do SSPi estabelecido nesse experimento (51.6 %) se encontra por baixo daqueles reportados na literatura. Isso pode ser explicado pelo maior conteúdo de FDA (50.08%) encontrado nas amostras analisadas quando comparadas com os valores encontrados na literatura (Calsavara *ET AL.*, 2016; 33.3% e Mahecha e Rosales, 2005; 30.4%).

Com relação a produção de gases *in vitro*, comparado com os valores reportados por Osuga *et al.* (2012), (125 mL/gMS) para TD, a produção de gases média encontrada neste experimento (161 mL/gMS) foi numericamente maior. No entanto, foi menor quando comparada com os resultados obtidos por Sousa *et al.* (2011) ao analisar a produção de gases de *Brachiaria brizantha* cv marandu. A produção de metano media após 48 horas de fermentação encontrada no presente experimento para a TD foi de (26,9 mL/gMS) sendo maior que aquela reportada por Mauricio *et al.* (2014) (9.8 mL/gMS) para 12 horas de avaliação e muito maior aos valores reportados por Galindo *et al.* (2012) (9 a 45 mL/gMS) para 24 horas de avaliação.

Tabela 3. Compostos Fenólicos e populações de protozoarios

	Fenois Totais*	Taninos Totais*	Taninos Condensados**	Protozoa***
L1	12,13	8,16	0,34	320.000
L2	14,15	9,86	0,22	400.000
L3	15,04	10,71	0,08	380.000
L4	9,88	6,55	0,16	426.667

* expressado como gramas de ácido tánico
** expressado como gramas de leucocianadina
*** expressado como número de protozoários por mL de liquido ruminal
L1, L2, L3, L4 = Linha 1, linha 2, linha 3 e linha 4, respectivamente.

Comparado com os resultados obtidos por Galindo *et al.* (2014); 187000 protozoos/mL; os resultado encontrados neste experimento foram maiores (381667 protozoarios/mL), de manera similar o conteúdo de fenois totais (12.8) e taninos totais (8.82) quando comparados com os valores obtidos por Gallego-Castro *et al*. (2016); 0,24 e 0,08, respectivamente.

Conclusões preliminares

Baseado na sua composição nutricional, no seu comportamento fermentativo e na sua interação com os microorganismos ruminais; a TD apresenta um alto teor de proteína, alto teor de fibra uma alta digestibilidade e também potencial para a mitigação das emissões de metano entérico.

Referências

ALONSO, J. *et al*. Producción de biomasa y comportamiento animal en pastoreo con Tithonia diversifolia a diferentes distancias de plantación. **Livestock Research for Rural Development,** v. 24, n. 9, p. 1-11, 2016.

ARAUJO, L. C. D. *et al*. Key factors that influence for seasonal production of Guinea grass. **Scientia Agricola,** v. 75, p. 191-196, 2018. ISSN 0103-9016.

BODDEY, R. M. *et al*. Nitrogen cycling in Brachiaria pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems & Environment,** v. 103, n. 2, p. 389-403, 2004/07/01/ 2004. ISSN 0167-8809.

BROERING, M. F. *et al*. Effects of Tithonia diversifolia (Asteraceae) extract on innate inflammatory responses. **Journal of Ethnopharmacology,** v. 242, p. 112041, 2019/10/05/ 2019. ISSN 0378-8741.

CALSAVARA, L. H. F. *et al*. Potencial forrageiro da Tithonia diversifolia para alimentação de ruminantes. **Livestock Research for Rural Development,** v. 28, n. 2, p. 1-9, 2016.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Leguminosas Tropicais Herbáceas em Assciação com Pastagens. **Arch. Zootec.,** v. 57, n. R, p. 103-113, 2008.

CASTAÑO-QUINTANA, K. *et al*. Toxicity of foliage extracts of Tithonia diversifolia (Asteraceae) on Atta cephalotes (Hymenoptera: Myrmicinae) workers. **Industrial Crops and Products,** v. 44, p. 391-395, 2013/01/01/ 2013. ISSN 0926-6690.

DAHUNSI, O. S. *et al*. Anaerobic mono-digestion of Tithonia diversifolia (Wild Mexican sunflower). **Energy Conversion and Management,** v. 148, p. 128-145, 2017/09/15/ 2017. ISSN 0196-8904.

DE OLIVEIRA SILVA, R. *et al*. Sustainable intensification of Brazilian livestock production through optimized pasture restoration. **Agricultural Systems,** v. 153, p. 201-211, 2017/05/01/ 2017. ISSN 0308-521X.

EJELONU, O. C. *et al*. Tithonia diversifolia saponin-blood lipid interaction and its influence on immune system of normal wistar rats. **Biomedicine & Pharmacotherapy,** v. 87, p. 589-595, 2017/03/01/ 2017. ISSN 0753-3322.

FERNANDES, F. H. S. *et al*. Degradation trends based on MODIS-derived estimates of productivity and water use efficiency: A case study for the cultivated pastures in the Brazilian Cerrado. **Remote Sensing Applications: Society and Environment,** v. 11, p. 30-40, 2018/08/01/ 2018. ISSN 2352-9385.

GALINDO, J. *et al*. Effect of tropical plant foliage on the control of methane production and in vitro ruminal protozoa population. **Cuban Journal of Agricultural Science,** v. 48, n. 4, 2014.

GALINDO, J. *et al*. Efecto de Samanea saman (Jacq .) Merr ., Albizia lebbeck (L .) Benth y Tithonia diversifolia (Hemsl .) Gray (material vegetal 23) en la población de metanógenos y en la ecología microbiana ruminal. **Revista Cubana de Ciencia Agricola,** v. 46, n. 3, p. 273-278, 2012.

GALLEGO-CASTRO, L. *et al*. Calidad nutricional de Tithonia diversifolia Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto 1. **Agronomía Mesoamericana,** v. 28, p. 213, 12/12 2016.

GREEN, P. W. C. *et al*. Insecticidal activity of Tithonia diversifolia and Vernonia amygdalina. **Industrial Crops and Products,** v. 110, p. 15-21, 2017/12/30/ 2017. ISSN 0926-6690.

GUALBERTO, R. *et al*. Influência do espaçamento e do estádio de desenvolvimento da planta na produçao de biomassa e valor nutricional de Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray. **Nucleus,** v. 8, n. 1, 2011.

HERRERO, M. *et al*. Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. **Science,** v. 327, n. 5967, p. 822-5, Feb 12 2010. ISSN 0036-8075.

IBGE. Censo Agropecuario. 2017. Disponível em: < https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html >. Acesso em: 26 de Agosto de 2018.

JAMA, B. *et al*. Tithonia diversifolia as a green manure for soil fertility improvement in western Kenya: A review. **Agroforestry Systems,** v. 49, n. 2, p. 201-221, 2000/07/01 2000. ISSN 1572-9680.

MABOU TAGNE, A. *et al*. Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray as a medicinal plant: A comprehensive review of its ethnopharmacology, phytochemistry, pharmacotoxicology and clinical relevance. **Journal of Ethnopharmacology,** v. 220, p. 94-116, 2018/06/28/ 2018. ISSN 0378-8741.

MAHECHA, L.; ROSALES, M. Valor nutricional del follaje de botón de oro Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. **Livestock Research for Rural Development,** v. 17, 2005.

MAURICIO, R. *et al*. Tithonia diversifolia for ruminant nutrition. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales,** v. 2, 04/01 2014.

MAURÍCIO, R. M. *et al*. Feeding ruminants using Tithonia diversifolia as forage. **Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research,** v. 5, n. 4, 2017.

MURGUEITIO, E. *et al*. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. **Forest Ecology and Management,** v. 261, n. 10, p. 1654-1663, 2011/05/15/ 2011. ISSN 0378-1127.

OJENIYI, S. O. *et al*. Soil productivity improving attributes of Mexican sunflower (Tithonia diversifolia) and siam weed (Chromolaena odorata). **Emirates Journal of Food and Agriculture,** v. 24, n. 3, p. 243-247, 2012.

OJO, O. A. *et al*. HPLC-DAD fingerprinting analysis, antioxidant activities of Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray leaves and its inhibition of key enzymes linked to Alzheimer's disease. **Toxicology Reports,** v. 5, p. 585-592, 2018/01/01/ 2018. ISSN 2214-7500.

ORSOMANDO, G. *et al*. Mexican sunflower (Tithonia diversifolia, Asteraceae) volatile oil as a selective inhibitor of Staphylococcus aureus nicotinate mononucleotide adenylyltransferase (NadD). **Industrial Crops and Products,** v. 85, p. 181-189, 2016/07/01/ 2016. ISSN 0926-6690.

OSUGA, I. M. *et al*. Potential nutritive value of various parts of wild sunflower (Tithonia diversifolia) as source of feed for ruminants in Kenya. **Journal of Food, Agriculture & Enviroment,** v. 10, n. 2, p. 632-635, 2012.

PARENTE, L. *et al*. Monitoring the brazilian pasturelands: A new mapping approach based on the landsat 8 spectral and temporal domains. **International Journal of Applied Earth**

Observation and Geoinformation, v. 62, p. 135-143, 2017/10/01/ 2017. ISSN 0303-2434.

PAVELA, R. *et al*. Oviposition inhibitory activity of the Mexican sunflower Tithonia diversifolia (Asteraceae) polar extracts against the two-spotted spider mite Tetranychus urticae (Tetranychidae). **Physiological and Molecular Plant Pathology,** v. 101, p. 85-92, 2018/01/01/ 2018. ISSN 0885-5765.

PHIRI, S. *et al*. Changes in soil organic matter and phosphorus fractions under planted fallows and a crop rotation system on a Colombian volcanic-ash soil. **Plant and Soil,** v. 231, n. 2, p. 211-223, 2001. ISSN 0032-079X.

PORSAVATDY, P. *et al*. Effect on feed intake, digestibility, N retention and methane emissions in goats of supplementing foliages of cassava (Manihot esculenta Crantz) and Tithonia diversifolia with water spinach (Ipomoea aquatica). **livestock Research for Rural Development,** v. 28, n. 5, 2016.

RIBEIRO, R. S. *et al*. Tithonia diversifolia as a Supplementary Feed for Dairy Cows. **Plos One,** v. 11, n. 12, p. e0165751-e0165751, 2016.

RUVIARO, C. F. *et al*. Economic and environmental feasibility of beef production in different feed management systems in the Pampa biome, southern Brazil. **Ecological Indicators,** v. 60, p. 930-939, 2016/01/01/ 2016. ISSN 1470-160X.

SCRASE, F. M. *et al*. Mycorrhizas improve the absorption of non-available phosphorus by the green manure Tithonia diversifolia in poor soils. **Rhizosphere,** v. 9, p. 27-33, 2019/03/01/ 2019. ISSN 2452-2198.

SOUSA, L. F. *et al*. Cinética de fermentação ruminal in vitro da forrageira Brachiaria brizantha cv. Marandu em sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** v. 63, p. 382-391, 2011. ISSN 0102-0935.

STRASSBURG, B. B. N. *et al*. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. **Global Environmental Change,** v. 28, p. 84-97, 2014/09/01/ 2014. ISSN 0959-3780.

SUN, B.-F. *et al*. The effects of nitrogen fertilizer application on methane and nitrous oxide emission/uptake in Chinese croplands. **Journal of Integrative Agriculture,** v. 15, n. 2, p. 440-450, 2016/02/01/ 2016. ISSN 2095-3119.

TEIXEIRA, F. A. *et al*. Produção anual e qualidade de pastagem de Brachiaria decumbens diferida e estratégias de adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum. Animal Sciences,** v. 33, p. 241-248, 2011. ISSN 1807-8672.

THI TRAN, T. T. *et al*. Tithonia diversifolia pectin – reduced graphene oxide and its cytotoxic activity. **Materials Letters,** v. 183, p. 127-130, 2016/11/15/ 2016. ISSN 0167-577X.

WATSON, A. K. *et al*. Smooth bromegrass pasture beef growing systems: Fertilization strategies and economic analysis1. **The Professional Animal Scientist,** v. 28, n. 4, p. 443-451, 2012/08/01/ 2012. ISSN 1080-7446.

Efecto de la latencia sobre la germinación de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae)

Dormancy and germination success in *Tithonia diversifolia* (Asteraceae)

R. Santos-Gally[1]; M. Muñoz; G. Franco*

[1]CONACyT-Instituto de Ecología, A.P. 70-275, Ciudad Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México.
*Correspondencia: Rocío Santos Gally.
rsantos@iecologia.unam.mx

Resumen

El uso de *Tithonia diversifolia,* como especie forrajera rica en proteína, para la producción animal en América Latina y el Caribe, ha ido incrementándose en los últimos años. Usualmente la propagación de la especie ha sido mediante material vegetativo debido a las bajas tasas de germinación (0-19%) de las semillas. Sin embargo, esta forma de reproducción incrementa los costos de implementación, reduce la variabilidad genética de los cultivos y resulta en plantas con raíces más superficiales y débiles. Esto resalta la importancia de mejorar la germinación de semillas de *T. diversifolia* para optimizar su implementación en Sistemas Silvopastoriles intensivos. El objetivo del trabajo fue medir el éxito de germinación entre semillas con escama marrón y violáceas a partir de diferentes tratamientos pre-germinativos, sustratos germinativos y tipo y tiempo de almacenamiento post-colecta de las semillas. Los resultados muestran que las semillas con escamas marrones presentaron mayores porcentajes de germinación que las semillas con escamas violáceas. Hubo un incremento de germinación del 70 % entre el primer (20%) y cuarto mes pos-colecta (90%), obteniéndose mejores resultados al sembrar las semillas en medio con tierra negra. En este trabajo se demostró que las semillas de *T. diversifolia* no presentan latencia física. La latencia fisiológica reduce la germinación en los primeros meses post-colecta, a partir del cuarto mes la germinación es abundante, por lo que se recomienda que para obtener plantas vía semilla se almacenen estas al menos cuatro meses. La propagación de *T. diversifolia* a partir de semillas permitirá obtener más plantas en menos tiempo, a mayor escala y con una reducción de los costos de implementación. Además, las plantas obtenidas mediante semillas desarrollan mejores raíces y presentan mayor variabilidad genética lo que podría ayudar a enfrentar los efectos del cambio climático.

Palabras Clave: *Forrajeras arbustivas, México, semillas, trópico*.

Abstract

Tithonia diversifolia is as a high-protein forage species for animal production in Latin America and the Caribbean and its use has increased in recent years. The species has been most generally propagated by vegetative reproduction due to the low seed germination rates (0-19%). However, vegetative reproduction increases the costs of implementation, reduces the genetic variability of crops and results in plants with more shallow and weak roots. This highlights the importance of improving seed germination of *T. diversifolia* to optimize the implementation in intensive silvopastoral systems (iSPS). The main objective of this work was measure the germination success by means of different pregerminative treatments, germinative substrates, type and time of post-harvest storage of seeds. The results show that seeds with brown scales present higher germination success than those from violet scales. There was a 70% increase in germination success between the first (20%) and fourth month post-harvest (90%), obtaining better results when sowing the seeds in natural substrate. The results show that *T. diversifolia* seeds present physiological dormancy, which leads us to recommend sowing the seeds after the fourth month post-harvest. The propagation of *T. diversifolia* from seeds will allow more plants to be obtained in less time, on a larger scale and with a reduction in implementation costs. In addition, plants obtained through seeds develop better roots and greater genetic variability which could help to face the effects of climate change.

Keywords: *Forage shrubs, México, seeds, tropic*.

Introducción

En Latinoamérica el uso de árboles y arbustos forrajeros en el trópico ha jugado un papel crucial en la calidad y cantidad de alimento para la producción pecuaria (Peters *et al*., 2011). Los SSPi son identificados como una alternativa sostenible para la producción de ganado (Murgueitio *et al*., 2015). Estos constan de elementos agroforestales que combinan pastos, arbustos y árboles forrajeros, árboles de sombra y multipropósito. Estos elementos dentro de los SSPi permiten mantener los servicios ecosistémicos como la reducción de la temperatura, el mantenimiento de la humedad y promueven un mayor flujo de la flora y fauna a través de paisajes agropecuarios permanentes (Calle *et al*., 2013; Montagnini *et al*., 2013). Un elemento clave en los Sistemas Silvopastoriles intensivos (SSPi) son las plantas forrajeras altamente proteínicas. Sembradas en altas densidades

dentro de los potreros, estas facilitan la fijación y transferencia de una cantidad elevada de nitrógeno a las gramíneas asociadas (Solorio, 2013). Esto resulta en un incremento de la producción y la calidad de la biomasa forrajera, que, a su vez, se traduce en un aumento en la carga animal, la producción de leche y carne. Además, al modificar los procesos digestivos de los rumiantes, este cambio de dieta resulta en una reducción en las emisiones de metano (Galindo *et al*., 2014). El uso de *Tithonia diversifolia,* una especie forrajera nativa de Centroamerica, ha ido incrementándose en los últimos años ya que posee una calidad proteínica (hasta 28.8 % de proteína, sin ser una leguminosa) apta para diferentes tipos de ganado, una alta producción de biomasa y es regeneradora de suelos ácidos (Calle & Murgeuitio, 2008; Mauricio *et al*., 2017). Originaria de México, se ha reproducido principalmente de manera vegetativa (Ruiz *et al*., 2014) pues la siembra por semillas resulta en baja germinación (0-19%). Por esta razón, el objetivo del estudio es generar conocimiento sobre la germinación de esta especie que ayude en la propagación mediante semilla. De esta forma se favorecería a disminuir los costos de implementación, aumentaría la variabilidad genética de los cultivos y se obtendrían plantas con raíces pivotantes y fuertes.

Materiales y Métodos

Especie de estudio y colecta de semillas

Tithonia diversifolia (Hemsley) A. Gray (Asteraceae) es una especie arbustiva perenne que se encuentra en bordes de camino y lugares ruderales y antropizados en diferentes tipos de suelos (arcilla, arenas, limos), desde los 0 hasta los 2500 msnm. La especie florece todo el año con un pico de floración entre octubre y noviembre (La Duke, 1982; Conabio, 2009). Los aquenios maduros son abundantes de noviembre a enero y se caracterizan por ser indehiscentes, contener una semilla y estar envueltos por una escama (de aquí en adelante nos referiremos a semilla como símil de aquenio, aunque técnicamente es un fruto). Para este estudio se colectaron semillas de aproximadamente 200 plantas de una población localizada entre Catemaco y Sontecomapan, Veracruz, México. Los capítulos se separaron de acuerdo al color de la escama, marrón o violácea. El color marrón de la escama indica que las semillas están listas para dispersarse del capítulo, contrario a las semillas de escama violácea las cuales aún se encuentran sujetas al capítulo.

Número de semillas buenas y vanas en los frutos de Tithonia diversifolia

Con el fin de determinar si existe una relación entre el color de la escama y el número de semillas buenas y vanas, se contaron todas las semillas de 136 capítulos anotando el color de la escama de cada capítulo. Las diferencias entre el número de semillas buenas y vanas se analizó con una prueba de *t* para muestras independientes. Los datos se transformaron a raíz cuadrada para cumplir con la prueba de normalidad.

Imbibición de semillas de Tithonia diversifolia

Se realizó una prueba de imbibición con el fin de determinar si el pericarpio funciona como barrera impermeable al agua (latencia física). Se pesaron 50 semillas marrones y 50 violáceas en seco y se volvieron a pesar después de sumergirlas en agua por 48 horas a temperatura ambiente (19ºC), con una balanza de precisión (0.0001 mg). Para detectar diferencias en la ganancia del peso se utilizó una *t*-pareada. Los datos se transformaron a raíz cuadrada para cumplir con la prueba de normalidad.

Germinación de los tipos de semillas

Para determinar el efecto en la germinación de las semillas marrones frente a las violáceas, se sembraron en cajas Petri (9 cm diámetro) en sustrato de agar al 1%, todas las semillas provenientes de 20 capítulos, 614 y 742 semillas marrones y violáceas, respectivamente. Previo a la siembra, las semillas se sumergieron durante cinco minutos en una solución de hipoclorito de sodio al 1 %. Las cajas Petri se sellaron con parafilm y se incubaron en una cámara controlada a 15ºC y 8/16 h luz/oscuridad por 16 días. La variación de la germinación entre las semillas marrones y violáceas se analizó mediante un modelo lineal generalizado (*glm*, por sus siglas en inglés) ajustado a una distribución cuasi-binomial.

Tratamientos pre-greminativos

Se utilizaron semillas con dos tiempos de almacenamiento, un mes y cuatro meses. Con el fin de evaluar el nivel de latencia de las semillas de *T. diversifolia* después del primer mes de almacenamiento en seco (19ºC), se realizaron dos tratamientos pre-germinativos. El tratamiento "agua" consistió en sumergir las semillas durante 48 horas en agua destilada, posteriormente se colocaron en papel absorbente durante 24 horas. El tratamiento "silica" consistió en secar las semillas en silica gel durante 48 h y posteriormente hidratarlas en una cámara húmeda a 30ºC durante 24 h (Wen, 2015). Se sembraron las semillas en cajas de Petri (5-cm de diámetro) con sustrato de agar al 1 % y se incubaron en una cámara controlada a 30ºC

y 8/16 h luz/oscuridad por 16 días. Cada tratamiento se replicó cinco veces con 10 semillas cada uno y un tratamiento control. Se analizó la variación de la germinación entre los tipos de semillas y la interacción con el tratamiento pre-germinativo mediante un *glm* ajustado a una distribución cuasi-binomial.

Para evaluar la germinación de semillas almacenadas durante cuatro meses, se aplicó el tratamiento pre-germinativo "silica" a semillas violáceas y marrones, cada uno con 10 réplicas y 6 réplicas de tratamiento control. Se sembraron en sustrato de agar al 1% y se incubaron y se incubaron en una cámara controlada a 30ºC y 8/16 h luz/oscuridad por 16 días. La variación de la germinación entre los tipos de semillas y la interacción con el tratamiento pre-germinativo se analizó mediante un *glm* ajustado a una distribución cuasi-binomial.

Germinación en tierra negra

Con el fin de evaluar la germinación de semillas marrones en un medio de sustrato con acceso más inmediato en campo, se sembraron 80 semillas en 250 gr de tierra negra dentro de un recipiente de plástico (20 x 15 cm y 8 cm de alto). Las incubamos a 30ºC y 8/16 h luz/oscuridad por 18 días.

Resultados y Discusión

Número de semillas y abortos entre frutos con escama marrón y violácea

El número de semillas en 136 capítulos con escama marrón y violácea fue de 3375 y 5242, respectivamente. De estas, 1278 y 1817 fueron semillas vanas con escama marrón y violácea, respectivamente. Aunque no encontramos diferencias significativas entre el número promedio de semillas marrones (41.94) y violáceas (39.82) por capitulo ($t = 0.672$, $df=134$; $p= 0.50$), si las encontramos en el promedio de semillas vanas (marrones 25.56 vs. 21.12 violáceas ($t = 2.09$, $df=134$; $p= 0.038$). Esto podría explicarse por una mayor depredación en las semillas marrones a causa de la larva de un lepidóptero.

Imbibición de semillas de Tithonia diversifolia

Las semillas con escama marrón y violácea aumentaron significativamente su peso después de haber sido sumergidas en agua durante 48 horas a temperatura ambiente (19ºC) ($t\text{-}pareada_{\text{marrón}} = -24.653$, $df = 49$, $p < 0.001$; $t\text{-}pareada_{\text{violácea}} = -13.731$, $df = 49$, $p < 0.001$). Lo que indica que el pericarpio del fruto no es una barrera impermeable al agua, por lo tanto se descarta la latencia física en las semillas de *T. diversifolia.*

Germinación de semillas marrones y violáceas

La proporción promedio de germinación de semillas marrón fue de 20.68 % y de semillas violáceas 10.91%, encontrándose diferencias marginalmente significativas entre los dos tipos de semilla (Tabla 1). Dado que la madurez de la semilla, observada a través de la escama, no afecta notablemente el éxito de germinación, cosecharlas antes puede impedir la depredación por larvas de lepidópteros, lo que estaría causando semillas vanas. Muoghalu & Chuba (2005) encontraron que las semillas sembradas inmediatamente después de ser cosechadas solo alcanzaron 16.3 % de germinación, mientras que después de cuatro meses alcanzaron 97.5% de germinación.

Tabla 1. Resultados del Modelo Lineal Generalizado, con la germinación de las semillas como variable dependiente y el tipo de semilla (marrón y violácea) como un efecto fijo.

	Estimado	**E.E.**	**t**	***P***
Intercepto	-1.3441	0·292	-5.39	<0·001
Tipo de semilla	−0·7552	0·3857	-1.958	0·0659

Tratamientos pre-greminativos

La germinación promedio después del primer mes de almacenamiento de las semillas y con el tratamiento “agua” fue de 14 y 10 % para marrones y violáceas, respectivamente, y para el tratamiento “silica” 20% y 8% para marrones y violáceas, respectivamente. No observamos germinación en ninguno de los controles. El *glm* no mostró diferencias en el éxito de germinación entre tratamientos, ni tipos de semillas (Tabla 2). Dado que no hubo diferencias entre los tratamientos pre-germinativos, en el cuarto mes se utilizó únicamente el tratamiento de “silica”, dado que con este tratamiento se obtuvo una mejor tendencia en la germinación de las semillas. Las proporciones promedio de germinación del tratamiento “silica” fueron de 18% y 14% para semillas marrones y violáceas, respectivamente; mientras que, para el tratamiento control 33 % y 6 % para marrones y violáceas, respectivamente. El análisis *glm* mostró que las semillas marrones presentan mayor éxito de germinación que las violáceas, y esta diferencia se mantiene aún tras el tratamiento con “silica” para las semillas violáceas (Tabla 3). Todo esto indica que las semillas marrones sembradas en agar, con cuatro meses de almacenamiento y sin tratamiento alguno pueden alcanzar hasta un 33% de germinación, sugiriendo que la latencia fisiológica que presentan estas semillas puede empezar a romperse a partir de este tiempo de almacenamiento.

Tabla 2. Resultados del Modelo Lineal Generalizado, con la germinación de las semillas como variable dependiente y el tratamiento pre-germinativo con el tipo de semilla (marrones (M) y violáceas (V)) como un efecto fijo.

	Estimado	**E.E.**	**t**	***P***
Intercepto	-1.3863	0·353	-3.921	<0·001
Control M	−18.732	4482.3	-0.004	0·996
Control V	−18.733	4482.3	-0.004	0·997
"Agua" M	-0.429	0.5395	-0.795	0.4266
"Agua" V	-0.8109	0.5893	-1.376	0.1688
"Silica" V	-1.0561	0.6299	-1.677	0.0936

Tabla 3. Resultados del Modelo Lineal Generalizado, con la germinación de las semillas como variable dependiente y el tratamiento “silica” con el tipo de semilla (marrones (M) y violáceas (V)) como un efecto fijo.

	Estimado	**E.E.**	**t**	***P***
Intercepto	-0.6931	0.4305	-1.61	0.1217
Control V	-1.9459	0.9205	-2.114	0.0461*
"Silica" M	-0.8232	0.5187	-1.587	0.1268
"Silica" V	-1.1221	0.5367	-2.091	0.0483*

Germinación en tierra negra después de cuatro meses de almacenamiento de las semillas

La semillas almacenadas durante cuatro meses y sembradas en sustrato de tierra presentaron una germinación del 90.2% (Figura 1). Estos resultados sugieren que el tiempo de almacenamiento, así como el sustrato y, posiblemente, mejor oxigenación en un recipiente más grande, pueden jugar un papel en el éxito de la germinación de *Tithonia diversifolia*.

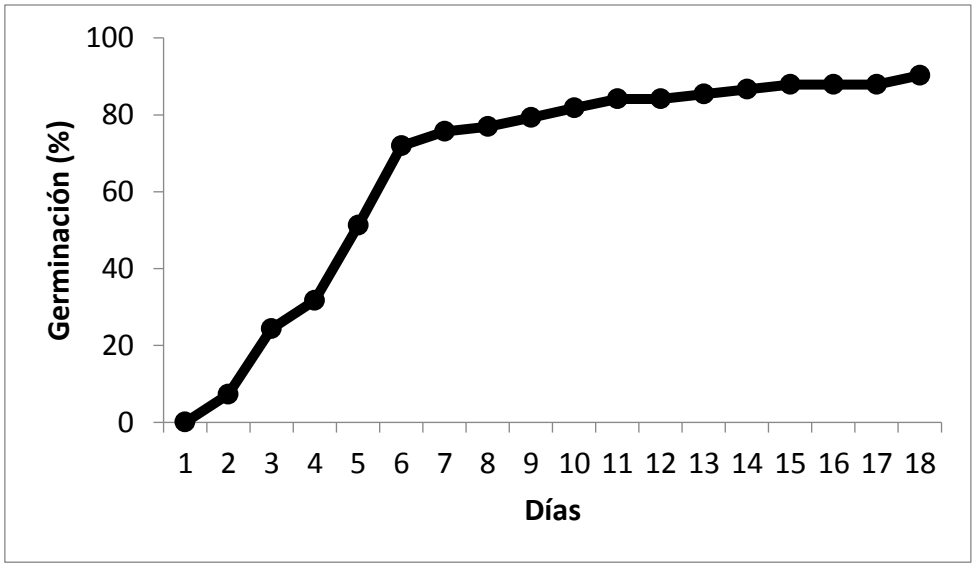


Figura 1. Porcentaje de germinación de semillas marrones de *Tithonia diversifolia* después de cuatro meses de almacenamiento y con sustrato de tierra negra.

Conclusiones

Las semillas de *Tithonia diversifolia* no presentan latencia física y responden a tratamientos pre-germinativos con un aumento hasta del 30 % de la germinación. Los tratamientos pre-germinativos resultan en mayor proporción de germinación cuando se aplican en el primer mes pos-cosecha de la semilla, a partir del cuarto mes la latencia de *T. diversifolia* se rompe y las tasas de germinación aumentan hasta 90%, por lo que no es necesario tratamientos pre-germinativos.

Bibliografía

Calle, Z., Murgueitio, E., 2008. El Botón de oro: arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña. *Carta Fedegán* 108, 54-62.

Calle, Z., Murgueitio, E., Chará, J., Molina, C.H., Zuluaga, A.F., Calle, A., 2013. A strategy for scaling up intensive silvopastoral systems in Colombia. Journal of Sustainable Forest 32, 677–693.

La Duke, J. C. 1982. Revision of *Tithonia*. Rhodora. 84:453–522.

http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/tithonia-diversifolia/fichas/ficha.htm. Hanan Alipi, A.M., Mondragón Pichardo, J. 2009. Malezas de México. *Tithonia diversifolia.*

Galindo, J., González, N., Marrero, Y., Sosa, A., Ruiz, T., Febles, G., Torres, V., Aldana, A.I., Achang, G., Moreira, O., Sarduy, L., Noda, A.C., 2014 Effect of tropical plant foliage on the control of methane production and in vitro ruminal protozoa population. Cuban Journal of Agricultural Science 48, 359–364.

Mauricio, R.M., Calsavara, L.H.F., Ribeiro, R., Pereira, L.G.R., Freitas, D.S., Paciullo, D.S., Barahona, R., Rivera J.E., Chará, J., Murgueitio, E., 2017. Feeding ruminants using Tithonia diversifolia as forage. Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research 5, 1-4.

Montagnini, F., Ibrahim, I., Murgueitio, E., 2013. Silvopastoral systems and climate change mitigation in Latin America. Bois et Forêts des Tropiques 316, 3-16.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Muoghalu, J. I., Chuba, D. K. 2005. Seed germination and reproductive strategies of *Tithonia diversifolia* (hemsl.) gray and *Tithonia rotundifolia* (p.m) Blake. Applied Ecology and Environmental Research 3, 39-46.

Murgueitio, E., Barahona, R., Chará, J.D., Flores, M.X., Mauricio R.M., Molina, J.J. 2015. Los Sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina alternativa sostenible para enfrentar el cambio climático en la ganadería. Cuban Journal of Agricultural Science 49,541-554.

Ruíz, T.E, Febles, G.J, Galindo J.L., Savón, L.L., Chongo, B.B., Torres, V., Cino, D.M., Alonso, J., Martínez, Y., Gutiérrez, D., Crespo, G.J., Mora, L., Scull, I., La O O, González, J., Lok, S., González, N., Zamora, A., 2014. Tithonia diversifolia, sus posibilidades en sistemas ganaderos. Revista Cubana de Ciência Agrícola 48, 79-82.

Peters, M., Franco, L.H., Schmidt, A., Hincapie, B., 2011. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del Trópico Americano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, pp 222.

Solorio, F. J., 2013. Los sistemas silvopastoriles intensivos con Leucaena leucocephala: una opción para la ganadería tropical. Avances en Investigación Agropecuaria 17, 67-81.

Wen, B., 2015. Effects of High Temperature and Water Stress on Seed Germination of the Invasive Species Mexican Sunflower. *PLoS ONE* 10, e0141567. doi:10.1371/journal.pone.0141567

Efecto de la sustitución del concentrado por follaje de morera (*Morus alba*) sobre aumento diario de peso vivo en terneros en desarrollo.

F. A. L. García Soldevilla,

Instituto de investigaciones de Pastos y Forrajes (IIPF).
Ave. Independencia No20520 Rpto. Río Cristal. Boyeros. La Habana. Cuba.CP10800.
Freanciscogarciasoldevilla2017@gmail.com

Resumen

El n diseño fue completamente aleatorizado la unidad experimental fue un grupo estable de 6 terneras, desde su destete hasta su incorporación al rodeo en reproducción. Los terneros llegaron con una edad de 4 y 8 meses y recibieron la siguiente dieta: Control: $C_{1.5}$: 1.5 kg concentrado + 1.8 %PV de forraje de Guinea + pastoreo; C_1: 1 kg concent. + 1.8 % PV forraje Morera + pastoreo y $C_{0.5}$: 0.5 kg concent. + 2.8 % forraje Morera + Pastoreo. Se utilizaron 4 añojas de 118 kg de peso vivo por tratamiento las que pastaron Guinea likoni a razón de 4 cabezas por hectárea Se midió el consumo de concentrado diario, consumo de forraje 3 veces/ semana, disponibilidad del pasto, análisis bromatológicos de todos los alimentos. La disponibilidad de pasto promedio fue de 2.53 y 8.28 t MS/ ha / rotación para seca y lluvia respectivamente. El pasto tuvo una calidad regular con 8.5 y 7. 9 % PB y 63.6 y 54.2% DMS; la morera con niveles de 21.6 y 19.9 % PB y 68.9% y 78.5% de DMS. Los tratamientos que consumieron morera fueron más económicos que el control en $6 300.00 y $12 600.00/ cada 100 terneros. Se concluye que la inclusión de follaje de Morera al 1.8 y 2.8 % fueron capaces de sustituir el 33 y 66% del concentrado para obtener mejores ganancias de peso vivo diario 511, 566 y 570 g/día para C, C_1 y $C_{0.5}$, se obteniendo edades de incorporación entre 17 y 20 meses con pesos vivos entre 300 y 339 kg. El concentrado suministrado a los sistemas C1 y C 0.5 fue más económico en $6 300.00 y $12 600.00 por cada 100 añojas, que el sistema tradicional.

Palabras claves: *Pastoreo, % del peso vivo, disponibilidad*.

Summary

In a completely randomized design, 3 feeding systems were studied: Control: C1.5: 1.5 kg concentrate + 1.8% LW of forage from Guinea + grazing; C1: 1 kg concent. + 1.8% LW forage of Morera + grazing and C 0.5: 0.5 kg concent. + 2.8% mulberry forage + grazing. Four yearlings of 118 kg of live weight per treatment were used, those who grazed Guinea likoni at a rate of 4 heads per hectare. Consumption of daily concentrate, forage intake 3 times / week, availability of pasture, bromatological analyzes of all food were measured.

The availability of average grass was 2.53 and 8.28 t MS / ha / rotation for dry and rain respectively, the grass had a regular quality with 8.5 and 7. 9% PB and 63.6 and 54.2% DMS the mulberry with levels of 21.6 and 19.9% PB and 68.9% and 78.5% of DMS, the treatments that consumed mulberry were cheaper than the control at $ 6 300.00 and $ 12 600.00 / every 100 calves. It is concluded that the inclusion of Morera foliage at 1.8 and 2.8% were able to replace 33 and 66% of the concentrate to obtain better daily weight gains, obtaining ages of incorporation between 17 and 20 months with live weights between 300 and 339 kg. the concentrate supplied to systems C1 and C 0.5 was more economical at $ 6 300.00 and $ 12 600.00 per 100 years, than the traditional system.

Keywords: *Grazing, live weight, availability.*

Introducción

Los sistemas alternativos de producción ganadera están basados en la utilización de cultivos perennes de rápido crecimiento, que generan grandes cantidades de biomasa y nutrientes (Preston, 1989). Entre las especies que se recomiendan, los árboles y arbustos juegan un papel fundamental (Benavides, 1994), destacándose la morera por su excelente valor nutritivo y alta digestibilidad (García, 2002), que la convierten en una opción para la sustitución de concentrados en la dieta de los bovinos en crecimiento.

Este trabajo tuvo como objetivo estudiar la respuesta productiva a la sustitución del concentrado por follaje verde de Morera de terneros en pastoreo y su influencia en la edad de incorporación a la reproducción.

Materiales y métodos:

El diseño fue completamente aleatorizado, la unidad experimental fue un grupo estable de 6 terneros desde su destete hasta su incorporación al rodeo en reproducción

Los terneros llegaron con una edad entre 4 y 8 meses, fueron distribuidas aleatoriamente para formar 3 grupos con edad promedio 6 meses y con pesos iniciales promedio de 118 kg de peso vivo promedio. Todas las añojas fueron al pastoreo de guinea Likoni, donde rotaron en 12 cuartones de 0.25 ha, dos y 3 días de ocupación y 28 y 33 días de descanso para seca y lluvia respectivamente.

Se midió el consumo de concentrado diario, consumo de forraje tres veces/ semana, disponibilidad del pasto, entrada y salida de cuartones fijos y

alternos, tomando muestras de forma manual simulando al animal, muestreo de todos los alimentos ofrecidos para análisis bromatológico.

Resultados y Discusión:

La disponibilidad de pasto promedio fue de 2.53 y 8.28 t MS/ha/rotación para seca y lluvia respectivamente. El pastoreo se realizó desde abril hasta octubre del 2001 sobre pasto guinea Likoni, en la misma localidad. Con pasto estrella y guinea Likoni se alcanzaron en el mismo período 3.41 t MS/ha y 42.3 kg MS/animal/día, (García Soldevilla, 1981), mientras que con guinea Likoni se obtuvieron entre 2.0 y 9.8 t MS/ha, en el período seco y lluvioso. Estos resultados están relacionados con el rendimiento de 7,57 t MS/ha de la guinea Likoni, obtenido en presente trabajo. La disponibilidad promedio fue de 44.3 Kg MS/ternera y 26.4 % de utilización, muestra una alta posibilidad de selección de la pastura y por tanto mayor calidad del pasto consumido. Al ser evaluada la calidad del pasto seleccionado, con vacas canuladas en esófago, obtuvieron que los pastos con alta disponibilidad por vaca /día y densidad de hojas, presentaron mayor calidad, que las de menor disponibilidad y accesibilidad de la hoja (García, 1978). En pasto guinea común o Likoni el número de mordisco promedio por minuto fue de 44, en cambio en pasto estrella solo fue de 23, la cantidad de hoja seleccionada y la calidad del pasto consumido, fue menor en este último. En la medida que pasan los días de ocupación disminuye la calidad del pasto seleccionado, debido a la disminución de la cantidad de hojas a seleccionar, similar a lo que ocurre con el incremento de la carga.

Tabla 1. Tratamientos, disponibilidad y % utilización del pasto.

Sistema	Consumo		Disponibilidad de pasto (Guinea común cv likoni)		
	Concentrado (Kg/día)	Forraje (% PV)		Seca	Lluvia
Control	1.5	1.8(Guinea)	Promedio/cton	2.53	8.28
C_1	1.0	1.8(morera)	Promedio / ternero	35.1	53.4
$C_{0.5}$	0.5	2.8(morera)	% Utilización	27.6	25.23

El pasto tuvo una calidad regular con 7. 9 % PB y 54.2% DMS la que es muy inferior a la de la morera con niveles de 19.9 % PB y 68.9% a y 78.5 % de DMS y el forraje ofrecido tiene características similares a resultados antes presentados para Guinea Likoni. (Tabla # 2).

Tabla 2. Valor bromatológico de los alimentos consumidos

Alimento	MS	PB	FB	C	DMS
Concentrado	91.23	18.4	3.00	13.14	78.5
Pasto	28.48	8.5 - 7.9	43.79	8.32	63.6 - 54.2
Guinea	29.53	7.08	34.32		50.18
Morera	28.56	21.6 - 19.9	28.18	9.12	68.9 -78.5

Tabla 3. Consumo promedio de concentrado y forraje de guinea o morera del periodo de evaluación

Tratamiento	Concentrado	Forraje
Testigo	1.5	2.98
C_1	1.0	2.08
$C_{0.5}$	0.5	6.03

El consumo de concentrado (tabla 3) fue 33.1 y 66.2 % Menor para C_1 y $C_{0.5}$ respectivamente, el consumo de morera no cubrió el 1.8 y 2.8 % del PV en estos tratamientos, lo que puede estar relacionado con un consumo de hojas que pueden tener más de 20 % de PB, 70-80 % de DMS y alta energía metabolizable reduciendo el consumo, pero cubriendo los requerimientos nutricionales, en cambio el Control (C)solo alcanzó 1.36 % PV siendo evidente la sustitución del pasto y forraje por el concentrado para menor eficiencia de utilización de los alimentos, en cambio en C_1 y $C_{0.5}$ con niveles medios y bajos de concentrado y un excelente forraje de morera aumentó la eficiencia biológica y económica

La alta disponibilidad del pasto brinda una mayor selección de pasto y una mejor calidad del pasto seleccionado.

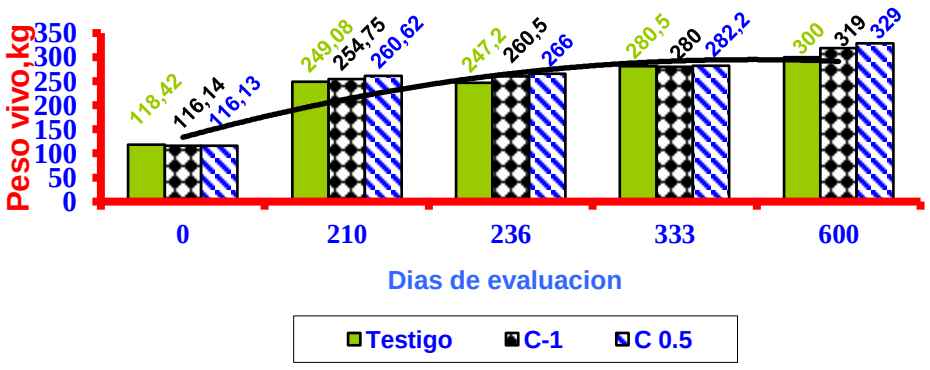


Figura 1. Comportamiento del peso vivo por etapas desarrollo.

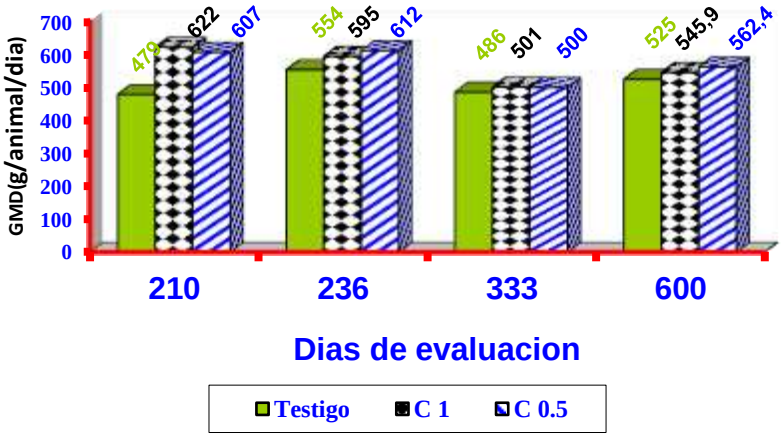


Figura 2. Comportamiento de las Ganancias medias diarias (GMD) de peso vivo por etapas.

En la figura 1 se presentan los resultados del peso inicial a los 210,236, 333 días y a la incorporación a la reproducción y la ganancia de peso diaria (figura 2). En la figura 2, se observa que en el peso inicial, no existen diferencias, ya que en el peso a los 210 días en el tratamiento control, es menor en 12,7 y 11,2 % que los tratamientos C1 y C0.5 respectivamente. En los tratamientos (C1 y C0.5) consumieron 33.1 y 66.2 % menos de concentrado, por lo que son más eficientemente utilizados los nutrientes en la ración total. Cuando existen forrajes y/o pastos de buena calidad y de fácil consumo en el pastoreo y adecuada disponibilidad, no es conveniente utilizar altos niveles de concentrados. La respuesta al suministro de forraje de morera indica que con niveles medios y bajos de concentrados la morera es capaz de suministrar los nutrientes necesarios. Cuando se analiza las ganancias de peso vivo, estas se incrementan como promedio del periodo de evaluación, en 10.8 % y 11.5 % de C1 y C0.5 respecto al control. Las ganancias son de 0.511; 0.566 y 0.570 g/día, para Control, C1 y C0, respectivamente. En las diferentes etapas de la evaluación, los animales que consumieron morera, en cualquier tratamiento, fueron más eficientes biológica y económicamente que el tratamiento control.

Tabla 4. Costo del consumo de concentrado por cada 100 terneros en 600 días.

Tratamiento	Cons 100 terneros (t)	1 t $ 216.00	Diferencia
Control	90.0	$ 18 900.00	-
C_1	60.0	$ 12 600.00	- $ 6 300.00
$C_{0.5}$	30.0	$ 6300.00	- $ 12 600.00

Los sistemas que consumieron 1.8 y 2.8 % del peso vivo de morera fueron más eficientes que el sistema tradicional en la etapa de 6 meses a la incorporación a la reproducción.

Conclusiones

- La inclusión de follaje de morera al 1.8 y 2.8 % del peso vivo fueron capaces de sustituyendo el 33 y 66% del concentrado obtuvo mayores ganancias de peso vivo diario.
- Con la inclusión de la morera en la ración y sustitución del concentrado, se obtuvieron edades de incorporación entre 17 y 20 meses con pesos vivos entre 300 y 339 kg
- Las ganancias medias diarias se incrementaron progresivamente con el aumento de morera en la ración total **C** 511, **C_1** 566 y **$C_{0.5}$** 570 g/día
- El concentrado suministrado a los sistemas C_1 y $C_{0.5}$ fueron más económico en $6300.00 y $12600.00 que el sistema tradicional.

Referencias

Artiles, D. 1994. **S**ustitución de alimento concentrado, con morera fresca (*Morus alba*), en la dieta de vacas lecheras. Reunión regional de la FAO.

Benavides, J.E. 1994. La Investigación en árboles forrajeros. In Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Jorge Benavides(ed) Costa Rica, CATIE.V 1:3

García Soldevilla, F.A.L.; Mederos Suárez M. Lourdes; Vázquez, M y Rodríguez, I. 1978. Influencia de la carga sobre la DMS y PB de 4 especies de pastos Tropicales. I Seminario de la Red de Estaciones de Pastos. Las Tunas. En resumen.1978.

García Soldevilla, F.A.L. 1981. Uso eficiente del pasto y el concentrado par la producción de leche en condiciones de producción. En ACPA 1981.Resumen.

García Soldevilla, F.A.L. y Fernández Oroceno, R. 2002. Efecto de la sustitución de concentrado por forraje de morera *(Morus alba var cubana)* sobre las ganancias medias diarias de terneras en desarrollo. En V Taller Internacional Sobre Utilización de Sistemas Silvopastoriles para la producción animal y 1ra Reunión Regional de Morera planta multiproposito. Centro de convenciones Plaza América.- Varadero. Cuba. (30Sept- 4 Oct. 2002) Memorias en soporte electrónico.

Preston, T.R. y Leng, R.A.1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles; aspectos básicos y aplicación del nuevo enfoque sobre la nutrición de los rumiantes en el trópico CONDRIT Ltda: Cali. Colombia: 312.

Evaluación de Morera (*Morus alba*) en pastoreo restringido para la producción de leche. Estudio de caso.

F.A.L. García Soldevilla[1], C. Leyva Guevara[2], Y. L. R. Valdés Fernández[1]

Ave. Independencia No. 20520 / Lindero y 201. Rpto. Río Cristal. Boyeros.
[1]Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes.
[2]CP Villena Revolución Habana Cuba CP 10800
franciscogarciasoldevilla2017@gmail.com

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto del pastoreo sobre la persistencia de la Morera y su impacto en la producción de leche cuando es pastada por tiempo restringido por vacasde mediano producción se condujo el presente trabajo.Se sembraron seis hectáreas de morera con una densidad de 20000 plantas por hectárea (1 x 0.5 m) sobre un suelo Ferralítico Amarillento Típico de mediana productividad. El pastoreo rotacional en diez cuartones de morera se inició después de un año de establecimiento, utilizando 35 vacas Holstein con 162 días en lactancia promedio durante una hora diaria y 72 días de reposo. El resto del tiempo el rebaño se mantuvo pastando en 32 hectáreas sembradas con pasto estrella y pastos naturales. Después del primer año de evaluación la población inicial de morera sólo se redujo en2%. Este mismo rebaño, durante el año anterior al presente ensayo con similar tiempo de lactancia media y consumiendo concentrados con 16% de proteína bruta a razón de 1.16 kg/vaca /día registró una producción de leche de 7.6 L/vaca/día. Durante la evaluación del sistema con Morera la producción de leche fue 10.3 L/vaca/día y el consumo de concentrado fue0.5 kg /vaca /día. Los resultados sugieren que Morera puede ser pastada en tiempo restringido como una alternativa económica y productiva para complementar la proteína dietética en bovinos adultos.

Palabras clave: *Morera; banco de proteína; producción de leche.*

Abstract

The objective of the present study was to evaluate the effect of grazing on mulberry persistency and its impact on milk production in a restricted grazing system. Six hectares were planted with mulberry at a density of 20 000 plants/ha in a typical yellowish ferralytic soil of moderate productivity. Rotational grazing in ten paddocks on mulberry began after a year of establishment by 35 Holstein cows with 162 days in milk during one hour/day and an interval of 72 days between each grazing occupation. The rest of each day the herd was grazing in 32 hectares of star grass and native

grasses. After a year of evaluation mulberry population was reduced in only 2%. In a previous study the herd attained a mean milk production of 7.6 Lt/day with an intake of 1.16 kg/cow/day. During the evaluation period on this study milk production reached a mean of 10.3 L/day with 0.5 kg/cow/day of concentrate intake. Results suggest that restricted grazing of mulberry could be a cheaper alternative to complement protein of dairy cow ration.

Keyword: *Mulberry; protein bank; milk production.*

Introducción

Desde años noventa, se observó la que morera (*Morus alba* L.) es una de las especies arbustivas más promisorias como forraje de corte para la alimentación de cabras en varias investigaciones realizadas por CATIE en Costa Rica (Benavides, 1996) A partir de estos resultados, en esa institución se desarrolló un amplio trabajo de investigación sobre esta especie que incluyó desde la prospección y evaluación de variedades hasta la inclusión en raciones para rumiantes y monogástricos. En Cuba, las instituciones de investigación, en la rama pecuaria también desarrollaron un amplio trabajo incluyendo su adición en raciones para la producción de leche, terneros, ceba bovina (Martin, 2007; Milera, 1996; García *et al*., 2007 y Fernández., *et al*. 2007). Sin embargo, son escasos los resultados publicados donde el follaje de morera fue consumido mediante el ramoneo del arbusto. Así, Fernández (1998) evaluó en pastoreo las variedades Acorazonada, Tigrada, Criolla y Betty, importadas desde Costa Rica, donde esta última resultó superior en disponibilidad de biomasa foliar y persistencia.

El presente trabajo se condujo con el objetivo de estudiar el comportamiento productivo animal y la persistencia de la población de *Morus alba cv* cubana cuando es consumida *in situ* por bovinos adultos de mediana producción.

Materiales y métodos

El estudio se realizó sobre suelo Ferralítico amarillento típico categoría agroproductiva II, donde fueron sembradas 6 ha de morera cv cubana con densidad de 20000 plantas por hectárea (1 x 0.5 m). La preparación del suelo se realizó por método tradicional para surcar en el momento de la siembra, la siembra se realizó con semilla agámica, y se aplicó estiércol vacuno a razón de 30 t/ha.

El tiempo de establecimiento de la morera fue de doce meses con 98% de supervivencia de las plantas. Antes dela siembra, el suelo tenía una

cobertura de pasto estrella (*Cynodon nlenfluensis*) que se rehabilitó espontáneamente durante el período de establecimiento de morera. La plantación de morera fue dividida en diez cuartones iguales. Para el pastoreo rotacional fueron utilizadas 35 vacas Holstein lactantes, las que eran introducidas al cuartón correspondiente una hora diariamente durante ocho días consecutivos, lo que permitió un reposo de 72 días en cada ciclo de rotación. El resto del tiempo, las vacas se mantenían en pastoreo rotacional sobre un área de 32 ha cubiertas con una mezcla de pasto estrella y pastos naturales con una carga media de 1.1 vacas/ha. La carga media del sistema fue 0.92 vacas/ ha.

La disponibilidad de biomasa comestible de morera se midió cosechando las partes tiernas en 12 plantas por cuartón al inicio y al final de la utilización de cada cuartón. La biomasa de cada muestra cosechada fue separada manualmente en los componentes: hoja, tallos comestibles y tallos no comestibles, para ser pesadas y estimar la disponibilidad de la biomasa y su consumo.

Se tomaron muestras de pasto base, y de biomasa de morera comestible para las determinaciones bromatológicas según AOAC (1965). La digestibilidad de la materia seca (DMS) fue determinada por el método de KOH (Kesting, 1977). Para estimar la energía metabolizable se usó la ecuación EM = [0.193 ˣ DMS)-0.661] /4.1855] ˣ 0.82 Mcal /kg MS (ARC 1980).

Durante todo el periodo de evaluación, las plantas de morera fueron podadas a la altura de 1.2m cuando los animales terminaron de pastar cada cuartón con el objetivo de lograr un mayor número de rebrotes al alcance de las vacas y obtener mejor proporción de hojas.

Resultados y discusión

Los cambios en la composición botánica después del primer año de evaluación son mostrados en la (Tabla 1). La población de morera mostró alta persistencia, también las especies presentes en el pasto base del banco de proteína no mostraron cambios importantes. Contrariamente, en el resto del pastizal (pastoreo rotacional), se observó una tendencia a la disminución en la población del pasto estrella, lo que se debió a la reducción del área en esta parte del sistema y al consecuente incremento de la carga animal con respecto al período previo a la plantación de la morera en el sistema.

Resultan interesantes las notables diferencias en las concentraciones de proteína bruta y energía Metabolizable a favor del pasto base del banco de morera con respecto al pasto presente en el pastoreo rotacional. Entre las posibles razones que influyeron estas diferencias, están el efecto residual

del fertilizante orgánico aplicado durante el establecimiento de la morera y el efecto del sombreado causado por los arbustos de morera tanto en la conservación de la humedad del suelo como en la reducción de la intensidad luminosa, aspectos reportados en numerosos trabajos de sistemas asociados de arbustos – pastizales (Rodríguez *et al*. 2000). La poca afectación o beneficio de la sombra en la disponibilidad y calidad del pasto base se observó en otras gramíneas como *B. decumbens, B. brizantha* y *C. nlemfuensis* en asociaciones con altas densidades de árboles, donde la altura de los árboles no sobrepasó los 2 m (Rodríguez, Arias y Quiñones, 1994). En el presente trabajo, las podas realizadas a la morera después de cada pastoreo, permitió controlar la altura, el diámetro y la densidad de la copa del arbusto, lo que pudo ser la causa de la mejor estabilidad en la población de pasto estrella en el banco de proteína, comparado con la disminución de esta especie en la composición botánica en el pastoreo rotacional.

Es ampliamente reconocido que la capacidad de consumo de los bovinos adultos para raciones basadas en pastos y forrajes representa el 3% de su peso vivo como materia seca de la dieta (NRC, 2001). De acuerdo con esto, para el rebaño utilizado en el presente trabajo, el consumo esperado fue 13.5 kg MS/ vaca/ día, mientras que, los consumos obtenidos de los alimentos voluminosos fueron 13.1 y 14.9 kg MS/vaca/día para los períodos seco y lluvioso respectivamente. Teniendo en cuenta el concentrado suministrado, los consumos totales de las raciones fueron 13.6 y 15.4 kg MS/vaca/día.

Este resultado, unido a los bajos valores observados en la utilización del pasto disponible, sugiere que la disponibilidad de alimento no fue un factor limitante de la producción animal, pero además, las vacas tuvieron amplia oportunidad de seleccionar las partes más apetecibles del pastizal tanto en los cuartones de gramíneas como en el banco de morera.

Los bajos índices de utilización de los pastos y la morera, indicaron que el sistema puede permitir mayor carga animal sin afectar la producción individual de los animales para incrementar la producción del sistema.

Los resultados del balance alimentario para la proteína y la energía, calculado para una producción de leche de 9L/vaca/día, mostraron que el sistema con el banco de proteína integrado permite suplir los requerimientos nutricionales para producciones de leche a razón de 9L/vaca/día durante el período lluvioso, sin embargo, durante el período seco ocurrió un ligero desbalance (-0.95g PB y 5.6Mcal EM) que pudiera ser resuelto aumentando el tiempo de pastoreo en el banco de Morera para incrementar la utilización del follaje de esta fuente de proteína, que fue relativamente baja.

Otros resultados interesantes fueron los relacionados con el comportamiento de los animales, así, la condición corporal promedio de las vacas al inicio de la evaluación tuvo un valor de 3.5 en un rango de 0-5, mientras que durante el año de evaluación del sistema con morera, se mantuvo con valores entre 3.8 – 4. Por otra parte, la producción de leche promedio durante el año previo a la presente evaluación fue 7.6 L/vaca/ día con tiempo de lactancia promedio.

Tabla 1. Disponibilidad de pastos y biomasa comestible de morera bromatología de los alimentos.

Épocas	Sustrato herbáceo del banco de biomasa		Biomasa Comestible de Morera	Pastoreo rotacional de gramineas
Disponibilidad (t MS/ha/rotación)				
Seca		1.90	3.11	5.5
Lluvia		2.40	5.8	12.1
Disponibilidad (Kg MS/Vaca /día)				
Seca		22.7	14.6	24.6
Lluvia		21.8	21.5	31.7
Consumo (Kg MS/Vaca /día)				
Seca		2.87	4.62	5.58
Lluvia		3.1	6.21	5.64
Utilización (%)				
Seca		12.6	31.6	22.7
Lluvia		14.2	28.8	17.8
Composición bromatológica				
MS, %	Seca	29.6	26.7	30.5
	Lluvia	24.1	25.6	26.8
PB, %	Seca	9.2	17.4	5.8
	Lluvia	9.1	15.5	6.7
FB,%	Seca	28.7	20.4	35.3
	Lluvia	29.5	22.5	28.4
EM, Mcal/kg MS	Seca	1.93	2.52	1.7
	Lluvia	2.05	2.55	1.9

Del rebaño de 163 días, mientras que durante la evaluación de morera cubana la producción de leche se incrementó desde el primer mes de utilización del banco de morera y se mantuvo en un rango de incremento entre 25 a 34% durante todo el año de evaluación. Aunque estos valores no son biométricamente comparables por las posibles diferencias climáticas entre años, el rebaño utilizado, las áreas y las instalaciones fueron las mismas en ambos años. Otro aspecto interesante de este resultado fue que la cantidad de alimentos concentrado utilizado como suplemento disminuyó

en 45.5 %, lo que fue respaldado por consumo de morera en el banco de proteína y pasto estrella existente en el tiempo que pastoreo.

La Figura1 representa el comportamiento de la producción de leche a partir de inicio del pastoreo del banco de proteína mixto morera – pasto estrella, se destaca que a partir de los 12 días de iniciar el pastoreo se obtuvo un incremento de 2 L de leche/vaca lo que representó un 26 % de incremento para puntualizar cual era el comportamiento productivo en el cuartón.

Por otra parte se encontró que del primero al quinto día, en el cuarto el incremento productivo se elevó a 3.9 l/día y al final fue de 2.8 l/día, es decir un incremento promedio de 3.2 l/v/día lo que representó un aumento promedio desde el inicio de 2.6 L/v/día alcanzando 10.3 l/v/día el promedio diario. En esta se representa que la producción de leche se mantuvo estable hasta los 5 días de ocupación la cual decrece en los últimos días a causa de la defoliación de la morera para ese momento, esto indica que sería necesario utilizar 15 cuartones en la rotación para mantener el reposo en 70 días.

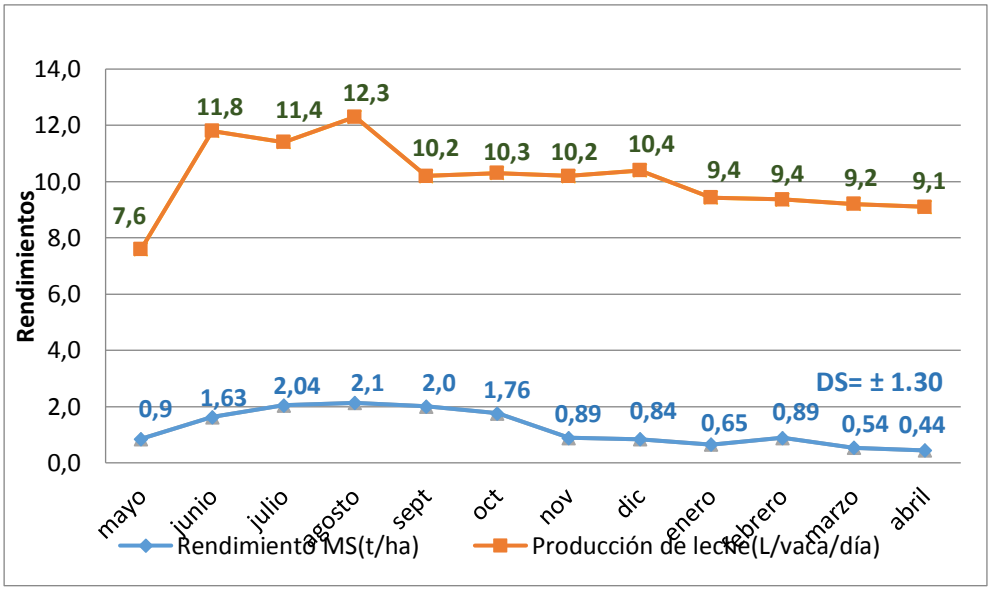


Figura 1. Promedio mensual de la producción diaria de leche (L/vaca) y disponibilidad diaria de materia seca de todos los componentes vegetales del sistema (t MS /ha/día)

Conclusiones

- La plantación de Morera en las áreas de una alternativa viable para mejorar la calidad de la ración consumida por los animales.
- La adopción de la tecnología de banco de proteína con morera permitió importantes incrementos en la producción de leche y la condición corporal de las vacas durante el primer año de evaluación.

- Se requiere realizar investigaciones para precisar la proporción del área que debe ocupar la plantación de Morera según las características edafoclimáticas de cada localidad y la categoría productiva de los animales.

- El tiempo de pastoreo diario es un elemento del manejo que puede influir la eficiencia y sostenibilidad del sistema. Deben estudiarse alternativas en cuanto a este factor de manejo.

Bibliografía

AOAC.1965. Official methods of analysis.10Th

BENAVIDES, J.E. 1996. Manejo y utilización de la morera (Morus alba) como forraje. Agroforestería en lasAméricas. 2 (7):27-30

A.R.C., 1980.Nutrietrequiremens of farm livestookruminats. AgriculturalResearch Council.

Fernández, J., Diez, O. Licea y J. R. Ayala, 2007. Evaluación en corte y pastoreo de cuatro variedades de morera (Morus alba). Ciencia y Tecnología Ganadera v 1, no.1, 63.

García, F., Valdés, L.R. y Fernández, R. 2007. Distintas proporciones concentrado / Morera como suplementos a terneras en pastoreo. Ciencia y TecnologiaGanadera, vol. 1, No., 1-2 p 55.

Nutrient Requirements of dairy Cattle.Seventh revised Edithon, 2001.National academy Press.Washinton, DC.20418.

Kesting, U.1977.Vorgtragstagunggeseelchaftt füTierernhrung der DDR.Secktion. Tierernrung. Durmmerstorf, 1: 36.

Rodríguez, C., Arias, R. y Quiñones, J. 1994. Efecto de la frecuencia de poda y el nivel de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de la biomasa de morera (Morus sp) en el trópico seco de Guatemala. In: Árboles y arbustos forrajeros en América Central (J.E. Benavides, editor). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, 2:515-529

Las franjas de bosque como elementos conectores de paisajes ganaderos. Chaco Central, Paraguay /Forest strips as elements connectivity in the cattle raching landscape of Chaco Central, Paraguay

R Ibañez Giménez[1] , S M Amarilla Rodríguez, R Goerzen y L J Villalba

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción.
[1] rossibanet@gmail.com

Resumen

Los paisajes ganaderos del Chaco Central (Región Occidental del Paraguay) se caracterizan por la conservación de franjas de bosque (remanentes de bosque nativo) alrededor de las áreas de pastura. Las franjas de vegetación nativa entre pasturas fueron conservadas en sus inicios para el control de la erosión eólica y los riesgos de incendio. Debido a los pocos estudios sobre estos elementos esta investigación tuvo por objetivo determinar la contribución de las franjas de bosque en la conectividad de paisajes ganaderos.

Para ello se analizó un paisaje de aproximadamente 51.000 ha, en seis categorías de uso de la Tierra (área agropecuaria, bosque de reserva, franja de bosque, cañadón, cursos y espejo de agua y otros) mediante la aplicación de herramientas de Sistemas de Información Geográfica. Los datos generados en la clasificación fueron utilizados para el análisis de las métricas del paisaje, mediante el Software Fragstat v.4.2.1, que permitió el análisis de la composición del paisaje e índices de conectividad estructural de las coberturas más representativas. Los resultados indican que el paisaje está dominado por la matriz agropecuaria, con diferentes elementos inmersos en ella. Las franjas de bosque representan los elementos de mayor distribución en el paisaje. Así también, por los altos índices de conectividad que presentan (96,70 %) son elementos con características potenciales para su establecimiento como estrategias de conservación de la conectividad en paisajes productivos.

Palabras claves: *Ecología de paisaje, conectividad estructural, franjas de bosque, paisajes ganaderos.*

Introducción

La Región Occidental constituye una de las áreas de mayor producción ganadera en el Paraguay. Una de las características de los sistemas de producción de la región es el modelo de desarrollo espacial o patrón espacial

que es el resultado de las dinámicas de los usos de la tierra dentro de las áreas de producción.

Desde los años 1952, Las Colonias Mennonitas establecidas en el Chaco Central, inician los desmontes mecanizados para el desarrollo de las actividades agropecuarias. Una década después la actividad ganadera fue incentivada por el Fondo Ganadero Nacional (FAO 2004).

Durante el proceso de conversión de tierras, a finales del año 1956, E. Oerhring de la Estación Experimental establecida por el MCC (Comité Central Mennonita) en el Chaco Central, sugirió que con el aumento de las áreas de producción debían de establecerse cortinas de protección. En 1968 Franz Wiens proponer contar con franjas de bosque en cada intervalo de 500 m de áreas de producción. Ya en los años 70 la Colonias del Chaco Central firman un protocolo con el fin de proteger los cultivos agrícolas y las pasturas de las tormentas de arena y los posibles riesgos de incendios; se decide que cada 400-500 m de desmonte se debían dejar franjas de vegetación de 30 m de ancho en dirección Este- Oeste (Goerzen 2003; Ibañez . 2016).

En 1986, se crea las normas de protección del medio ambiente establecidas en el Decreto N° 18.831/86 que prohíbe desmontes sin solución de continuidad, en superficies mayores de 100 ha, debiendo dejarse entre parcelas, franjas de bosque de 100 m de ancho como mínimo.

En este contexto histórico, se desarrolla un diseño de paisaje productivo con un patrón espacial caracterizado por la conservación de cobertura forestal nativa de aproximadamente 40% del área total de cada unidad productiva. Esta investigación tuvo por objetivo determinar la contribución de la franjas de bosque a la conectividad de paisajes ganaderos.

Materiales y métodos

Localización de la investigación

El área de estudio está ubicada en la Región Occidental de la República del Paraguay, en el Departamento de Presidente Hayes, Distrito de Tte. 1ro Irala Fernández (Figura 1a). Específicamente en el Chaco central, ubicada dentro la cuenca alta del Riacho Yacaré Sur. Cartográficamente se encuentra cubierta por la Carta Nacional (topográfica) SF-21-9, de Loma Plata, escala 1:250.000, según la nomenclatura IGM, del Instituto Geográfico Militar. La zona de estudio dista a unos 70 Km al SE de Ciudad de Filadelfia, Departamento de Boquerón. El área de estudio cubrió un total de 51.583 ha. La selección y definición de esta zona de estudio ha sido el primer aspecto metodológico clave a definir ya que constituye uno de los primeros establecimientos ganaderos del Chaco Central con más de cuatro décadas de desarrollo (Figura 1b).

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

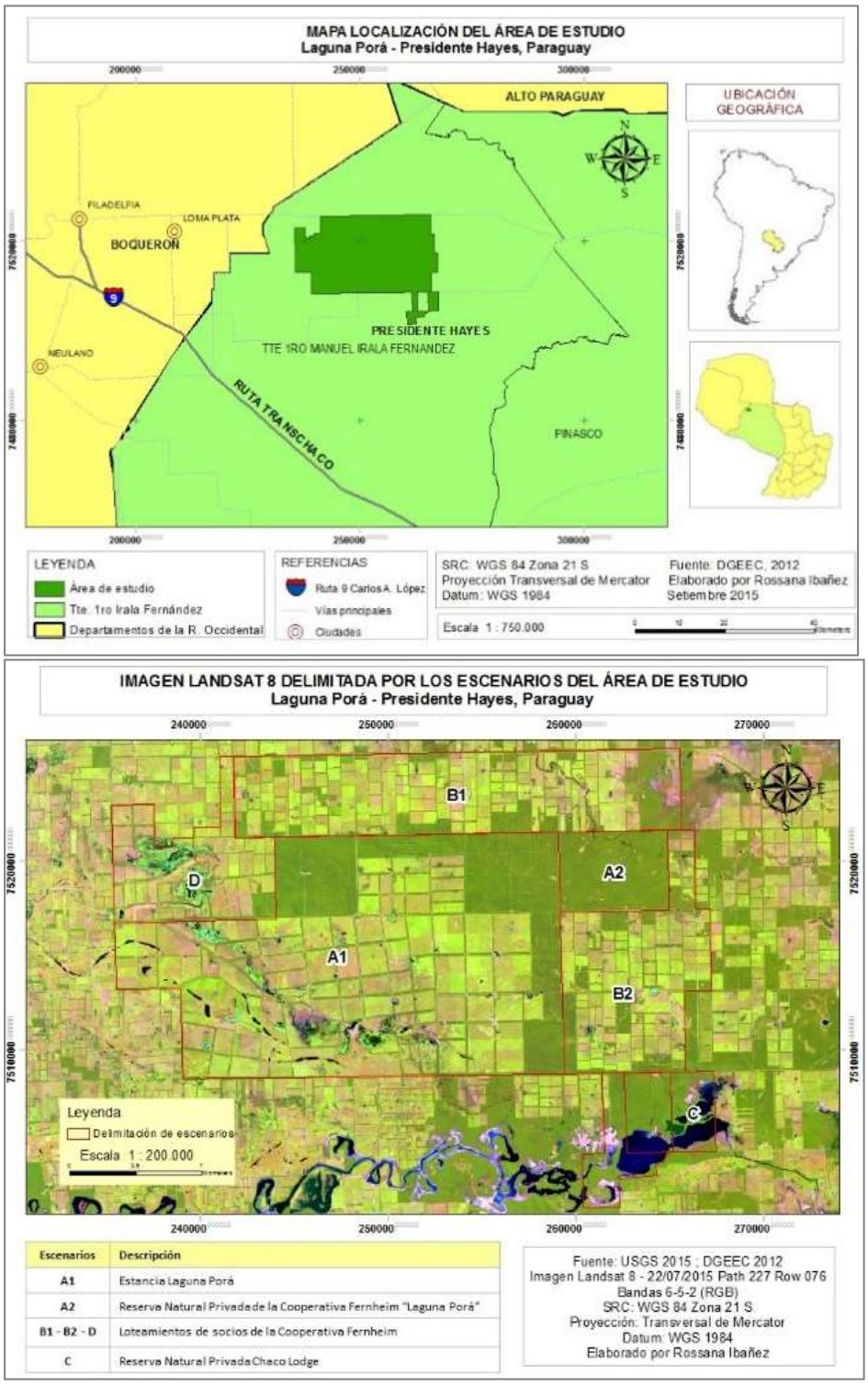


Figura 1. (a)Localización del área de estudio. (b) Escenarios del área de estudio. Fuente: elaboración propia

Descripción del proceso de recolección de datos
Categorización de los usos principales de la tierra en el área de estudio

Se utilizó la Imagen Landsat 8 OLI correspondiente al 21 de julio del 2015, de la escena 227-076, la misma fue adquirida del USGS, se realizó la clasificación supervisada mediante el software ERDAS Imagine 2014, por el método de máxima verosimilitud. De acuerdo a los usos, fue necesario realizar ajustes como la edición, corrección y reclasificación de unidades de categoría según necesidad.

Caracterización de las franjas de bosque en la unidad productiva en análisis

Previa a la caracterización específica de las franjas de bosque, se realizó la caracterización general del área de estudio a través de índices de paisaje específicos, estos fueron calculados mediante el software Fragstats v.4.2.1, para ello se utilizó la clasificación del área de estudio en usos y coberturas de la tierra generado en la etapa anterior. A través de ArcToolbox en ArcGIS fue convertida la capa ráster al formato ASCII (formato de texto) y GeoTIFF grid y posteriormente importadas al Fragstats, donde se definió la regla de 8 celdas y con el tipo de análisis o estrategia de "no muestreo", ya que permite analizar al área de estudio como un único paisaje. Seguidamente se seleccionaron los indicadores a estudiar y se ejecutó el proceso. Fueron calculados índices de composición: PLAND, NP, PD; LPI; AREA_MN; AREA_SD y AREA_CV (Cuadro 1). Los indicadores de composición y conectividad del paisaje fueron seleccionados, basado en la revisión del manual de Fragstats así como la revisión de estudios de aplicación de métricas del paisaje. Las franjas de bosque, fueron diferenciadas como un uso de la tierra y fueron caracterizadas en función a su superficie de ocupación en el paisaje y ancho dependiendo del escenario al que correspondan, mediante el uso del SIG.

Análisis espacial de la contribución de las franjas de bosque a la conectividad física del paisaje

En esta etapa fueron calculados los indicadores de conectividad estructural del paisaje entre los que fueron seleccionados CONNECT, COHESIÓN y GYRATE_AM (ver cuadro 1). Además se conformó un equipo multidisciplinario de especialistas de la Facultad de Ciencias Agrarias que acompañaron la investigación y representantes del sector productivo para la realización de un grupo focal de validación. Esta última es una herramienta metodológica de consulta que está integrada por especialistas o conocedores del tema en cuestión, que por su experiencia pueden recomendar acciones a seguir. Esto de modo a validar los resultados obtenidos en las etapas previas.

Cuadro 1. Lista de indicadores de variables para la determinación de contribución de las franjas de bosque a la conectividad del paisaje

VARIABLE	INDICADORES		DESCRIPCIÓN
Conectividad Estructural	COMPOSICIÓN	PLAND	Porcentaje del paisaje ocupado por cada tipo de parche o clase.
		NP	Número de parches. Es un indicador del nivel de fragmentación del paisaje.
		Densidad de parches - PD	Es una medida de la fragmentación del paisaje. Expresa el número de parches o fragmentos en 100 hectáreas.
		Índice del parche mayor – LPI	Es una medida de dominancia de clase y parches. Porcentaje que ocupa el fragmento más grande en el total de tipos de coberturas o uso de la tierra (nivel de clase).
		AREA_MN;SD; CV	Superficie del fragmento MN: área del parches CV: coeficiente de variación en el parche SD: Desviación estándar en el área de la zona
	CONECTIVIDAD	Longitud de correlación - GYRATE_AM	Es una medida de conectividad estructural del hábitat, se deriva del radio del giro del fragmento. Fragmentos largos y prolongados extendidos sobre un mayor espacio proveen de una mayor conectividad al hábitat.
		Índice de conectancia – CONNECT	Mide el grado de conexión física entre los fragmentos que conforman el paisaje. Indicador directo de conectividad espacial. Es definido por el número de enlaces funcionales entre fragmentos del mismo tipo donde cada fragmento está conectado o no, basado en un criterio de distancia.
		Índice de cohesión- COHESION	Mide el grado de agregación y la dominancia de las coberturas que conforman un paisaje determinado. En este sentido, es un indicador de la conectividad física de un paisaje o de un tipo de cobertura.

Fuente: elaboración propia basado en McGarigal (2012); Zamora-López (2006); Correa (2014); y Marín (2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Categorización de los usos y coberturas de la tierra

La matriz agropecuaria en estudio presentó unas 51.583 ha. A partir del procesamiento de imágenes de satélite se obtuvo el mapa de uso y cobertura actual de la tierra (Figura 2), en donde fueron determinadas seis categorías de uso de la tierra que se encuentran identificadas y referenciadas en el mapa: área agropecuaria (25.234 ha), bosque de reserva (12.671 ha) y franjas de bosque, entre otros.

La clase *franjas de bosque* (FB), con una extensión de 7.153 ha, ocupa el 13,9 % del todo el área en estudio; estas franjas de vegetación nativa son conservadas de forma perimetral en cada potrero.

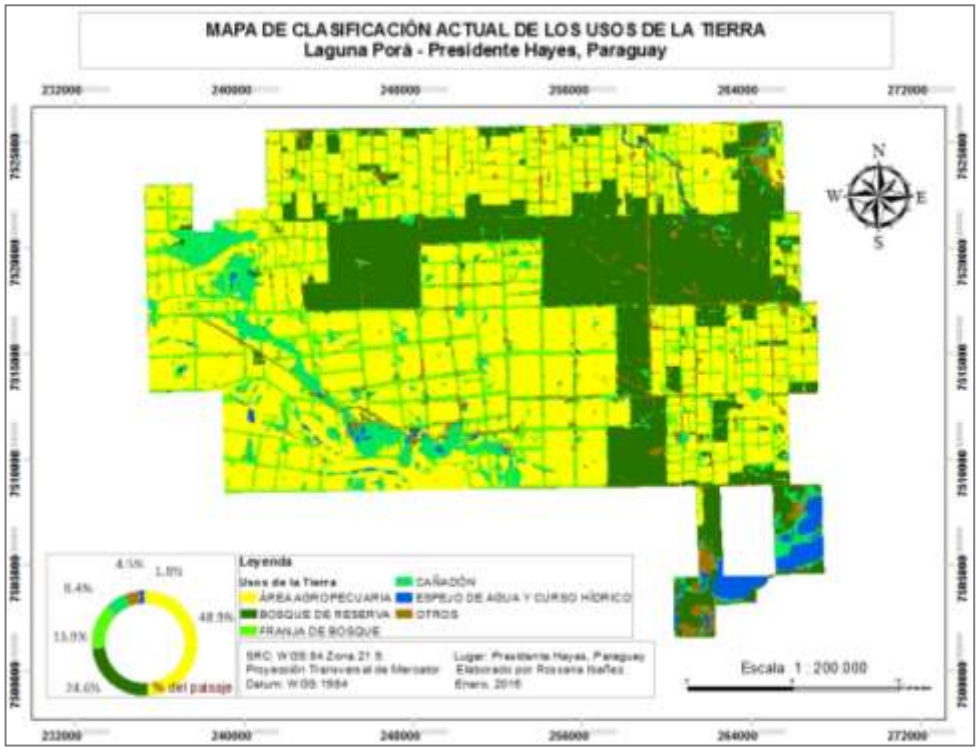


Figura 2. Mapa de clasificación actual de los usos de la Tierra. Fuente: elaboración propia

Caracterización de las franjas de bosque en la unidad productiva en análisis

Análisis de la estructura del paisaje

El paisaje es heterogéneo; está compuesto de 4.945 parches (Tabla 1). La cobertura con mayor distribución en el paisaje constituye la categoría Franja de bosque con una densidad de parche de 3,18 por cada 100 ha; mientras que las dos primeras categorías de mayor extensión (AAP y BR) presentan 1,04 y 1,07 parches/100 ha respectivamente.

Los parches grandes están representados por los usos de área agropecuaria y bosque de reserva con 46,8 ha y 22,9 ha respectivamente, además de poseer los más altos valores están asociados a una alta variabilidad, como se demuestran en los valores de desviación estándar (AREA_SD) con 98,7 ha y 264,7 ha respectivamente y el coeficiente de variación de 211,03% y 1155,5% respectivamente, es decir, a pesar de que el valor promedio de parches sea alto para estas coberturas, también estas poseen los parches más pequeños. Sin embargo las franjas de bosque son el hábitat con mayor

presencia, dado que están representadas por 1.639 parches distribuidos en todo el paisaje.

Tabla 1. Índice de composición del paisaje

USOS	# parhes (NP)	Densidad de parches (PD-#/100 ha)	Índice del fragmento más grande (LPI - %)	Área promedio del parche (AREA_MN-ha)	DS[1] área del parche (AREA_SD)	CV[2] área Del parche % (AREA_CV)
AAP	539	1,04	2,72	46,82	98,80	211,04
BR	553	1,07	9,62	22,91	264,79	1155,56
FB	**1.639**	**3,18**	**1,86**	**4,36**	**29,41**	**673,82**
CÑ	713	1,38	0,86	4,61	30,59	663,57
O	1.386	2,69	0,22	1,66	6,39	384,48
A	115	0,22	0,48	8,13	33,09	406,98
Total	4.945					

$1 =$ Desviación Estándar $2 =$ Coeficiente de variación
Fuente: Resultados arrojados tras la ejecución del software Fragstats v. 4.2.1.

El índice de parche mayor (LPI) indica que un parche de bosque de reserva ocupa el 9,62 % de todo el paisaje evaluado. Este parche de una extensión de 4.942 ha es en específico el correspondiente al escenario A1, que constituye parte del bloque de reserva de la Estancia Laguna Porá, que se encuentra delimitado en sus laterales por caminos de dirección Norte-Sur, que impiden contabilizar a todo el parche central de bosque como un único fragmento. Sin embargo, si omitiéramos los caminos contaríamos con un fragmento de 9.898 ha ininterrumpidas de bosque.

En cuanto al LPI del área agropecuaria, este señala que el fragmento de mayor tamaño para esta cobertura es de 1403 has (2,72 % del área total); corresponde a un área muy extensa para su uso como área pastoril, sin embargo, constituye un fragmento que se encuentra ubicado geográficamente en el sector sur del escenario A1 donde se habían iniciado las actividades ganaderas ya en años anteriores a 1968, por lo que para aquellos años no existían ordenamientos prediales definidos.

Índices de la conectividad en la matriz agropecuaria en estudio

Los índices de conectividad, definen la proporción de uniones posibles y uniones para cada cobertura. De acuerdo con el índice de cohesión o conectividad física (Tabla 2), la cobertura bosque de reserva (99,15 %),

presenta la mayor conexión física con respecto a las demás coberturas; seguido se sitúa área agropecuaria (97,5 %), la razón por la que esta cobertura tiene una alta conexión física se debería a las configuraciones o diseños de cada unidad predial donde por lo general un potrero y otro tienen conexión mediante unas áreas de paso para los animales que son denominadas embudos. Las franjas de bosque presentan una cohesión del 96,7 % dentro de todo el paisaje, se puede observar la extensa red formada por las mismas que permiten que su conexión física sea alta.

En cuando a la conectancia, se observa que el comportamiento de la conectividad va en aumento con respecto al radio (1000, 5000 y 10000m) para todas las coberturas. La conectancia señala cual es el porcentaje de posibles uniones funcionales o conectividad en un radio predefinido. Si observa las Figuras 1b y 2 (de distribución de los escenarios y clasificación respectivamente), se puede observar que algunas propiedades ubicadas en el escenario B1 cuentan con las áreas de reserva en la parte sur, lo que conecta directamente con el parche boscoso central y lo transforma en un único fragmento. Al tener en cuenta esto podemos considerar que el índice de conectancia solo se basa en el porcentaje de conexión a distancias mayores. Los altos valores de radio de giro o longitud de correlación de los bosques de reserva y las franjas de bosque, indican mayor conectividad, ya que con el aumento de la elongación promedio de los parches, aumenta la posibilidad de desplazamiento de los organismos a través de estas coberturas dentro del paisaje.

Tabla 2. Índice de conectividad del paisaje

USOS	CONECTANCIA Índice de conectividad espacial			Indice de conectividad física	Longitud de correlación
	CONNECT 1000 m	CONNECT 5000 m	CONNECT 10000 m	COHESION	GYRATE_AM
AAP	2,13	15,09	37,82	97,59	665,16
BR	1,12	14,32	40,45	99,15	2773,35
FB	**0,99**	**13,04**	**37,62**	**96,70**	**1155,61**

Fuente: resultados obtenidos a partir de la ejecución del software Fragstats v.4.2.1.

Conclusiones

Los resultados de la investigación, basados en el concepto de la conectividad estructural del paisaje, indican que las franjas de bosque, constituyen elementos

conectores con potenciales característica para su definición como estrategia de conservación de la conectividad en paisajes productivos del Chaco Central.

La aplicación de métricas indica su alta presencia en el paisaje, con respecto a las demás coberturas. Además de constituir áreas conectadas entre sí, con un índice de conexión física de 96,70 % que convergen en áreas de reserva de las unidades de producción.

Apuntando a la categorización de las franjas de bosque como elementos conectores de paisajes ganaderos, es necesario llevar a cabo acciones de manejo enfocadas a la finalidad primordial de un corredor, que es la de posibilitar el flujo genético entre fragmentos de bosques aislados.

Referencias

Bennet, AF. 1999. Enlazando el Paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. UK, UICN. 254 p.

Correa. CA; Mendoza, ME; López, E. 2014. Análisis del cambio en la conectividad estructural del paisaje (1975 – 2008) de la cuenca del lago Cuitzeo, Michoacán, México. Revista de Geografía Norte Grande. 59: 7 -23 p.

Forman, R.T.T. 1995. Land mosaics: the Ecology of Landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge, UK.632 p.

Goerzen, R. 2003. Landnutzung in den mennonitischen Kolonien im Chaco unter dem Blickwinkel der Forst- und Umweltgesetze in Paraguay. In Jahrbuch für Geschichte und Kulture der Mennoniten in Paraguay: Siedlungsformen, landnutuzung und zuzammenleben im Chaco

Harvey, CA; Sáenz, JC. 2008. Evaluación y conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, CR, Instituto Nacional de Biodiversidad InBIO. 624 p.

Ibañez, R; Amarilla, SM; Villalba, J; Goerzen, R. 2016. Contribución de las franjas de bosque a la conectividad física del paisaje en una matriz agropecuara, Presidente Hayes, Paraguay. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. 98 p.

Marín AL; Toro LJ; Uribe, SI. 2008. Conectividad estructural del paisaje cafetero en la cuenca alta del Rio San Juan, Suroeste Antioqueño, Colombia. Boletín de Ciencias de la Tierra. No 23 pag 43-54

Mateucci, SD; Morello, J; Buzai, D. 2006. Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural: el caso de la ecorregión pampeana. Buenos Aires, AR, Orientación Gráfica Editora. 350 p.

McGarigal, K; Cushman, SA; Ene, E. 2012. FRAGSTAT V4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continous Maps (en línea). University of Massachusetts. Consultado 12 ago 2015. Disponible en: http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html.

Meiklejhon, RA; Tabor, G. 2009.Habitat corridors and landscape connectivity: clarifying the terminology (en linea). Center for large lanscape onservation. Consultado 26 mar 2015. Disponible en http://www.twp.org/sites/default/files/terminology%20CLLC.pdf.

Meneses, PR; Almeida, T. 2012. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Brasilia, BR, UnB – CNPq. 276 p.

Mereles, F; Degen, R. 1998. Formaciones Vegetales del Chaco Boreal Paraguayo. In Proyecto Sistema Ambiental del Chaco – Tomo II. Eds. Kruck, W. San Lorenzo, PY, Cooperación Técnica Paraguayo-Alemana. 67 – 80 p.

Mereles, MF; Rodas, O. 2009. El proceso de fragmentación y reducción de hábitat en el Chaco paraguayo y sus efectos sobre la biodiversidad. In El Chaco sin bosques: la Pampa o el desierto del futuro. Eds. Morello, JH; Rodríguez, AF. Buenos Aires, AR, Orientación Gráfica Editora. 271-290p.

Vilchez, SJ. 2009. Efecto de la composición y estructura del paisaje y del hábitat sobre distintos grupos taxonómicos en un agropaisaje en Matriguás, Nicaragua. Tesis M.Sc. Turrialba, CR, CATIE. 121 p

Wilcove, DS; McLellan, CH; Dobson, AP. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. In Conservation Biology: the science of scarcity and diversity. Ed. Soulé, ME. Sunderland, US, SINAUER ASSOCIATES. 584 p.

Zamora-López, SE. 2006. Efecto de los pagos por servicios ambientales en la estructura composición, conectividad y el stock de carbono presente en el paisaje ganadero de Esparza, Costa Rica. Tesis M.Sc. Turrialba, CR, CATIE.

Evaluación productiva de sistemas silvopastoriles en la región este del Uruguay

Productive evaluation of silvopastoral systems in the eastern region of Uruguay

M. Boscana Goires[1]; A. Bussoni Guirart[1].

[1]Facultad de Agronomía, UdelaR, Uruguay. Dirección Postal 12900.
mboscana@fagro.edu.uy

Resumen

Los sistemas silvopastoriles constituyen una alternativa productiva con gran potencial de expansión en Uruguay, dado el número de productores ganaderos con potencial de incorporación del cultivo forestal. El estudio se basó en evaluar el efecto del marco de plantación en la producción de madera y forraje en sistemas silvopastoriles en la región Este del Uruguay en el departamento de Rocha, a unos 25 km al este de la ciudad de Velázquez por Ruta Nº 13 (34º03`28,82" S y 54º05`1,76" W). El trabajo se realizó en plantaciones comerciales de *Eucalyptus globulus* instaladas en la primavera del año 2011. La especialización ganadera es la recría e invernada, con un sistema de pastoreo rotativo. A los efectos de la investigación se definieron dos sistemas según marco de plantación y densidad inicial: Sistema de producción convencional (***SPC*** **-** 3,5 x 2,27m - 1.258 arb/ha) y Sistema silvopastoril con filas dobles y callejones (***SSFC*** **-** (2 x 2) + 8m - 1.000 arb/ha). La hipótesis del trabajo fue que la producción de madera y forraje en el ***SSFC*** es igual o menor que en el ***SPC***. Se cuantificaron a los 36, 41, 45, 51 y 68 meses de edad diámetro a la altura del pecho (DAP), Altura total (Ht) y sobrevivencia, las cuales fueron utilizadas para estimar: Densidad (arb/ha), Altura media de los dominantes (m), Área Basal (m^2/ha) y Volumen (m^3/ha). Para evaluar la producción de forraje creciendo en campo natural, se realizaron cortes a 1,5 cm del suelo cada 60 días mediante jaulas de exclusión (las que totalizaron 24), complementando la evaluación con análisis de calidad de forraje: FDA (%) y PC (%). El diseño corresponde a un muestreo aleatorio estratificado, donde se establecieron parcelas al azar con igual número de repeticiones en cada sistema. Sobre las mismas parcelas del muestreo forestal se establecieron jaulas para evaluación del componente forrajero. Los resultados indican que el marco de plantación no tuvo efecto significativo ($p > 0,05$) sobre los valores individuales (árbol) para DAP y Ht en los meses evaluados. Se constatan diferencias significativas en producción de madera (m^3/ha) entre los sistemas a partir de los 41 meses de edad ($p < 0,05$), dado que la densidad (medida a través de la sobrevivencia) entre los mismos comenzó a registrar diferencias altamente significativas a partir de

esa edad del cultivo ($p < 0,01$). Para el ***SPC*** a los 68 meses de edad el volumen por hectárea fue de 83,73 m^3/ha, mientras que para el ***SSFC*** a la misma edad fue de 62,68 m^3/ha. Para producción de forraje, el sistema de mayor densidad (3,5 x 2,27) presentó una menor producción, posiblemente influenciado por un incremento del sombreado que afecta la producción de materia seca. En todas las estaciones del año evaluadas se observa una menor transmitancia de radiación PAR en el sistema más denso (***SPC***) del orden del 24,5% menos con respecto a la radiación máxima en la mitad del callejón. En términos promedios la producción de materia seca para el período evaluado fue de 581,9 (±19,9) kg MS/ha/estación y de 339,9 (±19,9) kg MS/ha/estación para ***SSFC*** y ***SPC*** respectivamente, lo que equivale a un 42% más de producción para el primer sistema con callejones respecto al convencional, por lo que el mismo permite una mayor presencia de ganado durante el ciclo forestal. Así mismo la producción de materia seca en el ***SSFC*** fue mayor en comparación a áreas donde no incide el cultivo forestal (378,1 kg MS/ha (±39,1)), por lo que sistemas de producción con sombra moderada podrían contribuir a mejorar los rendimientos productivos en las pasturas. En general no se establecen diferencias significativas para los contenidos de PC (%) y FDA (%) entre sistemas en cada período de corte. Los resultados podrán ser utilizados para integrar productores rurales de rubros tradicionales a la producción forestal, y aportar elementos para la elaboración de políticas en el sector.

Palabras claves: *Silvopastoreo, marco de plantación, Eucalyptus globulus, densidad.*

Abstract

The silvopastoral systems constitute a productive modality with great potential for expansion in Uruguay, given the number of livestock producers with the potential to incorporate the forest crop. The work was designed to evaluate the effect of the different arrangements on the production of wood and forage in silvopastoral systems in the Eastern region of Uruguay (34º03`28,82" S y 54º05`1,76" W). The work was carried out in *Eucalyptus globulus* plantations installed in the spring of 2011. The livestock specialization is refreshing and wintering, with a system of rotating grazing. For the purposes of research, two systems were defined according to the arrangements and initial density: Conventional production system (***SPC*** - 3.5 x 2.27m - 1.258 trees/ha) and silvopastoral system with double rows and alleys (***SSFC*** - (2 x 2) + 8m - 1,000 trees/ha). The hypotheses of the work were that the wood production in the ***SPC*** is similar to the ***SSFC***, while the production of pastures is lower in the ***SPC*** compared to the ***SSFC***. They were quantified at 36, 41, 45, 51 and 68 months of age diameter at breast height (DBH), total height (Ht) and survival, which were used to estimate: Density

(arb/ha), average height of the dominant ones (m), Basal Area (m^2/ha) and Volume (m^3/ha). To evaluate the production of the pastures, measurements were made every 60 days through exclusion cages, complementing the evaluation with forage quality analysis: FDA (%) and PC (%). The design corresponds to a stratified random sampling, where random plots were established with an equal number of repetitions in each system. On the same parcels of forest sampling, cages were established to evaluate the forage component. The results indicate that the arrangements had no significant effect ($p > 0.05$) on the individual values (tree) for DBH and Ht in the months evaluated. Significant differences were found in wood production (m^3/ha) between the systems after 41 months of age ($p < 0,05$), given that the density (measured through survival) between them began to register highly significant differences from that culture age ($p < 0,01$). For the ***SPC*** at 68 months of age the volume per hectare was 83,73 m^3 / ha, while for the ***SSFC*** at the same age it was 62,68 m^3 / ha. For forage production, the higher density system (3,5 x 2,27) showed lower production, possibly influenced by an increase in shading that affects dry matter production. In all the stations of the year evaluated, a lower transmittance of PAR radiation in the densest system (***SPC***) is observed in the order of 24,5% less with respect to the maximum radiation in the middle of the alley. In average terms, dry matter production for the period evaluated was 581,9 (± 19,9) kg MS/ha/ station and 339,9 (± 19,9) kg MS/ha/station for ***SSFC*** and ***SPC*** respectively, which is equivalent to 42% more production for the first system with alleys compared to the conventional one, so it allows a greater presence of livestock during the forest cycle. Likewise, the production of dry matter in the ***SSFC*** was higher in comparison to areas where forestry does not affect (378,1 kg Ms/ha (± 39,1)), so production systems with moderate shade could contribute to improve productive yields in pastures. In general, no significant differences are established for the contents of PC (%) and FDA (%) between systems in each cut-off period. The results can be used to integrate rural producers of traditional crops to forest production, and provide elements for the development of policies in the sector.

Keywords: *Silvopastoral, arrangement, Eucalyptus globulus, density.*

Evaluación de la productividad de dos especies forrajeras C4 en sistemas silvopastoriles

Productivity of two C4 forage species in silvopastoral systems

F. Del Giorgio[a]; C. Hernández[a]; S. Motta[a]; G. Amarillo[a]; E. Cabrera[a]; J. Frigerio[a]; J. K. Fedrigo[b]; J. González-Tálice[a]*

[a] Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento Forestal y Tecnología de la Madera, Av. Garzón 780, Montevideo CP 12900, Uruguay; `
[b] PDU Agroforestal, Casa de la Universidad de Cerro Largo, UdelaR, Ruta 26, km408, Bañados de Medina, Cerro Largo, Uruguay.
* fabiandelgiorgio@gmail.com

Resumen

El objetivo de este ensayo fue evaluar especies C4 con potencial forrajero, bajo efectos del sombreado en plantaciones de *Eucalyptus dunnii*. Se evaluaron tres tratamientos: Interior del monte, Borde del monte y Sol pleno, y dos especies de pastos. Para el tratamiento Sol pleno, en *Paspalum dilatatum* se registraron valores promedio superiores de biomasa total (g.planta^{-1}) y peso de hoja (g.hoja^{-1}) en las cuatro mediciones (Octubre'18, Noviembre'18, Enero'19 y Febrero'19) en comparación con *Paspalum umbrosum*. Para todo el ejercicio, no hubo diferencias dentro del tratamiento Borde para las especies *P. dilatatum* y *P. umbrosum*. *P. dilatatum* fue en promedio inferior en la variable peso de hoja en el tratamiento Interior de la parcela en los cuatro registros, destacándose siempre un buen rendimiento de *P. umbrosum* bajo la sombra en el interior de la parcela, con una tendencia creciente en el peso promedio de hojas y biomasa, y diferenciándose de *P. dilatatum* (estadísticamente superior) en la medición de Febrero'19.

Palabras Clave: *Silvopastoreo; Paspalum dilatatum; Paspalum umbrosum; sombreado*

Abstract

The objective of this field trial was to evaluate C4 species with forage potential, under shading effect in *Eucalyptus dunnii* plantations. Three treatments were evaluated: Interior of the trees stand, Border of the trees stand and Full sun, and two grass species. The species *Paspalum dilatatum* was statistically superior in the variables for the Full Sun treatment. For *P. dilatatum*, higher average values of total biomass (g.plant^{-1}) and leaf weight (g.leaf^{-1}) were recorded in the four measurements (October'18, November'18, January'19 and February'19). There were no statistical differences within the Edge treatment for *P. dilatatum* and *P. umbrosum* for the whole exercise. *P. dilatatum* had lower leaf weight in the Interior

treatment of the plot in the four measurements, standing out always a good yield of *P. umbrosum* under the shade in the interior of the plot, presenting an increasing tendency in the leaf weight average and biomass, and differentiated from *P. dilatatum* (statistically higher) in the February'19 measurement.

Keywords: *Silvopastoral systems; Paspalum dilatatum; Paspalum umbrosum; shading.*

Introducción

Investigaciones recientes realizadas en varias regiones del mundo indican que los sistemas integrados de producción agropecuaria constituyen una de las mejores alternativas para conciliar la producción de alimentos y fibras con la preservación ambiental (Bonaudo ., 2014; Lemaire ., 2014). Los sistemas silvopastoriles consisten en la integración equilibrada de árboles, plantas forrajeras y rumiantes (Nair PKR, 1985). La creación de sotobosques silvopastoriles productivos depende de la existencia de genotipos forrajeros adaptados al ambiente y con buena productividad y persistencia bajo sombreado y pastoreo.

Aunque existen pocos estudios previos que describen las variaciones productivas y ecofisiológicas de distintas especies forrajeras en luminosidades contrastantes, existen fuertes indicios de la existencia de especies nativas de Sudamérica, o adaptadas a las condiciones climáticas locales, que tienen gran capacidad productiva bajo sombra (Soares ., 2009; Garcez Neto ., 2010). Las especies C4 han sido recomendadas para ambientes con sombra moderada, permitiendo complementar el ciclo productivo de las especies invernales y consecuentemente mejorar la estabilidad forrajera anual. Experimentos realizados en el sur de Brasil han verificado que las especies *Paspalum notatum* y *Paspalum dilatatum*, especies nativas y que también cuentan con semillas en el mercado, presentan excelente capacidad de producción en ambientes de sombra moderada (Barro, 2012).

Se han reportado dos tipos de respuesta de las plantas al sombreado. Una respuesta es la aclimatación a la sombra, que se refiere a modificaciones de la respuesta fotosintética a la luz basado principalmente en el aumento del contenido de clorofila (especialmente clorofila b) (Lambers ., 1998). Otra respuesta es "evitar" el sombreado, aumentando la relación hoja:tallo y parte aérea:raíz (Geremia , 2018). Dichos factores conducen a una mayor eficiencia de uso de la radiación y menor reducción del crecimiento respecto a una situación de sol pleno. Sin embargo, algunas modificaciones en la distribución de la biomasa, como aumentar la relación hoja tallo, el aumento del tamaño de macollo y su menor densidad, pueden impactar en una menor resistencia a la defoliación. Por lo tanto, es imprescindible

conocer las modificaciones que ocurren en las distintas especies sometidas a diferentes condiciones de sombreado, y cómo estas se relacionan con características agronómicas (velocidad de rebrote, valor nutritivo) para ajustar estrategias de utilización.

Materiales y Métodos

El trabajo fue desarrollado en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt de la Facultad de Agronomía de Universidad de la República, Uruguay (32°35'S, 54°15'W), entre agosto de 2018 y febrero de 2019. Los suelos de la unidad experimental son clasificados como Argiudols. El promedio anual de lluvias es aproximadamente 1.200 mm, y el clima es clasificado como Cfa (subtropical húmedo), sin estación seca definida (Panario y Bidegain, 1997). Fueron evaluadas dos especies forrajeras C4 del género *Paspalum*: *Paspalum dilatatum* Poir y *Paspalum umbrosum* Trin (Zuloaga ., 2012; Zuloaga ., 2014), en parcelas de 3x2m ubicadas en tres distintas posiciones respecto a un rodal de *Eucalyptus dunnii*: sotobosque (Interior, ubicada a 10 m del borde de la plantación), sobre el margen norte del rodal (Borde) y exterior al mismo (Sol pleno). El delineamiento experimental utilizado fue de parcelas divididas con tres repeticiones, siendo la parcela principal determinada por la posición en relación al rodal y la parcela secundaria por la especie forrajera. La especie forestal utilizada, *Eucalyptus dunnii*, tiene 25 años desde su plantación, y cuenta con una distancia entrefila de 4 m y de 2.5 m entre árboles. Las especies forrajeras fueron establecidas por medio de mudas, en un total de 16 plantas por parcela, plantadas en 4 líneas equidistantes.

Para las evaluaciones productivas, fueron consideradas solamente las 4 plantas centrales de la parcela. Cada 40 días se realizaron cortes a una altura de 5cm del nivel del suelo, el forraje fue separado en los componentes hoja y pseudotallo y secado en estufa de aire forzado a 60ºC hasta peso constante. Fueron obtenidas las variables de peso de hoja y biomasa viva de la parte aérea de la planta. También se consideró una comparación en base al porcentaje de hojas en el total de la biomasa. Fueron instalados sensores (HOBO® ProV2) de Humedad Relativa (HR) y temperatura del aire con los sensores en las tres posiciones respecto al rodal de *Eucalyptus dunnii* ("Interior", "Borde" y "Sol pleno"). Las precipitaciones se registraron con Estación Meteorológica automática ubicada a 1.500 m del ensayo. Los datos fueron analizados con el software estadístico Infostat (Balzarini M.G. , 2008) se realizó una ANOVA para un diseño de parcelas divididas y un análisis de comparación Tukey ($p<0,05$).

Resultados

Variables climáticas

Durante el periodo de evaluación, el volumen de lluvias fue inferior al promedio histórico en los meses de Octubre y Febrero, y similar de Noviembre hasta Enero (Figura 1a).

Sol Pleno registró mayor amplitud térmica comparado con los tratamientos bajo influencia del rodal.

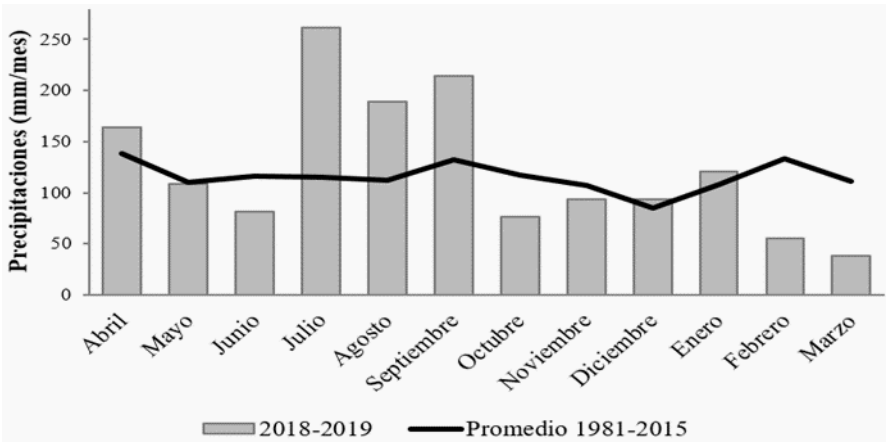


Figura 1a. Volumen mensual de lluvias acumulado en unidad experimental para el periodo 2018-19 (barras grises) y promedio histórico (1981-2015) (línea negra).

Esto se explica en mayor medida por los valores de temperatura máxima en el tratamiento de Sol pleno (Figura 1b).

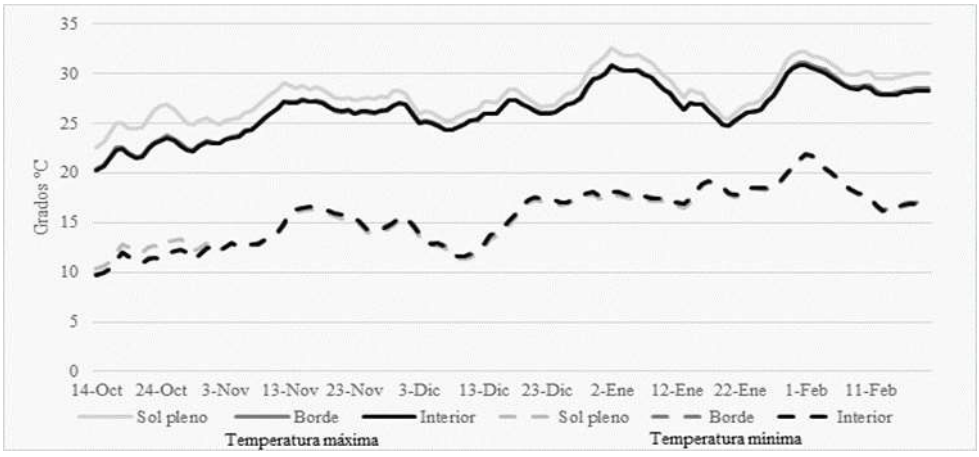


Figura 1b. Temperaturas máximas y mínimas registradas en los tres tratamientos. Medias móviles cada 10 días para el período octubre 2018-febrero 2019.

Análisis de los resultados por especie y su comportamiento en el período de estudio

Se detectó una respuesta diferencial entre estas dos especies durante el transcurso del estudio para los diferentes tratamientos.

P. dilatatum

En la especie *P. dilatatum* se detectaron promedios superiores para peso de hoja bajo el tratamiento de Sol Pleno, en relación a los tratamientos de Borde e Interior, en todos los meses analizados, siendo estos estadísticamente significativos para los meses de noviembre y febrero con un $P<0.05$ (Tukey).

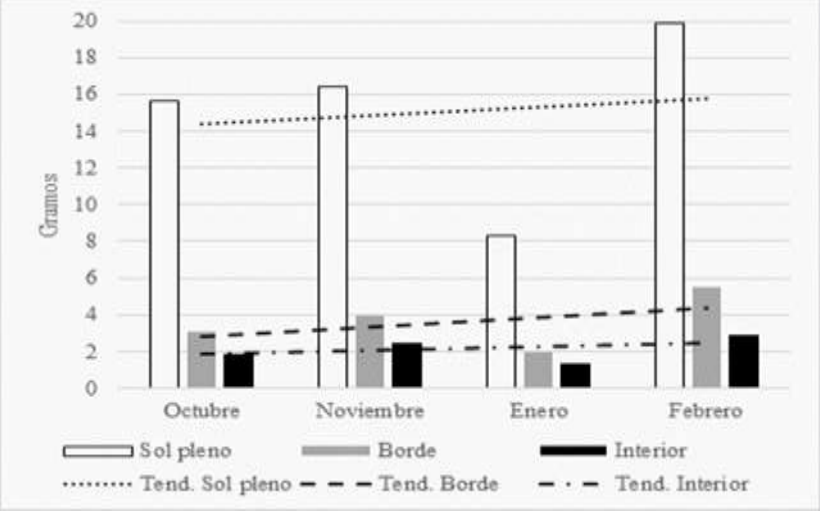


Figura 2a. Peso promedio de hojas por planta en *Paspalum dilatatum*

P. dilatatum presentó disminución de peso de hoja en los tratamientos de Borde e Interior que oscila entre 73 y 88% (tabla 1), siendo el escenario de mayor diferencia con respecto a Sol pleno, el de Interior durante el mes de octubre, donde el peso de hoja promedio por planta resultó ser 88% menos. *P. dilatatum* se vio más afectado por los diferentes tratamientos de luz y sombra, independientemente de las fechas de medición. Esto coincide con los resultados obtenidos por Barro (2012), donde *P. Dilatatum* no presentó una buena producción en ambientes de sombra moderada.

P. umbrosum

Para la especie *P. umbrosum*, el tratamiento de Sol pleno presentó los valores más altos entre los tres tratamientos para el peso de hoja. No se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos de Borde e Interior para todas las fechas ($P = 0.05$).

Las tendencias para la variable peso promedio de hojas por planta a lo largo del periodo analizado aparentan ser crecientes para los tres tratamientos. A su vez, mantuvo un mayor nivel de consistencia a lo largo del estudio. La caída en el peso promedio de hojas por planta en *P. umbrosum* en los tratamientos de Borde e Interior del monte de árboles, parece haber afectado en menor proporción en todo el periodo.

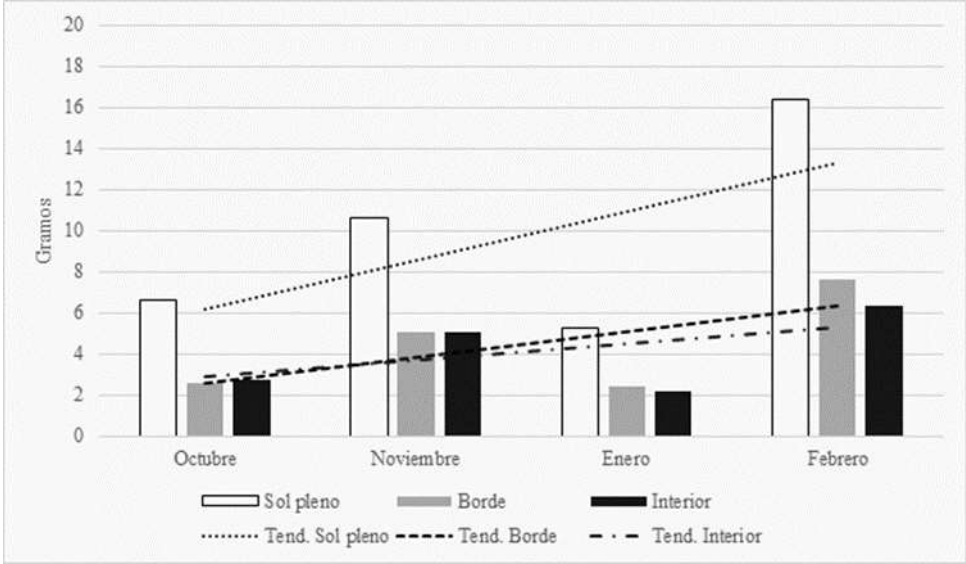


Figura 2b. Peso promedio de hojas por planta en *Paspalum umbrosum*.

Análisis comparativo entre especies

En un análisis estadístico global del periodo, bajo el tratamiento de Sol Pleno, se detectaron valores mayores en *P. dilatatum* en relación a *P. umbrosum*. No existieron diferencias significativas para el tratamiento Borde, y bajo el tratamiento Interior *P. umbrosum* reflejó valores mayores a *P. dilatatum.* Las diferencias detectadas para el tratamiento Interior resultaron significativamente más altas durante los meses de noviembre y febrero. Los valores más altos para ambas especies fueron detectados durante el mes de febrero, mientras que los valores más bajos se detectaron durante el mes de enero.

P. dilatatum presentó menores valores de porcentaje de hoja y mayor cantidad de inflorescencias en Sol pleno, con respecto a los demás tratamientos dentro de la misma especie.

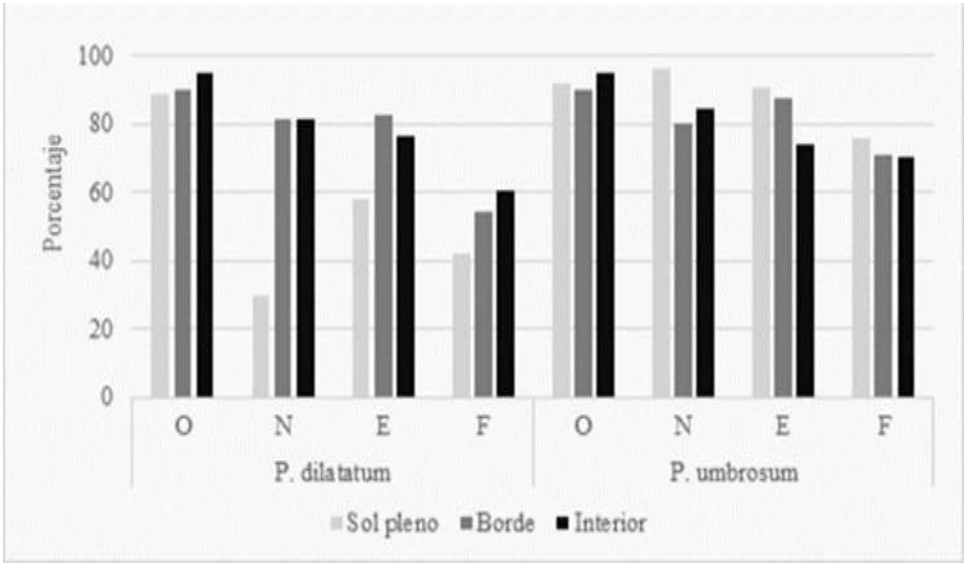


Figura 3. Porcentaje peso promedio de hojas en total de peso promedio de la biomasa aérea.

Esto se traduce en una mayor relación tallo:hoja en Sol pleno. *P. umbrosum* no presenta diferencias en porcentaje de hoja en los diferentes tratamientos. Con respecto a el porcentaje de inflorescencia, *P. dilatatum* fue superior a *P. umbrosum*.

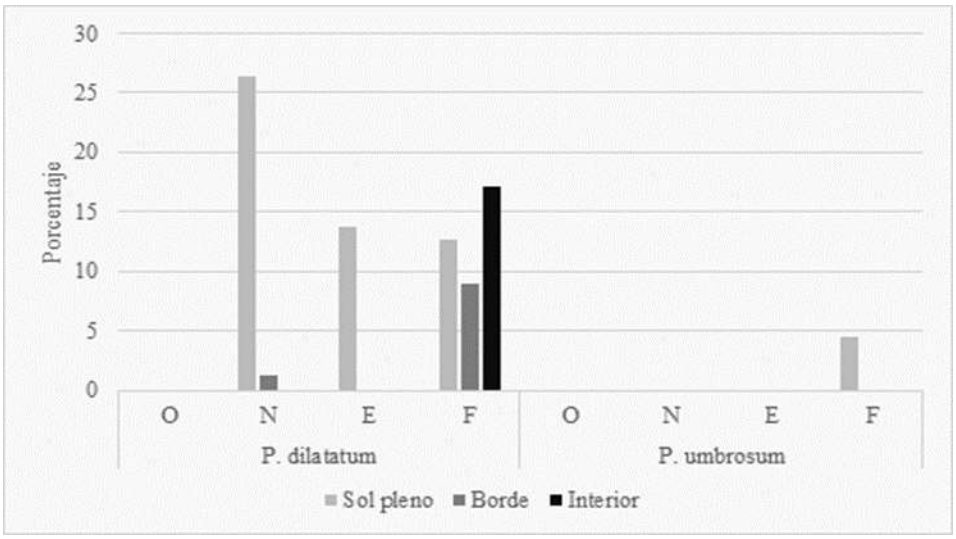


Figura 4. Porcentaje de inflorescencia en total de biomasa aérea.

Discusión

P. umbrosum mantuvo un mayor nivel de estabilidad tomando en cuenta la menor diferencia entre los tratamientos a lo largo del estudio en relación a *P. dilatatum*. Se observa una tendencia creciente bajo el tratamiento Sol

pleno en *P. dilatatum*, y esta aparenta ser más inelástica cuando la especie es sometida a las condiciones climáticas del Borde del bosque.

Los elementos a tener en cuenta que pueden explicar esto hacen referencia tanto al ciclo productivo de la especie (primavero-estival, C4) y a las condiciones climáticas particulares durante el período de estudio. La baja disponibilidad hídrica a fines de primavera puede estar explicando la respuesta de estas especies en enero. Estos elementos sugieren que existe una respuesta contrastante entre ambas especies. *P. dilatatum* puede estar siendo afectada por condiciones lumínicas subóptimas al ser sometida a los tratamientos de Borde e Interior del monte.

La especie *P. umbrosum* demostró un comportamiento más homogéneo entre los tratamientos, lo que podría significar que dicha especie, presenta mecanismos de adaptación al microclima generado por el sotobosque. Sin embargo, bajo el tratamiento de sol pleno, *P. umbrosum* fue significativamente menor que *P. dilatatum*.

Conclusiones

Los resultados obtenidos sugieren que el microclima resultante de los marcos de plantación arbórea pueden tener efecto diferencial en las especies forrajeras evaluadas. La especie *P. umbrosum* demostró un comportamiento más homogéneo entre los tratamientos, demostrando ser promisoria para su uso en Sistemas de Silvopastoreo. Es necesario continuar la investigación en este sentido para entender los factores que determinan la respuesta forrajera en ambientes con microclima modificado por la presencia de cubiertas arbóreas y para una mayor comprensión de los mecanismos asociados a la tolerancia a la sombra en especies C4.

Bibliografía

Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A., Robledo C.W., 2008. Infostat. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.

Barro R.S., Varella A.C., Lemaire G., de Medeiros R.B., de Saibro J.C., Nabinger C., ., 2012. Forage yield and nitrogen nutrition dynamics of warm-season native forage genotypes under two shading levels and in full sunlight. Rev Bras Zootec.2012;41, pp. 1589-97

Bonaudo T., Bendahan A.B., Sabatier R., Ryschawy J., Bellon S., Leger F., ., 2014. Agroecological principles for the redesign of integrated crop-livestock systems. Eur J. Agron 2014;57, pp. 43-51.

Garcez Neto A., Garcia R., Moot D.J., Gobbi F., 2010. Aclimatação morfológica de forrageiras temperadas a padrões e níveis de Morphological acclimation of temperate forages to patterns and levels of shade. Rev Bras Zootec 2010;39, pp. 42-50.

Geremia E.V., Crestani S., Mascheroni J.D.C., Carnevalli R.A., Mourão G.B., da Silva S.C., 2018. Sward structure and herbage intake of *Brachiaria brizantha* cv. Piatã in a crop-livestock-forestry integration area. Livest Sci 2018;212, pp. 83-92.

Lambers H., Ill F.S.C., Pons T.L., 1998. Plant Physiological Ecology.

Efecto de la aplicación de diferentes fuentes nitrogenadas sobre la calidad forrajera estacional de *Urochloa brizantha* cv MG4 bajo un sistema silvopastoril

Effect of different nitrogenous sources on the seasonal *Urochloa brizantha* cv MG4 quality in a silvopastoril system

J.D. Caballero Mascheroni[1]; J.F. González Cabañas[1]; L.A. Alonzo Griffith[1]; A.L. González[1], M.L. Quevedo Fernández[1]; U. Riveros Insfrán[1]

[1]Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.
daniel.caballero@agr.una.py

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de diferentes fuentes nitrogenadas sobre la calidad forrajera de *Urochloa brizantha* cv. MG4 bajo un sistema silvopastoril. El diseño experimental fue en bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, siendo: T1: Urea 200 kg/ha, T2: Estiércol bovino 10.000 kg/ha, T3: Estiércol ovino 10.000 kg/ha y T4: Testigo (sin aplicación de fertilizantes). Para la evaluación de la calidad forrajera se analizaron muestras de las 4 estaciones del año, abarcando las estaciones de otoño, invierno y primavera 2016 y verano 2017. Se analizaron las variables de proteína bruta (PB), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutra (FDN) y energía metabolizable (EM). Los resultados indicaron que la PB tuvo diferencia significativa a favor del T1 en relación con el T4 (verano) y también con relación a los demás tratamientos (otoño). La FDA mostro diferencia significativa favorable al T1 en relación con el T4 en verano y permaneció similar en las demás estaciones. La FDN mostro diferencia significativa favorable T1 con relación al T2 en otoño y se mantuvo similar en las demás estaciones. La EM mostró diferencia significativa solo en verano, favorable al T1 en relación con el T4. Se puede concluir que la fertilización nitrogenada influye positivamente sobre los valores de calidad forrajera, sobre todo en las estaciones de verano y otoño.

Palabras claves: *Composición química, fertilización, gramíneas, sistemas integrados.*

Abstract

The aim of this research was to evaluate the effect of different nitrogenous sources on the forage quality of *Urochloa brizantha* cv. MG4 under a silvopastoral system. The experimental design was in randomized complete blocks, with four treatments and three repetitions. The treatments were: T1: Urea 200 kg/ha, T2: Cattle manure 10,000 kg/ha, T3: Sheep manure 10,000

kg/ha and T4: Control (without application of fertilizers). For the evaluation of the forage quality, samples were analyzed of the 4 seasons of the year, covering the seasons of autumn, winter and spring of 2016 and summer of 2017. The variables of crude protein (PB), Acid Detergent Fiber (FDA), Neutral detergent fiber (FDN) and metabolizable energy (EM) were analyzed. The results indicated that PB had a significant difference in favor of T1 in relation to T4 (summer) and also in relation to other treatments (autumn). The FDA showed a significant difference favorable to T1 in relation to T4 in summer and it remained similar in all other seasons. The FDN showed a significant difference favorable to T1 in relation to T2 in autumn and it remained similar in the other seasons. The EM showed significant difference only in summer, favorable to T1 in relation to T4. It can be concluded that nitrogen fertilization positively influences forage quality values, especially in the summer and autumn seasons.

Keywords: *Chemical composition, fertilization, grasses, integrated systems*.

Introducción

Es de actual importancia el estudio del potencial de los sistemas silvopastoriles como una alternativa de producción sustentable y como herramienta mejoradora de las condiciones productivas y ambientales de un sistema ganadero tradicional. Los sistemas silvopastoriles nos permiten combinar especies forrajeras y forestales en una misma área, como una alternativa de manejo integrado racional y beneficiando a sus diferentes componentes con múltiples manifestaciones de interacción entre ellos (Balbino., 2012).

La intensificación de la ganadería ha contribuido significativamente al desarrollo económico de Paraguay, sin embargo, existe aún una elevada superficie de pasturas degradadas (nativas y cultivadas), problemática que se origina principalmente por el mal manejo del pastoreo y el insuficiente mantenimiento de la fertilidad del suelo, lo cual repercute en la pérdida de productividad de las pasturas (Ribelatto., 2018), fenómeno común entre productores y uno de los desafíos más exigentes que afronta la ganadería regional.

Una forma para contrarrestar la degradación de pasturas es llevar a cabo un manejo de la fertilización, de manera que se pueda reponer los nutrientes extraídos del suelo luego de cada periodo de pastoreo, y al mismo tiempo aumentar la producción y calidad de alimento ofrecido al animal (Dias-Filho, 2011). Por lo tanto, es de suma importancia conocer el potencial forrajero de las especies y la respuesta que la misma pueda tener a los diferentes tipos de fertilizantes nitrogenados comúnmente utilizados.

La aplicación de fertilizantes nitrogenados a una pastura se realiza con el principal objetivo de producir mayor volumen y calidad de forraje por unidad de superficie, de forma a obtener mayor retorno económico y un impacto positivo en la productividad animal. El presente trabajo tuvo por objetivo determinar el efecto de diferentes fuentes nitrogenadas sobre el comportamiento agronómico de la *Urochloa brizantha* cv. MG4 bajo un sistema silvopastoril.

Materiales y métodos

La investigación fue realizada en el establecimiento de la firma Procer S.A. ubicada en el distrito de Repatriación, departamento de Caaguazú, Paraguay. El periodo de evaluación fue de 12 meses, abarcando las estaciones de otoño, invierno y primavera del 2016 y verano del 2017.

El ensayo se realizó sobre un suelo que presenta textura arenosa de color marrón rojizo opaco, con pH ligeramente ácido, materia orgánica baja, niveles de P, Ca, K y Na bajos, y Mg elevado, resultados obtenidos del análisis de suelo realizado al inicio del experimento.

Tabla 1. Resultados obtenidos en el estudio de suelo del lugar del ensayo.

pH	M.O	P	Ca	Mg	K	Na	Al + H	Clase	Color
	%	ppm	…… cmolc/kg ……					Textural	
5,9	0,14	8,32	0,57	0,17	0,08	0,02	0	Arenosa	Marrón

Fuente: DeSOT (Dpto. de Suelos y Ordenamiento Territorial) FCA – UNA, 2016

La parcela experimental se encuentra en una región subtropical, sobre una altitud de 132 msnm y con un promedio de precipitación anual de 1500 mm. Las temperaturas máximas pueden alcanzar 40° C (verano) y las mínimas hasta 0 °C (invierno). En la Figura 1 se observa los datos de precipitación y temperatura promedio obtenidos durante el periodo del ensayo.

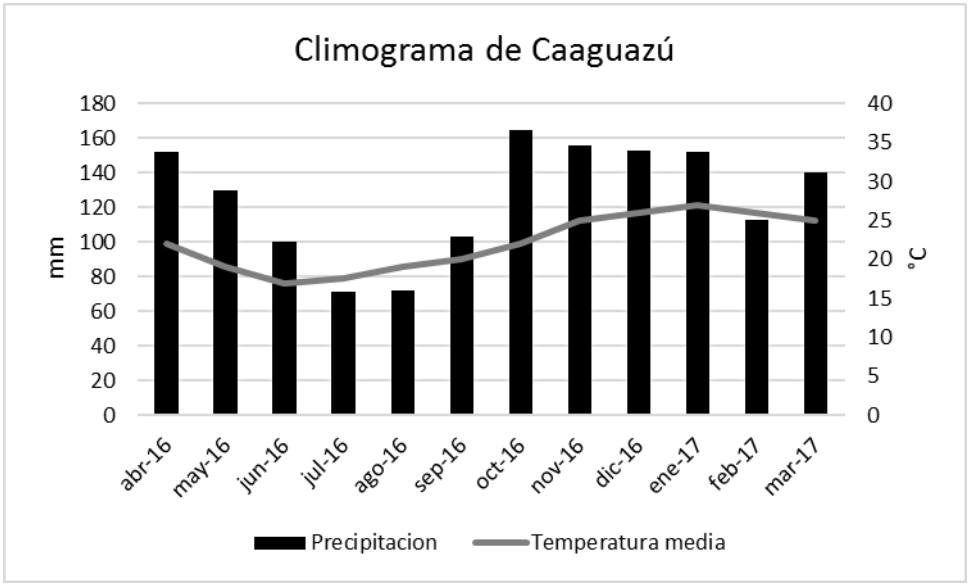


Figura 1. Datos de precipitación y temperatura promedio registradas durante el periodo experimental. Fuente: Dirección de Meteorología e Hidrología, Paraguay.

Tratamientos y unidades experimentales

Los tratamientos en el estudio fueron dispuestos en un diseño experimental de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: T1: Urea 200 kg/ha, T2: Estiércol bovino 10.000 kg/ha, T3: Estiércol ovino 10.000 kg/ha y T4: Testigo (sin aplicación de fertilizantes). Los niveles aplicados se definieron de acuerdo con el análisis de laboratorio realizados previamente (análisis de suelo y de los fertilizantes orgánicos), de forma a que los tres fertilizantes aplicados proveyeran un mismo equivalente de nitrógeno por ha (90 kg de N). Los fertilizantes fueron aplicados al voleo. La aplicación de la urea se realizó al inicio de cada estación. Las 2 fuentes orgánicas aplicaron cada 6 meses, al inicio de otoño (inicio del periodo experimental) y al inicio de primavera (mitad del periodo experimental). Se realizaron 12 cortes con intervalos de 30 días.

Instalación de la parcela experimental

La parcela experimental fue delimitada sobre una superficie homogénea de un potrero cultivado con *U. brizantha* cv. MG4 bajo un sistema silvopastoril de tres años de implantación. La densidad de plantación era de 475 árboles/ha, en un formato de 7 metros entre hileras y 3 metros entre plantas. Los árboles de Eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) poseían al inicio del experimento una altura promedio de 6.7 m y un promedio de copa de 3.2 m con relación a la altura del árbol (nivel de sombra bajo). La misma fue cercada, utilizando una franja del área total, que fue subdividida para cada tratamiento y repeticiones. Para el inicio del experimento se realizó el corte

de uniformización de la pastura a 10 cm de altura de residuo de la planta. Cada subparcela poseía una dimensión de 7 x 3 m (21 m²), que fue subdividida en cuatro partes, a los costados (más cerca de la línea de los árboles) con una subparcela de 3 x 2 m y en el centro dos sub-parcelas de 3 x 1.5 m respectivamente, completando un total de 48 unidades experimentales (Figura 2).

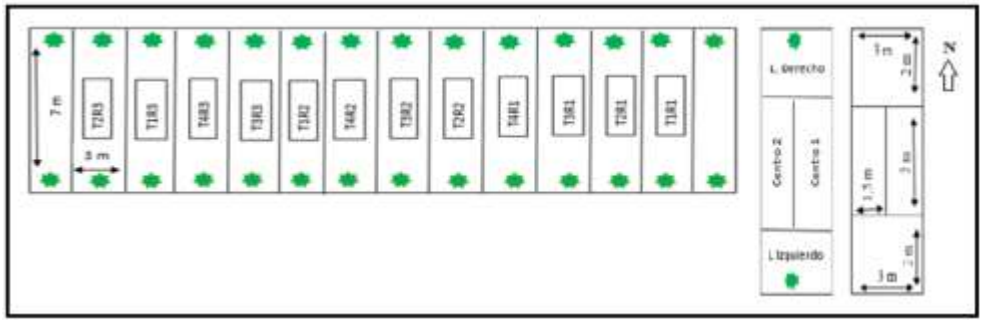


Figura 2. Diseño y disposición de las parcelas.

Variables evaluadas y análisis estadístico

Para evaluar los efectos de los tratamientos sobre la calidad del forraje se estudiaron cuatro variables: proteína bruta (PB), fibra de detergente ácido (FDA), fibra de detergente neutra (FDN) y energía metabolizable (EM). Las muestras fueron obtenidas colocando un cuadro de madera de 0.25 m^2 en cada una de las unidades experimentales y cortando el forraje incluido dentro del marco de muestreo a una altura de residuo de 10 cm. Posteriormente, las muestras fueron secadas y remitidas al laboratorio de bromatología de la Cooperativa Chortitzer Ltda. ubicada en la ciudad de Loma Plata, Chaco Paraguayo, donde se realizaron todos los análisis por el método de espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS). Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANAVA), luego se aplicó el Test de Tukey con un nivel de significancia del 5 % (probabilidad de error).

Resultados y discusión

Proteína

En la Tabla 2 se observa los valores por estación y promedio anual de proteína bruta (%) en *U. brizantha* cv. MG4 bajo sistema silvopastoril.

Tabla 2. Proteína bruta (%) en *U. brizantha* cv. MG4 sometido a diferentes fuentes de fertilización nitrogenada bajo un sistema silvopastoril.

Tratamiento	Otoño		Invierno		Primavera		Verano		Promedio
T1	12.57	a	6.01	a	9.25	a	8.71	a	9.13
T2	8.98	b	5.92	a	8.28	a	4.93	ab	7.03
T3	9.44	b	6.11	a	8.63	a	5.37	ab	7.39
T4	9.53	b	5.40	a	7.12	a	4.28	b	6.58
Medias	10.13		5.86		8,22		5.82		7.53
CV	4.21		9.03		11,91		26.31		

Medias con una letra común en las columnas no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$).

Se observa diferencia significativa en las estaciones de otoño y verano, donde el tratamiento con Urea mostró superioridad en los valores de PB en relación con el testigo (verano) y con todos los demás tratamientos (otoño). Un efecto similar fue mencionado por Pietrosemoli. (1996), quienes evaluaron niveles crecientes de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de *U. brizantha*, los autores mencionan un incremento significativo de la PB en la medida que aumenta la fertilización química, efecto influenciado positivamente por las mayores precipitaciones y temperatura. Por otra parte, Orrico Junior. (2018) evaluaron la calidad forrajera de dos cultivares de *U. brizantha* y concluyeron que la composición química de las gramíneas no se vio influenciada por las dosis de compost orgánico utilizada. Sin embargo, Cecato. (2014) mencionan que la utilización de fertilizantes orgánicos en pasturas tropicales tiene un efecto benéfico en la producción y calidad de los mismos, ya que promueve un aumento del *pool* de nutrientes en el sistema suelo-planta-animal, contribuyendo así a un mayor reciclaje y disponibilidad de nutrientes en el ecosistema, y consecuentemente a una mayor productividad del forraje. Por su parte, Soares Filho. (2014) señalan que las fertilizaciones a través de excreciones de animales proveen no solo nitrógeno, sino también otros nutrientes esenciales para las plantas como fosforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, disponibles en una forma más prontamente utilizable por las pasturas.

Cabe mencionar que, en sistemas silvopastoriles, la sombra proporcionada por la copa de los árboles modifica el microclima (mayor humedad y menor amplitud térmica) en comparación a sistemas a cielo abierto, lo cual puede repercutir en la eficiencia del uso de fertilizantes y en la descomposición de la materia orgánica, que a su vez podría influenciar en el crecimiento y calidad de las pasturas (Paciullo. 2014). Los mismos autores señalan que, estudios más detallados deben ser realizados en esta área para poder

comprender mejor las múltiples y complejas interacciones que ocurren en los sistemas integrados de producción.

Fibra detergente ácido (FDA)

En la Tabla 3 se observa los valores por estación y promedio de fibra de detergente ácido (%) en *U. brizantha* cv. MG4 bajo sistema silvopastoril.

Tabla 3. Fibra de detergente ácido (%) en *U. brizantha* cv. MG4 sometido a diferentes fuentes de fertilización nitrogenada bajo un sistema silvopastoril.

Tratamiento	Otoño		Invierno		Primavera		Verano		Promedio
T_1	43.92	a	50.73	a	49.85	a	46.49	b	47.75
T_2	46.89	a	50.85	a	52.49	a	50.58	ab	50.20
T_3	46.20	a	51.47	a	52.36	a	50.31	ab	50.09
T_4	44.98	a	51.21	a	61.03	a	53.34	a	52.64
Medias	45.50		51.07		53.93		50.18		
CV	3.13		4.12		14.36		5.20		

Medias con una letra común en las columnas no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$).

Los resultados indican diferencia significativa en la estación de verano entre el T1 y T4, con valores de 46.49 y 53.34 %, respectivamente. El T2 y T3 presentaron valores intermedios. En el promedio general los valores se mostraron próximos a 50 % de FDA. De forma general, los valores son inferiores en otoño, intermedios en invierno y verano, y superiores en primavera. Los valores obtenidos en la presente investigación, si bien son superiores (menor calidad forrajera) presentan la misma tendencia que los datos obtenidos por Valbuena. (2016) quienes trabajaron sobre *U. brizantha* cv. Toledo con el objetivo de evaluar su respuesta a niveles crecientes de fertilización nitrogenada, dicho estudio arrojó el valor más alto de FDA de 37.3% en respuesta al tratamiento sin fertilizar, y fue disminuyendo a medida que los niveles de fertilización aumentaban llegando a su valor mínimo de 31.9% con el nivel de 120 kg/ha.

Fibra detergente neutro (FDN)

En la Tabla 4 se observa los valores por estación y promedio de fibra de detergente neutro (%) en *U. brizantha* cv. MG4 bajo un sistema silvopastoril.

Tabla 4. Fibra de detergente neutro (%) en *Urochloa brizantha* cv. MG4 sometido a diferentes fuentes de fertilización nitrogenada bajo sistema silvopastoril.

Tratamiento	Otoño		Invierno		Primavera		Verano		Promedio
T_1	68.99	b	80.47	a	77.50	a	78.81	a	76.44
T_2	73.84	a	79.91	a	79.77	a	82.83	a	79.09
T_3	73.42	ab	79.55	a	79.38	a	81.54	a	78.47
T_4	73.01	ab	80.74	a	80.23	a	86.10	a	80.02
Medias	72.31		80.17		79.22		82.32		
CV	2.38		1.74		2.61		4.14		

Medias con una letra común en las columnas no presentan diferencias significativas (p > 0.05).

Se observa diferencia significativa en la estación de otoño entre el T1 y T2, con valores de FDN de 68.99 y 73.84 %, respectivamente. El T3 y T4 presentaron valores intermedios, sin diferencia significativa entre sí. Las demás estaciones no presentaron diferencia estadística, con valores promedio de 80.17, 79.22 y 82.32 para invierno, primavera y verano respectivamente. Costa . (2014) y Dupas . (2016) trabajaron también con fertilización química en variedades de Urochloa y encontraron menores valores de FDN y mayores de PB en otoño, resultados similares al presente trabajo. El aumento de los valores de FDN con la aplicación de estiércol bovino (otoño) coincide con lo reportado por Víquez (2006) en un estudio de dosis crecientes de lombricompuestos y estiércol fresco bovino en *Urochloa brizantha* cv. Toledo. Por su parte Jiménez . (2010) indica que no se encontraron diferencias significativas en los valores de FDN de *Urochloa humidicola* como respuesta a una fertilización orgánica a base de estiércol bovino durante un año de evaluación y a diferentes edades de corte.

Energía metabólica

En la Tabla 5 se observa los valores por estación y promedio de Energía Metabólica (MJ/kg) en *U. brizantha* cv. MG4 bajo un sistema silvopastoril.

Tabla 5. Energía metabólica (MJ/kg) en *U. brizantha* cv. MG4 sometido a diferentes fuentes de fertilización nitrogenada bajo un sistema silvopastoril.

Tratamiento	Otoño		Invierno		Primavera		Verano		Promedio
T_1	2.16	a	1.98	a	2.03	a	2.12	a	2.07
T_2	2.11	a	2.00	a	1.96	a	2.01	a b	2.02
T_3	2.13	a	1.99	a	1.97	a	2.02	a b	2.02
T_4	2.16	a	1.99	a	2.00	a	1.94	b	2.02
Medias	2.14		1.99		1.99		2.02		
CV	2.14		1.95		2.30		3.52		

Medias con una letra común en las columnas no presentan diferencias significativas (p > 0.05).

Se observa una diferencia significativa solamente en la estación de verano, a favor del T1 con relación al T4 (testigo). El T2 y T3 presentan valores intermedios y sin diferencia significativa entre sí y con relación al T1. Las demás estaciones no presentaron diferencias significativas para ninguno de los tratamientos en estudio. Resultados similares fueron presentados por Andrade . (2000) quienes analizaron la respuesta en tres especies forrajeras (*U. brizantha*, *U. decumbens* y *M. maximus*) en un sistema silvopastoril asociados a *A. mangium* y *E. deglupta*, los autores observaron un mecanismo de compensación y adaptación de dichas especies al sistema silvopastoril y mencionaron que los valores de EM de todas las especies se mantuvieron constante.

Cabe mencionar que, la fertilización no solo proporciona una mejora en la calidad del forraje producido, sino que es una práctica importante para evitar la degradación de las pasturas y así garantizar una producción animal sustentable (Heinrichs ., 2014). No obstante, los mismos autores mencionan la importancia de evitar pérdidas excesivas en su utilización, sobre todo en la urea, no solo desde el punto de vista económico, sino que también por las consecuencias ambientales negativas, ya que puede derivar en un gas de efecto invernadero (GEI).

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos se puede concluir que la fertilización nitrogenada influye positivamente sobre los valores de calidad forrajera, sobre todo en las estaciones de verano y otoño.

Los estiércoles se comportaron de forma similar independientemente del origen de este, y pueden ser considerados una opción válida para ser utilizados en sistemas silvopastoriles, no obstante, son necesarias nuevas investigaciones que puedan profundizar conocimientos sobre la amplitud en las variaciones que los mismos puedan tener en sistemas integrados de producción en comparación a sistemas tradicionales.

Bibliografía

Andrade, H.J., Ibrahim, M., Jiménez, F., Finegan, B., Kass, D. 2000. Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con Acacia mangium y Eucalyptus deglupta en el trópico húmedo. Agrofor. Amer, 7(26), 50-52.

Balbino, L.C., Kichel, A.N., Bungenstab, D.J., Almeida, R.G. 2012. Sistemas de integração: o que são, suas vantagens e limitações. En: Bungenstab, D.J. (Eds). Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável, 2 eds., Embrapa, pp.13-24.

Cecato, U., Galbeiro, S., Soares Filho, C.V., Ribeiro, A.M., Mari, G.C. 2014. Adubação e manejo da pastagem em sistemas intensivos de produção. En: Heinrichs, R., Soares Filho, C.V. (Eds). Adubação e manejo de pastagens. 1 ed. Boreal editora, pp 1-35

Costa, N.R., Andreotti, M., Lopes, K.S.M., Dos Santos, F.G., Pariz, C.M. 2014. Nitrogen fertilization of Urochloa grasses intercropped with corn. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 9 (3) 376-383.

Dias-Filho, M.B. 2011. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 4.ed.rev. atual. e ampl. Belém: Ed. do Autor, 2011. 216p.

Dupas, E., Buzetti, S., Rabêlo, F.H.S., Sarto, A.L., Cheng, N.C., Teixeira Filho, M.C.M., Galindo, F.S., Dinalli, R. P., Gazola, R. 2016. Australian Journal of Crop Science 10 (9) 1330-1338.

Heinrichs, R., Rebonatti, M.D., Lisboa, L.A., Soares Filho, C.V. 2014. Fertilizantes nitrogenados estabilizados e de liberação lento ou controlada em pastagens. En: Heinrichs, R., Soares Filho, C.V. (Eds). Adubação e manejo de pastagens. 1 ed. Boreal editora, pp 71-86

Jiménez, O.M.M., Granados, L., Oliva, J., Quiroz, J., Barrón, M. 2010. Calidad nutritiva de *Brachiaria humidicola* con fertilización orgánica e inorgánica en suelos ácidos. Archivos de Zootecnia. 59 (228), 561-570.

Orrico Junior, M.A., Da Silveira, A., Orrico, A.C., Schwingel, A., Carnavali, P.L., Alves, D.C. 2018. Use of Organic Compost for the Fertilization of Piatã and Paiaguás Grasses: Effects of Dose on Morphogenetic, Structural, Nutritional, and Productive Characteristics. Compost Science & Utilization. 26:3, 201-208.

Paciullo, D.M.C., Gomide, C.A.M, Muller, M.D., Pires, M.F.A., Castro, C.R.T. 2014. Potencial de produção e utilização de forragem em sistemas silvipastoris. En: Pedreira, B.C. . (Eds). Intensificação da produção animal em pastagens: anais do 1° simpósio de pecuária integrada. Brasília, DF. Embrapa. pp.51-82.

Pietrosemoli, S., Faría, L.G., Villalobos, N. 1996. Respuesta del pasto *Brachiaria brizantha* a la fertilización nitrogenada. Revista de la Facultad de Agronomía, 13, 551-560.

Ribelatto, P.J., Genú, A.M., Lustosa, S.B., Pott, C.A. 2018. Propiedades físicas de suelos en pasturas de Urochloa brizantha cv. Marandú en el distrito de Jasy Cañy, Paraguay. Acta Agron. 67 (1) p 414-419.

Soares Filho, C.V., Cecato, U., Heinrichs, R., Rebonatti, M.D., 2014. Nutricao e adubação de plantas forrageiras e pastagens. En: Heinrichs, R., Soares Filho, C.V. (Eds). Adubação e manejo de pastagens. 1 ed. Boreal editora, pp 36-70

Valbuena, N., Tejos, R., Terán, Y. 2016. Efecto de fertilización nitrogenada e intervalo entre cortes sobre contenido de proteína y fibra en *Brachiaria brizantha* cv. Toledo. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología, 34, 25-32.

Víquez, A. 2006. Efecto de cinco dosis crecientes de lombricompost y estiércol fresco bovino sobre la producción y el valor nutritivo de *Brachiaria brizantha* cv. Toledo bajo condiciones controladas. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede regional San Carlos. 70p.

Valor nutricional del heno del pasto Mombasa confeccionado bajo condiciones de sistema silvopastoril

Nutritional value of Mombasa grass hay under silvopastoral system

JD Caballero Mascheroni[(1)]; T Fariña Diaz[(1)]; JF González Cabañas[(1)]; LA Alonzo Griffith[(1)]; MB Luthold[(1)]

[(1)] Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.
daniel.caballero@agr.una.py

Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del heno del pasto *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs (pasto Mombasa) sometido a diferentes frecuencias de corte bajo un sistema silvopastoril. La experiencia se llevó a cabo en un establecimiento ganadero ubicado en departamento de Caazapá, Paraguay. La evaluación tuvo una duración de 360 días, con fecha de inicio el 21 de septiembre de 2017. El diseño experimental utilizado fue diseño en bloques completos al azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 12 unidades experimentales. La frecuencia de corte fue la diferenciación entre los tratamientos, donde T1= 60, T2= 90 y T3= 120 días. Además, se comparó la calidad en tres periodos del año (Lluvioso, intermedio y seco). Las variables evaluadas fueron Proteína bruta (PB), Fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente acida (FDA). La superficie experimental fue de 6,75 ha, con disposición de 7 m entre hileras y 2,5 m entre plantas de *Eucalyptus urograndis*. Para la variable PB, los resultados mostraron mayores valores para el T1 (7,9 %), intermedios para el T2 (4,9 %) y menores para T3 (3,3 %). Los porcentajes de FDN y FDA tuvieron la misma tendencia, con menores valores (mejor calidad forrajera) para T1 (53,7% FDN; 51% FDA) y mayores valores para T3 (73,5% FDN; 71,6% FDA). El periodo del año evaluado tuvo nula influencia en las variables de calidad forrajera bromatológica. Se puede concluir que en la medida que mayor aumenta el intervalo de corte, hay una disminución gradual de la calidad forrajera del heno, independientemente de la época de año evaluada.

Palabras clave: *Calidad forrajera, intervalos de corte, henificación, sistemas integrados*

Abstract

The objective of the research was to evaluate the quality of the *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs (Mombasa grass) hay subjected to different cutting frequencies under a silvopastoral system. The

experiment was carried out in a livestock farm located in the department of Caazapá, Paraguay. The evaluation lasted 360 days, starting on September 21, 2017. The experimental design used was randomized complete block with 3 treatments and 4 repetitions, totaling 12 experimental units. The cutoff frequency was the differentiation between the treatments, where T1 = 60, T2 = 90 and T3 = 120 days. In addition, quality was compared in three periods of the year (Rainy, intermediate and dry). The variables evaluated were crude protein (PB), neutral detergent fiber (FDN) and acid detergent fiber (FDA). The experimental surface area was 6.75 ha, with 7 m between rows and 2.5 m between plants of *Eucalyptus urograndis*. For variable PB, the results showed higher values for T1 (7.9%), intermediate values for T2 (4.9%) and lower values for T3 (3.3%). The percentages of FDN and FDA had the same trend, with lower values (better forage quality) for T1 (53.7% FDN, 51% FDA) and higher values for T3 (73.5% FDN, 71.6% FDA). The period of the year evaluated had no influence on the bromatological quality variables. It can be concluded that as the cutting interval increases, there is a gradual decrease in the forage quality of the hay, regardless of the time of year evaluated.

Keywords: *Forage quality, cutting intervals, haymaking, integrated systems.*

Introducción

Los rumiantes basan su alimentación en el consumo de forrajes (Reis y Da Silva 2012), siendo más frecuente el conocimiento sobre la producción y rendimiento de las forrajeras y escasa la información disponible sobre la calidad forrajera de los mismos más aún cuando se trata de forrajes conservados producidos en sistemas integrados, los cuales pueden variar de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas donde fueron producidos (Nascimento Junior., 2013), dicho conocimiento se considera fundamental al momento de realizar un buen planeamiento forrajero y nutricional.

Entre las técnicas de conservación de forrajes, bajo sistemas silvopastoriles (SSP), la henificación constituye una estrategia normalmente utilizada en los primeros años de implantación del SSP (Almeida . 2012), con el objetivo de poder aprovechar el forraje producido en un momento en que los animales aun no pueden ingresar al sistema, debido a la fragilidad de los árboles en su etapa inicial de crecimiento.

El pasto Mombasa (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs) es una forrajera que se caracteriza por su alto potencial productivo, teniendo su uso asociado a sistemas intensivos de producción (Freitas ., 2007), por lo tanto, se considera fundamental el conocimiento relacionado al manejo del intervalo o frecuencia de corte, el cual es uno de los factores

determinantes en la producción y calidad del forraje. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad nutricional del heno de pasto Mombasa sometido a diferentes frecuencias de corte bajo un sistema silvopastoril.

Materiales y métodos

Localización y periodo de la investigación

La investigación se llevó a cabo en un establecimiento ganadero ubicado en el departamento de Caazapá, Paraguay. Las coordenadas geográficas son: 26˚21”45.92’ S y 56˚06’30.83” O, con elevación de 178 msnm. La experimentación se inició el 21 de septiembre de 2017 y tuvo una duración de 360 días.

Características edafoclimáticas

El suelo donde fue instalada la parcela experimental es clasificado como Rhodic Rhodudalf, que se caracterizan por ser profundos, de textura gruesa (arenosa) en la capa superficial, con buena aireación y permeabilidad. Desde el punto de vista químico, dichos suelos poseen alta fertilidad, presentan pH acido, medio a alto contenido de materia orgánica, media a buena saturación de bases y media a alta CIC (DESOT, 2017).

En la Figura 1 se presenta el comportamiento de la precipitación anual durante el periodo experimental, en el cual se registró un total de 1707 mm.

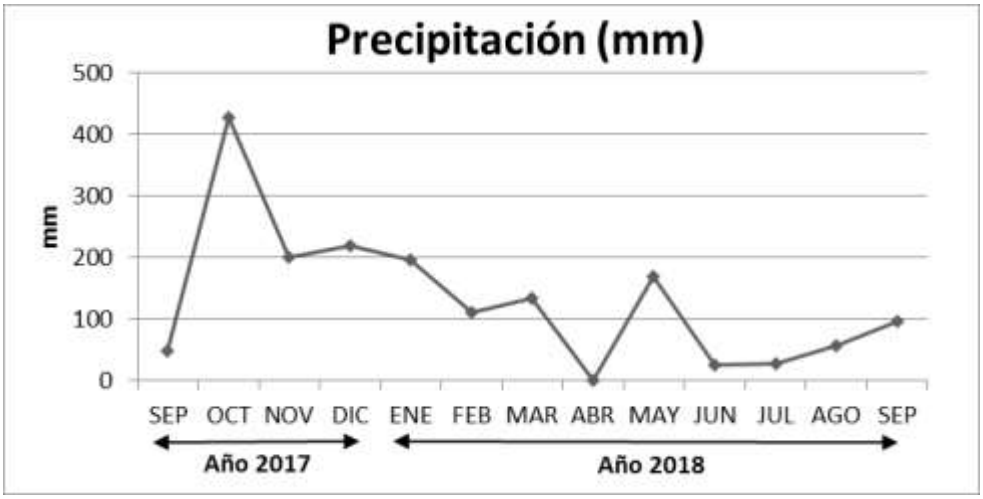


Figura 1. Registro de precipitación mensual de la ciudad de Caazapá durante el periodo de la experiencia (septiembre/2017 – septiembre/2018). Fuente: Dirección de Meteorología e Hidrología, Paraguay.

Diseño experimental y tratamientos

El diseño experimental utilizado fue en Bloques completos al azar, donde cada tratamiento consistió en una frecuencia de corte (T_1=60 días, T_2=90 días y T_3=120 días) con 4 repeticiones por tratamiento, totalizando 12 unidades experimentales. Por lo tanto, el número de cortes fue de 6 para T_1, 4 para el T_2 y 3 para el T_3.

Además, se realizó un análisis de comparación de calidad forrajera de acuerdo a la época del año, para lo cual se dividió en tres periodos. Cada periodo tuvo una duración de 120 días, siendo los mismos: lluvioso (21/09/2017 a 19/01/2018), intermedio (20/01/2018 a 20/05/2018) y seco (21/05/2018 a 18/09/2018).

El área utilizada fue de 6,75 ha de una parcela de 140 ha bajo sistema silvopastoril. La edad de establecimiento tanto el componente forestal como el forrajero era de 12 meses. Las poblaciones bajo estudio fueron 9 parcelas de 28 por 154 m (38.808 m^2) y 3 parcelas de 28 por 342 m (28.738 m^2) totalizando 12 parcelas de 67.546 m^2. La densidad de plantación es de 571 árboles/ha, en un formato de 7 metros entre hileras y 2,5 metros entre planta. Los árboles de Eucalipto (*Eucalyptus urograndis)* al momento del inicio del experimento poseían una altura aproximada de 6 metros. Se realizó un corte de uniformidad de la especie en estudio a una altura de residuo de 25 cm en toda parcela experimental antes del inicio del experimento.

Procedimientos y variables de evaluación

Las variables evaluadas fueron obtenidas por medio de un estudio químico, los análisis de calidad forrajera analizados fueron: proteína bruta, fibra en detergente neutro y fibra en detergente ácido (%PB, %FDN y %FDA respectivamente).

Al finalizar los cortes se tomaron muestras al azar de los fardos confeccionados previamente. Los fardos fueron realizados con la ayuda de una segadora mecánica y posteriormente un rastrillo hilerado, el material a enfardar se mantuvo en el campo por un periodo de 48 a 72 horas hasta que la humedad disminuya a 18 ± 2 % (medido con un higrómetro para heno). A continuación, se procedió a realizar el enfardado. Cada heno poseía un peso de 350 ± 5 kgMS. Se tomaron 3 submuestras de distintas partes de cada uno de los henos realizados. Luego se realizó un pool de muestras para cada tratamiento y repetición a evaluar. Posteriormente, las muestras fueron molidas finamente (1mm de granulometría) utilizando un molino eléctrico y luego colocadas en bolsas de polietileno debidamente identificadas, las

mismas fueron remitidas al laboratorio de bromatología del Área de Producción Animal (FCA-UNA) para la determinación de proteína bruta (%PB) por el método Kjendalh, la fibra en detergente neutro y fibra en detergente ácido (%FDN y %FDA) por el método Van Soest. Para el análisis de datos fue realizado un promedio de los valores resultantes en cada frecuencia de corte.

Modelo de análisis e interpretación

Se realizó un análisis de varianza (ANAVA), y en los casos donde se encontraron diferencias estadísticas se utilizó el Test de Tukey con un nivel de significancia de 5%.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se observan los valores de PB, FDN y FDA de *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa sometido a tres frecuencias de corte en SSP.

Tabla 1. Valores de PB, FDN y FDA de *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa sometido a diferentes frecuencias de corte bajo un sistema silvopastoril.

Tratamiento	Frecuencia (Días)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
T_1	60	7,90[a]	53,73[c]	51,03[c]
T_2	90	4,95[b]	64,10[b]	62,03[b]
T_3	120	3,33[c]	73,55[a]	71,63[a]
CV %		3,77	2,06	0,83

[(a,b,c)] Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0,05). CV= Coeficiente de variación.

Los resultados obtenidos indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos, siendo superior la PB en el T1 respecto al T2 en 2,95 puntos porcentuales y a su vez en 4,57 puntos porcentuales al T3. El mayor porcentaje de PB del T1, intermedio en el T2 y menor en el T3 demostraría que hubo una disminución gradual de la PB a medida que se incrementó el período entre cortes debido a que la madurez fisiológica fue mayor, disminuyendo consecuentemente la calidad del forraje. Esto coincide con Rodriguez *et al.* (2009) quiénes demostraron que a medida que aumentó la edad de rebrote disminuyó el contenido de PB, esto se debe principalmente a que conforme aumenta la edad de rebrote, la planta va sufriendo cambios significativos en los componentes solubles y estructurales, y que, por su fisiología, la planta trasloca parte de estos compuestos a órganos de reserva (raíz) o reproductivos (flor), disminuyendo así su valor nutricional y la digestibilidad. Coincidentemente, Verdecia. (2008) estudiando la composición química y la digestibilidad del *Megathyrsus maximus* cv. Tanzania durante el período lluvioso, obtienen similares resultados, donde

la PB y la digestibilidad de la materia seca (MS) y orgánica disminuyeron con la edad de la planta, encontrando diferencias significativas entre todas las edades en estudio, apreciándose los mejores valores de PB a los 30 días (11,62%) y los más bajos a los 105 días (5,31%).

En sistemas silvopastoriles, la alteración en la disponibilidad y calidad de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) es el primer factor que influye sobre el desarrollo del pasto (Crestani . 2017), dicha modificación del ambiente luminoso y del microclima generado por la copa de los árboles puede alterar el valor nutritivo de los pastos, donde el tenor de proteína bruta en gramíneas puede ser incluso 26% mayor bajo sombra intensa en comparación a un sistema a pleno sol (Geremia ., 2019). Sin embargo, cabe mencionar que el presente experimento fue desarrollado durante el primer año de establecimiento del SSP, por lo tanto, es poco probable que la altura y la copa de los árboles causen un efecto positivo significativo en el valor nutricional del heno evaluado. No obstante, se podría esperar una mejoría en los valores de PB conforme los niveles de sombra aumenten, en comparación a un sistema a cielo abierto.

Con relación a las variables de FDN y FDA, los resultados obtenidos indican que existen diferencias significativas entre tratamientos, siendo el T3 el que obtuvo mayor valor de FDN y FDA superando en 9,4 y 9,6 puntos porcentuales al T2 y 19,8 y 20,6 puntos porcentuales al T1.

Estos valores coinciden con las afirmaciones de Sánchez . (1993) quienes mencionan que los forrajes en promedio contienen entre un 65 y 72% de FDN y tan solo de un 6 a 12% de carbohidratos no fibrosos (CNF).

De igual manera, Patiño . (2018) demostraron la influencia de la altura y frecuencia de corte sobre el contenido de FDN y FDA de pasto Mombasa y Tanzania; estos autores corroboraron el efecto lineal ($p< 0,01$) en el que se verifica que en la medida en que aumenta la edad de corte, la fracción FDN y FDA se incrementa.

En otras investigaciones Rojas . (2018) reportan datos similares con *Brachiaria Hibrido* cv. CIAT BR02/1794, donde el contenido de FDN y FDA aumentaron en ambos componentes (hoja y tallo) a medida que la edad de rebrote avanzó. La cantidad de FDN fue mayor en el componente tallo (78,93%) y menor el componente hoja (47.08%) a los 63 días. El mismo comportamiento obtuvieron con FDA, registrando 44,15% y 21,63% en tallo y hoja respectivamente.

En la Tabla 2 se observan los valores de PB, FDN y FDA obtenidos de los tratamientos evaluados y su comportamiento en los diferentes periodos del año (lluvioso, intermedio y seco).

Tabla 2. Valores de PB, FDN y FDA de *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa bajo un sistema silvopastoril, agrupados en 3 periodos del año, independientemente de la frecuencia de corte.

Periodo	Descripción	Duración (días)	%PB	% FDN	% FDA
1	Lluvioso	120	5,44 [a]	64,02 [a]	61,73 [a]
2	Intermedio	120	5,15 [a]	62,86 [a]	61,44 [a]
3	Seco	120	5,59 [a]	64,12 [a]	61,45 [a]
Promedio			5,39	63,67	61,54
CV %			11,48	2,74	3,11

[(a,b,c)] Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0,05). CV= Coeficiente de variación.

Los resultados obtenidos indican que no existen diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas cuando los resultados son agrupados y estudiados por periodos de año, obteniendo medias en porcentaje de 5,39; 63,67 y 61,54 para PB, FDN y FDA respectivamente.

Ramírez. (2010), realizaron investigaciones con *Panicum maximum* cv. Likoni y obtuvieron también mayores valores de PB a la edad de 30 días y un descenso progresivo de este indicador con la edad de 105 días de rebrote. El autor menciona además la poca variación en los valores cuando son comparados entre períodos del año, resaltando como principal variable de cambios estructurales en la planta los días de crecimiento.

Si bien la humedad del suelo (que está estrechamente relacionada con la precipitación) y otros factores como la temperatura, humedad relativa y radiación solar ejercen un marcado efecto en el rendimiento y la calidad de los pastos tropicales (Ramírez . 2010), dichos factores ambientales fueron menos influentes que los días de crecimiento para las variables de calidad del forraje evaluado.

Conclusiones

Los valores de PB fueron significativamente mayores en el intervalo de corte de 60 días, intermedios a los 90 días e inferiores a los 120 días. Los valores de FDN y FDA aumentaron de manera significativa en la medida que se incrementó el intervalo de corte. La época del año no tuvo influencia sobre las variables analizadas. Se obtuvo heno de aceptable calidad en los estadíos iniciales del SSP, antes de la entrada de los animales.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Bibliografía

Almeida, R.G., Barbosa, R.A., Zimmer, A.H., Kichel, A.N. 2012. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. En: Bungenstab, D.J. (Eds). Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável, 2 eds., Embrapa, pp.87-94.

Crestani, S., Mascheroni, J.D.C., Geremia, E.V., Monteiro, R.A.C., Mourão, G.B., DA SILVA, S.C. 2017. Sward structural characteristics and herbage accumulation of Piatã palisade grass (*Brachiaria brizantha*) in a crop-livestock-forest integration area. Crop and pasture science, v. 68, n. 9, p. 859-871.

Desot, 2017. Departamento de suelos y ordenamiento territorial, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción.

Freitas, K.R., Rosa, B., Ruggiero, J.A., Nascimento, J.L., Heineman, A.B., Macedo, R.F., Naves, M.A., Oliveira, I. P. 2007. Avaliação da composição químico - bromatológica do capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. Bioscience Journal, 23(3), 1-10.

Geremia, E.V., Crestani, S., Da Silva, S.C., Carnevalli, R.A. 2019. Comportamento ingestivo e valor nutritivo de pastagens no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. En: Embrapra Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma Agropecuária Sustentável. Farias Neto, A.L, . (Eds). – Brasilia, DF: Embrapa, 825 p.

Patiño, M., Gómez, R., Navarro, O. 2018. Calidad nutricional de Mombasa y Tanzania (*Megathyrsus maximus* Jacq.) manejados a diferentes frecuencias y alturas de corte en Sucre, Colombia. Rev. CES Med. Zootec.; Vol 13 (1): 17-30.

Nascimento Junior, D., Vilela, H.H., Sousa, B.M., Silveira, M.C. 2013. Fatores que afetam a qualidade de plantas forrageiras. Em: Reis, R.A., Bernardes, T.F., Siqueira, G.R. (Eds.). Forragicultura: Ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros. 1 eds., pp.409-424.

Ramirez, J; Verdecia, D; Leonard, I; Álvarez, Y. 2010. Rendimiento de materia seca y calidad nutritiva del pasto *Panicum maximum* cv. Likoni en un suelo fluvisol de la región oriental de Cuba. Revista electrónica de Veterinaria. 11(7): 1695-7504

Reis, R.A., Da Silva, S.C. 2011. Consumo de forragem. En: Berchielli, T.T, Pirez, A.V., Oliveira, S.G. (Eds). Nutrição de ruminantes. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, v.4. 616 p.

Rodriguez, M. 2009. Rendimiento y valor nutricional del pasto *Panicum maximun* cv. Mombaza a diferentes edades y alturas de Corte. Costa Rica. 30p.

Rojas, A.R., Torres, N., Maldonado, M., Sánchez, P., García, A., Mendoza, S., Álvarez, P., Herrera, J., Hernández, A. 2018. Growth curve and quality of cobra grass (*Brachiaria hybrid BR*02/1794) at two cutting intensities. Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 5, pp: 34-38.

Sanchez, J., Soto, H. 1993. Análisis estadístico de las fluctuaciones mensuales y estacionales del valor nutritivo de las principales especies forrajeras del trópico húmedo de Costa Rica. San José, CR. 357-367p.

Verdecia, D., Ramirez, J., Leonard, I., Pascual, Y., Lopez, Y. 2008. Yield and component of the nutritive value of the *Panicum maximum* cv. Tanzania. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. 5(4): 1-9.

Simulación de sombra para una plantación silvopastoril de eucalipto híbrido según la orientación de plantación: N-S o E-O

Simulation of shade for a silvopastoral plantation of hybrid eucalypt established in two directions: N-S and E-W

V Benítez; R SantaCruz; C Viñoles Gil; JP Posse; JK Fedrigo

Casa de la Universidad de Cerro Largo, Universidad de la República.
37000 Melo, Cerro Largo
valentinabenitezgonzalez@gmail.com

Resumen

La planificación del marco de plantación arbóreo en sistemas silvopastoriles es un aspecto central para alcanzar el equilibrio productivo entre los distintos componentes. La radiación solar constituye un recurso crítico para la sustentabilidad productiva del sotobosque, sobretodo en lugares de latitudes altas y medias. El uso de modelos de simulación de sombras permite auxiliar la toma de decisiones en la planificación y manejo posterior del componente forestal de los sistemas silvopastoriles. El objetivo de este trabajo es estimar la superficie de sombreado de una plantación real de un híbrido de *E. grandis* x *E. camaldulensis* de 11 años de edad con diseño silvopastoril de filas simples con callejones de 20 m en dos orientaciones de plantación (N-S y E-O), localizada en la ciudad de Fraile Muerto, departamento de Cerro Largo, Uruguay (latitud 32º36´55"S). Se caracterizaron los individuos arbóreos, colectando datos mediante trabajo de campo de las variables dasométricas: forma de copa, densidad de follaje, ancho de copa, longitud de la copa, altura del tronco, altura total y diámetro a la altura del pecho (DAP). Los árboles presentaron valores promedio de 31 cm de DAP, 31 m de altura total (Ht), 9 m de altura de tronco, 22 m de longitud de copa viva y 6 m de ancho de copa. Se efectuaron 24 simulaciones estáticas de sombreado en 2 parcelas de 50 m x 50 m (2500 m^2) con el software ShadeMotion v.4.0® (CATIE, 2017). Las simulaciones se realizaron en el día 21 de cada uno de los meses del año, a las 12PM. En todos los árboles se asumió una densidad de copa constante de 80% y pendiente 0° del terreno. Las simulaciones según las variables mencionadas indican que la parcela N-S presentó un rango anual de superficie de sombreado entre 29 % y 34 %, y la parcela E-O de 29 % y 92 %, respectivamente para los solsticios de verano y de invierno. El promedio anual de superficie sombrada a las 12PM fue de 33% para N-S y de 63% para la orientación E-O. En Uruguay estos resultados primarios permiten inferir que sistemas silvopastoriles establecidos en callejones con orientación N-S presentan menor variabilidad durante el año y mayor radiación acumulada a nivel de sotobosque. Estos resultados son coincidentes con lo reportado por otros autores, en donde se establece que la orientación N-S permite mayor incidencia de radiación para lugares de latitudes medias. No obstante, es fundamental mejorar la

comprensión de las variaciones espaciales y temporales de la radiación solar en distintos momentos del turno forestal, para posibilitar la planificación del manejo silvícola y permitir niveles de radiación adecuados para el desarrollo de especies que crecen en el sotobosque.

Palabras clave: *Proyección de copas, ShadeMotion, radiación solar, sotobosque.*

Abstract

The planning of the arboreal plantation design in silvopastoral systems is a central aspect to reach the productive balance between the different components. Solar radiation is a critical resource for the productive sustainability of the understory plants, especially in places with median and high latitudes. The use of shade simulation models allows decision-making to be assisted in the planning and subsequent management of forestry components of silvopastoral systems. The objective of this work is to estimate shade surface of a real plantation of an 11-year-old hybrid *E. grandis* x *E. camaldulensis* with simple row silvopastoral design with 20 m alleys in two plantation orientations (NS and EO), located in the city of Fraile Muerto, department of Cerro Largo, Uruguay (latitude 32º36´55”S). Tree individuals were characterized, collecting data through fieldwork of the dasometric variables: canopy shape, canopy density, canopy width, canopy height, trunk height, total height and diameter at breast height (DBH). The trees presented average values of 31 cm of DBH, 31 m of total height (Ht), 9 m of trunk height, 22 m of canopy height and 6 m of canopy width. 24 static shades simulations were carried out on 2 plots of 50 m x 50 m (2500 m^2) with ShadeMotion v.4.0® software (CATIE, 2017). The simulations were carried out on the 21st day of each month of the year, at 12PM. In all trees a constant canopy density of 80% and 0° slope of the land was assumed. The simulations according to the aforementioned variables indicate that the N-S plot had an annual shade surface range between 29% and 34%, and the E-O plot of 29% and 92%, respectively for summer and winter solstices. The mean annual surface of shaded area at 12PM was 33% for N-S and 63% for E-O orientation. In Uruguay, these primary results allow us to infer that silvopastoral systems established in alleys with N-S orientation have less variability during the year and greater radiation accumulated at the understory level. These results are coincident with those reported by other authors, where it is established that the N-S orientation allows a higher incidence of radiation for mid-latitude places. However, it is essential to improve the understanding of the spatial and temporal variations of solar radiation at different times of the forest shift, to enable silvicultural management planning to allow adequate radiation levels for the development of species that grow in the undergrowth.

Keywords: *Canopy projection, ShadeMotion, solar radiation, undergrowth.*

Crecimiento de *Prosopis alba* Griseb. en plantación pura y sistema silvopastoril, en Chaco, Argentina.

Growth of *Prosopis alba* Griseb. in pure plantation and silvopastoral system, in Chaco, Argentina

M.A. Atanasio; A.L.S. Pernochi

Estación Experimental Agropecuaria INTA,
Ruta 95 Km 1108. CP. 3700. Saenz Peña, Chaco.
atanasio.marcos@inta.gob.ar

Resumen

El objetivo de este trabajo consiste en comparar el crecimiento de *Prosopis alba* en dos sistemas de plantación. El estudio se realizó en una plantación de 4 años de edad, ubicada en Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco. Los tratamientos consistieron en 2 sistemas de plantación: sistema macizo (*SM*) con marco de plantación de 3m x 3m y sistema en líneas dobles (*SLD)* con marco de plantación de 4m x 2,5m y callejones de 14m entre pares de líneas, equivalentes a densidades iniciales de 1.111 y 444árb/ha, respectivamente. Se establecieron 12 parcelas rectangulares de muestreo, distribuidas 6 en cada sistema de plantación, donde se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total y radios de copa, y se observó la forma de fuste. Se calculó las variables: área basal y volumen de fuste por hectárea. Los resultados señalan que el sistema de plantación no tiene un efecto significativo sobre el crecimiento del diámetro ($p > 0,4020$) y si es significativo sobre la altura total ($p > 0,0001$). El crecimiento en área basal y volumen de fuste fueron significativamente superiores en el *SM* (1,46m^2/ha/año, 2,19m^3/ha/año, respectivamente) que en el *SLD* (0,55m^2/ha/año y 0,82m^3/ha/año, respectivamente), atribuibles posiblemente a la densidad inicial. Hubo influencia del sistema de plantación sobre la longitud de radios de copa, y sobre porcentaje de plantas con mejor forma. Con la investigación se espera avanzar en la evaluación de la producción forrajera, de madera y las interacciones entre los componentes y el ambiente.

Palabras clave: *Algarrobo blanco, espaciamiento, sistema de plantación, líneas dobles.*

Abstract

The objective of this work is to compare the growth of *Prosopis alba* in two plantation system. The study was carried out in a plantation of 4-year-old, located in Presidencia Roque Saenz Peña, Chaco. The treatments consisted of two systems of plantation: pure system (PS) with distance between of

trees of 3m x 3m, and system in double rows (DRS) with distance between of trees of 2,5m x 4m and 14m between pairs of rows, equivalent at initial densities of 1111 and 444 plant/ha, respectively. Twelve rectangular sampling plots were established, distributed 6 in each plantations system, where diameter at breast height (DBH), total height and crow radius, were measured, and stem form was observed. Were calculated the variables: basal area and stem volume per hectare. The results indicate that the plantation system does not have a significant effect on the growth of the diameter ($p > 0.4020$) and if is significant on the total height ($p > 0.0001$). The growth in basal area and stem volume were significantly higher in the PS (1.46 m^2/ha/year, 2.19 m^3/ha/year, respectively) than in the DRS (0.55 m^2/ha/year and 0.82 m^3/ha/year, respectively), possibly attributable to the initial density. There was influence of the plantation system on the length of crow radius, and on percentage of plants with better quality of stem form. The research is expected to advance in the evaluation of forage production, wood and the interactions between the components and the environment.

Keywords: *White carob, spacing, plantation system, double rows.*

Introducción

En el Chaco semiárido las zonas de bosques nativos, tradicionalmente con usos forestales y pastoriles han sufrido en los últimos años, un proceso de fragmentación con el avance la agricultura (Torrella y Adámoli 2005). Por otra parte, en el Parque Chaqueño se incrementó la superficie destinada a la ganadería, avanzando sobre el bosque nativo (Rearte, 2007). En consecuencia, es necesario desarrollar alternativas productivas que permitan la integración de la producción ganadera en sistemas más armónicos. Las forestaciones para uso múltiple, particularmente los sistemas silvopastoriles, surgen como una alternativa productiva de diversificación y maximización de ingresos (Viglizzo y Jobbágy, 2009). En la provincia del Chaco la principal especie utilizada en las forestaciones es el algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb.), las cuales suman un total de 3.541 hectáreas, (IIFA). Constituye una de las especies nativas de mayor importancia económica de la provincia. Son diversos y reconocidos los productos y bienes que ofrece la especie y su aptitud para implementar sistemas mixtos de producción como los sistemas silvopastoriles. Por sus destacadas aptitudes tecnológicas y múltiples aplicaciones es la más aprovechada en la industria de la madera. Gran parte de las forestaciones existentes presentan crecimiento moderado con deficiencias en el manejo silvícola, salvo

excepciones, donde se aplican podas y raleos para mejorar la estructura de las plantaciones y favorecer un aprovechamiento pastoril de las mismas (Delvalle, 2005, Pérez., 2016, Atanasio, 2014, Kees., 2018). El material de plantación empleado proviene del vivero de producción local producidos de semillas cosechadas en áreas de cosechas y rodales naturales e implantados. Los marcos de plantación empleados son de 3m x 3m, 4m x 4m, 5m x 4m, 5m x 5m, orientadas específicamente a la producción maderable (Dirección de Producción Forestal 2015). Los usos pastoriles en plantaciones forestales se ven limitados por las densidades de plantación y su manejo. En estudios realizados con diferentes densidades de *Pinus elliotti*, Colcombet., (2009) encontraron baja productividad de la forrajera *Axonopus catariensis* a densidades superiores de 491 árb/ha y productividad marginal de *Brachiaria brizanta* a densidades iguales o superiores a 249 árb/ha. Estudios realizados por Chiossone ., (2014) revelan que la producción *Panicun máximun* se reduce debajo de plantaciones de *Prosopis alba* con respecto a cielo abierto. La densidad de árboles en macizos de plantación sumado la falta de raleos de los mismos, impacta negativamente tanto en la producción forrajera como en el incremento maderable (Atanasio ., 2018). Resulta necesario avanzar en el conocimiento de planteos con objetivos silvopastoriles desde el inicio de las plantaciones y ajustar su manejo para optimizar la producción del sistema.

El objetivo de este trabajo consiste en comparar el crecimiento de *Prosopis alba* en dos sistemas de plantación, uno en macizo y otro en líneas dobles con callejones (orientado a sistemas silvopastoriles), con un material genético selecto.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en una plantación de *Prosopis alba* de 5 hectáreas de superficie, ubicada en la estación experimental agropecuaria del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), situada en Presidencia Roque Sáenz Peña provincia de Chaco, Argentina (26° 51´ 16´´ S y 60° 25´ 25´´ O). La edad de la plantación estudiada es de 4 años, originada a partir de plantines producidos de semilla de un origen específico seleccionado por el programa de mejoramiento genético del algarrobo (López Lauestein., 2016). Comprende dos sistemas de plantación: 3 hectáreas de sistema macizo (*SM*) con marco de plantación a 3m x 3m (densidad 1111 pl./ha), 2 hectáreas de sistema de líneas dobles (*SLD*) con marco de plantación de 2,5m x 4m y callejones de 14m entre pares de líneas (densidad 444 pl./ha),

la orientación de las líneas de plantación es de Este a Oeste. El suelo donde se sitúa la plantación abarca dos series (Golondrina y Matanza). En muestreos de suelos realizados previos a la plantación, se encontró alto grado de compactación entre los 10 y 23 cm de profundidad (valores altos de resistencia a la penetración), la textura es franco-limosa a franco-arcillosa, medianamente provisto de materia orgánica; mediana capacidad de retención de agua, PH neutro a ligeramente alcalino, bien provisto de fosforo, valores moderados de nitrógeno total hasta 5 cm y pobre en profundidad. El manejo silvícola aplicado, en ambos sistemas, fue de poda de formación de fuste al primer año y poda sistemática o total a los 2 años de edad (hasta 1m de altura). Primer raleo a los 3 años de edad en el sistema macizo, con una intensidad de extracción del 30% de la densidad, sacando de forma selectiva los ejemplares mal conformados, enfermos, inclinados o tortuosos.

Se han establecido 12 parcelas rectangulares de muestreo, distribuidas 6 en cada sistema de plantación. Se identificaron en cada parcela 10 ejemplares sobre los cuales se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) empleando forcípula, altura total con clinómetro SUUNTO y 4 radios de copa en sentido hacia los puntos cardinales. Se observó también calidad de forma de fuste (en escala de categorías de forma muy buena, buena, regular y mala).

Se analizó las variables respuesta DAP, altura total, radios de copa. También se analizó incremento medio anual (IMA) de las variables: DAP, altura total, área basal y volumen de fuste. Se empleó análisis estadístico mediante modelos lineales generales y mixtos del programa InfoStat [versión 11/09/2017]-[R 3.2.4], considerando como factor de efecto fijo el tipo de plantación y como factores de efecto aleatorio la serie de suelo y las parcelas. Para la comparación múltiple de promedios se utilizó la prueba LSD de Fisher al 5% de significancia. Se analizó de forma descriptiva las variables respuesta, tanto las cuantitativas de crecimiento como la cualitativa que expresa la calidad de fuste.

Resultados y Discusión

Los resultados del análisis estadístico realizado muestran que existe diferencias estadísticas significativas de la altura total de las plantas entre los sistemas de plantación evaluados. Sin embargo, no se encontró diferencias significativas en el diámetro. En cuanto a la variable longitud de radios de copa, hubo diferencias estadísticas significativas en los sentidos Sur y Oeste y no hubo diferencia en los sentidos Norte y Este (tabla 1). El incremento medio anual en altura, área basal y volumen mostró diferencias significativas entre los sistemas, no así el incremento del diámetro (tabla 2).

Tabla 1. Nivel de significancia para el efecto sistema de plantación sobre el diámetro, altura y radios de copa.

Fuente	GL	Variables					
		DAP (cm)	Altura total (m)	R1O (m)	R2E (m)	R3N (m)	R4S (m)
Sistema	1	0,4020ns	<0,0001	0,0008	0,0666ns	0,2226ns	0,0074

ns no significativo para un α=0,05.

Tabla 2. Nivel de significancia para el efecto sistema de plantación sobre el crecimiento y producción

Fuente	GL	Variables			
		IMA-DAP (cm/año)	IMA-Alt. total (m/año)	AB (m^2/ha)	Volumen fuste (m^3/ha)
Sistema	1	0,4020ns	<0,0001	0,0103	0,0103

ns no significativo para un α=0,05.

Sin bien en el diámetro medio no hubo diferencias significativas, se encontró un valor levemente superior en el sistema macizo (*SM)*. Esto puede estar explicado por el hecho de haber sido raleado oportunamente, en consecuencia, el crecimiento en diámetro no se vio afectado significativamente por la competencia y además se mejora la estructura al eliminar ejemplares dominados, enfermos y de mala forma. Analizando las estadísticas descriptivas (tabla 3) se observa menor variabilidad (menor coeficiente de variación) respecto del sistema de líneas dobles, el cual presenta un valor máximo superior, pero a su vez mayor cv. Sin embargo, para la variable altura total la comparación mostró diferencias significativas con un valor mayor a favor del sistema macizo.

En cuanto a la longitud de radios de copa se observa valores medios superiores en las orientaciones norte y sur del sistema de líneas dobles (*SLD*) respecto de los radios este y oeste (imagen 1). Comparando entre los sistemas de plantación los radios sur y oeste mostraron diferencias significativas, el valor del radio sur fue superior en *SLD*, sin embargo, el radio oeste presentó mayor valor en *SM* (imagen 1). En el *SLD* la respuesta de crecimiento de la copa en algarrobo tiende a ocupar el espacio disponible (14 metros) entre las líneas de plantación, hacia los sentidos Norte y Sur. Este aspecto adquiere relevancia cuando se instala la pastura, por la influencia de la copa y sombreado sobre la misma. Efectos significativos del espaciamiento entre fajas de árboles sobre la producción forrajera fueron encontrados por Cremon (2013) y Castro Santos., (2016), encontrando mayor producción entre fajas más distanciadas.

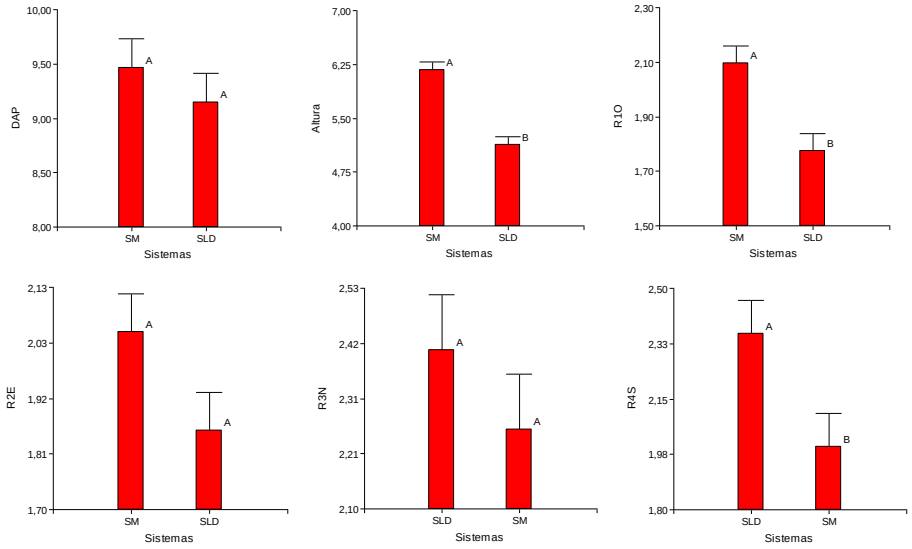


Imagen 1. Comparaciones múltiples entre las medias del DAP, altura total y longitudes de radios de copa. Letras distintas en las barras indican diferencias significativas.

Tabla 3. estadísticas descriptivas del diámetro y altura total

Sistema	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
SM	DAP	60	9,47	2	21,16	5	12,9
SM	Altura	60	6,18	0,83	13,37	3,6	7,7
SLD	DAP	60	9,15	2,14	23,39	4,3	16,9
SLD	Altura	60	5,14	0,92	17,82	2,8	9,1

Las comparaciones entre las medias muestran valores de crecimiento en altura, área basal y volumen de fuste, significativamente superiores en el *SM* (tabla 4). El crecimiento en volumen de fuste hallado concuerda con los resultados de Zárate (2017), quien calculó, para *Prosopis alba*, crecimientos de 2 m^3/ha/año con densidades de 450 pl/ha, a 5 m^3/ha/año con densidades de 4500 pl/ha, en la Zona de riego de Santiago del Estero. Pérez ., (2016), para la misma especie, midieron incrementos volumétricos de fuste de 2,19 a 3,65 m^3/ha/año, en plantaciones con distintas densidades generadas por raleos, en la Provincia de Formosa. El crecimiento en diámetro no difiere significativamente entre los sistemas de plantación, sin embargo, observando las estadísticas descriptivas vemos que el diámetro en el *SLD* presenta mayor variabilidad de datos y un valor máximo superior que el sistema de macizo (tabla 5). El crecimiento medio en diámetro registrado condice con valores indicados por Kees ., (2018) para sitios de muy buena calidad con crecimientos de 1,7 a 2,1 cm/año a partir del estudio de parcelas distribuidas en plantaciones de diferentes puntos de la provincia del Chaco.

Tabla 4. Comparaciones múltiples entre las medias del crecimiento en DAP, altura total, área basal y volumen de fuste.

Sistema	Variables			
	IMA-DAP (cm/año)	IMA-Alt. total (m/año)	Área basal (m^2/ha/año)	Volumen fuste (m^3/ha/año)
SM	2,37a	1,56a	1,46a	2,19a
SLD	2,29a	1,27b	0,55b	0,82b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Tabla 5. Estadísticas descriptivas del incremento medio anual del diámetro y altura.

Sistema	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
SM	IMA-DAP	60	2,37	0,5	21,16	1,25	3,23
SM	IMA-ALT	60	1,55	0,21	13,36	0,9	1,93
SLD	IMA-DAP	60	2,29	0,53	23,36	1,08	4,23
SLD	IMA-ALT	60	1,29	0,23	17,81	0,7	2,28

Calidad de forma del fuste: evaluando el porcentaje de plantas por categorías de formas, en cada uno de los sistemas de plantación se observó una influencia de mejora en el *SM*. La categoría de forma buena presentó una mayor proporción en el *SM*, en tanto que las categorías de forma regular y mala tuvieron menor proporción en este sistema respecto del *SLD*. Efectos del distanciamiento sobre la forma del fuste como consecuencia de la competencia de las copas también fueron observados por Ewens y Navall (2006).

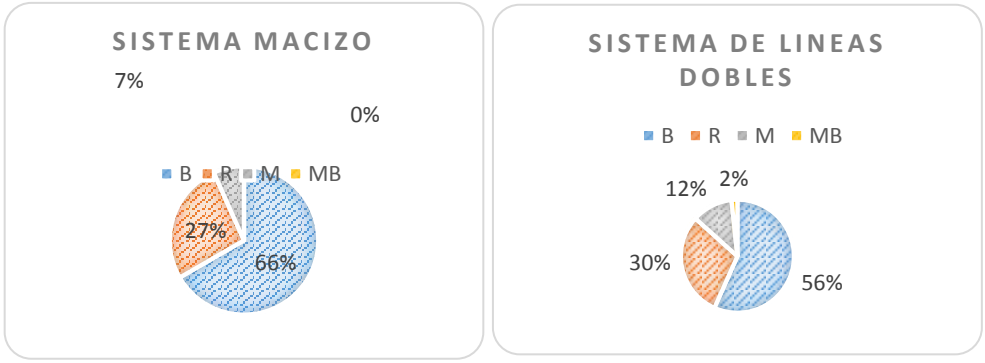


Imagen 2. Porcentaje de plantas por categoría de forma de fuste y sistema de plantación. (*MB: muy bueno; B: bueno; R: regular; M: malo*).

Conclusiones

Se encontró diferencias significativas en el crecimiento en altura, volumen maderable y mejor calidad de forma a favor del sistema de macizo, posiblemente por el alto número de individuos por hectárea implantado. El sistema macizo con alta densidad inicial tuvo manejo silvícola de raleo del 30%, mientras que el sistema de líneas dobles se mantuvo con la densidad

inicial, esto repercute en la variación de alturas diámetros y forma de fuste. El crecimiento en diámetro individual de los árboles presenta leves diferencias entre los sistemas de plantación.

El destacado crecimiento del material de algarrobo en estudio, que alcanza valores medios de 9,15 cm de diámetro y 5 m de altura a los 4 años, en el sistema de líneas dobles, permitiría adelantar la posibilidad de implantar pasturas y el uso con pastoreo, sin afectar los árboles por competencia de la gramínea y con escaso riesgo de daños por los animales.

Con la investigación se espera avanzar en la evaluación de la producción forrajera y de madera, una vez instalada la pastura en el sistema de líneas dobles, además estudiar las interacciones entre el componente arbóreo, forrajero y el ambiente.

Bibliografía

Atanasio, M., Pernochi, A., Chiossone, J. Productividad maderera y forrajera de un sistema silvopastoril de *Prosopis alba* de variable densidad de árboles y radiación. IV Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles. Villa La Angostura, Argentina. 31 de octubre al 2 de noviembre de 2018. Trabajo completo 13, Pp. 98-106.

Atanasio, M.A. 2014. Influencia de raleos selectivos sobre el crecimiento de *Prosopis alba Griseb.*. XXVIII Jornadas Forestales de Entre Ríos, Argentina. 11ª edición ISSN 1667-9253. A.I.A.N.E.R.-INTA Concordia. Trabajo extendido (595.15-TE-Atanasio).

Chiossone, J., Vicini, R., Jacquet, J.A., Ondo Misi, S., 2014. Comportamiento de *Gatton Panic* en Chaco (Argentina), mejoramiento en la utilización con suplementación y confinamiento en autoconsumo de silajes. XXII Congreso Internacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria. Praderas y Forrajes. CEA Praderas y forrajes. Asunción, Paraguay. Pp 13 a 39.

Colcombet, L., Pachas, A.N.A., Fassola H.E., 2009. Sistemas silvopastoriles de Pinus elliottii var. Elliottii x caribaea var. Hondurensis (F2), Brachiaria brizantha (Hoschst) Stapf y Axonopus catariensis Valls, a diferentes densidades arbóreas en el NO de Misiones. 1er Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Aspectos relacionados al comportamiento forestal arbóreo, forestales. Posadas Misiones, Argentina.

Cremon, T. 2013. Espaçamento entre faixas de arvores (*Eucalyptus urophylla* S.T. Blake) e suas interrelações com o acúmulo de forragem [Urochloa brizantha (Hochts. Ex A. Rich.) Stapf cv. Xaraés], Microclima e bem-estar animal. Dourados, MS: UFGD.

Delvalle P. 2008. Raleos selectivos en forestación joven de algarrobo blanco Prosopis alba. http://www.inta.gov.ar/benitez/info/documentos/forest/art/forest06_1.htm

Ewens, M; Navall M 2006. II Jornadas Forestales de Santiago del Estero-Forestación y Aprovechamiento Integral del Algarrobo. Documento de recorrida a campo. https://fcf.unse.edu.ar/eventos/2-jornadas-forestales/pdfs/Principales%20conclusiones.pdf

Kees, S.M.; Ferrere, P.; Lupi, A.M.; Michela, J.M.; Skoko, J.J. 2018. Producción y crecimiento de las plantaciones de Prosopis alba Griseb. en la Provincia del Chaco. Artículos RIA/Trabajos en prensa. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_produccion_y_crecimiento_de_las_plantaciones_de_prosopis_alba_griseb._en_la_prov_chaco.pdf

Lopez Lauenstein, D.; Vega, C.A.; Luna, C.; Sagadin, M.; Melchiorre, M.; Pozzi, E.; Salto, C.; Oberschelp, J.; Torales, S. Pomponio, F.; Kees, S.; Chávez días, L.; Gomez, C.; Verga, A.

2016. Subprograma Prosopis. En Marcó, M.A.; Gallo, L.A.; Verga, A.R. Domesticación y mejoramiento de especies forestales. 1ª Ed. – Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Agroindustria. Unidad para el Cambo Rural, UCAR. Pp 113-135. ISBN 978-987-1873-40-1.

Rearte, D.; 2007. Distribución Territorial de la Ganadería vacuna. Sitio Argentino de Producción Animal.

Torrella, S.A. Adámolli, J. 2005. La situación ambiental de la ecorregión del chaco seco. La situación Ambiental Argentina. Pp 75-99.

Pérez, V.R.; Cañete, M.C.; Vicentini, G.M. 2016. Crecimiento de Prosopis alba Griseb en rodales con distintas densidades postraleo. XXX Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia.

Viglizzo, E. F. y Jobbagy, E. 2009. Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental. Ediciones INTA.

Zárate, M.H., 2017. Efecto de la poda, el distanciamiento y su interrelación sobre el crecimiento y la calidad forestal de plantas de *Prosopis alba Griseb.* en la zona de riego de Santiago del Estero. Tesis presentada para optar al título de Magister de la Universidad de Buenos Aires. Área Recursos Naturales. Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano Facultad de Agronomía.

Crecimiento otoñal de *Cynodon dactylon (*Tifton 85*)* y *Megathyrsus maximus cv. Aruana* bajo diferentes intensidades lumínicas

Loto M [1]; Colcombet L; Gonzales P; Ziegler A; Rossner B.

[1]INTA EEA Montecarlo. CP 3384.
mailto:loto.mauro@inta.gob.ar

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la reducción lumínica en los parámetros morfológicos y en la acumulación de forraje durante el período otoñal de *Megathyrsus maximus cv.* Aruana *y Cynodon dactylon (*Tifton 85*)* en tres niveles de sombreamiento (0, 20 y 40 %). Se observó que *Megathyrsus maximus cv.* Aruana tuvo mayor plasticidad dado por el crecimiento y acumulación de biomasa similar a través de los niveles de sombra evaluado. En tanto que *Cynodon dactylon (*Tifton 85*)* tuvo un mayor nivel de crecimiento hasta un nivel de sombra del 20 %. Se concluye que ambas especies son factibles de ser incorporadas bajo un sistema silvopastoril pero con un manejo silvicultural diferenciado.

Palabras claves: *Forraje, morfología, sombreamiento.*

Abstract

The aim of the present work was to evaluate the effect of light reduction on morphological parameters and forage accumulation during the autumnal period of *Megathyrsus maximus cv.* Aruana and *Cynodon dactylon (Tifton 85)* in three shading levels (0, 20 and 40%). It was observed that *Megathyrsus maximus cv.* Aruana had greater plasticity given by the similar growth and accumulation of biomass through the evaluated shade levels. While *Cynodon dactylon (Tifton 85)* had a higher level of growth to a level of shade of 20%. It is concluded that both species are feasible to be incorporated under a silvopastoral system but with a differentiated silvicultural management.

Keywords: *Forage, morphology, shading.*

Introducción

La oferta forrajera durante el período invernal es uno de los factores que ejerce mayor importancia en la productividad de los sistemas ganaderos en el subtrópico (Nasca, 2007). Una alternativa para cubrir el déficit de forraje invernal es acumular el crecimiento durante el otoño y diferirlo al invierno (Ricci ., 2000), lo cual resulta interesante por el bajo costo económico que implica la adopción de esta práctica. En líneas generales ante una reducción en la intensidad lumínica la tasa de crecimiento de la mayoría de las especies forrajeras tiende a disminuir (Hawke, 1991). En la provincia de Misiones han

sido introducidas y evaluadas diferentes especies forrajeras en ambientes con distintos regímenes de intensidad de luz como para ser introducidas en los sistemas silvopastoriles - SSP (Benvenutti *.,* 2000). Las especies de mejor comportamiento y de mayor adopción por parte de los productores bajo SSP fueron *Urochloa brizantha* cv. Marandú y *Axonopus catarinensis Valls* (Colcombet ., 2009). La información referida al comportamiento de *Megathyrsus maximus cv.* Aruana (A) y *Cynodon dactylon* (Tifton 85; T) en SSP es escasa y dispersa. Debido a esto, se pretende evaluar diferentes parámetros de crecimiento durante el período otoñal y ante diferentes regímenes lumínicos con el objeto de evaluar la potencialidad de los SSP en la transferencia de forraje en pie al periodo invernal. El conocimiento de la merma de producción de forraje a medida que se incrementa el % de sombra permitirán adecuar normas de manejo forestal, tendiente a minimizar las pérdidas de crecimiento durante el otoño.

Materiales y Métodos

El ensayo fue realizado en INTA EEA Montecarlo, (26º 33´ 27.985´´ LS y 54º 33´ 25.08´´ LO) y tuvo como objetivo evaluar tres regímenes de radiación fotosintéticamente activa (RFA) sobre la morfología (altura cm, % hoja, % tallo) y acumulación de biomasa forrajera (g MS maceta^{-1}). El diseño experimental consistió en bloques completamente aleatorizados, siendo el factor de bloqueo el nivel de sombra (0 %, 20 % y 40 % de reducción de la RFA respecto a las condiciones del cielo abierto) dentro del cual se dispusieron al azar las dos especies forrajeras (T; A) con 6 repeticiones para cada especie y nivel de sombra. Las variables fueron analizadas como medidas repetidas en tiempo mediante el paquete LSMEANS y las medias se compararon con la prueba de Tukey (p=0,05) con el programa estadístico R core team (2013). Las condiciones de sombras fueron simuladas mediante estructuras metálicas de 12 m^2 cubiertas con mallas de polietileno en fajas de 0.5 m con espaciamiento variable entre fajas en función de la reducción de la RFA objetivo. La unidad experimental y de muestreo fue un contenedor cilíndrico de 10 l de capacidad con un diámetro de 20 cm. El 15 de noviembre 2018 se sembró 2 gr de semillas y se plantó 4 estolones en cada contenedor para A y T, respectivamente. Los riegos fueron periódicos, tres veces por semana y similar para ambos tratamientos, se dejó crecer a pleno sol hasta el 28 de enero de 2019 donde se asignaron de manera aleatoria los tratamientos a cada bloque. Luego de un período de 7 días de aclimatación se realizó un corte de emparejamiento a 15 cm de altura en ambas especies forrajeras considerándose como el día cero del ensayo y posteriormente se realizaron los cortes a los 42 y 98 días.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Resultados y discusión

Durante el período de crecimiento evaluado (98 d) los tratamientos T0 y T20 tuvieron la mayor tasa de crecimiento con respecto al resto de los tratamientos (*p<0.05*) pero sin diferencias significativas entre ellos. El tratamiento con menor tasa de crecimiento fue el T40 (*p<0.05*), en tanto que A0, A20, A40 tuvieron un comportamiento intermedio y sin diferencias entre ellos (Figura 1).

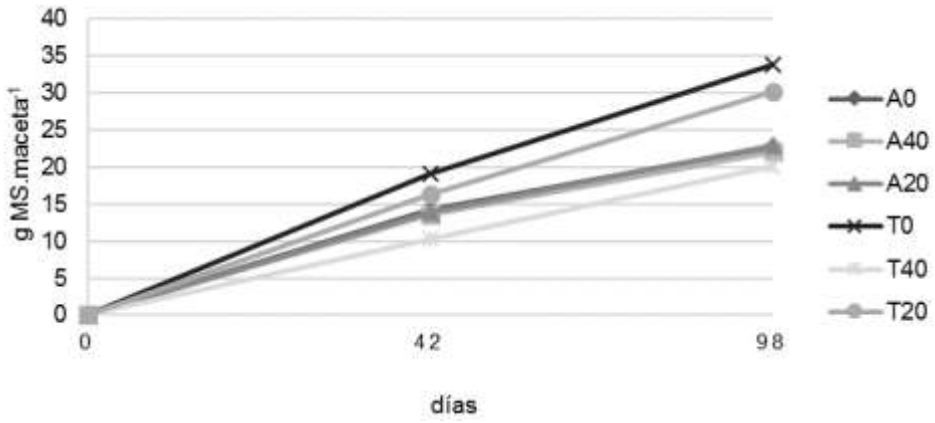


Figura 1. Crecimiento otoñal de *Megathyrsus maximus cv.* Aruana (A) y *Cynodon dactylon* (Tifton 85; T) ante diferentes regímenes lumínicos (0, 20, 40 % de sombra).

La especie T presentó mayor (p<0,05) altura promedio y tasa de incremento de altura (IH) con respecto a la especie A en todos los niveles de sombra evaluados. Cabe destacar en las características morfológicas que la especie T en el mayor nivel de sombreamiento tuvo una altura mayor y un crecimiento menor que la especie A en todos los regímenes lumínicos evaluados (Tabla 1). Esto puede interpretarse como una reducción de la densidad en T a medida que disminuye la insolación, en términos prácticos, visualmente es posible observar un gran volumen de la pastura, dado por la altura alcanzada, pero una baja disponibilidad de forraje. En las especies forrajeras una de las variables cualitativas más importante es la proporción de hojas en el total de la biomasa disponible, es este sentido Agnusdei (2013) indica que al disminuir la participación de las hojas en el total de la oferta forrajera se observa mayor proporción de pared celular y fibra detergente neutro indigestible (% FDNi) lo cual se asocia a una reducción en la digestibilidad de la materia seca (% DMS) y a una caída del contenido proteico (% PB) explicado por la deposición de lignina y el fenómeno de dilución del Nitrógeno.

Tabla 1. Variables morfológicas y de crecimiento

Sombra	Especie	Altura (cm)	% Hoja	% Tallo	IH cm/día
0 %	T	78,8 c	57,1 b	42,9 b	1,24 b
	A	49,4 a	88,1 c	11,9 c	0,75 a
20 %	T	77,8 bc	51,2 a	48,8 a	1,31 b
	A	44,7 a	81,4 c	18,6 c	0,65 a
40 %	T	71,3 b	56,1 ab	43,8 ab	1,18 b
	A	44,6 a	82,2 c	17,8 c	0,63 a

Letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas *(p<0,05).* T y A corresponden a *Cynodon dactylon* (Tifton 85) y *Megathyrsus maximus* cv. Aruana, respectivamente

Según Wong (1990) ante un aumento en el nivel de sombra existe una mayor proporción de hojas en el total de la biomasa producida. Por lo tanto, se podría deducir que si bien existe una disminución en la producción de forraje esto sería compensado por una mayor calidad de esta. Contrariamente a lo esperado, dicha relación no fue encontrada en el presente trabajo siendo el % de hojas similar dentro de una misma especie ante un aumento en el nivel de sombra. En términos generales un aumento del nivel de sombra hasta el 20 % produce una disminución (*p>0.05*) del 10.5 % del forraje acumulado durante el otoño en la especie T, el cual parece ser un punto de inflexión en el crecimiento de dicha especie ya que en el siguiente nivel de sombra evaluado (40 %) se genera una disminución del 40.4 % del forraje acumulado (Figura 2). Para contextualizar en sistemas reales de producción, un 20 % de sombra, compatible con la producción de T bajo SSP, podría encontrarse con una longitud de copa viva de 0.6 km ha^{-1} en *Pinus elliottii* var. elliottii *x caribaea* var. Hondurensis (Colcombet ., 2009).

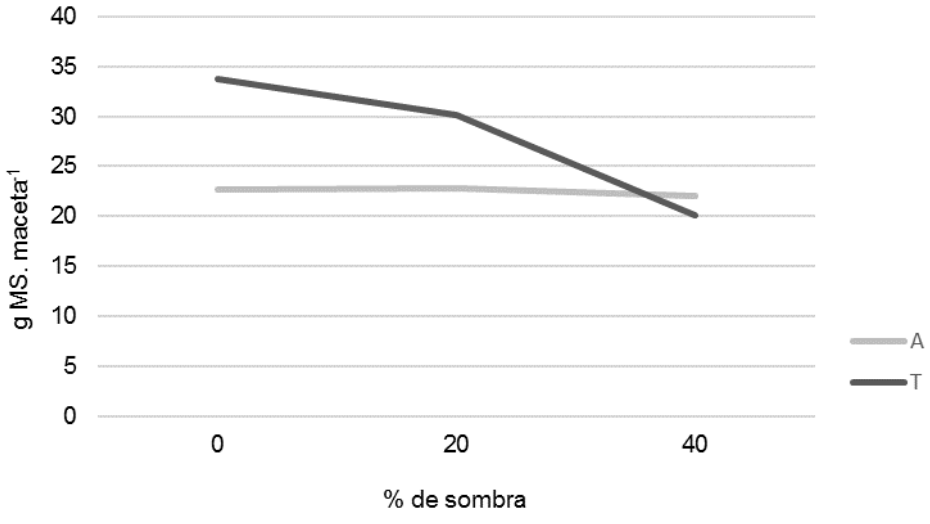


Figura 2. Total de biomasa acumulada durante el período de crecimiento otoñal (98 d).

Conclusiones

Bajo las condiciones evaluadas se destaca la plasticidad en las variables de crecimiento y la alta proporción de hojas en la especie A para su adaptación en SSP hasta un nivel de 40 % de sombra, en tanto que para la especie T el umbral máximo de sombreamiento se encontró alrededor de un 20 %.

Bibliografía

Angusdei, M.G. 2013. Rol de la ecofisiología en el diseño de manejos especializados de pasturas. A.L.P.A. Vol. 21, Núm. 1: 63-78.

Benvenutti M. A., Pavetti D. R., Correa M., Perego J. L. 2000. Evaluación de especies forrajeras gramíneas tropicales en distintos niveles de iluminación bajo monte forestal de pino para uso en sistemas forestoganaderos. EEA Cerro Azul. Informe Técnico Nº 70. 18 p.

Colcombet L., Pachas A.N.A. y Fassola H.E. 2009. Sistemas silvopastoriles de Pinus elliottii var. elliottii x caribaea var. Hondurensis (F2), Brachiaria brizantha (Hochst) Stapf y Axonopus catarinensis Valls, a diferentes densidades arbóreas en el NO de Misiones. Actas 1º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles.271-276.

Hawke, M.F, 1991, Pasture production and animal performance under pine agroforestry in New Zealand. For. Ecol. Manage., 45:109-118.

Nasca, J. A. 2007. Producción sustentable de carne bovina con pasturas tropicales en la Llanura Deprimida Salina de Tucumán. Fac. Agron. y Zoot. UNT. MSc. tesis. pp 138.

R version 3.1.2. Copyright (C) 2013. The R Foundation for Statistical Computing.

Wong, C.C. (1990). Shade Tolerance of Tropical Forages: A Review. In HM Shelton, WW Stür, eds, A Preliminary Report. Forages for Plantation CROPS. ACIAR Proceedings Nº 32, pp 65 - 69.

Tithonia diversifolia influencia nos parâmetros de produção de gás *in vitro* e valor nutritivo das gramíneas forrageiras *Cynodon* spp. e *Pennisetum purpureum* quando associadas*?*

Does *Tithonia diversifolia* influences *in vitro* gas production parameters and nutritive value of graminous *Cynodon spp* and *Penisetum purpurem* when associated

Márquez, S.P[1]; Ribeiro, R.S.; Abdalla, A.L; Lana, A.M.Q; Maurício, R.M.

[1]Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais, (UFMG)
mailto:sperez@ufmg.br

Resumo

Os sistemas silvopastoris intensivos (SSPi), onde uma espécie arbustiva é associada com uma gramínea para o pastejo direto, apresentam uma alternativa para a intensificação dos sistemas produtivos, onde é possível aumentar a quantidade e qualidade do alimento disponível permitindo incrementar a carga a animal sem precisar de expandir a fronteira pecuária nem competir com a alimentação humana. Tem sido discutido o impacto que alguns dessas arbustivas apresentam na produção de metano entérico quando em dietas ricas em concentrados, porém, o seu comportamento em dietas predominantemente fibrosas (típicas dos SSPi) tem sido pouco estudado. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a produção de gás *in vitro* de capins tradicionalmente utilizados na produção animal: Tifton 85 (*Cynodon* spp) e capim elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon), e avaliar a influência da *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, sob a produção de gás (PG), produção de metano (PCH_4) (expressados como ml de gás por grama de matéria orgânica degradada (gMOD)) e degradabilidade (DIVMO) dos mesmos. Os tratamentos avaliados foram: Feno de Tifton (TF), *Tithonia diversifolia* (TD), Capim Elefante (PP), 75% TD + 25% PP (TDPP), 75% TD + 25% TF (TDTF). Todos os substratos e suas respectivas combinações foram incubadas em cada um de três inóculos. As avaliações foram realizadas nos tempos: 0, 2, 4, 8, 12, 24, 30, 36 e 48 horas após a incubação, utilizando um transducer de pressão (Pressure Press 800, LANA, CENA/USP, Piracicaba-SP, Brasil), sendo registrada a pressão (psi) em cada uma das garrafas. Foi coletado liquido ruminal para determinação de Ácidos Graxos Voláteis (AGV) e Nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_3$). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso. Foi feito ANOVA com inóculo como bloco e o substrato como efeito fixo. A comparação das médias foi feita pelo teste Tukey com um nível de significância de 5%. Depois de 48h de incubação, o PP foi o mais degradável (57,7%) dos substratos usados, apresentou a maior PG (76.8mL/gMOD), PCH_4 (18.9mLCH_4/gMOD) e concentração de AGV (159ppm), quando comparado com os substratos de TF (42.8%, 46,2mL/gMOD, 7.3mLCH_4/gMOD, 134ppm, respectivamente) e TD (47,1%,

41,2mL/gMOD, 3.3mLCH_4/gMOD, 143.9ppm, respectivamente). Em relação ao TF, a TD não mostrou diferenças na DIVMO, PG, nem na PCH_4, no entanto a concentração de AGV foi significativamente maior. A pesar do substrato TDPP não tiver diferido do PP em termos de degradabilidade (53,2% vs 57,71%), a PCH_4 e PG foi significativamente menor no substrato com inclusão de TD (18.9 vs 8.6mLCH_4/gMOD e 76.8 vs 53.5mL/gMOD, respectivamente), no entanto não houve diferenças significativas na concentração de AGV (159 vs 151ppm). Quando comparado com o TF o TDTF teve uma maior concentração de AGV. No entanto, não houve efeito da inclusão na DIVMO, PG ou PCH_4. Não houve diferenças significativas nas concentrações de nitrogênio amoniacal entre nenhum dos substratos. A associação de 75% de *Tithonia diversifolia* e 25% de *Pennisetum purpureum* reduziu a produção de gás e apresentou potencial para mitigação de CH_4 entérico. No entanto, maiores estudos precisam ser realizados para melhor entendimento dos mecanismos que operam nesses resultados.

Palavras Chaves: *Metano entérico, sistemas silvopastoris intensivos.*

Abstract

Intensive silvopastoral systems (SSPi), where a shrub species is associated with a grassland for direct grazing, present an alternative for the intensification of production systems, where it is possible to increase the amount and quality of feed available and the stocking density without needing to expand the livestock frontier or compete with human food resources. It has been discussed the impact of some of these shrubs on the production of enteric methane when in diets rich in concentrates, but their behavior in predominantly fibrous diets (typical of SSPi) has been little studied. Thus, the objective of the present study was to evaluate the *in vitro* gas production of grasses traditionally used in animal production: Tifton 85 (*Cynodon spp*) and Elephant Grass (*Pennisetum purpureum cv. Cameroon),* and to evaluate the influence of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, over the gas production (GP), methane production (PCH_4) (expressed as mL of gas by gram of organic matter degraded (gDOM)) and degradability (IVOMD) of the same. The evaluated treatments were: Tifton (TF), *Tithonia diversifolia* (TD), Elephant Grass (PP), 75% TD + 25% PP (TDPP), 75% TD + 25% TF (TDTF). All substrates and their respective combinations were incubated in each of three inocula. The gas determination were performed at times: 0, 2, 4, 8, 12, 24, 30, 36 and 48 hours after incubation using a pressure transducer (Pressure Press 800, LANA, CENA / USP, Piracicaba-SP, Brazil), the pressure (psi) in each of the bottles being recorded. After 48 hours ruminal fluid was collected for determination of Volatile Fatty Acids (VFA) and Ammoniacal Nitrogen (N-NH_3). The experimental design was a randomized block design. ANOVA was made with inoculum as a block and the substrate as fixed effect.

Tukey test was used to compare the means with a significance level of 5%. After 48 h of incubation, PP was the most degradable (57.7%) of the substrates used, it presented the highest GP (76.8 mL/gMOD), PCH_4 (18.9 $mLCH_4$/gMOD) and VFA concentration (159 ppm), when compared to TF (42.8%, 46.2 mL/gMOD, 7.3 $mLCH_4$/gMOD, 134 ppm, respectively) and TD (47.1%, 41.2 mL/gMOD, 3.3 $mLCH_4$/gMOD, 143.9 ppm, respectively) substrates. In relation to TF, TD did not show differences in IVOMD, GP, or PCH_4, however, the concentration of VFA was significantly higher. Although TDPP substrate did not differ from PP in terms of degradability (53.2% vs 57.71%), the PCH_4 and GP were significantly lower in the substrate with TD inclusion (18.9 vs 8.6$mLCH_4$/gMOD and 76.8 vs 53.5 mL/gMOD, respectively), conversely there were no significant differences in VFA concentration (159vs151ppm). When compared to TF, TDTF had a higher VFA concentration (144.6vs134.6ppm). However, there was no effect of inclusion on the IVOMD, GP or PCH_4 There were no significant differences in the concentrations of N-NH_3 between any of the substrates. The association of 75% of *Tithonia diversifolia* and 25% of *Pennisetum purpureum* reduced gas production and presented potential for enteric CH_4 mitigation. Nevertheless, further studies need to be performed for better understanding of the mechanisms that operate on these results.

Key word: *Enteric methane, intensive silvopastoral system.*

Estrategias de alimentación invernal en sistemas de producción de carne bajo sistemas silvopastoriles en el Noreste de Argentina.

Winter feeding strategies in beef production under silvopastoral systems in Northeast Argentina.

Rossner M[1]; Ziegler A; Rossner, V; Fernández, F. Loto, M., Colcombet, L.

[1]INTA EEA Cerro Azul. Ruta Nac 14 km 836 (3313) Cerro Azul, Misiones, Argentina.
rossner.maria@inta.gob.ar

Resumen

Las pasturas predominantes en la región Noreste de Argentina son especies megatérmicas, de marcado crecimiento primavera-estivo-otoñal, se caracterizan por la baja disponibilidad de forraje y deficiencia de proteína bruta en el invierno inclusive bajo sistemas silvopastoriles (SSP). Esto afecta marcadamente el aumento de peso de los animales durante ese período. Estos déficits pueden corregirse con estrategias como pasturas diferidas y suplementación estratégica. El objetivo del trabajo fue evaluar el impacto de una estrategia de alimentación invernal combinando el diferimiento de pasturas bajo SSP y la suplementación estratégica en comederos de autoconsumo sobre la producción animal. El período de suplementación analizado fue de 67 días. Se evaluaron dos lotes de animales machos raza Brangus, de 329 y 276 kg de peso vivo inicial promedio, bajo SSP de *Pinus elliotii* con *Urochloa brizantha* y *Axonopus jesuiticus x scoparius* respectivamente. En ambos casos la suplementación estimada al inicio del período fue al 1,5% del peso vivo, en comederos de autoconsumo. La ración consistió en una mezcla homogénea de grano de maíz molido grueso, urea como fuente proteica, núcleo vitamínico-mineral y sal para limitar el consumo voluntario. Se analizó la oferta de forraje, el consumo, el Aumento Diario de Peso Vivo (ADPV) y la eficiencia de conversión. La oferta forrajera fue de 5908 y 5949 kg MS ha^{-1} en Urochloa y Axonopus respectivamente. El ADPV promedio de todo el período fue de 0,967 y 1,455 kg anim $día^{-1}$ y la eficiencia de conversión de suplemento de 5,9 y 4,5 para los animales sobre Urochloa y Axonopus respectivamente. El diferimiento de pasturas bajo SSP combinado con suplementación estratégica de corta duración permitió aumentar la ADPV en invierno. Se observaron diferencias en el consumo, la eficiencia de conversión y la producción de carne asociadas al peso de los animales y el efecto de la sal como limitador de consumo.

Palabras claves: *Alimentación, pasturas, invierno, engorde.*

Abstract

In the Northeast region of Argentina, tropical and subtropical forage species predominate, growing from spring till autumn. These pastures have low productivity and forage quality during winter, even under silvopastoral systems (SSP), which affects animal weight gain during that period. These effects can be corrected with some feeding strategies such as pasture closure and supplementation. The aim of this work was to evaluate the winter-feeding strategy combining fodder from closured pastures under SSP and supplementation in self-feeding mangers impact on animal production. The supplementation period lasted 67 days. Two groups of Brangus male heifers of 329 and 276 kg average initial live weight, were evaluated under SSP of Pinus elliotii with Urochloa brizantha and Axonopus jesuiticus x scoparius, respectively. In both cases, supplementation was calculated at the beginning as 1.5% of live weight, using self-feeding mangers, consisted of a homogeneous mixture of coarsely ground maize grain, UREA, vitamin-mineral nucleus and salt (HCl) to restrict voluntary intake. The forage offer, intake, Daily Increase in Live Weight (DILW) and conversion efficiency were analyzed. Forage offer was 5908 and 5949 kg MS ha^{-1} for Urochloa and Axonopus groups respectively. Average DILW was 967 and 1455 g anim day^{-1} and feed conversion efficiency was 5.9 and 4.5 for heifers grazing Urochloa and Axonopus respectively. Deferred fodder from closured pastures under SSP combined with short-term supplementation allowed higher DILW during winter. We notice differences in total intake, conversion efficiency and meat production, due to animal weight and diverse effect of salt as intake limiter.

Keywords: *Feeding, pastures, winter, beef production.*

Introducción

La provincia de Misiones, situada en el noreste de Argentina (NEA), se caracteriza por la diversidad de actividades agropecuarias que se realizan en su territorio, producción forestal, yerba mate, té, tabaco, citrus y ganadería. A partir de la combinación de forestaciones con cultivos anuales y ganadería, se han difundido los sistemas silvopastoriles, que abarcan en la actualidad una superficie de 40.000 hectáreas (Montagnini *et al.,* 2015). Las pasturas que predominan en la región son especies megatérmicas, de marcado crecimiento primavera-estivo-otoñal (Rossner *et al.,* 2008), se caracterizan por la baja disponibilidad de forraje invernal y deficiencia de proteína bruta; éstas se pueden corregir con estrategias de diferimiento de pasturas y suplementación estratégica. (Sampedro *et al.,* 2018). La utilización de potreros reservados en invierno con una asignación de 2.500 kg MS $animal^{-1}$ combinada con suplementación con 1 kg de pellet de algodón por animal $día^{-1}$, permitieron pasar de una situación de pérdida o mantenimiento de peso a una respuesta de 499 g animal $día^{-1}$ (Sampedro *et al*., 2004). Además, surgen alternativas como la incorporación de especies forrajeras de mayor

valor nutricional, como *Leucaena leucocephala*, *Arachis pintoi*, *Chamaecrista rotundifolia* y recientemente *Tithonia diversifolia* (Rossner *et al.*, 2017) integradas al sistema productivo, que permiten disminuir la necesidad de suplementación con concentrados durante su período de crecimiento estival.

La alimentación en comederos de autoconsumo es una tecnología innovadora difundida rápidamente en la región NE de Argentina. Estos comederos tienen una estructura que permite acumular el alimento que se descarga libremente en las bateas a medida que es consumido, permitiendo una suplementación continua (Flores *et al*., 2017). Esta forma de suministrar los alimentos es de bajo costo y ha resuelto algunos problemas operativos en la alimentación bovina, como la falta de personal rural, la no disponibilidad de mixer y tractor, la alimentación en días domingo o feriados, y la falta de piso para la circulación de maquinaria (Toffaletti *et al*., 2015). Esta modalidad de suministro de alimento seco puede ser utilizada en sistemas de suplementación en pastoreo o bien en engordes a corral (Vittone *et al*., 2015). Sin embargo, una de las principales desventajas que se observa es que los animales tienden a consumir una mayor cantidad de suplemento de la indicada para lograr un correcto balance de nutrientes y maximizar la digestión del forraje, lo que se traduce en mayores costos y disturbios digestivos que reducen la eficiencia económica de los sistemas (Maresca, 2017). Para controlar el consumo a una cantidad preestablecida, se utilizan limitadores de consumo, entre ellos la sal (Cloruro de Sodio) (Riggs *et al.,* 1953; Cardon *et al.,* 1951). Dependiendo del nivel de consumo que se desea lograr, este compuesto puede ser incluido entre un 8 y 30%. Algunos trabajos indican que puede resultar en una alta variación del consumo entre animales (Bowman y Sowell, 1997). Sin embargo, en situaciones controladas, con alta disponibilidad de agua, no se observaron efectos perjudiciales de la sal sobre la gestación, producción de leche, crecimiento del ternero y digestibilidad del forraje (Berger y Rasby, 2011).

El objetivo del trabajo fue evaluar el impacto de una estrategia invernal de alimentación combinando el diferimiento de pasturas bajo SSP y la suplementación estratégica en comederos de autoconsumo para animales en terminación con destino a faena.

Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Cerro Azul, ubicada en el SE de la provincia de Misiones, Argentina (29º 29' latitud sur, 55º longitud oeste, 287 m.s.n.m). Se caracteriza por un clima macrotérmico, húmedo y subtropical presenta precipitaciones medias anuales de 2000 mm. La temperatura media de 20,5 ºC (Rodriguez *et al.,* 2004), con estación invernal marcada por las bajas temperaturas y presencia de heladas. El período de suplementación analizado fue de 67 días desde el

21 de Junio al 27 de Agosto de 2018. Se evaluaron dos lotes de animales machos de raza Brangus de 18 meses de edad. Se separaron los animales de acuerdo con su Peso Vivo, obteniendo dos grupos, uno de ocho animales de 276,38 ±6,84 kg de peso vivo inicial promedio (PI) sobre pastura de *Axonopus jesuiticus x A. scoparius* bajo SSP y el otro de 14 animales de 329,07 ±11,12 kg de PI sobre *Urochloa brizantha cv. Marandu* bajo SSP. El SSP de Axonopus tuvo como componente forestal *Pinus elliottii* de 7 años con una densidad de 965 pl ha^{-1} y Área Basal de 19,64±5,98 m^2 ha^{-1}. En el caso de Urochloa, el componente forestal fue *Pinus elliottii* de 30 años con una densidad de 120 pl ha^{-1} y Área Basal de 17,39±3,32 m^2 ha^{-1}. Los animales se asignaron a cada lote de pastura al mismo tiempo y se ajustó la carga en kg PV ha^{-1}, de acuerdo con la disponibilidad de forraje a la entrada del pastoreo y la superficie de cada pastura, de 5,5 ha para Urochloa y 3,5 ha para Axonopus. Las pasturas se clausuraron el 21 de Marzo, totalizando 90 días de clausura al momento de inicio del ensayo. El sistema de pastoreo utilizado fue rotativo, con subdivisiones de 2700 m2 promedio y una carga inicial promedio de 822 y 635kg ha^{-1} para Urochloa y Axonopus respectivamente. En ambos casos la alimentación consistió en una base forrajera de pastura diferida y suplementación teórica estimada al inicio del período, al 1,5% del peso vivo para Urochloa y Axonopus, con grano de maíz molido grueso, urea como fuente proteica, núcleo vitamínico mineral con monensina y sal común (NaCl) para limitar el consumo, en comederos de autoconsumo (Tabla 1). Se realizó el acostumbramiento de los animales al alimento mediante el aumento gradual de la ración durante 15 días. Los comederos tenían una capacidad máxima de 1400 kg de alimento, 2 m de altura, 2 m de largo y 1,2 m de ancho; con una duración aproximada de 25 días, según la cantidad de animales y consumo individual.

Las variables productivas evaluadas en el componente forrajero fueron disponibilidad forrajera inicial (kg MS ha^{-1}), altura de entrada y salida al pastoreo (cm), días de ocupación por parcela y eficiencia de utilización de las pasturas (%). En el componente animal se evaluó el aumento diario de peso vivo (ADPV; g anim $día^{-1}$), consumo del alimento (kg anim $día^{-1}$), conversión de alimento en carne y producción de carne (kg ha^{-1}).

Se realizó un Análisis de Varianza de las variables considerando a los animales de cada grupo como pseudoréplicas y Test de comparación de medias de Tukey al 0,01%.

Tabla 1. Componentes de la ración invernal teórica, estimada al inicio del período, para novillos en terminación bajo SSP de *Urochloa brizantha* Marandú y *Axonopus jesuiticus x scoparius* y sistema de autoconsumo. Junio a Agosto de 2018, en Cerro Azul, Misiones, Argentina.

Componente	%	Kg	Aporte estimado de la MS
Pastura diferida	1,2 PV	4,5	9-11 % PB – 1,5 Mcal kg MS^{-1}
Suplemento en autoconsumo	1,5 PV	5,65	11-12% PB – 2,65 Mcal kg MS^{-1}
Maíz – grano molido grueso	88	5	9 % PB – 3 Mcal kg MS^{-1}
Sal común	8	0,45	--
Núcleo (Vitaminas,Minerales,Monensina)	2,5	0,125	Vit A, D, E, B, Z, S, Na, Fe, Cu, Mg, Mn, Co, Se, I, Ca
UREA	1,5	0,075	274 % PB

Resultados y discusión

La Disponibilidad Inicial de forraje en ambas pasturas no difirió significativamente, en el lote de Urochloa fue de 5908,09±1357 $kgMS^{-1}$ ha, con una altura de entrada al pastoreo de 57,84±11,32 cm y de salida de 27,1±7,94 cm, resultando un 30,49±15,1 % de utilización de la pastura (proporción consumida promedio respecto a la inicial). Para Axonopus, fue de 5949,71±1207,5 $kgMS^{-1}$ ha, con una altura de entrada mayor (70,59±8,14 cm) y altura de salida también mayor (34,4±6,36 cm), aunque la utilización mantuvo un nivel similar, llegando a 38,27±15 %.

En el componente animal el ADPV y APV fueron mayores en el grupo de animales de menor peso pastoreando Axonopus con respecto al grupo de animales de mayor peso pastoreando Urochloa (Tabla 2). Esto pudo deberse al efecto combinado de la mayor eficiencia de conversión de los animales de menor peso, mayor consumo de alimento concentrado, debido a la menor limitación del consumo de la sal en el grupo de animales de menor peso, y la mayor calidad forrajera de Axonopus en el invierno. La eficiencia con la cual los animales transforman el alimento en carne está directamente relacionada a su edad y peso, debido a las diferencias en sus requerimientos energéticos (Elizalde y Santini, 1992). El efecto errático de la sal como limitador del consumo fue reportado por Bowman y Sowell, 1997; Berger y Rasby, 2011, entre otros.

Tabla 2. Producción de carne individual en SSP de *Urochloa brizantha Marandú* y *Axonopus jesuiticus x scoparius* y sistema de autoconsumo. Junio a Agosto de 2018, Misiones, Argentina.

LOTE	PI Kg^{-1} animal	PF Kg^{-1} animal	Días	ADPV kg^{-1} $anim^{-1}$ día	APV Kg	Consumo Kg^{-1} $anim^{-1}$ día	Conversión
Urochloa	329±11,1	393±19,8	67	0,967±0,2 B	64,7±14,0 B	5,4	5,6:1 ±1,2 A
Axonopus	276±6,8	373±25,7	67	1,455±0,3 A	97,5±21,7 A	6,2	4,3:1 ±1,2 A

Resultados similares obtuvieron en Corrientes (NE de Argentina), Sampedro y Maidana (2011), con sistema de autoconsumo sobre pastizales naturales, con ADPV de 1,389 kg anim día^{-1}, consumo de 10 kg anim^{-1} día^{-1} y eficiencia de conversión de 7,2. Al igual que Becaria *et al*., (2015) en vaquillas, con ADPV de 1,289 kg anim^{-1} día^{-1}, con un consumo de alimento promedio de 7 kg anim^{-1} día^{-1} y eficiencia de conversión de 5,43. Los resultados positivos también se pueden observar en la producción de carne por hectárea (Tabla 3), en el período invernal (67 días) se produjeron 224 y 162,5 kg ha^{-1} en el lote de Axonopus y Urochloa respectivamente. Estas diferencias pueden explicarse por el efecto combinado de animales más livianos, mayor consumo de suplemento y menor carga en kg ha-1 en el SSP con Axonopus, además de su mayor calidad potencial en el invierno (Pachas, 2010; Pantiu *et al.,* 2010).

Anualizada, la producción de carne a partir de la entrada de terneros de 170 kg PV promedio en Julio del año anterior, corresponde a 557.5 y 507.5 kg carne ha^{-1} año^{-1} para Urochloa y Axonopus respectivamente, lo que significa incrementos de 102 a 122 % respecto a resultados citados en Misiones (250 a 275 kg carne ha^{-1} año^{-1} en Lacorte *et al.,* 2009 y 300 kg carne ha^{-1} año^{-1} en Pantiu *et al.,* 2010).

Si comparamos estos resultados con otros de la misma región, bajo SSP con pasturas de Urochloa y Axonopus, podemos encontrar diferencias de 100 a 150% en el ADPV, lo que podría traducirse a incrementos de la productividad global del sistema de engorde. En la región central de Misiones, Houriet (2005) y Pavetti *et al.,* (2009) citan ADPV con suplementación de novillos en invierno del rango de 570 y 572 g anim^{-1} día^{-1} respectivamente. Benvenutti *et al*., 2006, lograron ADPV de 851 g anim día^{-1}, en novillos livianos en confinamiento con raciones de caña de azúcar molida y concentrados energéticos- proteicos. Pantiu *et al.,* (2010) en el Norte de Misiones, suplementando novillos en el invierno bajo SSP con las mismas especies de pasturas y forestales, citan ADPV promedio de 452 a 598 g anima día^{-1}.

Tabla 3. Producción de carne por hectárea en SSP de *Urochloa brizantha Marandú* y *Axonopus jesuiticus x scoparius* y sistema de autoconsumo. Junio a Agosto de 2018, Misiones, Argentina.

Grupo	Superficie ha	Existencia Cab^{-1} ha	Carga Inicial Kg PV^{-1} ha	Carga final KgPV^{-1} ha	Carne Kg^{-1} ha*
Urochloa	5,5	2,5	822,5	985	162,5
Axonopus	3,5	2,3	635	860	224

* Corresponde al período invernal solamente, no se considera el ciclo completo de la recría, correspondiente a kg ha año^{-1}.

Adicionalmente, aunque excede a los datos presentados en este artículo, se realizó el análisis económico de la alimentación y cabe destacar que, tomando los precios de insumos y hacienda en Misiones para Agosto de 2018, el margen bruto entre alimentación y producción de carne fue de 16% para el lote de novillos alimentados sobre Urochloa y 36% para el de Axonopus, diferencias dadas por la mayor eficiencia de conversión y ADPV de los animales en este último.

Conclusiones

La alimentación en invierno sobre pasturas diferidas en SSP con suplementación estratégica de corta duración produjo altos ADPV y APV, utilizando comederos de autoconsumo.

Esta combinación se tradujo en una producción de carne de 100 a 150% superior respecto al promedio de la región, en planteos de engorde de novillos con suplementación.

Estos resultados permitirían reducir el tiempo de terminación para faena de los animales y el costo operativo del suministro del alimento y aumentar la eficiencia de conversión, de utilización del forraje y del sistema de producción de carne.

Agradecimientos:

A Luis Zakowicz y Eduardo Verón, encargados del manejo diario de los animales y todo el equipo de trabajo de INTA Misiones. A nuestras familias y productores amigos que colaboran con ideas y preguntas en cada etapa.

Bibliografia

Becaria M, Ramírez JJ, Moretti L y Rivero L. 2015. Alimentación de vaquillas de recría en comederos de autoconsumo – Establecimiento San Vicente. Hoja Informativa Nº 77, Marzo 2015. EEA Mercedes.

Benvenutti MA, Pavetti DR y Moreno FC. 2006. Efecto del tamaño de partícula de caña de azúcar y nivel de suplementación sobre el consumo y ganancia de peso de novillos en confinamiento invernal. Revista Argentina de producción Animal 26:63-69 (2006). INTA EEA Cerro Azul, Misiones, Argentina.

Berger, A. L. and Rasby, R. J. 2011. Limiting feed intake with salt in beef cattle. Nebwide, University of Nebraska, Lincoln Extensión. G 2046

Bowman, J. G. P. and B. F. Sowell. 1997. Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants: A review. J. Anim.Sci. 75:543–549.

Cardon, B. P., E. B. Stanley, W. J. Pistor, and J. C. Nesbitt. 1951. The use of salt as a regulator of supplemental feed intake and its effect on the health of range livestock. Arizona Agric. Exp. Sta. Bull. 239:1–15.

Elizalde JC y Santini FJ. 1992. Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos en el período otoño-invierno. Boletín Técnico Nº 104. EEA Balcarce. 27 pp.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Flores AJ, Sampedro D, Goméz M, Goicoechea JM. 2017. Avanza el uso de comederos de autoconsumo en los sistemas ganaderos. Noticias y Comentarios Nº 552. INTA Ediciones. INTA EEA Mercedes, Corrientes, Argentina.

Lacorte, S. M.; Domecq, C.; San José, M.; Hennig, A.; Fassola, H.; Pachas, A.; Colcombet, L.; Hampel, H.; Espíndola, H. F Análisis de un Sistema Silvopastoril en el sur de Misiones, Argentina. Producción forestal, forrajera y de carne. Estudio de Caso. Actas I Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, Posadas (Misiones, Argentina).

Maresca, S. 2017. Limitadores del consumo de suplementos. Artículo de divulgación. INTA. Recuperado de: https://inta.gob.ar/documentos/limitadores-del-consumo-de-suplementos.

Montagnini F, Somarriba E, Murgueitio E, Fassola H, Eibl B. 2015. Sistemas agroforestales: Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. CIPAV, CATIE, INTA, FCF UNAM, Yale School of forestry and environmental studies. 453p.

Pachas, A. 2010. Axonopus catarinensis y Arachis pintoi: Alternativas forrajeras en sistemas silvopastoriles de

la provincia de Misiones, Argentina. Tesis MS. Escuela para Graduados Ingeniero Agrónomo Alberto Soriano,

Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 99 p

Pantiu, A.J., Capellari, A., Kurtz, V.D. 2010. Sistemas silvopastoriles del centro y norte de la Provincia de Misiones, Argentina. Rev. Vet. Pp. 69-75.

Pavetti DR, Benvenutti MA, Rossner MB. 2009. Sistemas pastoriles y silvopastoriles: comparación de su potencial productivo en Misiones (Argentina). Actas I Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, Posadas (Misiones, Argentina).

Riggs, J. K., R. W. Colby, and L. V. Sells. 1953. The effects of self-feeding salt-cottonseed meal mixtures to beef cows. J. Anim. Sci. 12:379–393.

Rodriguez ME, Cardozo A, Ruiz Díaz M, Prado DE. 2004. Los bosques nativos misioneros: estado actual de su conocimiento y perspectivas. Disponible en: Ecología y Manejo de los bosques de Argentina. Ed.: Arturi M.; Frangi J.; Goya. J. EDULP. La Plata. P.p 3-33.

Rossner, M. B., Houriet, J. L., & Pavetti, D. R. 2008. Descripción de pasturas evaluadas en sistemas silvopastoriles del Centro Sur de la Provincia de Misiones. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul. Misiones.

Rossner MB, Kimmich G, Esquivel JI, Gonzalez PA, Loto M, Ziegler A, Colcombet L, Fleitas F. 2017. Evolución de la adopción del botón de oro (*Tithonia diversifolia* Hemsl. Gray). IX Congreso internacional de sistemas silvopastoriles. 6,7 y 8 Septiembre de 2017. Manizales, Colombia.

Sampedro D, Barbera P, Bendersky D, Calvi M, Cetrá B, Flores A J, Hug M G, Pellerano L, Pizzio R, Rosatti, G, Sarmiento N. 2018. Cría vacuna en el Nea. INTA. Primera edición. 157p.

Sampedro D, Vogel O, Celser R. 2004. Suplementación de vacunos en pastizales naturales. Serie Técnica Nº 34. EEA INTA Mercedes. Proyecto Regional Ganadero, Centro Regional Corrientes. Pág. 1-16.

Sampedro D y Maidana E. 2011. Engorde de novillos utilizando comederos de autoconsumo. Hoja Informativa Nº 49. Noviembre 2011. EEA INTA Mercedes, Corrientes Argentina.

Vittone JS, Munilla ME, Lado M, Corne M, Ré AE, Biolatto A, Galli IO. 2015 Experiencias de recría y engorde con raciones secas en autoconsumo. Colección investigación, desarrollo e innovación. INTA Ediciones. INTA EEA Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

Toffaletti J, Menchón P, Zabala C, Burges J, Aello M y Santini F. 2015. Comederos de autoconsumo. INTA EEA Balcarse. Visión Rural, Nº 11.

Evaluación de la dinámica poblacional de macollos de *Paspalum dilatatum* y *Paspalum umbrosum* en sistemas silvopastoriles

Evaluation of tiller population dynamics of *Paspalum dilatatum* and *Paspalum umbrosum* in silvopastoral systems

C. Hernández[a]; S. Motta[a]; F. Del Giorgio[a]; G. Amarillo[a]; E. Cabrera[a]; J. Frigerio[a]; J. González-Tálice[a]; P. Speranza[a], J. Kássio Fedrigo[b]*

[a] Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento Forestal y Tecnología de la Madera, Av. Garzón 780, Montevideo CP 12900, Uruguay.
[b] PDU Agroforestal, Casa de la Universidad de Cerro Largo, UdelaR, Ruta 26, km408, Bañados de Medina, Cerro Largo, Uruguay.
* mailto:claudiohernandez1987@gmail.com

Resumen

Se estudió la dinámica poblacional de macollos de dos especies de *Paspalum* contrastantes en su respuesta al sombreado (*P. dilatatum* y *P. umbrosum*) en plantaciones de *Eucalyptus dunnii*. El ensayo se situó en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt de la Facultad de Agronomía de UdelaR, Uruguay. La especie forestal (edad, 25 años) fue sembrada a distancia de entrefila de 4 m, y de 2,5 m entre árboles. Las especies forrajeras se evaluaron bajo tres condiciones respecto al monte: interior, borde del monte y sol pleno. Se monitoreó la densidad y dinámica poblacional de macollos para el período octubre 2018 - marzo 2019. En *P. dilatatum*, la Máxima Densidad Poblacional (MDP) se registró en la tercera generación de macollos a los 1.640 $g.d^{-1}$ acumulados para Sol pleno y Borde, con 491 y 128 $macollos.m^{-2}$ respectivamente. En el Interior, la MDP se registró en la primera generación de macollos con un valor de 95 $macollos.m^{-2}$. En *P. umbrosum*, la MDP se registró en la quinta generación de macollos a los 2.575 $g.d^{-1}$ acumulados, para los tratamientos de Sol pleno y Borde, con 523 y 207 $macollos.m^{-2}$ respectivamente; mientras que en el Interior se registró en la segunda generación, con 504 $g.d^{-1}$ acumulados y 151 $macollos.m^{-2}$.

Palabras clave: *Sombreado; macollos; silvopastoreo.*

Abstract

Tiller population dynamics was studied of two contrasting *Paspalum* species (*P. dilatatum* and *P. umbrosum*) under the effect of shading in *Eucalyptus dunnii* plantations. The study was conducted at the Bernardo Rosengurtt Experimental Station of - Faculty of Agronomy - UdelaR, Uruguay. The tree species (age, 25 years) was planted at a distance of 4 m and 2.5 m between trees. Forage species were evaluated under three conditions: Interior of the

tree stand, Border of the tree stand, and Full sun treatments. Tiller density and population dynamics were monitored for the period between October 2018 and March 2019. In *P. dilatatum*, the Maximum Population Density (MPD) was recorded in the third tillers generation at 1,640 cumulative gd^{-1}, for Full Sun and Border treatments, with 491 and 128 $tillers.m^{-2}$ respectively. In the Interior, the MPD was registered in the first tiller generation with 95 $tillers.m^{-2}$. In *P. umbrosum*, the MPD was registered at 2,575 $g.d^{-1}$ in the fifth tiller generation; for Full Sun and Border treatments, with 523 and 207 $tillers.m^{-2}$ respectively, while in the Interior, the MPD was registered in the second generation with 504 $g.d^{-1}$ and 151 $tillers.m^{-2}$.

Keywords: *Shading; tillers; silvopasture; Eucalyptus dunnii*.

Introducción

Los Sistemas Silvopastoriles para la producción de carne están cobrando una importancia creciente a nivel nacional. Estos sistemas combinan pasturas con animales y árboles en plantaciones forestales. De esta forma, se atenúan los efectos detrimentales del estrés climático sobre las plantas y animales. Tienen como objetivo incrementar la productividad del recurso suelo, reducir el riesgo económico a través de la diversificación de salidas, generando un beneficio neto del sistema en el largo plazo (Gómez, A. y Guerrini, L., 2011). La creación de sotobosques silvopastoriles productivos depende de la existencia de genotipos forrajeros adaptados, con buena productividad y persistencia bajo sombreado y pastoreo. El conjunto de estrategias adaptativas de las especies forrajeras se conoce como plasticidad fenotípica y tiene como objetivo garantizar el rebrote y la perennidad de la especie (Chapman y Lemaire, 1993). El estudio de la variación estacional en la densidad de la población de macollos por cambios en las tasas de aparición y mortalidad es de gran importancia para permitir una mejor comprensión de los mecanismos involucrados en la estabilidad y longevidad. Además, el detalle de tales procesos permite la manipulación y posibles aumentos en la capacidad productiva de los pastos y, en consecuencia, en la productividad de la ganadería en su conjunto (Sbrissia, 2004). Matthew . (2000) presentaron resultados de experimentos sobre demografía y duración de macollos, los cuales sugieren que existen diferentes estrategias de persistencia de las plantas, y que estos patrones diferían entre las especies de gramíneas.

El macollaje es una estrategia de ocupación espacial que las gramíneas desarrollaron durante su proceso evolutivo en presencia de herbívoros, como una forma de asegurar su supervivencia y su persistencia. Este proceso está influenciado por varios factores del ambiente y del manejo (Caminha, 2009). El genotipo es uno de los factores que controlan el macollaje, considerando también el control hormonal y factores ambientales como la

temperatura, luz, disponibilidad hídrica, nutrición mineral y calidad de la luz (Langer, 1963). Una mayor aparición de macollos en relación a la muerte de estos conduce a una mayor renovación de los mismos, promoviendo una mayor densidad de población. Determinando entonces una mayor proporción de macollos jóvenes, una condición favorable al aumento de la productividad, siempre que la estabilidad de la población no se vea comprometida (Caminha., 2010).

La supervivencia de un individuo en particular en una comunidad vegetal es extremadamente dependiente de su capacidad para percibir cambios ambientales (calidad de la luz, disponibilidad de nutrientes y agua) antes que sus vecinos y luego responder con cambios morfofisiológicos y ocupar espacios. Esto permitirá una mayor tasa fotosintética, un mayor crecimiento de raíces, exploración del suelo y absorción de nutrientes, aumentando la tasa de expansión de la hoja, limitando aún más la luz incidente en sus vecinos y aumentando su tasa fotosintética (Lemaire, 2001). Una causa importante de la muerte de macollos en sistemas silvopastoriles es el balance negativo de energía resultado de la competición por luz. Condiciones lumínicas subóptimas producen cambios en la asignación de fotoasimilados siendo este mayor hacia los macollos establecidos y maduros en relación a los macollos jóvenes y nuevas yemas. Por lo tanto, estos últimos son los primeros en morir como resultado de ser superados en canopeos sombreados (Gautier ., 1999). El objetivo del presente trabajo fue estudiar la densidad y dinámica poblacional de macollos de dos especies de *Paspalum* muy contrastantes en cuanto a su adaptación a ambientes forestales. Se estudió la respuesta de *Paspalum dilatatum* y *P. umbrosum*, bajo las condiciones generadas por plantaciones forestales de *Eucalyptus dunnii* (edad, 25 años) sembrada a distancia de entrefila de 4 m, y de 2,5 m entre árboles.

Materiales y Métodos

El ensayo se situó en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt de la Facultad de Agronomía de UdelaR, Uruguay (32°35'S, 54°15'W), en el período octubre 2018 – marzo 2019. Fueron evaluadas las especies forrajeras *Paspalum dilatatum* Poir. y *Paspalum umbrosum* Trin. (Zuloaga ., 2012; Zuloaga., 2014) en tres condiciones de luminosidad, determinadas por su posición respecto a un rodal de *Eucalyptus dunnii*: por fuera del mismo (tratamiento Sol pleno), sobre el margen (tratamiento Borde) y en el interior (tratamiento Interior). Las especies forrajeras fueron plantadas de manera equidistante en parcelas de 1x1m por medio de mudas (16 por parcela) en la primavera de 2017. La especie forestal (edad, 25 años) sembrada a distancia de entre fila de 4 m, y 2,5 m entre árboles. El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas con tres repeticiones, siendo la principal

determinada por la posición en relación al rodal y la secundaria por la especie forrajera.

Para la evaluación de la densidad poblacional de macollos (DPM) y dinámica poblacional de macollos fueron marcados y contados todos aquellos pertenecientes a las cuatro plantas centrales de la parcela, en un área fija de 0,25m^2, en 5 momentos (04/10/18, 16/11/18, 02/01/19, 27/02/19 y 09/04/19). Para la primera evaluación, todos los macollos fueron marcados con alambre de determinado color. A partir de la segunda evaluación, fueron contabilizados los macollos vivos de la (s) generación (es) anterior (es) y marcados y contados los macollos nuevos con un color distinto. La DPM fue calculada según la ecuación definidas por Carvalho . (2000). DPM = Número total de macollos presentes en todas las generaciones marcadas (1a+2a…+5a) por unidad de área. Para la estimación de biomasa por macollo, se consideraron las 4 plantas centrales de la parcela, con cortes cada 40 días a una altura de 5cm del nivel del suelo, secando en estufa a 60ºC hasta peso constante. Las precipitaciones se registraron con Estación Meteorológica automática ubicada a 1500 m del ensayo. Los datos fueron analizados con el software estadístico Infostat (Balzarini M.G. , 2008) se realizó una ANOVA para un diseño de parcelas divididas y un análisis de comparación Tukey ($p<0,05$). Para la estimar la duración promedio de vida de los macollos se realizó para cada tratamiento, una regresión entre el porcentaje de macollos que sobrevivieron y los días en que se realizaron los conteos.

Resultados y discusión

Registro de precipitación

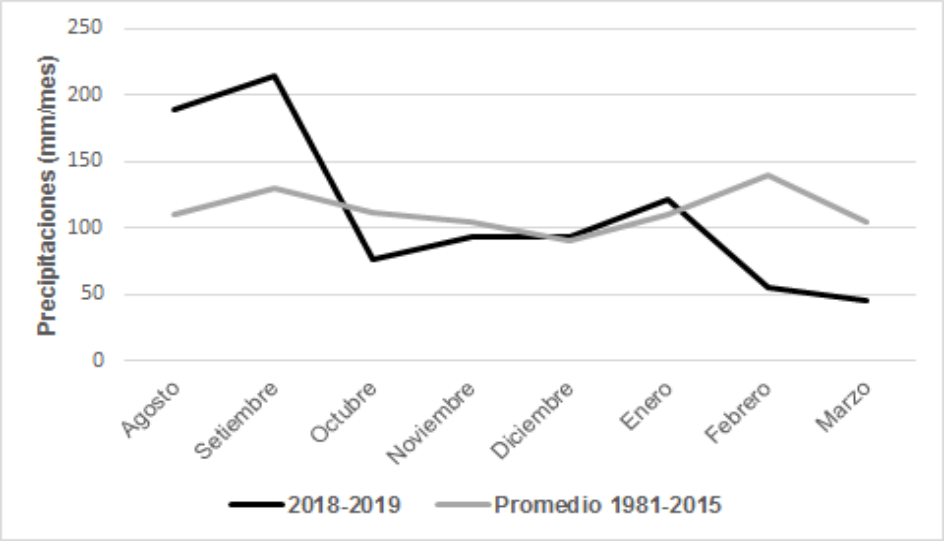


Gráfico 1. Volumen mensual de lluvias acumulado en unidad experimental (Cerro Largo, Uruguay) para el periodo 2018-19 y promedio histórico (1981-2015).

Durante el periodo de evaluación, el volumen de lluvias fue inferior al promedio histórico en los meses de Octubre, Febrero y Marzo, y similares valores en Noviembre, Diciembre y Enero (Tabla1).

Densidad poblacional

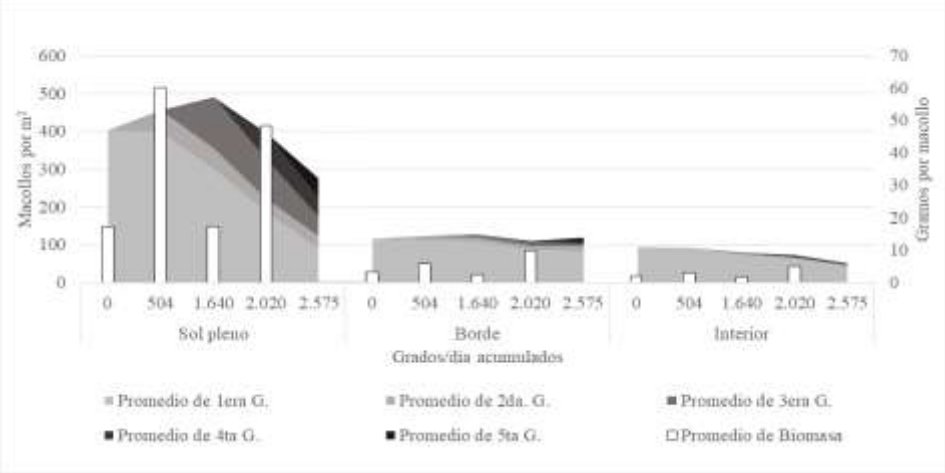


Gráfico 2.1. Densidad poblacional de macollos y biomasa total por macollo para la especie *Paspalum dilatatum*. La letra G hace referencia a Generación.

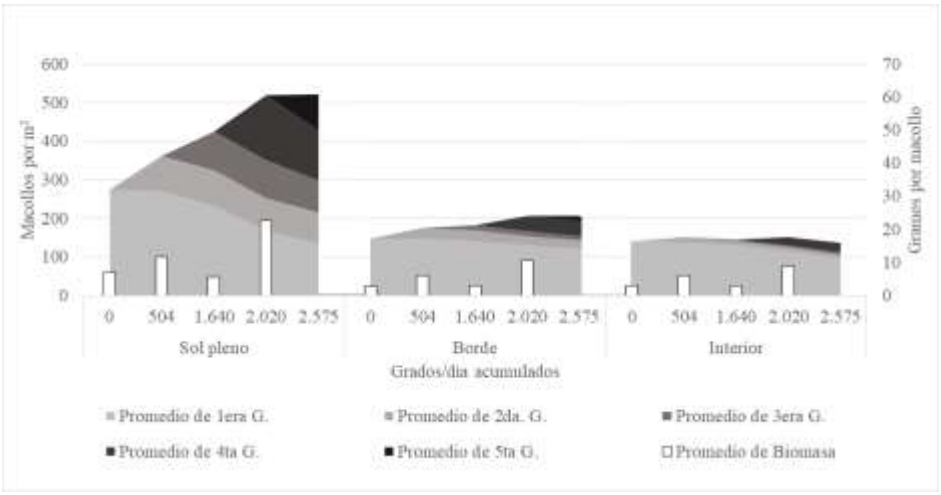


Gráfico 2.2. Densidad poblacional de macollos y biomasa total por macollo para la especie *Paspalum umbrosum.*

Para *P. dilatatum*, en el tratamiento de Sol pleno se registró una densidad poblacional de 403 macollos.m^{-2} compuesta por la primera generación de macollos. En el registro siguiente (504 g.d^{-1} acumulados), la densidad aumentó a 456 macollos.m^{-2}, compuesta por la primera y segunda generación. En dicha instancia se detectó el máximo valor de biomasa por macollo para este especie (60,2 g.macollo^{-1}). Posteriormente, la densidad decrece a un valor de 396,8 macollos.m^{-2} (2.020 g.d^{-1} acumulados), presentando una mayor contribución de generaciones más jóvenes. En los tratamientos Borde e Interior, la densidad poblacional presentó valores

mínimos y máximos entre 110-128 y 52-94 macollos.m^{-2} respectivamente, y una baja contribución relativa de las nuevas generaciones de macollos.

En el primer registro del tratamiento Sol pleno para *P. umbrosum*, la densidad poblacional fue de 273 macollos.m^{-2}, en su primera generación. Con el transcurso del tiempo se observó un aumento en la densidad poblacional, con una mayor contribución de las generaciones más jóvenes. Los máximos valores para esta variable se alcanzaron a los 2.020 g.d^{-1} acumulados (520 macollos.m^{-2}) y 2.575 g.d^{-1} acumulados (522 macollos.m^{-2}). En los tratamientos Borde e Interior, la densidad poblacional presentó valores mínimos y máximos entre 148-206 y 136-150 macollos.m^{-2} respectivamente.

Tabla 1. Densidad poblacional de macollos de *Paspalum dilatatum* y *Paspalum umbrosum* según posición en relación al rodal de *Eucalyptus dunii* (Sol pleno, borde e interior).

Tratamiento	*Paspalum dilatatum*	*Paspalum umbrosum*	Media
Sol pleno	391	402	405 a
Borde	119	184	152 b
Interior	78	145	111 b
Media	196 B	243 A	

*Medias seguidas de letras mayúsculas distintas en la fila y minúsculas en la columna difieren significativamente por el test de Tukey (P<0,05)

La variable DPM resultó ser significativamente mayor en *P. umbrosum* en relación a *P. dilatatum* para el promedio de todo el período y de los tratamientos (Tabla 1.1). Para la comparación entre la posición en relación al rodal, Sol pleno resultó ser el tratamiento con mayor valor de DPM independientemente de la especie considerada. Los resultados sugieren que *P. umbrosum* se comportó mejor en el Borde que en el Interior y mejor que *P. dilatatum* en el Borde, pero sin presentar diferencias significativas. En los dos últimos casos no se detectaron diferencias significativas con *P. dilatatum* en el Interior, que presentó los valores más bajos en todo el experimento.

3.3 Supervivencia de los macollos

Tabla 2. Duración de vida promedio de los macollos según especie y tratamiento, expresada en número de días.

Tratamiento	*P. dilatatum*	*P. umbrosum*
Sol pleno	85	137
Borde	160	432
Interior	169	242

P. umbrosum presentó mayor longevidad promedio de macollos en todos los tratamientos con respecto a *P. dilatatum*, siendo máxima la diferencia en el tratamiento Borde. En este caso, el porcentaje de sobrevivencia de macollos

tiende a ser más estable en relación a los demás tratamientos y la duración de vida promedio es 2,7 veces mayor con respecto a *P. dilatatum*.

En condiciones de Sol pleno, *P. dilatatum* presentó un mayor establecimiento inicial con las primeras generaciones de macollos y mayor biomasa individual con respecto a *P. umbrosum*. A su vez, *P. dilatatum* alcanza en su tercera generación de macollos los valores máximos de densidad poblacional con menor cantidad de $g.d^{-1}$ acumulados, mientras que *P. umbrosum* requiere mayor cantidad de $g.d^{-1}$ para alcanzar los mismos valores en su quinta generación de macollos. En el Borde se detectaron para ambas especies valores similares de biomasa individual (Del Giorgio, 2019), sin embargo, en *P. umbrosum* se detectaron valores superiores de DPM y longevidad de macollos. Este comportamiento fue similar en el tratamiento Interior. A su vez, se observó en la densidad poblacional de *P. umbrosum* una estructura etaria más heterogénea que en *P. dilatatum*.

Estas especies presentan respuestas contrastantes al ser sometidas a las condiciones generadas por el microclima del sotobosque (Del Giorgio . 2019). Por un lado, *P. dilatatum*, al ser sometida a los tratamientos de Borde e Interior del monte, la falta de luz y consecuentemente la menor asignación de fotoasimilados puede estar provocando la inactivación de las yemas y por lo tanto supreción del macollaje. En cambio, *P. umbrosum* presenta características que le permiten adaptarse mejor a las condiciones del microclima generado por los árboles. Esto se basa en las observaciones de la estructura etárea más heterogenea del canopeo y la mayor longevidad de los macollos. Esto sugiere que hay mayor plasticidad fenotípica, lo que le permite a la especie tener mayor estabilidad entre los tres tratamientos. Estas características podrían conferir a *P. umbrosum* una mejor capacidad para soportar el pastoreo en los tratamientos de Interior y Borde ya que otorga una mayor contribución relativa a las nuevas generaciones de macollos.

Conclusiones

Las especies *Paspalum dilatatum* y *Paspalum umbrosum* presentan disminución de la densidad poblacional de macollos cuando cultivados bajo rodales de *Eucalyptus dunii* en relación a sol pleno.

En las condiciones experimentales de presente estudio, *Paspalum umbrosum* presentó una mayor densidad poblacional de macollos que *Paspalum dilatatum*, además de una mayor contribución de las nuevas generaciones de macollos cuando fue cultivado en el sotobosque.

Bibliografía

Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A., Robledo C.W., 2008. Infostat. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.

Carvalho, C.A.B.; Da Silva, S.C.; Sbrissia, A.F.; Pinto, L.F.M.; Carnevalli, R.A.; Fagundes, J.L.; Pedreira, C.G.S. 2000. Demografia do perfilhamento e acúmulo de matéria seca em capim. Scientia Agricola, v. 57, n. 4, p. 591-600.

Chapman, D.; Lemaire, G.1993 Morfogenetic and structural determinants of plants regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress (12th., New Zealand). Proceedings. Palmerston North, New Zealand. pp. 95-104.

Caminha, F. O. Densidade populacional, padrões demográficos e dinâmica da população de perfilhos em pastos de capim-marandú submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes. 2009. 82. Dissertação (Mestre em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

Caminha, F. O.; Da Silva, S. C.; Paiva, A. J. . Estabilidade da população de perfilhos em capim marandú sob lotação contínua e adubação nitrogenada. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.45, n.2, p.213-220, 2010.

Del Giorgio, F.; Hernández, C.; Motta, S.; Amarillo, G.; Cabrera, E.; Frigerio, J.; Fedrigo, J.K.; González-Tálice, J. 2019. Evaluación de la productividad de dos especies forrajeras C4 en sistemas silvopastoriles. X Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles: por una producción sostenible. 24-26 de setiembre, 2019. MRA, Paraguay. 6pp.

Gautier, H.; Varlet G., Hazard, L. 1999. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (Lolium perenne L.) selected for contrasting leaf length. Annals of Botany. 83: 423-429.

Gomez, A.; Guerrini, L. 2011. Evaluación del crecimiento de gramíneas forrajeras sembradas bajo un monte de *Eucalyptus globulus ssp globulus*.

Langer, R.H.M. 1963. Tillering in herbage grasses. Herbage Abstracts, v.33, n.3, p.141148, 1963

Lemaire, G. Ecophysiology of Grasslands: Dynamic Aspects of Forage Plant. Populations in Grazed Swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001.Proceedings. Piracicaba: FEALQ, 2001.

Matthew, C.; Assuero, S.; Black, C.; Sackaville-Hamilton, N. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NEBINGER, C. (Ed.) Grassland Ecophysiology and Grazind Ecology. Wallingford: CABI Publishing, 2000. cap. 7, p.127-150

Sbrissia, A.F. 2004. Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua [tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. doi:10.11606/T.11.2004.tde-25052004-143513.

Zuloaga F.O., Rúgolo Z.E., Anton A.M., 2012. Flora vascular de la República Argentina, vol. 3, t.1. 1era ed. Compilado por Valente, M. y Belgrano, M.J. Gráficamente Ediciones, Córdoba, pp. 600.

Zuloaga F.O., Morrone O., Pensiero J.F., 2014. Flora del Paraguay 45, GRAMINEAE VI. Editions des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, pp. 392.

Efecto de la nutrición focalizada ultra corta con vainas de leguminosas tropicales en la respuesta reproductiva de ovejas de pelo o lana

R. Sánchez Romero[1]; J. Gallegos Sánchez[2]; C. A. Camacho Becerra[3]; J. E. Hernández Hernández[1]; O. A. Villarreal Espino-Barros[1]; A. Pérez Rosas[1], F. Utrera Quintana[1]; F.J. Franco Guerra[1] y J. C. Camacho Ronquillo[1].*

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia- BUAP, 4 sur 304, Tecamachalco, Pue, México, C.P 75480.
[2]Colegio de Postgraduados: Ganadería; Reproducción Animal.
3 Estudiante Facultad de Biología – BUAP.
[1*]mailto:camacho90@colpos.mx

Resumen

La ovinocultura en México requiere la implementación de sistemas de producción que permitan mejorar la rentabilidad, con uso racional de insumos, con prácticas amigables con el ambiente y con enfoque de sustentabilidad. El uso de tecnologías reproductivas, como; sincronización de celos, entre otras, ayuda a mejorar la productividad. Estas técnicas combinadas con nutrición focalizada de corta duración con fuentes energéticas o proteicas pueden generar sinergia en los resultados en favor de la producción. En las regiones tropicales, el uso de vainas de leguminosas debido a su contenido de nutrientes, representa una alternativa nutricional para rumiantes. Por lo que, el objetivo de esta investigación fue conocer el efecto de las vainas de dos leguminosas tropicales; *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia*, en la respuesta reproductiva en ovejas, ofrecidas en nutrición focalizada de corta duración, esperando con esto mejorar la repuesta reproductiva en ovejas de pelo o lana, sincronizadas con un progestágenos y prostaglandinas. El experimento se realizó en el Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, México. Se utilizaron 48 ovejas de pelo y 27 de lana, en libre pastoreo, con condición corporal de 2.5 a 3 y clínicamente sanas, distribuidas en 4 tratamientos, solo a las ovejas del T1 y T3 se les ofreció 350 gr al día de vainas de leguminosas durante seis días antes del servicio, todas las ovejas se sincronizaron con progestágeno y prostaglandinas, Las variables reproductivas no paramétricas se analizaron con el método de curvas de sobrevivencia Log-Rank, utilizando el procedimiento Life Test (SAS, 2004); y la comparación de medias se realizó por el método de Bonferroni (SAS, 2004). El porcentaje de celos no mostro diferencia ($P>0.05$) con valores para el T1 y T2 de 95.8% y para T3 y T4 100%, mientras que la tasa de gestación fue mayor en T1 y T3 con valores de 86.9 y 78.5 respecto a T2 y T4 que obtuvieron 60.8 y 61.5 respectivamente con ($P<0.05$). Así mismo, la prolificidad mostró diferencia entre tratamientos ($P<0.05$) en favor de T1 y T3 con valores de1.8 y 1.6 respectivamente,

mientras que T2 y T4 alcanzaron 1.4 y 1.3 respectivamente. Se concluye que el uso de vainas de leguminosas en nutrición focalizada ultracorta mejora la respuesta en las variables reproductivas que mejoran la productividad de las ovejas.

Palabras clave: *Sincronización, micro flusing, tasa de gestación, prolificidad.*

Abstract

The ovine production in Mexico requires the implementation of production systems that let improve cost effectiveness, with rational use of supplies, friendly environment practices and a sustainability approach. The use of reproductive technologies, as the heat synchronization, among others, help to improve productivity. Those techniques combined with short term focalized nutrition with energetic or protein sources, can generate synergies on the results in favor of production. In tropical regions, the use of legume pods, due to its nutritional contents, represents a nutritional alternative for ruminants. So, the objective of this investigation was to know the effect of two tropical pods: *Leucaena leucocephala* and *Guazuma ulmifolia* on reproductive response of hair or wool sheep, synchronized with prostagen and prostaglandins. The experiment was made in Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Mexico. It was used 48 hair sheep and 27 wool sheep, with free feeding, with a corporal condition from 2.5 to 3 and clinically healthy, distributed in 4 treatments, only to T1 and T3 groups was offered 350 g of legume pods during six days before the service, all the sheep were synchronized with prostagen and prostaglandins. The non-parametric reproductive variables were analyzed with the Long-Rank survival curves method using the Life Test procedure (SAS, 2011); and the mean comparisons was realized with Bonferroni method (SAS, 2011). The heat percentage didn't shown differences between treatments ($P>0.05$) with values for T1 and T2 of 95.8% and for T3 and T4 of 100%, meanwhile, the gestation rate was higher in T1 and T3 treatments with a 86.9 and 78.5 compared with T2 and T4 with 60.8 and 61.5 respectively ($P>0.05$). Also, the prolificacy shown differences between treatments ($P<0.05$) in favor of T1 and T3 with values of 1.8 and 1.6 respectively, while T2 and T4 reached to 1.4 and 1.3 respectively. In conclusion, the use of legume pods in ultra-short focalized nutrition improves the response in reproductive variables that improves the sheep productivity.

Keywords: *Synchonization, micro flusinf, gestation ratio, prolificy*.

Introducción

Actualmente la población de ovinos en México es mayor a 8.5 millones de cabezas, ubicados sistemas de producción intensivo y extensivo, los

productores obtienen ingresos al vender de pie de cría, corderos para el abasto, lana, pieles y en menor escala venta de leche, por lo que, deben ser rentables (Partida *et al*., 2013). Prácticas como sincronización de estros, inseminación artificial (IA), superovulación y transferencia de embriones, actualmente nos permiten incrementar la productividad de los rebaños Sin embargo, México cuenta con sistemas de producción muy diversos que van desde los tecnificados que mantienen a los animales en pisos elevados y con aplicación de tecnología modernas, hasta los trashumantes que se mantienen en condiciones totalmente extensivas y el uso de tecnologías es reducido, el manejo nutricional y sanitario es deficiente en la mayoría de los casos, las variaciones genéticas son diversas, todo lo anteriormente mencionado ocasiona que la producción sea estacional y existe un déficit de carne de más del 30 % (Partida *et al.,* 2013). Se ha observado que las ovejas de razas de pelo expresan un anestro estacional corto 2-3 meses (Arroyo, 2011). Mientras que en ovejas de lana el anestro puede durar hasta 230 días, esto limita la productividad de los rebaños y estacionaliza la producción (Herrera *et al.,* 2008). La sincronización de estros es una técnica muy útil en la producción de ovinos, la finalidad es aumentar el porcentaje de celos y la fertilidad, obtener corderos en épocas favorables y aumentar la oferta a través de año (Córdova *et al.,* 2008). Junto con los programas de sincronización de estros, se ha utilizado la nutrición focalizada de corta duración para aumentar la tasa ovulatoria, minimizar la mortalidad embrionaria, la tasa de gestación y la prolificad. La suplementación con alimento energético – proteico de 4-7 días es un "efecto nutricional inmediato" que mejora la reproducción, el cual no es explicado por variaciones en peso vivo pues no es afectado, sino por el efecto inmediato de los nutrientes (Viñoles *et al.,* 2009). El objetivo de suplementar durante la sincronización de estros es aumentar las concentraciones de glucosa en sangre, que es la fuente principal de energía para el ovario, desarrollo y crecimiento de los folículos y con ello aumentar la tasa de ovulación y prolificidad. Las concentraciones de hormonas metabólicas de glucosa alcanzan valores altos, tres días después del inicio de la alimentación, para luego disminuir (Fierro *et al*., 2014). El uso de leguminosas tropicales, es una buena alternativa para la alimentación de rumiantes. Como lo es; *Leucaena leucocephala,* (guaje). Su contenido de materia seca es; 20 a 27 % y hasta un 32.2 % de proteína, con excelente aporte de calcio, potasio, vitaminas, digestibilidad de 60 a 70%; mientras que las semillas son muy apreciadas por la cantidad de vitamina A y proteína que puede llegar a 46% (Palma, 2006). Por otra parte, el; *Guazuma ulmifolia,* (guasumo) es nativa de Centroamérica en climas tropicales, es aprovechado el follaje, frutos y semilla, este tiene un porcentaje de proteína cruda de 12.9% a 14.7% para el follaje (Martínez *et al*., 2010). Por lo que, el objetivo del experimento fue; comparar la respuesta reproductiva de ovejas de pelo y de lana con alimentación focalizada por seis días con el uso de vainas de dos leguminosas. Por las características

bromatológicas de estas leguminosas, se pretende con el uso de estas vainas como dieta focalizada antes del empadre en ovejas de pelo y de lana mejorar la repuesta reproductiva.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó durante los meses de julio del 2017 a enero de 2018 en el Colegio de Posgraduados, Texcoco, México, geográficamente localizado; 19° 29´ N y 98° 0, a 2250 msnm. Con clima templado subhúmedo con lluvias en verano y precipitación anual de 636.5 mm, con una temperatura media anual de 15.2°C (García, 2004). Se utilizaron 75 ovejas, de las cuales 48 fueron de pelo, con edad de 2 a 3 años peso de 51.2 ± 4.2 kg y condición corporal de 2.5 a 3.5. Las 27 ovejas restantes fueron de lana; con edad de 2 a 4 años y peso promedio de 69.57 ± 7.1 kg y condición corporal de 2.5 a 3.5.

Todas las ovejas se mantuvieron alimentadas en libre pastoreo, y seis días antes del empadre se les administro una suplementación focalizada con 350 gr de vainas secas de en leguminosas tropicales; *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia,* en proporción de 50 %, únicamente a los T1 y T3; como lo muestra el cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos asignados a 75 ovejas.

Pelo N=48	Tratamiento 1	(n=24)	Pelo más vainas + CIDR
	Tratamiento 2	(n=24)	Pelo sin vainas + CIDR
Lana N=27	Tratamiento 3	(n=14)	Lana más vainas + CIDR
	Tratamiento 4	(n=13)	Lana sin vainas + CIDR

CIDR: dispositivo intravaginal liberador de progesterona. Con 0.3g de progesterona.

El protocolo de sincronización fue; aplicación de un dispositivo intravaginal con 0.3g deprogesterona (CIDR) durante 9 días, dos días antes de retirarlo, se les aplicó a todas las ovejas 5 mg de PGF2α (dinoprost). El análisis estadístico de las variables inicio a estro y prolificidad se analizaron con el método de curvas de sobrevivencia Log-Rank, utilizando el procedimiento Life Test (SAS, 2004); y la comparación de medias se realizó por el método de Bonferroni (SAS, 2011). Las variables respuesta a tratamiento y porcentaje de gestación, se analizaron mediante el modelo de regresión logística utilizando el procedimiento Logistic (SAS, 2004).

Resultados y discusión

El porcentaje estros fue similar (P>0.05) en todos los tratamientos (cuadro 2), presentando las ovejas de pelo 95.8 % y las de lana 100% de respuesta a la sincronización del estro, esto demuestra la efectividad del uso de progestágenos más prostaglandinas, que genera una respuesta entre 95 a 100 % (Quirós *et al.,* 2014). Por lo que, en esta variable en particular la administración del suplemento o alimentación focalizada, no tuvo efecto en

la presencia de estros en ovejas de pelo con respecto a las de lana, en estas últimas tampoco se observó diferencia puesto que el T3 y T4 alcanzaron el 100 % de respuesta. Ademas posiblemente el número de repeticiones por tratamiento, tal vez ocasiono que estadísticamente no se detectaran diferencias en esta variable.

Cuadro 2. Porcentaje estros en ovejas de pelo o lana tratadas con CIDR por nueve días (T2) y (T4) y una suplementación con vainas de leguminosas por seis días (T1) y (T3).

Tratamiento	Ovejas en estro (n)	Porcentaje (%)	Inicio al estro en horas* M ± EE
T1	23	95.8	30.3±3.4 [b]
T2	23	95.8	39.3±3.1 [a]
T3	14	100	35.2±2.7 [b]
T4	13	100	43.2±4.4 [a]

[a, b,] Medias con diferente literal en columna, indica diferencia estadística (P<0.05). M ± EE = Media ± Error Estándar.

El inicio del estro fue diferente (p<0.05) entre tratamientos (cuadro 2). Las ovejas del T1, iniciaron el estro en menor tiempo, seguido por el T3, mientras que las del T2 y T4, inicio el estro en mayor tiempo (p<0.05), como se observa en la figura 1. Este resultado puede deberse a que la nutrición focalizada mejoro en desarrollo folicular con la subsecuente mejoría en la producción de estradiol por lo que el signo de celo se anticipó en las ovejas que recibieron el suministro de vainas de leguminosas, estos resultados son consistentes por lo reportado por Viñoles *et al.,* (2009), quienes utilizaron nutrición de corta duración con aporte proteico.

Cuadro 3. Tasa de gestación y parición en ovejas de pelo o lana tratadas con CIDR por nueve días (T2) y (T4) y una suplementación focalizada de seis días antes de retiro de CIDR (T1) y (T3).

Tratamiento	(n)	Número de ovejas gestantes		Número de ovejas paridas	
		(n-g)	%	(n-p)	%
T1= PELO + S	23	20	86.9	20	100
T2= PELO	23	14	60.8	14	100
T3= LANA + S	14	11	78.5	11	100
T4= LANA	13	8	61.5	8	100
Media general			71.9		100

(n-g) = Ovejas que resultaron gestantes respecto al total de cada tratamiento, (n-p) = Ovejas que parieron respecto a las que resultaron gestantes de cada tratamiento.

La muerte embrionaria temprana representa la principal causa de pérdidas de gestaciones en rumiantes. En ovejas y cabras cerca del 20% de los embriones mueren durante los 15 días siguientes a la fertilización. La etiología de la muerte embrionaria es diversa, sin embargo, se puede dividir

en factores genéticos y ambientales, estrés calórico, problemas en el útero, endometritis y cuerpos lúteos de vida media anormal (Hernández y Zarco, 1998) En esta investigación no se observaron pérdidas de gestación. La prolificidad fue diferente (P<0.05) superior en T1 y T3 con respecto a T2 y T4, como lo muestra el cuadro 4, demostrando que la nutrición focalizada con el uso 350 gr de vainas secas de leguminosa por seis días previos al servicio, mejora la repuesta reproductiva en ovejas de lana y pelo sincronizadas con CIDR más prostaglandinas en condiciones de pastoreo Estos resultados son consistentes con los resultados obtenidos por Quirós *et al.,* (2014), quienes utilizaron nutrición focalizada por seis días con 250 gr de concentrado proteico, en ovejas Pelibuey estabuladas.

Cuadro 4. Prolificidad en ovejas de pelo y lana tratadas con CIDR por nueve días (T2) y (T4) y una suplementación focalizada de seis días antes del retiro de CIDR (T1) y (T3).

Tratamiento	(n)	Número de ovejas paridas	Número total de corderos	Número de corderos nacidos *
T1= CIDR P+S	24	20	38	1.8 ± 0.3ª
T2= CIDR P	24	14	20	1.4± 0.5b
T3= CIDR L+S	14	11	18	1.6 ± 0.4a
T4= CIDR L	13	8	11	1.3 ± 0.7ª
Media				1.5 ± 0.80

[a] valor con la misma literal en columna no indica diferencias estadísticamente (P>0.05)
*Media ±EE

Conclusiones

Se concluye que la suplementación de 350 grs de vainas de leguminosas durante seis días previos al retiro del progestageno, mejora significativamente la tasa de gestación y la prolificidad en ovejas de pelo o de lana, siendo estas las variables reproductivas de mayor interés.

Bibliografía

Arroyo. J, 2011. Estacionalidad reproductiva de la oveja en Mexico. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 14 (2011): 829-845

Córdova-Izquierdo, A.; Córdova-Jiménez, M.S.; Córdova-Jiménez, C.A.; Guerra-Liera, J.E.: 2008. Procedimientos para aumentar el potencial reproductivo en ovejas y cabras. *Rev.vet. 19: 1, 67–79.*

Fierro.S, Gil. J, Viñoles.C, Sosa. F, Banchero.G, Olivera Muzante. J. 2014. Protein supplementation during a short – interval prostaglandin – based protocol for timed al in sheep. Animal Reproduction Science 149 (2014) 158–162

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, Serie Libros, núm. 6, 5a. ed., Instituto de Geografía, UNAM, México.

Hernandez Cerón Luis Joel, Alberto Zarco Quintero; 1998. Función Del Cuerpo Lueteo Y Muerte Embrionaria En Rumiantes. Ciencia Veterinaria. Departamento de Reproducción

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional Autónoma de México Ciudad Universitaria, 04510, México D.F.

Herrera, P. J.. Pulgarón. J. R Stuart y Aida. C. Noda. 2008 Balance alimentario y comportamiento reproductivo de ovejas Pelibuey en un sistema de bajos insumos. Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana

Martínez Martínez Ricardo, López Ortiz Silvia, Soriano Robles Ramón, Ortega Jiménez Eusebio, Jorge López collado Catalino, Esther Ortega Cerrilla María. 2010. Follaje de árboles tropicales en bloques multinutricionales para la alimentación de rumiantes. Tesis (Maestría en Ciencias, especialista en Agroecosistemas Tropicales). Colegio de Postgraduados, 2010. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Fideicomiso Revocable de Administración e Inversión No. 167304.

Palma. J.M. 2006. Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco Mexico. CUIDA-Universidad de Colima. México. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2006. Vol. 14 (3): 95-104

Partida de la Peña José Armando, Diego Braña Varela, Héctor Jiménez Severiano, Francisco G. Ríos Rincón, Germán Buendía Rodríguez. 2013. Producción de carne ovina, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal Libro técnico reproductiva en ovejas, CIENCIA VETERINARIA.No. 5. Ajuchitltan, Queretaro, Mexico, 120 pp.

Quirós Ruiz, C.1, Carreón Luna, L, Franco Guerra, F.J., Villarreal Espino-Barros, O,A, Hernández Hernández, J. E. y Camacho Ronquillo, J.C.. 2014 Strategic nutrition or Glukogen® administrated by 5 days to evaluate the reproductive respond in pelibuey sheeps. Volumen 15 N° 11. REDVET - Revista electrónica de Veterinaria - ISSN 1695-7504.

SAS, 2004 JMP. Statistic Visual. Versión 3.2.6 SAS Institute Inc. SAS Campus Drive. Cary. NC 27517.

Viñoles. C, Meikle. A, Martin.G.B .2009. Short-term nutritional treatments grazing legumes orfeeding concentrates increase prolificacy in Corriedale ewes. Animal Reproduction Science 113 (2009) 82–92

SECCION 3

SOCIOECONOMIA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

Sistemas silvopastoriles en Queensland Australia: estado actual y oportunidades

Nahuel Pachas[1,2]

[1]Investigador, Departamento de Agricultura, Queensland, Australia
www.daf.qld.gov.au/forestry
[2]Investigador Adjunto, Universidad de Queensland, St Lucia Campus, Brisbane, Australia.
a.pachas@uq.edu.au

Resumen

El estado de Queensland (QLD) Australia, ocupa una superficie de 1.7 millones de hectáreas las cuales el 88.4% son destinadas a la producción primaria de alimentos siendo el 83% de su superficie apta para el pastoreo (DAF, 2018). Allí se encuentra el 42% del ganado vacuno de Australia, el cual contribuye el 48,1% de la producción total de carne del país.

Sin dudas, el clima es uno de los principales factores limitantes de la ganadería en QLD. Los productores ganaderos constantemente deben afrontar sequias prolongadas, inundaciones, fuegos y ciclones. La producción ganadera varía según la región geografía y la precipitación. Por ejemplo, en Atherton QLD, a 50 km de la costa, la productividad promedio es 220 kg carne/año/animal (1 animal por 0.8 ha); mientras que en Mt Garnet QLD, (100 km de la costa) la productividad decae a 110 kg de carne/año/animal con carga promedio de 1 animal cada 8 hectáreas.

En cuanto a la producción forestal, Queensland posee el 41% del bosque nativo y 230.000 ha de plantaciones de especies exóticas y nativas (ABARES 2019). Los bosques nativos están compuestos principalmente por eucaliptus (68% del área ocupada), aunque en menor proporción se encuentran bosques de *Acacia sp., Callitris sp., Casuarina sp.*, *Malaleucas sp*. y manglares.

La productividad del bosque nativo varía considerablemente según la condición ambiental y el manejo. La mayoría de los bosques se caracteriza por poseer un pobre manejo forestal, dado que los mejores árboles han sido extraídos dejando una alta proporción de árboles de bajo valor comercial. El 80% de los bosques nativos (40 M de hectáreas) pertenecen al estado y son destinados para uso recreativo, de conservación y producción de madera. Aproximadamente, 10 M de hectáreas pertenecen al sector privado y debido

a que la mayoría de propietarios se dedican a la actividad ganadera, el forraje que se produce bajo el sotobosque es considerado un recurso clave para el ganado. Sin embargo, la productividad del pastizal natural bajo cobertura arbórea es limitado tanto en calidad como cantidad.

Investigaciones sobre sistemas silvpastoriles en QLD y las interacciones entre pasturas y arboles comenzaron a fines de 1960 y principio de 1970 con la evaluación de especies forestales exóticas de alto valor. A partir de la década del 80, en adelante, el Centro Australiano para la Investigación Internacional (ACIAR) financio una serie de proyectos orientados a la investigación de árboles multipropósito para ambientes tropicales y subtropicales orientado para la producción de leña, forraje, aceites, servicios ambientales, sombra, protección de agua y producción de madera. Ensayo con Acacias, Grevilleas, Eucaliptus, así como especies leguminosas forrajeras comenzaron a ser ampliamente estudiadas y evaluados en diferentes regiones de QLD como en el extranjero. En 1990, diferentes programas tanto a nivel nacional, estatal y municipal se enfocaron en promover el cultivo de especies arbóreas y su integración a nivel de finca. El programa Tree Care liderado por el Servicio Forestal de QLD, se enfocó en la promoción y extensión de cultivos de árboles como sistemas silvopastoriles. En 1993 se creó el Join Venture Agroforestry Program, financiado por Rural Industries, Land and Water Resources and centro de Investigación de bosques y productos maderables (FWPRDC). En 1997 el gobierno federal lanzo el programa Natural Heritage Trust (NHT) y financio proyectos en el norte de QLD orientados a sistemas agroforestales y silvopastoriles.

Entre 1985 e inicio del 2000 se establecieron una serie de ensayos para la evaluación forrajera bajo árboles. Entre ellos se destaca el establecimiento de ensayo sistemáticos usando el diseño propuesto por Nelder (1962) donde se evaluaron cinco especies maderables (*Ecualyptus cloeziana*, *E. camandulensis*, *Casuarina cunninghamia*, *Araucaria cunninghamia* y *Grevillea robusta* en mezcla con *Pennisetum purpureum* (Kikuyo) y *Trifolium repens* (Mark *et al*. 1996). El ensayo agroforestal establecido con el proyecto STAG donde se evaluó el crecimiento de *Eucalytus grandis* con *Setaria sphaceolata* (Cameron *et al*. 1989).

A pesar del gran esfuerzo y recursos invertidos en investigación y promoción de sistemas agroforestales, silvopastoriles y “Farm Forestry” en QLD, la adopción de estos sistemas fue y es escasa, con excepción de los sistemas silvopastoriles con leucaena que abarcan una superficie aproximada de 180.000 ha.

En la actualidad existe una oportunidad de implementar sistemas silvopastoriles en los bosques nativos de QLD, especialmente en el sureste del estado donde se encuentra una superficie de ~2 M de ha de bosques altamente productivos, los cuales con manejo adecuado de raleo se podria cosechar

madera de alta calidad en turnos de 15-20 años. A su vez, existe un mercado favorable para los productos nativos debido a que el estado prevé que para el 2025, dejara de vender madera de los bosques del estado, por lo tanto los bosques nativos privados así como las plantaciones con especies nativas serán los únicos abastecedores de la industria mederera de QLD. Si bien mucho del bosque privado se encuentran sin manejo forestal con densidades entre 500-600 árboles/ha, es de esperar que el raleo selectivo reducirá la competencia entre árboles y mejorar los recursos disponibles (luz, agua y nutrientes) para el crecimiento de las especies forrajeras en el sotobosque. En la actualidad existe una alta demandad de tecnologías para la incorporación de especies forrajeras (especialmente leguminosas) en bosque nativo.

Es importante mencionar que la industria ganadera en Australia (Meat Livestock Australia) se ha propuesto como meta alcanzar cero emisiones de carbono para el año 2030. Si bien se está trabajando en una serie de medidas para la mitigación de metano, existe una favorable oportunidad para la integración la actividad forestal en complementación con la ganadería tanto pensando en bosques nativos como implantados. En la actualidad se han evaluado e identificado especies forestales nativas de alto crecimiento y valor comercial adatadas a diferentes regiones de QLD. Entre las especies promisorias se pueden mencionar a *Corymbia citriodora* subsp. *variegata* y *Eucalytus cloeziana*. La introducción de esta especie en sistemas silvopastoriles con el objetivo de mitigar la emisión de metano del ganado vacuno se debería evaluar tanto a nivel de parcela como a nivel de finca. Por lo productores ganaderos podrían designar parcelas donde los animales estén pastoreando pasturas (nativas/exóticas) integradas con plantaciones comerciales de especies nativos y/o establecer parcelas forestales en bloques destinadas exclusivamente a la producción forestal y al secuestro de carbono.

Palabras clave: *Bosque nativo, ganadería, forestación, mitigación cambio climático, pasturas.*

Referencias

ABARES. 2018. Development of national tenure dataset for reporting the tenure of Australian forests. Technical Report 19.4.

Cameron DM, Rance SJ, Jones RM, Charles-Edwards DA, Barnes A. 1989. Project STAG: An experimental study in Agroforestry. *Australian Journal of Agricultural Research,* 40:699-714.

Department of Agriculture. 2018. Queensland agriculture snapshot 2018.

Nelder JA. 1962. New Kinds of Systematic Designs for Spacing Experiments. *Biometrics*, 18: 283-307.

Taylor DW, Dunn GM, Nester MR.1996.0 Agroforestry in Southern Queensland. In: Proceedings Managing and Growing trees Training Conference. Bundaberg, Queensland, Australia. 8-10 October 1996.

Importancia de definir ex ante las estrategias para la sostenibilidad en los sistemas silvopastoriles

The importance of defining in advance strategies for sustainability in silvopastoral systems

P. Keller

C.C.331, Eldorado (C.P. 3380), Misiones, Argentina,
mailto:patricia.i.keller@gmail.com

Resumen

La definición explícita y *ex – ante* de estrategias para la sostenibilidad de un sistema silvopastoril, junto a las estrategias para mejorar la competitividad de sus productos en el mercado, permite mejorar el desempeño del sistema y producir con mayor eficiencia y rentabilidad. Se consideran las dimensiones para la sostenibilidad y las estrategias para su implementación y se parte de los siguientes supuestos: desde lo social, que cada persona tiene habilidades y talentos únicos en una cultura organizacional, que puede determinar el éxito en la implementación estratégica y/o contribuir al desempeño del equipo de trabajo. Desde lo geográfico y productivo, también existen diferencias relevantes en cuanto a las características de ubicación, suelo, pendientes y exposición de las tierras asignadas a un sistema agroforestal. Desde lo productivo y ecológico, que la elección de las especies más apropiadas y las maneras en que puede llevarse a cabo la producción primaria, permite mejorar la sostenibilidad y el agregado de más valor en el procesamiento y marketing. Los mejores resultados se logran con la selección y definición de estrategias más apropiadas y específicas para cada caso. Además, deben ser coherentes y complementarias entre sí, para la optimización del desarrollo del SPP a partir de sus fortalezas, creando la base para nuevas oportunidades de negocios en el marco estratégico elegido. La gestión por indicadores y el ajuste progresivo permiten mejorar la eficacia del SPP, minimizar riesgos y excesivas oscilaciones en el flujo de caja, además de mejorar la distribución en el tiempo del nivel de ocupación del personal.

Palabras clave: *Sostenibilidad, estrategias, competitividad, sistemas silvopastoriles.*

Abstract

Performance, profitability and efficiency of a silvopastoral system can be enhanced by defining explicitly and in advance strategies to achieve sustainability for the system together with competitive strategies for the created products.

Sustainability dimensions and the implementation of general strategies for sustainability and competitivity are defined and applied, bearing in mind following assumptions. From the social point of view, each person has unique talents and abilities in an organizational culture, which can determine the team´s performance and the success of strategy´s implementation. From the geographical and productive point of view, there are relevantly different characteristics with regard to location, soil, slopes and exposition of an area with a silvopastoral system. From the productive and ecological point of view, the most suitable species and ways for primary production have to be chosen, in order to improve sustainability and give the possibility to add more value in ulterior processing- and marketing processes. Best results are achieved when selecting and defining the most appropriate strategies, specifically for each case. Furthermore, strategies have to be coherent and complementary in order to optimize a silvopastoral system´s development starting with its strengths. This creates the foundation develop competitive advantages to seize new business opportunities in the chosen strategical mainframe. Management by using indicators and progressive adjustments will allow to minimize risks and excessive cash flow oscillations, as better tasks distribution in time.

Keywords: *Sustainability, strategies, competitiveness, silvopastoral systems.*

Introducción

Por diversos motivos, se asume que el manejo más sostenible de los manejos de los recursos requiere de mayores extensiones y que dificulta el desarrollo de la competitividad de los productos obtenidos.

Por otro lado, si se desea preservar ecosistemas nativos, es indispensable ser más eficiente en las superficies remanentes que son agronómica – y económicamente aprovechadas y hacerlo de la manera más sostenible posible para disminuir los impactos negativos.

Se explicará cómo proceder en líneas generales para lograr estos objetivos, mediante el diseño de estrategias que integren los componentes social, ambiental, económico y financiero, con estructuras organizacionales adecuadas para su implementación eficaz.

Para ello, conviene repasar algunos conceptos que son relevantes para una mejor comprensión del proceso:

El concepto de sostenibilidad es, bajo este enfoque, el marco estratégico y se basa

> "*que las acciones antrópicas permitan la satisfacción de las necesidades del presente, sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones"* (definición de Brundtland, G. citada por Sachs J., 2015).

En la Agenda 21 de las Naciones Unidas (1992) se definen las tres dimensiones de la sostenibilidad que se deben tener en cuenta para la administración innovadora en este marco:

- La sostenibilidad ecológica es el mantenimiento del sistema ecológico mediante la administración a perpetuidad para mantener constante el capital natural, ya que este permite la actividad económica y social de los seres humanos sobre el planeta, brindando los recursos necesarios para la vida y el desarrollo, así como absorción de los residuos (emisiones y otros), productos de la actividad antrópica en general.

- Para alcanzar la sostenibilidad económica se requiere del mantenimiento del stock de capital económico, lo cual se traduce en vivir de los intereses sin disminuir el capital. El objetivo general es lograr que cada habitante consuma una cantidad de capital económico tal, que no disminuya la capacidad de consumo futuro. A nivel de sociedad (regional y nacional), se busca que la cantidad de capital económico consumida no comprometa su capacidad de generar bienestar futuro (medida en términos de consumo). Un factor relevante para lograr la sostenibilidad económica es el nivel de inversión de una empresa y también de un país - y el equilibrio entre consumo interno y el balance que surge de su comercio internacional.

- El objetivo de la sostenibilidad social está basado en el mantenimiento del capital social, que se crea a partir de la disposición para cooperar y ello exige confianza mutua (Putnam, R., 2000, 2004). Luego el capital social se multiplica con la reciprocidad de dicha confianza en el marco de normas compartidas y en condiciones de mayor equidad (Kliksberg, B., 2004).

Dadas algunas dificultades metodológicas para medir el capital social, esta dimensión suele quedar un poco relegada. Sin embargo, parece ser la más importante de las tres dimensiones en cuanto a la relación de causa-efecto sobre la sostenibilidad general. Efectivamente, cuando el capital social es muy bajo, no es posible la sostenibilidad en ninguna otra dimensión. Por ejemplo, cuando no existe confianza en un gobierno, las personas no se sienten motivadas a invertir en capital económico y menos aún, en mantener el capital natural.

Existen otras formas de capital asociado a las personas que trabajan en un sistema o empresa, tales como el intelectual y especialmente el capital cultural, que también influyen enormemente en la implementación de estrategia para la sostenibilidad. La FAO (2019) tiene en cuenta, además del capital social, el capital humano o aquel que se refiere a la capacidad

humana de contribuir mediante actividades, conocimientos y habilidades, entre otros, a la sostenibilidad.

Resiliencia: si quisiéramos poner en práctica medidas que favorezcan la sostenibilidad en cada una de sus dimensiones, necesitaremos saber, con cual intensidad se puede utilizar cada tipo de recurso. La resiliencia de un ecosistema es la capacidad de regenerarse luego de una perturbación importante (FAO, 2019). Depende de su diversidad genética y de la diversidad paisajística, que actúan como amortiguadores frente a las perturbaciones. Existe un nivel de perturbación o umbral que, de ser sobrepasado, dificulta excesivamente y/o no permite la recuperación del ecosistema. Análogamente sucede en las dimensiones económica y social. En lo **social,** cuando se trasgreden ciertas normas, es muy difícil recuperar vínculos de confianza interpersonales. Por otra parte, desde el punto de vista de la salud, a demasiada alta intensidad y duración del esfuerzo de trabajo, se pierde la capacidad de recuperarse naturalmente durante el sueño y una buena alimentación y se aumenta la propensión a sufrir accidentes por cansancio, etc. En lo **económico**, la descapitalización económica por debajo de cierto nivel (depende del lugar y la actividad), hace muy difícil remontar un negocio mediante el autofinanciamiento, es decir, sin tomar un crédito. Esto puede complicar la evolución futura si la actividad emprendida no logra obtener rentabilidad económica superior a la tasa de devolución del crédito.

Estrategias y conceptos vinculados

La innovación administrativa permite alcanzar un desempeño auténticamente superior a la mera aplicación de buenas prácticas (Hamel, G., 2008). Para lograrlo, conviene recordar los siguientes conceptos que serán la base y eje de la implementación estratégica:

1. La Misión es el motivo por el cual estamos en esta actividad o negocio (Sinek, S., 2018). Por ejemplo, se puede afirmar que un Sistema Silvopastoril está en el negocio de "producir carne y madera". También se podría afirmar que el mismo SPP está en el negocio de "producir de manera orgánica, alimentos y materias primas para la construcción", con lo cual se indica la manera de producir y se abren las posibilidades hacia el rubro de la construcción y la producción de alimentos que usan la carne como materia prima (ejemplo: embutidos).

En efecto, las mejores misiones se expresan de manera que inspiren a las personas a alcanzarlas e implementar las estrategias. Por ejemplo, la misión de *Whole Foods*, cadena de supermercados de alimentos saludables (citado por Hamel, G., 2008) consiste en*:*

> **"***nutrir personas y al planeta. Nuestra empresa está guiada por el propósito de establecer los estándares de excelencia para el mercado minorista de alimentos mediante la construcción de un negocio que*

refleja elevados estándares en todos sus aspectos. La calidad es un estado mental de la empresa"

2. La visión representa la imagen de cómo nos gustaría ver a la empresa en el mediano y largo plazo. Es importante que sea específica, especialmente en aquellos detalles que más movilizarían a trabajar a favor de lograr convertirla en realidad. En general suele formularse de manera visual y también puede incluir otros elementos no visuales, si estos motivan a la acción del grupo humano que la define.

Luego, para alcanzar la visión y cumplir la misión, se definen los grandes objetivos que se precisan alcanzar para ello.

3. La estrategia es el modo de pensar que guía la acción hacia el futuro (Hinterhuber, H., 2003). Describe los grandes objetivos para cualquier negocio o institución, dando un marco para que las personas puedan entenderlos y la manera de alcanzarlos. Una buena estrategia permite maximizar los resultados a partir de los recursos humanos, ambientales, económicos y financieros disponibles.

Para que un emprendimiento logre maximizar el resultado de sus esfuerzos destinados a producir los frutos a mediano y largo plazo, precisa de una estrategia y que sus partes y agentes principales (incluyendo proveedores) estén alineados a ella.

Por ejemplo, si la estrategia incluye la producción de carne orgánica en un SPP, no se podrá comprar alimentos balanceados transgénicos para los animales, sino que se debería elegir un proveedor de alimentos que comparte los valores básicos de la estrategia definida.

Una empresa o sistema suele tener diversos componentes que, en el marco de la sostenibilidad, los clasificamos en ambientales, sociales y económicos. Por eso, se necesitarán sub – estrategias que sean complementarias entre sí e idealmente sinérgicas, para cumplir los objetivos de crecimiento y desarrollo que se hayan fijado.

Por ejemplo, si una empresa desea maximizar su crecimiento neto de manera sostenible y no tiene un flujo de caja que lo permita, deberá primero generarlo o acceder a un crédito para invertir en activos que generen el flujo deseado. Así, necesitará una estrategia productiva y de retorno a las inversiones que permite este mayor flujo. Esto requerirá también una estrategia de recursos humanos, que incluya, por ejemplo, capacitación para la producción sostenible y sobre cómo llevar a cabo las tareas en este marco para alcanzar estos objetivos.

Por otra parte, esta estrategia de recursos humanos deberá contemplar la estructura organizacional, que se diseña en función de la estrategia elegida. Antes de ello, se requiere identificar las competencias básicas – talentos y

habilidades técnicas y sociales - necesarias para proveer un determinado producto o servicio al mercado. En función de estas competencias (por ejemplo: liderazgo, espíritu comercial, meticulosidad, flexibilidad, etc.) se pensará cómo se vinculan a las personas que las poseen entre sí y ello conformará la estructura (Schuler, R., 1999). Entonces la estructura define cómo se relacionará cada persona que integra la empresa con otra, quien será responsable de qué funciones y resultados y quien trabajará con quien y de qué manera. En función a todo lo anterior, se requerirá de una estrategia de capacitación y administración de los recursos humanos.

Además, se requiere de una estrategia ambiental que permita producir sin perjudicar los recursos naturales más allá de sus umbrales de resiliencia.

3. Las tres estrategias básicas para mejorar la sostenibilidad

3.1 El pensamiento que orienta las estrategias de suficiencia se basa en el comportamiento humano y aboga por un cambio del estilo de vida personal (y organizacional) asociado al consumo más consciente y de menor impacto negativo sobre las condiciones necesarias para alcanzar una mayor sostenibilidad (Fischer, C. y Grießhammer, R., 2013). Por ejemplo, el reemplazo más frecuente de lo necesario de vehículos, uso de envoltorios costosos (de productos) que podrían ser reemplazados por otros de menor impacto ambiental, etc. La suficiencia no impone la renuncia al consumo, sino un manejo más responsable de los recursos.

3.2 El pensamiento que orienta las estrategias de eficiencia, particularmente de la ecoeficiencia, se basan en minimizar el consumo (de electricidad, por ejemplo) para obtener el mismo resultado o producto. El talón de Aquiles de este concepto es el efecto rebote, cuando los ahorros que se logran en el consumo de recursos, por un lado, causan mayores gastos por el otro. Por eso, no alcanza aplicar este concepto, sino que debe complementarse con otras medidas que contribuyan a capitalizar el ahorro alcanzado. El principal recurso utilizado para este tipo de estrategias reside en la selección del recurso con menor impacto, el cuidado al utilizar los recursos seleccionados para evitar desperdicios y el desarrollo de tecnologías más eficientes (Scherhorn, G., 2008; Wilke, G., 2002).

Para los SPP se podría dar un ejemplo de eficiencia en el aprovechamiento de la superficie con pasturas, que permitiría mediante una estrategia de suficiencia, simultáneamente ejercer una menor presión productiva en las superficies a preservar, ya que estas presentarán la ventaja de actuar como áreas de amortiguamiento con el beneficio de disminuir el riesgo de incidencia de plagas y enfermedades, amortiguar las oscilaciones térmicas y de humedad, etc.

En efecto, el aprovechamiento mixto, utilizando más de una especie animal con un buen manejo de pasturas, permite mejorar la calidad de la pastura y

su composición botánica, a favor de una mayor biodiversidad y una mayor sostenibilidad ecológica.

Estudios de Nolan T. y Connolly, J. (1989) y otros estudios (Del Pozo Ramos, M. *et al*, 1997) han demostrado las diferencias en la utilización del pasto por parte de características anatómicas (configuración de la cara, la mandíbula, la tabla dentaria, etc.) de diversas especies.

El pastoreo por más de una especie animal permitiría una mayor producción de kilos/hectárea, a igualdad de otras condiciones, además de mayores ingresos financieros por venta de esta producción. Ello redunda en una mayor sostenibilidad económica.

Para contribuir a la sostenibilidad social, se requiere implementar una filosofía de administración basada en crear un marco de trabajo con valores compartidos y construcción de lazos de confianza (capital social) y prácticas de valoración y desarrollo del capital humano (conocimientos, habilidades, competencias).

Como se puede observar, la implementación de una estrategia sencilla de eficiencia de un recurso cuyo aprovechamiento se desea optimizar – la superficie con pasturas - termina beneficiando a dos de las tres variables de la sostenibilidad y puede generar más fuentes de trabajo, una mejor rentabilidad por hectárea, diversificación de fuentes de ingresos y amortiguamiento del flujo de caja en el tiempo.

3.3 El pensamiento que orienta las estrategias de consistencia se basa en la simbiosis productiva entre la naturaleza y la técnica (Behrendt, S., Göll, E., Korte, F., 2018). En la economía circular, por ejemplo, se diseñan los procesos de manera tal que los residuos de un proceso sean los recursos para otro. En el sector agropecuario se puede citar como ejemplos, la generación de bioetanol y de electricidad a partir de la fermentación de residuos agrícolas y de animales en tambos u otras instalaciones. Estas estrategias no proponen una reducción del consumo. El talón de Aquiles reside en la factibilidad de poder generar siempre algo de valor a partir de residuos.

Se alcanzan los máximos beneficios si se aplican las tres estrategias, pues ninguno de estos principios excluye a los demás y existen evidencias empíricas han demostrado que los resultados aumentan más que proporcionalmente.

4. Competitividad y estrategias competitivas

Una empresa es competitiva cuando puede vender su producto o servicio en el o los mercados relevantes para ella y obtener beneficios. Está relacionado con las ventajas competitivas desarrolladas (Porter, M., 2000). Las ventajas comparativas en cambio, suelen proceder del agroecosistema y/o de la

locación. Para ser exitosamente competitivo se pueden combinar ambos tipos de ventajas o no, según los casos.

Las estrategias competitivas fueron descritas por Porter para los sistemas industriales, aunque muchos de sus conceptos pueden aplicarse a los SPP. Según este autor, existen tres estrategias competitivas genéricas: liderazgo en costos, diferenciación del producto y/o servicio y enfoque o concentración en un segmento del mercado.

Cuadro: Requisitos de las estrategias genéricas (Porter, M., 2000).

Estrategia genérica	Habilidades y recursos requeridos	Necesidades organizacionales
Liderazgo en costos	Inversión sostenida de capital y acceso a los capitales Habilidades de ingeniería en procesos Supervisión meticulosa de la mano de obra. Productos diseñados para facilitar la manufactura. Sistema barato de distribución.	Riguroso control de costos Informes detallados y frecuentes de control Organización y responsabilidades bien estructuradas Incentivos basados en el cumplimiento de los objetivos cuantitativos estrictos
Diferenciación	Sólidas capacidades en marketing Ingeniería de productos. Estilo creativo. Gran capacidad de investigación básica Reputación en liderazgo tecnológico o en calidad. Tradición o combinación original de h habilidades obtenidas de otras industrias Cooperación de otros canales.	Buena coordinación entre las funciones de investigación y desarrollo, de desarrollo de productos y de marketing. Medición e incentivos en vez de medidas cuantitativas. Comodidades para atraer mano de obra muy bien calificada, científicos o personas creativas.
Enfoque	Combinación de las policitas anteriores dirigidas a un determinado obj. Estratégico.	Combinación de las políticas anteriores dirigidas a determinado objetivo estratégico.

Estas estrategias pueden combinarse en múltiples variantes y la implementación de una misma estrategia genérica puede darse de diversas maneras. Cada una de ellas presenta sus ventajas y también sus riesgos, por lo que conviene, en vez de seguir recetas, seleccionar con cuidado la más apropiada para cada caso.

La cadena de valor ilustra los pasos sucesivos de las actividades necesarias para crear valor en la producción de un bien o servicio. Dichas actividades requieren recursos y se relacionan entre sí a través de procesos.

De comparar las cadenas de valor, sus requisitos y las condiciones existentes – y aquellas que podrían lograrse – se podrá identificar las sub - estrategias de mercadeo, de producción, de capacitación y económica – financiera que conviene elegir para lograr los objetivos propuestos. Así se definen las ventajas competitivas.

La estrategia de integración vertical consiste en una combinación de la producción, la distribución y otros procesos económicos tecnológicamente diferenciados dentro de los confines de una empresa individual a lo largo de la cadena de valor (Porter, M. 2000).

Por ejemplo, para un SPP, se puede elegir entre producir el propio alimento de suplementación para el ganado o bien comprarlo de un proveedor externo a la finca. La elección podrá estar basada en el precio versus el costo de producción y acarreo, en la calidad del suplemento elegido y la calidad de carne que se desee producir en el SPP, esfuerzos de coordinación y costos logísticos, disminución del riesgo, etc.

La integración vertical se beneficia especialmente con la producción de mayores volúmenes y cuando la tecnología utilizada permite mejoras sucesivas. Por otra parte, permite desarrollar enormes ventajas competitivas para la diferenciación y mayor agregado de valor a lo largo de la cadena - y obtener mayores beneficios por la implementación de aquellas estrategias de marketing que más permiten capitalizar dichas ventajas.

Sin embargo, la integración vertical no es una estrategia adecuada para todas las empresas. En efecto, para mantener las ventajas competitivas que permite desarrollar, se requiere también, entre otros requisitos, de una actitud muy proactiva al desarrollo tecnológico, contar con información muy actualizada sobre la evolución de tecnología de los competidores y sistemas administrativos muy eficientes y eficaces.

5. Análisis estratégico. Generación de la estrategia y sub- estrategias

Para aplicar estos conceptos a la práctica, se comienza con el análisis estratégico de una finca, empresa o sistema productivo.

Se investigan las variables que caracterizan **el** ambiente externo de la empresa o sistema, incluyendo todos los aspectos relevantes de la cadena de valor vinculadas a las producciones en el sistema. Estos aspectos incluyen las condiciones sociales, económicas y políticas a nivel local y regional, nacional e internacional, que afectan las condiciones de expansión de los productos del sistema productivo. Se hace hincapié especialmente en las tendencias y expectativas desde el punto de vista socio- cultural, ambiental, político, económico y de los mercados.

Luego, se analizan las condiciones internas: la organización y cómo se ejecutan las acciones habituales (quién, desde cuándo y cómo, con qué

resultados), sus políticas y estrategias vigentes, su integración y control. Los hábitos son producto de valores y creencias predominantes que inspiran a su vez los objetivos tendientes a lograr determinados resultados. Se hace hincapié en las capacidades las preferencias y personalidades de los actores clave y del personal del sistema. Cada persona tiene una combinación de talentos, fortalezas y capacidades única (Block, J., 1995) y lo mismo puede afirmarse para equipos de trabajo y sistemas productivos, empresas o fincas.

En tercer lugar, se analiza en qué medida pueden aplicarse a las condiciones internas, las tres estrategias básicas para la sostenibilidad, los principales obstáculos para implementarlas y también las posibilidades de mejoría.

5.1. Limitaciones para implementar estrategias competitivas

Para que la estrategia competitiva formulada sea realista, conviene tener en cuenta que existe un contexto, dentro del cual se la formula y que, además, existen cuatro **límites** en lo que se refiere a lo que la empresa pueda lograr.

A nivel interno los limites surgen de:

- Las fortalezas y debilidades de la empresa, que representan su perfil de activos y sus habilidades en relación a la competencia como recursos, situación tecnológica, etc.
- Los valores personales, motivos y necesidades de los dueños/accionistas y de los principales responsables de la implementación estratégica.

A nivel externo:

- Las oportunidades y riesgos actuales y potenciales de la industria (técnicos y económicos), que definen al ambiente competitivo.
- Las expectativas sociales generales, que reflejan el impacto que podrán tener sobre la empresa las políticas gubernamentales, los problemas sociales, las costumbres, etc.

La identificación precisa de las fortalezas y debilidades es clave para poder diseñar la estrategia más adecuada que permita desarrollar el mayor potencial a partir de las primeras, para lograr los mejores resultados y rentabilidades, mientras que se minimiza el impacto negativo de las debilidades sobre la sostenibilidad y competitividad.

Efectivamente, las amenazas surgen de la competencia o de las tendencias y expectativas que la finca o empresa no puede afrontar y resolver con éxito en las condiciones actuales.

Aplicando el mismo criterio, las oportunidades son aquellas situaciones del entorno vinculadas a las tendencias y/o a las expectativas que la empresa

podría satisfacer con su actual capacidad o capacidades que puede desarrollar con relativa facilidad a partir de lo que ya tiene.

Por ejemplo, la valorización creciente de los productos diferenciados por calidad, tales como los que utilizan normas ISO, orgánicos (siguiendo normas de IFOAM), etc. y el necesario manejo sustentable de las dimensiones económica, social y ambiental constituyen una tendencia que brindará infinitas oportunidades para nuevos negocios, especialmente para aquellas empresas que incursionen con responsabilidad y coherencia en este modo de pensar y proceder (Geier, B., 1999).

5.2. Consideraciones generales para el diseño de estrategias competitivas

En general, a la hora de diseñar estrategias competitivas y para la sostenibilidad para Sistemas Silvopastoriles, conviene comenzar por asegurar el buen uso y conservación de los recursos naturales.

Se identifican las áreas ecológicamente más frágiles y/o ecosistemas que se desean preservar, tales como nacientes y márgenes de arroyos y ríos, pendientes muy pronunciadas, hábitats únicos y corredores de biodiversidad actuales y potenciales.

Otro aspecto a priorizar es el mantenimiento y mejora de la fertilidad del suelo mediante el buen manejo, para minimizar riesgos de erosión y degradación, además de la incorporación de abonos. El motivo de ello reside en que constituye la base de la sostenibilidad ambiental que permitirá en una segunda instancia, el desarrollo de sistemas productivos económicamente sostenibles. Así se favorecen mayores rendimientos cuantitativos y cualitativos en los productos a obtener, además de la menor incidencia de plagas y enfermedades (que, en caso de surgir y que tengan que combatirse, tendrán incidencia negativa por los costos adicionales incurridos).

5.3. Consideraciones particulares para un caso ejemplo de SPP

En particular, se explicará con un ejemplo de SPP en una finca en el Bosque Atlántico Interior en Argentina, cómo continuar el proceso de diseño estratégico. Se trata de un establecimiento de unas 2000 ha., con terrenos ondulados y suelos rojo profundos en las partes más altas y abundantes arroyos y un área pantanosa de unas 200 ha. La mitad del establecimiento ya se encuentra forestada y cuenta con unas 60 ha de yerba mate, mientras que la otra mitad está cubierta por monte nativo bajo régimen de preservación ambiental. Todas las producciones son de calidad media a baja, aunque el potencial de suelo y clima permitiría un desempeño bastante mejor. La principal preocupación de los dueños era la existencia de fuertes oscilaciones del flujo de caja de la empresa (grandes entradas en momentos puntuales de raleos de pinos y talas rasas, cosecha de yerba mate dos veces

al año), que le dificultaba afrontar el pago mensual de todos los impuestos y del personal permanente en la finca. Esto dificulta la sobrevivencia e imposibilita aprovechar oportunidades para el crecimiento empresarial.

Se formula la nueva misión para la finca como ¨se proveedor de productos de calidad de manera sostenible para autofinanciar el crecimiento empresarial¨

El siguiente paso es la definición de la visión: ¨ser un establecimiento próspero con personal bien calificado y organizado, generando sosteniblemente productos de primera calidad que sean fácilmente colocados en los mercados¨.

Luego se formula el objetivo general para la finca: ¨generar un modelo sustentable y con rentabilidad tal que permita cubrir ampliamente los costos actuales y financiar el crecimiento a mediano y largo plazo¨.

Se percibe que ello requerirá aplicar estrategias para incluir actividades productivas y servicios de manera de integrar eficientemente los aspectos técnico-productivos y de servicios, así como los de mercado-financieros para garantizar la sobrevivencia y crecimiento empresarial.

Si se recuerda que, según Porter, M. (2000):

> *"En lo esencial, diseñar una estrategia competitiva consiste en crear una formula general de cómo la empresa va a competir, cuáles serán sus metas y que políticas se requerirán para alcanzarlas"*

Se precisa aumentar las fuentes de ingresos y en este caso, mediante una estrategia de diversificación de producciones sobre la misma superficie ya existente, para lo cual se formulan los objetivos específicos y su correspondiente política, requeridos para alcanzarlas:

Desde lo financiero: Política de generación de liquidez y recursos internos para financiamiento de nuevas actividades. Los objetivos específicos:

- Mejorar la planificación financiera y previsión de erogaciones.

- Generar mayor liquidez para afrontar obligaciones:

- Vender activos fácilmente sustituibles en el corto plazo y capitalizar los fondos obtenidos;

  - preferir ciclos productivos más cortos para disminuir el tiempo de inmovilización del capital invertido;
  - seleccionar producciones que brinden ingresos a lo largo del año de manera complementaria.

- Generar recursos financieros internos:

- capitalizar recursos de las ventas (en moneda con mínima inflación).

Desde lo productivo: Política de producción orgánica y aumento progresivo de la diversificación de producciones complementarias desde lo ecológico y sus épocas de labores más intensas (incluyendo cosecha). Los objetivos específicos son:

- Mejorar la rentabilidad y sostenibilidad

- Implantación de SPP –y elección de las especies:

- Animales:
  - Bovinos y ovinos en tierras altas;
  - Gallinas detrás del pastoreo de bovinos;
  - Carpinchos en tierras bajas (arroyos).
- Vegetales para alimentación animal:
  - pasturas mixtas;
  - arbustos leguminosos;
  - suplementos (maíz, soja, poroto, etc.).
- Forestales:
  - Pinos taeda y eliottii;
  - Araucaria angustifolia;
  - Arboles leguminosas de alto valor maderero;
  - Yerba mate (*Ilex paraguayensis*).

- Diseñar las cadenas de valor de los productos del SPP (industrialización).

Desde lo ambiental: Política de garantizar la preservación del ecosistema nativo y el manejo sustentable de los recursos dedicados a la producción comercializable. Los objetivos específicos:

- Garantizar la preservación de las áreas frágiles, nacientes y calidad del agua de los arroyos, protección de las pendientes, etc.

- Diseñar sistemas productivos y agregados de valor en el marco de la sostenibilidad:

- Asegurar la fertilidad del suelo mediante prácticas de buen manejo incluyendo agregado abonos;
- Diseñar los potreros y áreas para los diferentes usos de manera de minimizar impactos ambientales negativos;
- Elegir especies que se adapten bien a las condiciones y evitar las que puedan resultar invasoras.

Desde lo social: Política de fomento de cultura a favor de la sostenibilidad y calidad. El objetivo específico es:

- Crear una cultura organizacional para la sostenibilidad y competitividad, para lo cual:

- Capacitar al personal en manejo orgánico e implementación de estrategias para la sostenibilidad;
- Alinear las prácticas de administración de RRHH;
  - armar equipos de trabajo eficaces
  - entrenar hábitos de mayor eficacia;
  - seleccionar personal nuevo según talentos y fortalezas faltantes;

Desde la mercadotecnia: Política de mejoría de la competitividad, con estrategia de segmentación. Los objetivos específicos:

- Desarrollar la mejor mezcla de mercadotecnia para cada producto, (precio, calidad del producto, plaza de venta, promoción/educación/difusión);

- Investigar, analizar y seleccionar los mercados más convenientes según las condiciones de la finca, las capacidades humanas y las preferencias de quienes llevan a cabo la ejecución de la nueva misión;

- Contratar una empresa de certificación orgánica de las producciones;

- Desarrollar una estrategia de comunicaciones:

- Interna para mejor coordinación logística;
- Externa con los mercados (educación y publicidad).

Desde la administración: Política para mejorar precisión, agilidad e integración de las tareas y áreas. Los objetivos específicos:

- Definir e integrar las estrategias para cada objetivo y área;

- Definir la estructura organizativa (flexible) y:

- Mejorar y organizar la coordinación de comunicaciones
- Coordinación de trabajos y tareas.

- Sistemas de gestión con indicadores para cada área y gestión del conjunto del SPP.

6. Implementación de las estrategias

6.1. Consideraciones generales

Luego de definir la formulación estratégica además de pensar prolija- y meticulosamente cómo va a funcionar cada pieza del conjunto, se diseñan los espacios y procesos para optimizar recursos y evitar pérdidas de tiempo y de oportunidades. Así los resultados provenientes de la generación y adición de valor son muy superiores a cuando se aplican solamente buenas prácticas de manejo sostenible.

6.1.1 Proceso en espiral de mejoramiento sucesivo de calidad y del manejo sostenible

Al comienzo se analiza la eficiencia y consistencia de cada actividad. Los ajustes para aumentar la eficiencia surgen de revisar las tecnologías, el esfuerzo financiero y tiempo para lograr cada unidad de producto y optimizarla.

Por ejemplo, aplicando una estrategia de consistencia, una parte de los chips de las ramas de pinos cortados (del raleo o de la tala rasa) puede utilizarse para controlar la erosión hídrica en pendientes con plantaciones de yerba mate y contribuir al manto de materia orgánica (ultisoles). Parte de los productos obtenidos de los cultivos que se harán entre las líneas de los pinares jóvenes podrán destinarse al consumo de los rebaños de ganado propios.

6.1.2 Generación de una cultura para la sostenibilidad

Es muy importante considerar, ya en la fase de reflexión y formulación de las estrategias, a la cultura de un grupo humano o sistema. La cultura subyace a las políticas y la manera en que se hacen las cosas. Es también el producto de una combinación de sus valores, historia, traumas y hábitos. Por eso, la cultura define qué potencial y capacidad tiene un sistema de hacer ciertas cosas y cuáles no. Se convierte pues, en un factor que condiciona en gran medida los éxitos y fracasos, al aprendizaje y superación de situaciones críticas (Keller, P., 2012).

6.2 Los aspectos que facilitan la implementación estratégica

Estos aspectos ocurren cuando:

1. El análisis de las condiciones más relevantes se hace de la manera más prolija – y profundamente posible;

2. La planificación se realiza de manera realista y detallada, pero incluyendo márgenes de variaciones en los costos, en los rendimientos y en los márgenes a obtener. Se puede llevar a cabo con una planilla de cálculo, partiendo de la cuenta capital de los recursos existentes y los márgenes brutos de cada actividad planeada en cada etapa de la cadena de valor (Keller, P., 2003).

3. Se tienen en cuenta de antemano, opciones para aquellos eslabones de la cadena más inestables y se analizan las mejores formas de resolverlo (evaluar costos, ventajas y desventajas de diferentes opciones de contratación externa o bien producción interna).

4. Quien organiza la implementación tiene, como mínimo, sólidos conocimientos sobre los temas antes explicados. Actualmente suceden tantos cambios a nivel de mercados que, si no se piensa bien la estrategia y se trabaja de manera metódica, suele irse de crisis en crisis, lo cual no es sostenible.

5. Se necesitan competencias de administración, de liderazgo y de emprendedor, que rara vez se encuentran en una sola persona. Cada uno debería conocer sus propias debilidades, para complementarse con quien tiene aquella cualidad como fortaleza. Sólo así el trabajo en equipo puede resultar en más que la suma de sus partes (Schuler, R., 1999).

6. Existe un ambiente de honestidad y lealtad hacia la empresa y los demás colegas, por un lado y de tolerancia hacia los errores, viéndolos como oportunidades para mejorar. Muchos problemas son causados más por asuntos humanos, culturales y psicológicos, falta de comunicación eficaz, entre otros - y no tanto por asuntos técnicos.

7. Desarrollar un sistema de gestión para las tres dimensiones de la sostenibilidad, además de todos aquellos aspectos que puedan resultar limitantes (idealmente, en la etapa previa a que se perciba la limitación), mediante la formulación de indicadores que sean prácticos y fáciles de aplicar por las personas que deben medir y luego interpretarlos (Keller, P., 2003).

7. Conclusiones

Todo emprendimiento cuyos frutos se recogen a mediano y largo plazo precisa de una estrategia para no ser solamente eficiente, sino eficaz en el logro de los objetivos propuestos.

Diseñar una estrategia adecuada para cada SPP, es como armar un rompecabezas. Primero se estudian bien las piezas o partes, se definen los objetivos y luego se decide el mejor camino o estrategia a seguir para armar las cadenas de valor que permitan realizar los negocios deseados.

Si se analiza por un lado el tiempo que lleva definir e implementar una estrategia cualquiera elegida y se tiene en cuenta, por otro lado, que su evolución necesaria para dar los productos esperados en mediano y largo plazo, no es lineal, se percibe cuán conveniente es realizar estas definiciones y elecciones lo antes posible.

Aun así, siempre pueden realizarse ajustes y mejorías estratégicas innovadoras que permitan la creación de mayor valor e incursionar en posibilidades de expansión a medida que se va afianzando la implementación estratégica elegida.

Dada la complejidad de las estrategias de marketing y para lograr la mejor generación de productos más atractivos y mejor valorados, resulta conveniente pensar, ya desde el comienzo, en el cliente potencial, para definir mejor los motivos y la manera en que se va a producir y generar servicios.

En la concepción de estrategias se tiene en cuenta la información más relevante del entorno externo e interno. En cuanto a la del entorno interno, sería deseable incluir información, preferencias, capacidades y limitaciones no sólo de los dueños/accionistas del sistema, sino también de los colaboradores clave (que seguirán en el sistema al menos en el mediano plazo) para implementarla. Asimismo, conviene que tanto los proveedores, como otros agentes externos con quienes se elija trabajar, estén alineados en dicha estrategia.

Aunque se acepta que existen tres estrategias competitivas básicas para desarrollar ventajas competitivas, las combinaciones entre ellas, la manera de alcanzarlas y las interacciones con diversas opciones estratégicas para la sostenibilidad, permiten un número muy elevado de variantes y posibilidades de crecimiento para elegir lo que mejor se adecúa para cada finca y SPP, cada propietario y equipo de personas en particular.

Las fuentes de la/s ventaja/s competitiva/s está/n dentro de la empresa, así como generalmente también los límites de su implementación. Estos suelen estar dados más por la personalidad de quien administra el sistema, que por otros motivos.

Una cultura a favor de la sostenibilidad necesariamente debe incluir hábitos que caracterizan este enfoque. Lo mismo ocurre para lograr la competitividad.

Por ello cada persona que esté a cargo de un sistema productivo no debería seguir recetas, sino elegir la combinación más adecuada para sus condiciones, sus preferencias, capacidades y fortalezas, aspiraciones y visión.

A veces, el factor humano es subvalorado. Conviene tener en cuenta, que suele el punto de partida y también de llegada de cualquier implementación estratégica. Además, sin el conocimiento, las capacidades y conciencia humanas para la sostenibilidad, el desarrollo empresarial en esta dirección es inviable.

Efectivamente, este factor permite para diversas situaciones crear la base para desarrollar múltiples ideas de negocios – y no un solo negocio basado en una idea. Así se puede elegir la estrategia de segmentación al comienzo, por ejemplo, para luego ir desarrollando diferencias que agregan valor - y especialmente más valor percibido por el cliente del segmento elegido.

Todas estas definiciones y su implementación estratégica permitirán construir las ventajas competitivas dentro de la finca. Cuanto más complejas sean sus componentes, más difíciles serán de imitar y, en consecuencia, permitirán una ventaja más prolongada en el tiempo. Por el contrario, en

general cuanto más simple y más fácil de copiar sea la fuente de ventaja competitiva, menos tiempo se podrá disfrutar de sus beneficios.

En aquellos casos en que la cultura empresarial no está bien definida y/o si su estructura y sistema de motivación son contradictorias, disminuyen los rendimientos porque la empresa o sistema productivo no consigue sostener su crecimiento inicial que inicialmente le proveyó la estrategia elegida.

Entonces, sería interesante tener en cuenta estos factores bien desde el comienzo, para disminuir los riesgos de una implementación deficiente y/o el estancamiento estratégico por la mitad que ocurre cuando no tiene una participación en el mercado, no realiza inversiones de capital, prefiere los costos bajos, no está bien diferenciada o le falta enfoque. Con ello, se condena a tener bajas rentabilidades, pierde compradores en uno y otro mercado porque no satisface a ninguno completamente.

El secreto de la ejecución estratégica eficaz reside en alinear las partes del proceso y mantener el foco en la filosofía estratégica elegida – y quedar atento a las oportunidades que puedan ser éticamente aprovechadas en el marco de la sostenibilidad.

Bibliografia

Behrendt, S., Göll, E, Korte, F., 2018. . Effizienz, Konsistenz, Suffizienz. Strategieanalytische Betrachtung für eine Green Economy, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GMbH, Berlin, pp. 37.

Block, J., 1995. A contrarian view of five – factor approach to personality description. En: Psychological Bulletin 117, pp. 187-215.

Del Pozo Ramos *et al*., 1997. Efecto de la integración de ovino y caprino con vacuno sobre las variaciones de la composición botánica de praderas de raigrás inglés/trébol blanco. Actas de XXXVII Reunión científica de SEEP, pp. 57-65.

FAO, 2019, The State of the World´s Biodiversity for Food and Agriculture. FAO Assessments, Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture of the United Nations, Roma, pp. 576.

Fischer, C., Grießhammer, R., 2013. Working Paper. Mehr als nur weniger Suffizienz: Begriff, Begründung und Potenziale, Öko-Institut e.V., Friburgo, pp. 23.

Geier, B., 1999. Regional and Seasonal: Adding value to Organic. En: Quality and Communication for the Organic Market, 6th. IFOAM Organic Trade Conference, International Federation of Organic Agriculture Movements, Florencia, pp. 109-113.

Hinterhuber, H.,2003. Erfolgreich im Schatten der Grossen, Wettbewerbsvorteile fuer kleine und mittlere Unternehmen, Erich Schmidt Verlag, Berlin, pp. 342.

Keller, P., 2003. Estrategia Agroempresarial y ambiental para El Paraíso, Misiones Argentina, Tesis de Maestría de Gestión Agroempresarial y Ambiental, Universidad para la Cooperación Internacional, San José de Costa Rica, pp. 172.

Keller, P., 2012. Implementación de estrategias para la sostenibilidad y capital cultural, Tesis Doctoral presentada en el Doctorado de Administración, Facultad de Ciencias Económicas, UNAM, Posadas, pp. 419.

Kliksberg, B., 2004. Más ética, más desarrollo, Ed. Temas, Buenos Aires, pp. 224.

Naciones Unidas, Agenda 21, 1992, disponible en PDF, en: www.un.org.esa/dsd/agenda21_spanish (consultado el 30/7/2019).

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Nolan T., Connolly, J., 1989. Mixed versus mono-grazing by steers and sheep. Animal Production 48, pp. 519-533

Porter, M., 2000. Estrategia competitiva. Técnicas para el análisis de los sectores industriales de la competencia. Ed. Compañía Continental, Méjico, pp. 383.

Putnam, R. D, 2000. *Bowling alone: el colapso y la reactivación de la Comunidad Americana*. Simon & Schuster, Nueva York, pp. 541.

Putnam, R. D., 2004. Democracies in Flux: The Evolution of Social Capital in contemporary society. Oxford University Press, Oxford, pp. 528.

Sachs, J., 2015. The Age of Sustainable Development, Columbia University Press, Nueva York, pp. 543.

Scherhorn, G., 2008. Ressourceneffizienz im Kontext der Nachhaltigkeitsdebatte. En: Hartard, J. (Editor), Über Effizienz hinaus, Ed. Nomos-Verlag, Baden-Baden, pp. 21-30.

Schuler, R. S., 1992. Strategic Human Resource Management: Linking People with the Strategic Needs of the Business. En: Organizational Dynamics 21, pp. 207-219.

Senge, P., 2006. The Fifth Discipline: The Art and Practice of the learning Organization, Ed. Doubleday. Nueva York, pp. 464.

Sinek, S.,2019. The infinite Game, Ed. Portfolio. Londres, pp. 272.

Wilke, G., 2002. Öko-Effizienz. Eine Problemskizze. En: Von nichts zuviel. Suffizienz gehört zur Zukunftsfähigkeit. Über ein Arbeitsvorhaben des Wuppertal Instituts Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie (Eds.), Wuppertal, pp. 71-82.

Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible, el futuro de la ganadería

M. Gómez Vivas; A. Ayala Russi; D. Chica Sepúlveda;
A. Danzo Guzmán y H. Pantevez Villamil.

Federación Colombiana de Ganaderos-FEDEGAN.
Calle 37 # 14-31 Bogotá, Colombia.

Resumen

El Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible (GCS), inició en Colombia a mediados de 2010 como una oportunidad para mejorar la producción del negocio ganadero a través del trabajo amigable con el medio ambiente mediante el establecimiento de sistemas silvopastoriles (SSP) y la conservación de bosques nativos. El proyecto beneficia a 4.100 familias ganaderas, con cerca de 160.000 Ha, distribuidas en 87 municipios de cinco zonas del país (Proyecto-Ganadería-Colombiana-Sostenible, 2019). El Proyecto se centra en la reducción de las principales limitantes para la adopción de prácticas de uso del suelo que benefician tanto a ganaderos como al medio ambiente a través de los siguientes componentes: (i) Mejoramiento de la productividad a través de Sistemas Silvopastoriles -SSP, (ii) Incremento de la conectividad y reducción de la degradación de la tierra, (iii) Fortalecimiento de las instituciones del subsector, difusión y Monitoreo y Evaluación -M&E.

Como logros importantes del Proyecto, se ha logrado la sensibilización sobre sistemas silvopastoriles a 21.294 ganaderos y la capacitación de 654 técnicos y profesionales en el desarrollo de la ganadería sostenible. Todo este esfuerzo enfocado en el fortalecimiento de capacidades ha resultado en el establecimiento de 34.468 hectáreas en sistemas silvopastoriles no intensivos e intensivos que, a su vez, logran el aumento de la rentabilidad de los predios, medida como la disminución de costos de producción, el aumento en la capacidad de carga y producción de leche por hectárea. Aunado a lo anterior, se mantienen 18.000 hectáreas en conservación de bosques maduros y secundarios, que permiten una mayor prestación de servicios ambientales y el mejoramiento de la biodiversidad.

Palabras claves: *Asistencia técnica, material vegetal, productividad, servicios ambientales.*

Abstract

The Cattle Ranching Project started in Colombia in 2010 as an opportunity to develop the cattle business through the environmentally friendly work by the establish of silvopastoral systems and the native forest conservation. The project benefits 4.100 family's ranchers, with over 160.000 hectares,

distributed in 87 municipalities of five regions of the country (Sustainable Cattle Ranching Project, 2019). The Project focus on the reduction of the main limitations of adopting land use practices that benefits both farmers and environment through the following components: (i) increase productivity through Silvopastoral systems, (ii) increase connectivity and reduce land degradation and the (iii) Strengthening of the institutions of the subsector, dissemination and Monitoring and Evaluation -M & E.

As important achievements of the Project, it has been accomplished the awareness of the implementation of silvopastoral systems in 21.294 farmers and the training of 654 technicians and professionals in the development of sustainable livestock. All this effort focused on building capacity has resulted in the establishment of 34,468 hectares in non-intensive and intensive silvopastoral systems that, in turn, achieve the increase in the profitability of the land, measured as the decrease in costs production, the increase in the load capacity and milk production per hectare. In addition, 18.000 hectares are maintained in conservation of mature and secondary forests, which allow a greater provision of environmental services and the improvement of biodiversity.

Key words: *Technical assistance, plant material, productivity, environmental services.*

Introducción

La ganadería es un sector económico clave en Colombia: contribuye con el 3,6% del PIB nacional, con el 27% del PIB agropecuario y con el 64% del PIB pecuario, representa el 7% del empleo nacional y el 28% del empleo rural. La ganadería se enfrenta a barreras estructurales comunes para el desarrollo rural en Colombia, tales como: debilidad del capital humano, baja productividad, alto grado de informalidad, uso ineficiente de los recursos naturales, y el acceso inadecuado a los recursos financieros y a nuevas tecnologías, entre otros (Cubillos, Osorio, Ayala, Polanía, & Cortes, 2018; Federación Colombiana de Ganaderos - FEDEGAN, 2006).

El 82% de los ganaderos tienen menos de 50 animales en su finca y se enfrentan a limitaciones financieras y tecnológicas para participar en el desarrollo del subsector. El capital de trabajo y los recursos naturales son utilizados ineficientemente lo que se traduce en elevados costos de producción y rentabilidad marginal (Federación Colombiana de Ganaderos - FEDEGAN, 2006).

Entre los años 2003 y 2008 surge el proyecto regional GEF/IBRD Enfoques Silvopastoriles Integrados para el manejo de Ecosistemas, implementado en Colombia, Costa Rica y Nicaragua, demostrando un impacto positivo de sistemas de producción silvopastoriles (SSP) sobre la sostenibilidad y la productividad de la ganadería en varias áreas. Además, demostró los efectos

positivos del uso de pagos por servicios ambientales (PSA) para inducir a los productores a adoptar SSP y cambios relacionados con el uso de la tierra. Los ganaderos respondieron positivamente al PSA y a la asistencia técnica ofrecida en el marco del proyecto para la adopción de los cambios en sus sistemas de producción, en particular mediante la implementación de árboles en pasturas naturales, bancos mixtos forrajeros y cercas vivas. Como resultado en Colombia, los beneficiarios de PSA cambiaron el uso de la tierra en un 48% de la superficie agrícola del predio, frente a menos del 13% de los miembros de un grupo de control (Zuluaga, *et al*. 2011)

Con el objetivo de lograr que la ganadería contribuya al uso sostenible de los recursos naturales mediante la adopción de sistemas de producción amigables con el ambiente, que permitan mejorar la productividad ganadera, la conservación de la biodiversidad de importancia global, reducir la degradación de suelos, promover la restauración, rehabilitación y recuperación de los mismos, en el año 2010 FEDEGÁN desarrolló y gestionó junto con CIPAV, el Fondo Acción (FA), The Nature Conservancy (TNC), y los Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural y de Ambiente y Desarrollo Sostenible el proyecto “Ganadería Colombiana Sostenible” - GCS, ante el Directorio del Banco Mundial, y recibió recursos de financiación del Global Environmental Facility-GEF y una financiación adicional del Reino Unido con la cual se continuó apoyando la preservación de la biodiversidad y se complementó sus objetivos en beneficio de la mitigación del impacto del cambio climático y la reducción de la pobreza. Las donaciones del proyecto ascienden a US$ 27.7 millones. (Proyecto Ganadería Colombiana Sostenble, 2017a).

El proyecto se desarrolla en cinco regiones: (i) Región de ganadería tradicional del Valle del río Cesar; (ii) Región del Bajo Magdalena en el departamento del Atlántico y nororiente de Bolívar; (iii) Regiones lecheras de Boyacá y Santander (ligadas al Corredor de Roble); (iv) Ecorregión Cafetera y terraza de Ibagué, y (v) Piedemonte del Orinoco en el departamento del Meta. Todas estas regiones en donde opera el Proyecto fueron seleccionadas por sus altos niveles de biodiversidad, cercanía a ecosistemas estratégicos o áreas protegidas. Las zonas i y ii contienen los últimos fragmentos de Bosque Seco Tropical, considerado uno de los ecosistemas neo-tropicales más amenazados y con una degradación en Colombia del 98.5% de su superficie. Otro ecosistema estratégico son los humedales asociados al río Magdalena considerados de alta prioridad por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y The Nature Conservancy (TNC) debido a la presencia de aves migratorias y especies endémicas.

La Figura 11 describe las tres áreas estratégicas sobre las cuales trabaja el Proyecto para el logro de sus objetivos: i) el fortalecimiento de los servicios

de Extensión Rural y conocimientos asociados a los sistemas silvopastoriles, tales como: la construcción de capacidad técnica a través de la formación de técnicos y extensionistas, desarrollos tecnológicos por medio de la validación de sistemas productivos locales ajustados a las condiciones de las diferentes regiones ganaderas y, el establecimiento de Fincas Demostrativas que apoyan los procesos de capacitación y la transformación productiva que espera el Proyecto; ii) la validación de un rango de incentivos que apoyan a los productores en la transformación de sus predios hacia una ganadería sostenible y baja en carbono. Estos incentivos incluyen dos tipos de Pagos por Servicios Ambientales (por Biodiversidad -PSA1 y por Captura de Carbono -PSA2), así como la provisión de Asistencia Técnica (AT) y el apoyo en la provisión de Material Vegetal con el fortalecimiento de viveros privados y en finca. Un modelo que se viene validando es la asistencia técnica plus (AT+) que combina la AT tradicional más un incentivo otorgado a través de insumos en especie; iii) desarrollo e implementación de un sistema de Monitoreo y Evaluación de los resultados e impactos del Proyecto, así como, de la diseminación de las experiencias, conocimientos y lecciones aprendidas.

Figura 1. Áreas estratégicas de intervención del Proyecto y resultados esperados.

Materiales y Métodos

El Proyecto se centra en la reducción de las principales limitantes para la adopción de prácticas sostenibles de uso del suelo, que benefician tanto a ganaderos como al medio ambiente. La estructura del proyecto tiene cuatro grandes componentes:

Componente 1. Mejoramiento de la productividad en las fincas participantes en las áreas del proyecto a través de SSP.

El objetivo de este componente es incrementar la productividad de fincas ganaderas mediante la implementación de SSP. El proyecto ofrece un paquete de ayudas que incluyen: (i) asistencia técnica (AT) que promueva la relación costo-eficiencia y la sostenibilidad ambiental y económica de la producción ganadera, diseñando e implementando planes de conversión a SSP a través de los equipos regionales de asistencia técnica del proyecto y profesionales de CIPAV; (ii) Asistencia Técnica Plus (AT plus), la cual es una nueva herramienta que cubrirá un grupo de ganaderos que solo reciben AT de las convocatorias I, II y III y al 50% de los participantes de la IV convocatoria, que no tengan sistemas de cercas eléctricas; (iii) Durante las etapas iniciales del proyecto se brindó apoyo, a los ganaderos que lo solicitaban, para acceder a recursos financieros del banco de segundo nivel FINAGRO, para la adopción de SSP, a través de créditos ya existentes con precios atractivos para la adopción de SSP intensivos con densidades de siembra y especies definidas (forraje y madera). Las principales actividades del componente I son: (a) capacitación en SSP a los proveedores nacionales, regionales y locales de AT (b) selección de los beneficiarios y evaluación de la línea base por fincas (c) asistencia técnica a los ganaderos e implementación de los SSP en las diferentes regiones, incluyendo actividades de intercambio de información entre ganaderos (d) evaluación y ajuste de las tecnologías aplicadas en cada una de las áreas del proyecto y (e) apoyo a iniciativas de mercado para asegurar recursos a largo plazo (y propuesta de certificación para productos cárnicos y lácteos producidos en SSP).

Componente 2. Incremento de la conectividad y reducción de la degradación de la tierra en las fincas participantes, a través de diferentes esquemas de PSA.

El objetivo de este componente es incrementar la conectividad entre ecosistemas naturales en paisajes ganaderos por medio del desarrollo de corredores ribereños y terrestres, para lo cual el proyecto cuenta con recursos para hacer Pagos por Servicios Ambientales – PSA a los ganaderos que estén dispuestos a conservar ecosistemas naturales y a implementar prácticas de ganadería sostenible.

Las principales actividades de este componente incluyen: (a) ajuste e implementación de dos mecanismos PSA de corto plazo (Biodiversidad y Carbono); (b) medición los efectos de PSA a corto plazo, (c) diseño de dos mecanismos de PSA de largo plazo financiados por los usuarios del servicio ambiental (SA) (d) Fincas demostrativas y (e) Promoción del uso de especies focales en SSP.

Componente 3. Fortalecimiento de las instituciones del subsector, difusión y M&E que contribuyan a la adopción más amplia de SSP amigables con el medio ambiente en la ganadería colombiana.

El objetivo de este componente es constituir alianzas con los principales socios del proyecto y las partes interesadas, a través de una estrategia de comunicación que garantice que los instrumentos y los resultados del proyecto tengan difusión desde su inicio.

Se establecieron mecanismos de monitoreo y evaluación para medir el progreso del proyecto hacia el logro de sus objetivos de desarrollo y ambientales globales. La estrategia de comunicación compila sistemáticamente las lecciones aprendidas durante la implementación del proyecto y las difunde ampliamente a nivel nacional, con el fin de contribuir a la adopción más amplia de sistemas de producción ganadera sostenible en Colombia. Además, se fortalecerán asociaciones de productores para que apliquen y se beneficien de los instrumentos del proyecto.

Las principales actividades de este componente incluyen: (a) Monitoreo y evaluación sobre las contribuciones de los SSP a la conservación de la biodiversidad, generación de servicios ambientales y a la mitigación y adaptación al cambio climático (en particular los efectos de incluir árboles en las pasturas), (b) difusión de los resultados a los interesados, incluyendo la participación en los diálogos sobre políticas con el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y los Ministerios de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), y de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), y (c) fortalecimiento de las asociaciones de productores.

Resultados y discusión

i. Selección de beneficiarios y fortalecimiento de capacidades

Durante la ejecución del Proyecto se han llevado a cabo cuatro convocatorias públicas en los años 2012, 2013, 2015 y 2018 que han permitido seleccionar 4.100 ganaderos interesados en desarrollar prácticas de ganadería sostenible en cinco regiones del país, Tabla 1.

Tabla 1. Número ganaderos seleccionados por convocatoria y por regional

Regional	01 de 2011	02 de 2012	03 de 2015	04 de 2018	Total general
1. Bajo Magdalena	124	307	-	177	608
2. Valle del río Cesar	208	217	322	187	934
3. Boyacá & Santander	150	343	-	212	705
4. Ecorregión Cafetera	326	464	89	290	1169
5. Piedemonte Orinocense	170	179	89	246	684
Total general	**978**	**1510**	**500**	**1112**	**4100**

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Medidos por el área de los predios, el Proyecto ha logrado beneficiar a un 77,73% de pequeños productores, 17,41% medianos y un 4,85 % grandes ganaderos (Figura 2). Evidenciando el alcance que ha logrado el Proyecto al sensibilizar y trabajar directamente con pequeños productores.

Figura 2. Porcentaje participación por tipo de proponente de los predios inscritos en el proyecto.

Los resultados del proyecto son efecto de los esfuerzos enfocados en brindar extensión rural a los productores participantes, los cuales han sido atendidos por técnicos y profesionales formados y capacitados en las diferentes estrategias de extensión, además de adquirir las capacidades y competencias para el desarrollo asertivo del trabajo en campo.

Entre junio de 2017 y junio de 2019 el número acumulado de personas atendidas por el Plan de Capacitación del PGCS fue **21.948 personas**; distribuidas en 9.833 días de campo, cursos, talleres, congresos, entre otros; 2.807 en Brigadas Tecnológicas y 9.308 en otras actividades como foros, convocatorias y equipo técnico (Tabla 22).

Tabla 2. Número de eventos efectuados hasta junio de 2019.

Evento	No. Participantes
Día de campo	8060
Taller	377
Taller de intercambio	20
Curso	221
Foro regional	118
Congreso SSP	528
Días de campo ASOBRANGUS	351
Días de campo ASONORMANDO	158
Sub Total	**9.833**
Brigadas Tecnológicas	2807
Otros Eventos	8875
Otros Cursos	433
TOTAL	**21.948**

ii. Establecimiento de sistemas silvopastoriles

El aprendizaje compartido entre técnicos y productores ha permitido cambios culturales en la forma de producir ganadería, transformando las prácticas tradicionales en prácticas sostenibles. Uno de los principales objetivos es la transformación de las áreas sin árboles y área degradadas a áreas con arreglos de sistemas silvopastoriles y la conservación de áreas de bosques; para el éxito de esta estrategia, el equipo regional se centró en realizar visitas personalizadas enfocadas en el establecimiento exitoso del material vegetal. El Proyecto ha producido más de dos millones de árboles a través del fortalecimiento de viveros tercerizados y los viveros in situ.

Gracias a esta estrategia de reproducción de material vegetal, regeneración natural y asistencia técnica, el Proyecto ha establecido durante su ejecución un total de 30.080 hectáreas en sistemas Silvopastoriles no intensivos y 4.247 en sistemas Silvopastoriles intensivos (Tabla 33). Además, del enriquecimiento de 3.329 hectáreas en bosques naturales.

Tabla 3. Siembras de arreglos silvopastoriles no intensivos e intensivos por región.

Región	Área (Ha) en CV	Siembra de SSPi (ha)	Áreas (Ha) en ADP	TOTAL GENERAL AREAS (ha)
1. Bajo Magdalena	1.555	493	2.039,00	4.087
2. Valle del Rio Cesar	2.272	1.464	8.290,00	12.026
3. Boyacá y Santander	1.536	477	554,00	2.567
4. Ecorregión Cafetera	4.419	1.040	3.494,00	8.953
5. Piedemonte Orinocense	3.159	493	2.762,00	6.414
6. Otras fincas con intensivos	0	280	-	280
Total general	**12.941**	**4.247**	**17.139**	**34.327**

iii. Pagos por servicios ambientales

El esquema de PSA de corto plazo diseñado por el Proyecto busca promover prácticas ganaderas sostenibles que permitan incrementar la conectividad entre ecosistemas naturales fragmentados y mejorar la cobertura arbórea en los potreros que redunde en mejoramiento de la productividad a través de un incentivo económico que reciben los ganaderos durante la vida del Proyecto.

De los 2.988 predios seleccionados, el Proyecto inicia con 1.866 predios que se encuentran en áreas con PSA1. Actualmente hay un total de 1.571 predios activos inmersos en 1.333 contratos que equivalen a 71.872,71 hectáreas, beneficiando a 1.867 personas.

A continuación se presenta la descripción de los cambios en los usos de la tierra de los predios participantes de PSA1, de acuerdo con la liquidación realizada por uso de la tierra, las Figura 33 y Figura 44 muestran que los mayores valores liquidados corresponden a los usos de árboles dispersos en potrero y sucesión vegetal, bosques secundarios y bosques maduros tanto para línea base como para el pago incremental uno (Proyecto-Ganadería-Colombiana-Sostenible, 2018, 2019).

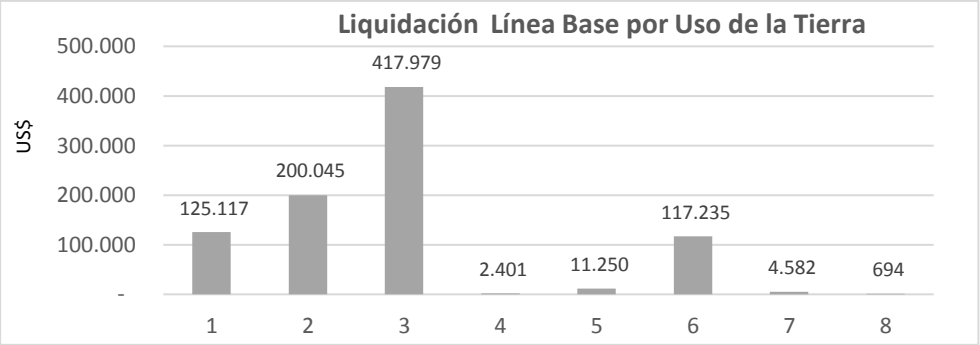


Figura 3. Liquidación de línea base por uso de la tierra.

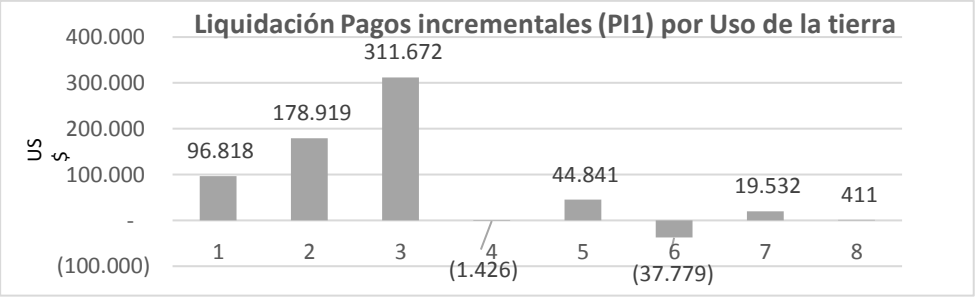


Figura 4. Liquidación de pago incremental uno (PI1) por uso de la tierra.

Finalmente, en cuanto al valor liquidado para el pago incremental tres (PI3) se sigue presentando la misma situación que en las liquidaciones anteriores, no obstante, se evidencia un incremento sustancial de las áreas con árboles dispersos en potrero y sucesiones vegetales, que incrementan en un 93% el pago respecto al PI1 (Figura 55).

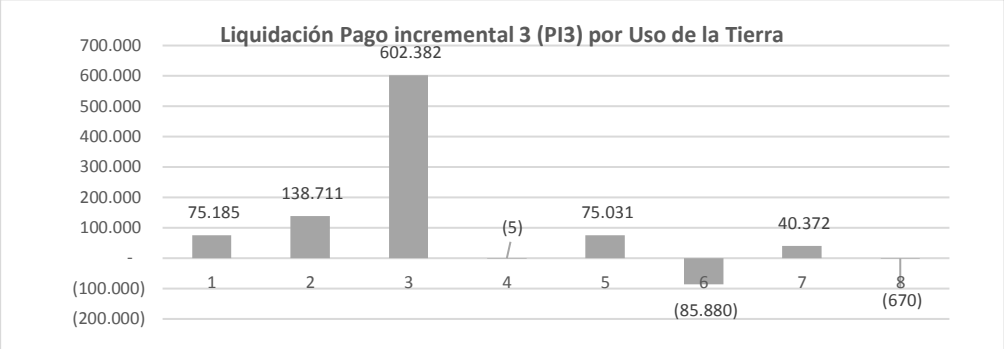


Figura 5. Liquidación de pago incremental tres (PI3) por uso de la tierra**.**

iv. Monitoreo productivo

✓ **Generación de resultados de la muestra estadística de la estación seca y húmeda consolidada:**

A continuación, se presentan las principales conclusiones, de las mediciones efectuadas en la estación seca y húmeda bajo un consolidado nacional, de las fincas participantes en los SSP comparada con sistemas tradicionales de pasturas:

1. **Carga animal (UGG/ha):** Con promedio de 3,5UGG/ha de acuerdo con los sistemas utilizados se encontraron incrementos que en promedio alcanzaron el 23% frente a pasturas tradicionales. Este indicador para Colombia es de 0,53UGG/ha.
2. **Productividad en leche (L/ha/año):** Se presentan estimaciones de 2.619,9 litros por ha al año, con incrementos del 36,2% frente a lotes testigo.
   Para el consolidado de Colombia se tiene:
   i. Lechería especializada: 6500L/ha/año.
   ii. Doble propósito :1600L/ha/año.
3. **Calidad de leche:** Porcentaje de grasa del 3,7% e incrementos del orden del 1,9%. Porcentaje de proteína del 3,3% con incrementos del 0,18%. Los Sólidos totales del orden del 12,5% con incrementos del 1,5% frente a pastoreos en lotes de pasturas tradicionales. Colombia: Grasa 3,4%.
4. **Costos de producción e ingresos**: Disminución del 18,5 % en el costo de producción por litro de leche y kg de carne, por efecto del menor manejo de insumos y calidad de la oferta forrajera. De la misma manera, los ingresos promedio por hectárea al año con SSP alcanzan los USD 576.

En la Tabla 5 se presentan los resultados consolidados de los indicadores productivos de las fincas que participan del proyecto Ganadería Colombiana Sostenible de acuerdo con los tipos de arreglo silvopastoril, donde se observan las estimaciones productivas en los lotes con sistemas

silvopastoriles -SSP, frente a los lotes sin SSP, mostrando las variaciones de carga animal y productividad láctea asociadas a los aportes de forrajes.

Tabla 5. Comportamiento de indicadores de productividad de los sistemas silvopastoriles según tipo de arreglo.

Tipo de arreglo en SSP	Carga animal UGG/ha		Productividad láctea (L/ha/año)		Productividad forrajera (Kg FV/ha)	
	Lotes sin SSP	**Lotes con SSP**	**Lotes sin SSP**	**Lotes con SSP**	**Lotes sin SSP**	**Lotes con SSP**
Árboles dispersos en potrero	2,2	3,0	690,0	887,0	10.175,0	11.306,0
Cercas vivas	2,5	3,6	953,0	1.627,0	15.715,0	20.928,0
Sistemas silvopastoril intensivos	1,7	5,2	794,0	2.849,0	15.638,0	23.479,0

Fuente: Muestra consolidada, confiabilidad 90%. Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible 2017

Se destaca los incrementos en forraje de los arreglos con cercas vivas, con el aporte de los arbustos como tilo-sauco (*Sambucus peruviana*), botón de oro (*Tithonia diversifolia*), matarratón (*Gliricidia sepium*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*) para las mejoras en la nutricional de los bovinos, de esta manera se alcanzó un 33% adicional a los lotes sin cercas vivas.

v. Monitoreo de cambio climático

✓ **KPI – 6: Estimación del cambio neto de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) atribuibles al proyecto**

Los resultados de las correlaciones de Spearman indican que el carbono tiene una correlación positiva con i) la carga animal en árboles dispersos en potreros considerando el área total de las fincas ($rs = 0,94$; $p < 0,0001$), ii) la carga animal en silvopastoriles intensivos considerando el área total de las fincas ($rs = 0,84$; $p < 0,0001$), iii**)** la producción de leche en silvopastoriles intensivos considerando el área total de las fincas ($rs = 0,83$; $p < 0,0001$), y iv) la producción de leche en silvopastoriles intensivos por hectárea ($rs = 0,57$; $p = 0,003$). Los resultados también mostraron una correlación inversa entre el carbono y la carga animal en silvopastoriles por hectárea ($rs = -0.63$; $p = 0,003$).

Incluyendo a todos los propietarios, pero sumando los aportes de los predios retirados desde el inicio del proyecto hasta su retiro, el Proyecto ha contribuido con la captura de 1.049.566 t CO_2e.

Monitoreo integrado

Para el monitoreo integrado se planteó como objetivo determinar el tipo de relación que existe entre: los diferentes usos de la tierra, la biodiversidad de aves, plantas, escarabajos estercoleros, la producción de carne, leche, el Índice de Servicios Ambientales y la captura de carbono en las fincas del proyecto Ganadería Colombiana Sostenible (Giraldo, *et al.,* 2019).

Así mismo, fue construida una matriz de datos integrada que incluye la información, a nivel predial, de 42 fincas ganaderas vinculadas al proyecto.

Para la construcción de la matriz, fueron involucrados profesionales de Fedegan, CIPAV y TNC, quienes aportaron los datos que obtuvo cada a una de sus instituciones en los diferentes aspectos de las unidades productivas.

Dentro de los análisis se pudo concluir que la riqueza de plantas, escarabajos y aves del bosque presenta una relación positiva con el incremento de las áreas de bosque dentro del predio. El incremento de las áreas de bosques, así como su la protección de los ya existentes y su enriquecimiento son estrategias fundamentales para favorecer la conservación de la flora y fauna local.

La implementación de sistemas silvopastoriles permite el aumento en la eficiencia productiva de los predios, relacionada con el incremento de la carga animal, la producción de leche y el mejoramiento del potencial productivo de los bovinos, debido al aumento en la disponibilidad y calidad de forraje. Lo anterior se relaciona positivamente con el incremento en la captura de carbono dentro de estos usos sostenibles, en virtud de la mayor densidad de material vegetal que se produce en los sistemas de ganadería sostenible.

Conclusiones:

1. Actualmente, de los 4.100 ganaderos aprobados en las cuatro convocatorias realizadas por el Proyecto, el 79,3% de los predios (3.250) se encuentran activos, el 3,3% en proceso de retiro (139 predios) y el 17,3% correspondientes a 711 predios surtieron el proceso de retiro estipulado por el proyecto.
2. Como logros importantes en el plan de capacitación del PGCS se pueden destacar un total de 8.060 personas capacitadas a través de días de campo, 221 técnicos y profesionales externos capacitados en ganadería sostenible y 2.807 personas atendidas a través de la estrategia de Brigadas tecnológicas.
3. El Proyecto continúa su acompañamiento personalizado a los ganaderos participantes interesados en el establecimiento de SSP, durante este

semestre el número total de visitas realizadas fue de 5.978 para siembras tanto de arreglos intensivos como de no intensivos.

4. En total el proyecto ha establecido durante su ejecución a corte de junio de 2019 un total de 30.080 hectáreas en sistemas Silvopastoriles No intensivos y se han enriquecido, hasta el momento 3.329 hectáreas en bosques naturales.
5. A través de la estrategia de regeneración natural se han establecido 15.538 hectáreas de árboles dispersos durante la vida del proyecto.
6. Se realizó la producción de 83.472 estacas de Tilo, 28.900 varas y 193.500 plántulas de Botón de Oro para el establecimiento de SSPi.
7. La siembra de SSPi acumulada, muestra un aumento de 345 hectáreas con respecto a lo reportado en el informe anterior, dando como resultado un total de 4.572 hectáreas de SSPi establecidos con el apoyo del proyecto a través de sus herramientas: asistencia técnica, PSA2 y fincas externas.
8. La siembra de sistemas silvopastoriles y la conservación de zonas con bosques permite el aumento de la biodiversidad y el aumento de la productividad, permitiendo a los ganaderos ser eficientes y amigables con el medio ambiente.
9. La asistencia técnica basada en servicios y prácticas de extensión rural es la clave para la transformación de la ganadería tradicional a producciones ganaderas sostenibles.
10. El proyecto ha contribuido con los objetivos de desarrollo sostenible que tiene el país al 2030.

Agradecimientos:

Gracias al convencimiento y compromiso de los ganaderos, que con el acompañamiento de los técnicos y profesionales en campo, la ejecución de Fedegan, CIPAV, The Nature Conservancy y Fondo Acción y los aportes del Global Environmental Facility-GEF y el Business Energy and Industrial Strategy-BEIS del gobierno Británico y con el apoyo del Banco Mundial, se logró la ejecución exitosa y los resultados sobresalientes del Proyecto, demostrando así, que es posible producir eficientemente trabajando con la naturaleza.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Bibliografía:

Federación Colombiana de Ganaderos - FEDEGAN. (2006). *Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana*. Retrieved from https://www.fedegan.org.co/plan-estrategico-de-la-ganaderia-colombiana-2019

Zuluaga A.F., Giraldo C., Chará J. (2011). Servicios ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad. Manual 4, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 36 p

Proyecto-Ganadería-Colombiana-Sostenible. (2017a). Manual operativo Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Bogotá

Proyecto-Ganadería-Colombiana-Sostenible. (2018). Informe semestral número 15. Bogotá

Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. (2019). Retrieved September 1, 2019, from http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/index.php/conoce-el-proyecto/

Proyecto-Ganadería-Colombiana-Sostenible. (2019). *Informe semestral número 17*. Bogotá.

Giraldo, C, Gómez M, Ayala A.M, Pantevez H. *et al.* (2019) Relación entre usos de la tierra, biodiversidad y productividad en las fincas del Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible".

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Factores socioculturales e institucionales para el escalamiento de Sistemas silvopastoriles Experiencias en el Nordeste Agentino (NEA) y Colombia

Sociocultural and Institutional Factors for Scaling Up Silvopastoral Systems Experiences in the Argentine Northeast (NEA) and Colombia

C. Durana Rimgaila; P. Egolf; E. Murgueitio Restrepo, L. Colcombet

Pontificia Universidad Javeriana y CIPAV ,
Cra 14b#110-41 Bogotá, Colombia,
mailto:durana.claudia@javeriana.edu.co

Resumen

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son alternativas productivas con múltiples posibilidades de aplicación, así como con beneficios económicos, sociales y ambientales generados en forma simultánea en el mismo espacio. Los SSP presentan generalmente mayor complejidad que los sistemas exclusivamente ganaderos o forestales. Este trabajo analiza entornos históricos e institucionales en relación con el desarrollo y futura expansión de SSP diferentes y complementarios encontrados en el NE Argentino y en Colombia. Se identifican barreras y factores que favorecen la adopción de los sistemas en cada uno de estos contextos con el fin de contribuir a la planeación y gestión de procesos para su escalamiento futuro. Metodológicamente se empleó la revisión de literatura actualizada sobre los contextos históricos, institucionales y los aspectos técnicos, económicos y socioculturales de los SSP; se realizaron dos viajes de estudio e intercambio sobre iniciativas SSP en el NE Argentino y en tres regiones de Colombia, y se hicieron consultas con expertos y productores. Se plantea en las conclusiones que la complejidad de los SSP es un atributo necesario para alcanzar los objetivos de sostenibilidad que condiciona su adopción en escalas mayores, ya que exige cambios profundos en las instituciones científicas, de extensión y de financiamiento, así como en gremios privados, empresas agropecuarias, organizaciones de la sociedad civil y productores.

Palabras clave: *Adopción de sistemas silvopastoriles, factores limitantes, producción sostenible, complejidad.*

Abstract

Silvopastoral systems (SSP) are alternative production systems with multiple possibilities as well as economic, social and environmental benefits simultaneously produced in the same area, but they are more complex than only livestock or forestal production systems. This paper analyzes the historical and institutional environment for the development and future expansion of different and complementary silvopastoral systems set up in the Argentine Northeast (NEA) and in Colombia. Barriers and factors that encourage the adoption of SSP in each of these contexts are identified, as a contribution for planning and managing a future SSP expansion. The methodologý consisted of an updated literature review on the historical, institutional, technical, economic and sociocultural aspects of the SSP, two exchange trips to silvopastoral initiatives in NE Argentina and in three Colombian regions, and consultation of experts and producers from both countries. Our conclusions are that complexity of silvopastoral systems is a necessary attribute to achieve sustainability objectives, as well as a condition to promote their adoption on a larger scale that requires profound changes in scientific, extension and financing institutions, as well as in private associations, agricultural companies, civil society organizations and farmers.

Keywords: *SSP's adoption, limiting factors, sustainable production, institutional context, complexity.*

Introducción

Se prevé que el crecimiento de la demanda de leche y carne, impulsado principalmente por los consumidores urbanos en los países en desarrollo, continuará en aumento y se duplicará para el 2050 (Steinfeld *et al*., 2009), por lo que se requiere continuar con la intensificación de la producción ganadera (Herrero *et al*., 2009; Peters *et al*., 2013) en el marco del desarrollo sostenible. En cuanto a la producción y el consumo de productos madereros y energía forestal se espera que continúen con las tendencias de crecimiento históricas y se prevén mayores exigencias en cuanto a la producción sostenible a partir de la implementación de certificaciones y políticas de adquisición de madera tropical en el mercado internacional (FAO, 2009). Los retos del sector forestal y ganadero de aumentar la producción por unidad de área con un manejo adecuado de los ecosistemas implica la integración de principios agroecológicos con factores económicos, sociales y políticos para el diseño y promoción de esquemas de uso del suelo sostenibles en los sistemas de producción (Montagnini 2008; Arias *et al*. 1990). Este desafío se

encarna a nivel local en la consolidación de modos de innovación tecnológica e institucional en la que los actores locales juegan un papel principal.

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son una modalidad de agroforestería (Montagnini, 2008) en la que se combinan diversidad de plantas forrajeras tales como pastos y leguminosas con árboles y arbustos para la nutrición de los animales y usos complementarios (Pezo & Ibrahim, 1998). Representan una opción para la intensificación sostenible de la ganadería que se adapta a diferentes condiciones ecosistémicas, socioeconómicas y culturales.

En el NE de Argentina los SSP combinan la producción forestal y ganadera en la misma unidad de área con un sistema que busca optimizar la densidad de árboles y la regulación del sombrío con el fin de maximizar la producción de madera para la industria y de forraje para el ganado, con efectos positivos sobre la rentabilidad y el medio ambiente, especialmente por la captura de carbono (Frey *et al*., 2009). En países como Colombia, Costa Rica, México y Nicaragua, la introducción de árboles en sistemas ganaderos constituye una estrategia de intensificación agroecológica de los sistemas ganaderos en la que se aprovechan las funciones de árboles y arbustos para favorecer los ciclos de nutrientes, la regulación de microclima, el aumento en la producción de biomasa para mantenimiento de la fertilidad del suelo y la producción de forraje, leña y madera (Zapata y Tapasco, 2016).

La toma de decisiones de usos del suelo y de manejo de los recursos naturales en los sistemas de producción agropecuaria está regida por la racionalidad instrumental inherente a la economía de mercado y por los modelos mentales de los actores (Nye, 2016). Los productores toman sus decisiones enmarcados dentro de un contexto institucional . Las instituciones, dependiendo de sus características y de los modelos mentales de los productores, pueden facilitar la adopción de sistemas silvopastoriles, o pueden crear patrones que bloqueen su aplicación.

El objetivo de este trabajo es identificar aspectos culturales e institucionales que facilitan o limitan el escalamiento de los modelos de ganadería sostenible basados en SSP a partir de una revisión de casos en el NEA y en Colombia.

Materiales y métodos

Este trabajo hace parte de la cooperación técnica e intercambio de conocimientos en SSP que se lleva a cabo desde hace varios años entre el INTA de Argentina y la Fundación CIPAV de Colombia. Como métodos se emplearon un conjunto de actividades que facilitan el análisis y la reflexión crítica del objetivo. Estos son:

A. Revisión de literatura actualizada sobre el contexto de las regiones en los dos países. Esta incluye aspectos históricos, institucionales, técnicos, financieros, económicos, sociales y culturales.

B. Dos viajes de estudio e intercambio a iniciativas SSP en el NEA de Argentina y tres regiones de Colombia que participan del Programa Ganadería Colombiana Sostenible.

C. Estudio de documentos de proyectos SSP en Argentina y Colombia.

D. Entrevistas semiestructuradas y consultas con expertos y productores pioneros en diferentes SSP de los dos países.

E. Documento de síntesis.

Resultados y discusión

A partir de una revisión de literatura, se encuentran diferentes limitaciones y motivaciones para la adopción de SSP en diferentes zonas de Latinoamérica que incluyen factores tecnológicos, culturales e institucionales. Clavero & Suárez (2014) identifican varios aspectos limitantes, entre ellos, la disponibilidad de germoplasma, los manejos de cortes y rotaciones, problemas de plagas y enfermedades, falta de información técnica relativa a producción y calidad, así como tiempo de establecimiento de los árboles en los potreros. Por otra parte, identifican factores socioeconómicos como la falta de extensión, de financiamiento, de investigación dirigida al productor, además, poca cualificación de la mano de obra. Adicionalmente, encuentran creencias y costumbres relativas a la introducción de especies arbóreas y arbustivas para la producción ganadera que afectan su adopción por parte de los productores. También se mencionan otros factores limitantes para la adopción de los SSP, entre ellos la edad de los productores, la falta de escolaridad y de ingreso adicional, escasos apoyos gubernamentales, la exclusión de las mujeres en el sistema de producción y poca coordinación interinstitucional (Zepeda-Cancino *et al*., 2016; Álvarez, 2016). Uno de los problemas para la adopción de SSP es la alta inversión inicial con el agravante de la percepción cultural de la ganadería como una actividad de bajos niveles de inversión (Calle *et al*., 2013), así como una falta de conocimiento de estos sistemas, tanto en la academia, como en las instituciones de extensión rural (Chará *et al*., 2017).

También se han encontrado diferentes tendencias en la adopción de estos sistemas. El estudio de Lacorte y Esquivel, 2009 en el NEA determina distintas razones para adoptar los SSP, el sector ganadero tiene una mayor propensión a establecerlos por su disponibilidad de capital e infraestructura.

Por su parte, el sector forestal utiliza los SSP para controlar malezas y disminuir riesgos de incendios; los pequeños productores, para mejorar su flujo de caja y diversificar la producción. Calle (2019) encuentra que la aplicación de los SSP en Colombia se basa tanto en motivos utilitarios, como en valores e identidad relacionados con el medio ambiente, y concluye también que incentivos económicos, -como el Pago por Servicios Ambientales (PSA)-, son un instrumento útil, junto con un acompañamiento técnico, para promover los cambios de prácticas de los productores ganaderos.

Orígenes de los SSP en el NEA

La cultura forestal de los colonizadores del NEA fue determinante para el surgimiento de los SSP en esta región. Se desarrollaron inicialmente en "parquizados" (zonas con eliminación de sotobosque con árboles nativos dispersos); más adelante, en plantaciones de pino. Continuaron su desarrollo impulsados por el Proyecto Forestal de Desarrollo (BID-BIRF-SAGPYA) y el INTA (Fassola *et al*., 2009). Con apoyo institucional del INTA e inversiones privadas se logra la consolidación y adopción de estos SSP en toda la región, principalmente asociados a la plantación de especies forestales exóticas (Fassola *et al*., 2009). En Corrientes lo perciben como un proceso de capitalización a través de la incorporación de la forestación. Los SSP presentan beneficios adicionales frente a sistemas exclusivamente ganaderos o forestales en el NEA en cuanto a producción forestal y ganadera, rentabilidad económica, control de temperaturas extremas e incendios, así como en la obtención de ventajas adicionales tales como flexibilidad del negocio, mayor generación de empleo, combinación de flujo de caja con inversión a largo plazo, producción de alimento y captura de carbono (Fassola *et al*., 2009; Frey *et al*., 2009).

Orígenes de los SSP en Colombia

La ganadería en Colombia se ha caracterizado por tener niveles de productividad por unidad de área y por animal muy bajos, primando los sistemas de ganadería extensiva (Vergara, 2010) con un impacto ambiental considerable en términos de deforestación y pérdida de biodiversidad (Lerner *et al*., 2017), así como en emisiones de gases efecto invernadero (IDEAM, 2010). Frente a estas problemáticas, en la década de los 80s se comienzan a desarrollar en el país estrategias de intensificación agroecológica de la ganadería integrándola a actividades agrícolas, propendiendo por la utilización de árboles y arbustos en los sistemas ganaderos y promoviendo la protección de ecosistemas naturales. Estas estrategias surgen a partir de investigaciones privadas y de aplicaciones

concretas en sistemas de producción con la participación de los productores. Estos SSP se aplicaron más adelante en proyectos locales, regionales y finalmente, en un proyecto de carácter nacional (Chará *et al*. 2017; Zapata *et al*. 2007) que ha beneficiado a cerca de 4.100 predios pequeños y medianos, más de 50.000 has en 12 Departamentos de Colombia . Con la aplicación de los SSP se observa un aumento en la productividad ganadera, reducción de costos por unidad producida, disminución de la contaminación, aumento de la biodiversidad y generación de servicios ecosistémicos (Reyes *et al*., 2017; Chará *et al*., 2017), también se demostró un freno a la deforestación. Los sistemas silvopastoriles en Colombia se presentan, además, como un camino para conciliar la producción con la conservación en paisajes ganaderos (Calle *et al*., 2017; Murgueitio *et al*., 2011). En Colombia, los SSP se enmarcan en la política nacional ganadera en la dirección de intensificar la ganadería para lograr una mayor producción y a la vez liberar zonas aptas para agricultura y la conservación (Fedegán, 2006).

Comparación y elementos comunes de los sistemas silvopastoriles en el NEA y Colombia

El desarrollo de los SSP en el NEA hace mayor énfasis en la utilización de especies maderables con un retorno económico de ambas actividades, la ganadera y la forestal, asociadas al desarrollo de conocimiento, tecnologías, infraestructura y mercados. En Colombia prevalece la aplicación de principios agroecológicos, como la asociación con leguminosas para fijación de N, arbustos forrajeros para reducir, tanto el impacto ambiental, como los costos de paquetes tecnológicos convencionales. Así mismo, se impulsa la investigación aplicada, el reconocimiento de los servicios ambientales generados en estos sistemas mediante instrumentos de política y el desarrollo de mercados verdes. Si bien los orígenes y bases culturales mencionados que diferencian los SSP son fortalezas en cada una de las regiones estudiadas, representan elementos novedosos para tener en cuenta en otros contextos.

Aunque existen diferencias estructurales, los SSP responden en ambos casos a necesidades prioritarias a escala global como son: mayor productividad, eficiencia y rentabilidad en los sistemas agropecuarios (Chará *et al*., 2017; Fassola *et al*., 2009; Reyes *et al*., 2017), intensificación de la producción (Frey *et al*., 2009.; Murgueitio *et al*., 2013), conservación de la biodiversidad en ecosistemas estratégicos donde se desarrolla la actividad ganadera (Calle *et al*., 2013, Lacorte *et al*., 2009), calidad del producto final, tanto forestal como ganadero (Fassola *et al*., 2009; Luccerini *et al*., 2016; Quevedo, 2014), reducción del impacto ambiental (contaminación, erosión, emisión

GEI) (Lacorte y Esquivel, 2009; Murgueitio *et al*., 2013), bienestar animal (Broom *et al*., 2013) y resiliencia de sistemas ganaderos y forestales frente a perturbaciones externas como factores climáticos y factores económicos (Chará *et al*., 2017).

Si bien hay consenso de las ventajas de los SSP, también lo hay en que en todos los casos éstos presentan una mayor complejidad para su manejo que sistemas ganaderos o forestales convencionales. Son más complejos dada la mayor diversidad de componentes del sistema y de interacciones entre ellos a través de flujos de materia, energía e información . Como todo sistema complejo, se caracterizan por una tendencia no lineal en el tiempo , presentan bucles de retroalimentación , estados emergentes y son resistentes al cambio en la medida en que la diversidad, heterogeneidad y múltiples interacciones aumentan la tendencia a mantener su estabilidad (Rosnay, 1977; Sterman, 2000). En los SSP interactúan diferentes elementos agroecológicos, tecnológicos, sociales y económicos, además, se manejan distintas temporalidades, por lo que su desarrollo requiere profundizar en diversos campos del conocimiento. Por otra parte, se trasforma y diversifica la relación con los mercados, se generan beneficios ambientales y se requieren mayor cualificación de la mano de obra, todo esto debe ser tenido en cuenta en el momento de promover la adopción y el escalamiento de los SSP.

Fortalezas en el NEA

Para el escalamiento de los SSP se destacan en el NEA factores asociados a su complejidad como son la generación de conocimiento interdisciplinario, la disponibilidad de canales para el flujo de diferentes tipos de saberes, el manejo de elementos claves de regulación del sistema como son las relaciones entre densidad de las especies forestales y producción de forraje para el ganado. También se promueven las interacciones en componentes socioeconómicos como son condiciones de infraestructura y escenarios propicios para el desarrollo de organizaciones sociales. Estas fortalezas se manifiestan en:

- Una institucionalidad gubernamental nacional y regional fuerte en la generación de conocimiento científico y desarrollo de tecnologías en SSP complementado con análisis económicos (INTA con su Centro Regional y Estaciones Experimentales).

- Interacción de estas instituciones con productores respaldada por infraestructura de laboratorios y parcelas experimentales

• Estrategias de transferencia de tecnologías, promoción de conocimiento, asociatividad y manejo empresarial "de productor a productor" a través de grupos como Cambio Rural (INTA pequeños productores) y CREA - Consorcio Regional de Experimentación Agropecuaria.

• Sentido empresarial y profesionalización de las explotaciones agropecuarias, así como condiciones de infraestructura, tecnología, incentivos y mercados para el desarrollo de la industria forestal y ganadera.

• Bases de economía solidaria a partir de la cultura de asociatividad.

• Formación en ciencias agropecuarias desde la primaria y la secundaria.

Fortalezas en Colombia

La experiencia de promoción de los SSP a través de un proyecto de escala nacional brinda elementos que enriquecen el contexto institucional para el escalamiento de estos sistemas en Colombia. El principal aporte es la validación de un enfoque sistémico para el desarrollo agropecuario basado en la agroecología, -por encima de propuestas de paquetes tecnológicos-, así como el reconocimiento de flujos por fuera del mercado, como son los servicios ecosistémicos. Así mismo, un abordaje desde la interdisciplinariedad y la participación de distintos tipos de saberes. La divulgación de la información y el posicionamiento del tema de la ganadería sostenible en diferentes estamentos de la sociedad (niveles jerárquicos), ha llevado a generar compromiso por parte de distintos actores sociales. Concretamente esto se manifiesta en:

• Avances en la validación de las propuestas tecnológicas, visibles para diseñadores de políticas, otros productores, gremios y financiadores, a través de la aplicación de SSP en sistemas ganaderos en diferentes regiones y climas, entre ellos, la estrategia de fincas demostrativas, complementada con diálogo de saberes entre productores, técnicos y científicos (Chará *et al*., 2017).

• Difusión a través de publicaciones escritas dirigidas a diferente tipo de público, así como videos y días de campo; participación e intercambio entre productores y acopio de información acerca del proceso de adopción por parte de los productores como instrumento para el diseño de políticas.

• Posicionamiento de la propuesta de SSP en la política ganadera y ambiental e implementación de incentivos a la adopción de SSP como son el Pago por Servicios Ambientales (PSA) y otros instrumentos económicos para financiar la inversión en reconversión ganadera (Cochran, 2017)

- Formación de extensionistas SSP e identificación de la importancia del acompañamiento de mediano y largo plazo, asistencia técnica semipermanente en SSP, posicionamiento de los SSP en sectores de la academia

- Identificación de actores claves para dinamizar procesos de reconversión a través de mercados con valor agregado.

Conclusiones

Los SSP han tenido su desarrollo propio en las dos regiones estudiadas, expresándose de manera diferente en el NEA y en Colombia, a partir de bases históricas y culturales de cada lugar, con mayor énfasis en la producción forestal en el primer caso, y en el enfoque agroecológico, en el segundo. En todos los casos, los SSP tienen ventajas que hacen evidente la necesidad de su escalamiento teniendo en cuenta el escenario global actual, lo cual implica un reto considerable, dado que presentan mayor grado de complejidad frente a sistemas ganaderos o forestales convencionales (Mahecha, 2003). La complejidad requiere un cambio de paradigma hacia un enfoque sistémico y un manejo adaptativo a partir de la retroalimentación permanente recibida del entorno, tanto para ajustes tecnológicos, como para el diseño de políticas en un proceso iterativo que se constituye en aprendizaje y evolución (Berkes y Folke, 2003; Sterman, 2000). En ambos casos analizados, los SSP del NEA y de las regiones de Colombia visitadas, muestran elementos de un enfoque sistémico, reflejados no solamente en los aspectos tecnológicos de los SSP, sino en la generación e intercambio de conocimiento interdisciplinario y de diferentes tipos de saberes, el aprendizaje adaptativo a través de la integración de los productores en los procesos de investigación y desarrollo de tecnologías, el reconocimiento de los beneficios ambientales, la búsqueda de nuevos mercados que valoren el cuidado de la naturaleza, así como la identificación de otros móviles diferentes a la racionalidad instrumental en el desarrollo de la actividad agropecuaria por parte de los productores (Calle, 2019; Fassola *et al*., 2009). En este sentido, la complejidad de los SSP no es solamente la base de múltiples beneficios económicos y ambientales y un gran reto para su escalamiento, sino que se constituye en un escenario de aprendizaje y adaptación a los cambios, una oportunidad para conformar un sector agropecuario más participativo, autónomo y comprometido con el bienestar de la sociedad y la protección de la naturaleza.

Agradecimientos

Agradecemos al Señor la oportunidad que se nos ha brindado para conocer personas maravillosas, los sistemas con los que trabajan y construir aprendizajes a través de esta experiencia cruzada Colombo-Argentina. Se agradece la predisposición y el entusiasmo por parte de productores y profesionales a compartir sus experiencias sobre SSP.

Bibliografía

Álvarez Luna, S., 2016. Mecanismo para la gestión de la difusión de sistemas silvopastoriles en el municipio de La Primavera Vichada. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/administracion_agronegocios/187

Arias, J.H., Belacazar V. y Hurtado, R., 1990. Sistemas de Producción. Bovina en Colombia. En: Coyuntura Agropecuaria No 24, Vol. 6, No 4.

Berkes, F., Colding, J., Folke, C., (eds.), 2003. Navigating social–ecological systems : building resilience for complexity and change. Cambridge: Cambridge University Press.

Broom, D. M., Galindo, F. A., Murgueitio, E., 2013. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. Proceedings. Biological sciences / The Royal Society, 280(1771), p. 20132025. doi: 10.1098/rspb.2013.2025.

Calle, A., 2019. Partnering with cattle ranchers for forest landscape restoration. Ambio, 1-12.

Calle, Z., Cardozo, A., Galindo, A., & Murgueitio, E., 2017. Enhancing biodiversity in neotropical silvopastoral systems: use of indigenous trees and palms. In Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty(pp. 417-438). Springer, Cham.

Calle, Z., Murgueitio, E., Chará, J., Molina, C. H., Zuluaga, A. F., & Calle, A., 2013. A strategy for scaling-up intensive silvopastoral systems in Colombia. Journal of sustainable forestry, 32(7), 677-693.

Chará, J., Rivera, J., Barahona, R., Murgueitio, E., Deblitz, C., Reyes, E., Zuluaga, A., 2017. Intensive silvopastoral systems: economics and contribution to climate change mitigation and public policies. In Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty(pp. 395-416). Springer, Cham.

Clavero, T., Suárez, J., 2014. Limitaciones En La Adopción de Los Sistemas Silvopastoriles En Latinoamérica. Pastos y Forrajes 29(3): 307–13.

Cochran, I., 2017. Instrumentos económicos e incentivos financieros para crecimiento verde y fuentes de financiamiento internacional para cambio climático en Colombia Componente A : Instrumentos económicos e incentivos financieros.

Fassola, H. E., Lacorte, S. M., Pachas, A. N., Goldfarb, C., Esquivel, J., Colcombet, L., ... & Barth, S. R., 2009. Los sistemas silvopastoriles en la región subtropical del NE argentino.

Federación Colombiana de Ganaderos FEDEGAN, 2006. Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019. Por una ganadería moderna y solidaria. Bogotá, D.C., Colombia.

Frey, G.E., Noellemeyer, E., Balmelli, G., Fassola, H.E., Colcombet, L., Stevenson, H.D., Hamilton, J., Hubbard, W., Cubbage, F.W., 2009. Resumen y comparación de los sistemas silvopastoriles en seis regiones del mundo. In: Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, 1., 2009, Posadas, Misiones, Argentina. Actas. Buenos Aires (Argentina): INTA, 2009. 435-446

Herrero, Mario, *et al*. Livestock, livelihoods and the environment: understanding the trade-offs. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2009, vol. 1, no 2, p. 111-120.

IDEAM, 2010. Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM– Bogotá, Colombia.

Lacorte, S. M., Esquivel, J. I., 2009. Sistemas silvopastoriles en La Mesopotamia Argentina. Reseña del conocimiento, desarrollo y grado de adopción. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles.p 70-82. Posadas. Misiones. Argentina..

Lerner, A. M., Zuluaga, A. F., Chará, J., Etter, A., & Searchinger, T., 2017. Sustainable cattle ranching in practice: moving from theory to planning in colombia's livestock sector. Environmental management, 60(2), 176-184.

Luccerini Sabrina A., Subovsky E., Borodowski E., 2016. Sistemas silvopastoriles: una alternativa productiva para nuestro país. En Apuntes Agronómicos Año 7 N°8 facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

Mahecha, L. (2003). Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 16(1), 11-18.

Montagnini, F., 2008. Management for sustainability and restoration of degraded pastures in the neotropics. Post-Agricultural Succession in the Neotropics: 265–95

Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A., & Solorio, B., 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. Forest Ecology and Management, 261(10), 1654-1663.

Nye, J. V. C., 2016. 'Douglass C. North', pp. 133–137.

Peters, M., Herrero, M., Fisher, M.; Erb, K., Rao, I.; Subbarao, G., Castro, A., Arango, J., Chará, J.; Murgueitio, E., Van der Hoek, R., Läderach, P., Hyman, G., Tapasco, J., Strassburg, B., Paul, B., Rincón, A., Schultze-Kraft, R., Fonte, S., Searchinger, T., 2013. Challenges and opportunities for improving eco-efficiency of tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions. Tropical Grasslands 1: 156-167

Pezo, D.; Ibrahim, M., 1998. Sistemas Silvopastoriles. Turrialba Costa Rica: CR, CATIE

Quevedo, M., 2014. Efecto de Un Sistema Silvopastoril Sobre La Calidad de La Leche, Comparado Con Un Sistema de Producción Convencional. http://www.bdigital.unal.edu.co/47306/

Reyes, E. *et al.*, 2017. Measuring sustainability on cattle ranches Silvopastoral systems. Briefing Paper 17/2, Agri benchmark Beef and Sheep Network – Thünen Institute of Farm Economics, Braunschweig, Germany.

Ríos-Osorio, L.A. Salas-Zapata, W., Espinosa-Alzate, J. A., 2013. Resiliencia socioecológica de los agroecosistemas. Más que una externalidad. En: Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático REDAGRES, CYTED, SOCLA.

Rosnay, J de. 1977. El macroscopio. Hacia una visión global. Madrid: Ed. AC

Salas-Zapata W.A., Ríos-Osorio L.A., Álvarez Del Castillo J., 2012. Marco conceptual para entender la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos. Ecologia Austral 22(1):74–79.

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan, C., 2009. La larga sombra del ganado. Roma, Italia: LEAD FAO

Sterman, J., 2002. System Dynamics: systems thinking and modeling for a complex world.

Vergara, W., 2010. La ganadería extensiva y el problema agrario. El reto de un modelo de desarrollo rural sustentable para Colombia. Revista ciencia animal, 3, 45-53.

Zapata, Á., Murgueitio, E., Mejía, C., Zuluaga, A., & Ibrahim, M., 2007. Efecto del pago por servicios ambientales en la adopción de sistemas silvopastoriles en paisajes ganaderos de la cuenca media del río La Vieja, Colombia. Agroforestería en las Américas, 45, 86-92.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Zapata, A., Tapasco, B., 2016. Sistemas silvopastoriles, aspectos teóricos y prácticos. CARDER, CIPAV. Ed. CIPAV Cali, Colombia.

Zepeda Cancino, R. M., Zebadúa, V., Eugenia, M., Nahed Toral, J., Hernández Garay, A., & Martínez Tinajero, J. J., 2016. Adopción de sistemas silvopastoriles y contexto sociocultural de los productores: apoyos y limitantes. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 7(4), 471-488.

Yacón (*Smallanthus sonchifolius*), especie con potencial productivo y nutricional como fuente de suplementación estratégica en lechería especializada con sistemas silvopastoriles intensivos en el trópico alto colombiano

Yacon (*Smallanthus sonchifolius*), a species with productive and nutritional potential as a source of strategic supplementation in specialized dairy with intensive silvopastoral systems in the colombian high tropic

J.J. Lopera-Marín[1,2]; J. Angulo-Arizala[2]; L. Mahecha-Ledesma[2]; E. Murgueitio Restrepo[1]

[1]Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria – CIPAV. Carrera 25 No. 6-62 Cali, Colombia.
[2]Universidad de Antioquia, Grupo de investigación en Ciencias Agrarias - GRICA, Ciudadela Robledo, Carrera 75 No. 65 -87. Medellín, Colombia.
mailto:jjlopera@fun.cipav.org.co

Resumen

El yacón, *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Rob., es una especie con alto potencial forrajero como fuente de suplementación estratégica en sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi)) para lechería en el trópico alto colombiano. El objetivo fue evaluar la producción de un banco forrajero con yacón y la calidad nutricional del silaje usando diferentes fracciones de la planta. El trabajo se realizó en la finca Cien Años (6° 26' 45.49" N y 75° 32' 43.20" O), Antioquia – Colombia, bosque húmedo montano bajo (bh-MB), temperatura media de 19 °C, precipitación anual de 2200 mm, altura entre 2200 y 2350 msnm, y categorizada como trópico alto colombiano. Se estableció una parcela de 177 m2 con distancia de 80 cm entre surcos y 60 cm entre plantas (399 plantas en total). Las variables agronómicas evaluadas fueron altura de planta (AP), peso fresco de hojas/planta (PHo), peso fresco de tallos/planta (PTa), peso fresco de tubérculos/planta (PTu), producción total parcela (PdnPar) y proyección de la producción por ha (kg/ha) y los datos fueron analizados con estadística descriptiva. La calidad nutricional de los silos fue evaluada en un diseño factorial 3 x 3 x 2: tres tratamientos de mezcla de componentes de la planta: T1 100 % tallo y hoja (TH), T2 50 % TH y 50 % tubérculo (Tu) y T3 75 % TH y 25 % Tu; tres tiempos de fermentación (t1: 15 días, t2: 25 días y t3: 35 días); y dos aditivos (con y sin bacterias ácido lácticas) usando un ANOVA para las variables pH, materia seca (MS), proteína cruda (PC), proteína soluble (PS), grasa (G), fibra en detergente neutro (FDN) y carbohidratos no estructurales (CNE). La AP promedio fue de

2.20±0.35 m, el PHo 0.82±1.14 kg, el PTa 1.03±1.14 kg, el PTu 1.85±1.87, PdnPar 1487.37 kg y 87400 kg/ha. La composición química del silaje, el pH presentó diferencias significativas entre tratamientos y tiempos de fermentación (T1: 4.47a, T2: 4.19b y T3: 4.22b; t1: 4.40a, t2: 4.27b y t3: 4.21c) al igual que la MS (T1: 16.79a, T2: 14.08c y T3: 15.29b; t1: 15.85a, t2: 15.43a y t3: 14. 88c), PS (T1: 52.89b, T2: 61.28a y T3: 59.97a; t1: 53.41b, t2: 56.34b y t3: 64.39a) y CNE (T1: 41.62b, T2: 54.47a y T3: 53.27a; t1: 50.91a, t2: 50.12ab y t3: 48.32b). La PC presentó diferencias significativas entre tratamientos, tiempos de fermentación y aditivos (T1: 12. 07a, T2: 9.62c y T3: 10.68b; t1: 9.71c, t2: 10.87b y t3: 11.79a; sin 11.11a y con 10.46b) al igual que la G (T1: 2.23a, T2: 1.74b y T3: 2.14a; t1: 1.92b, t2: 2.00ab y t3: 2.19a; sin 2.12a y con 1.95b). LA FDN solo presentó diferencias significativas entre tratamientos (T1: 37.56a, T2: 28.71b y T3: 28.57b). Los valores de MS en todos los tratamientos del silaje fue bajo probablemente por los altos contenidos de humedad en los diferentes componentes de la planta. La PC es mayor cuando el silaje no tiene tubérculo, al igual que la grasa. La FDN es menor en los tratamientos con presencia de tubérculo. Los CNE en general son muy elevados, en especial cuando tiene la mayor proporción de tubérculo en el silaje confirmando un aporte de energía importante. Finalmente, se considera que el silaje de yacón puede tener un potencial como estrategia de suplementación en sistemas de lechería especializada con SSPi y puede contribuir probablemente al reemplazo parcial del alimento concentrado.

Palabras clave: *Banco forrajero, hojas, silaje, tubérculos.*

Abstract

The yacon, *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Rob., is a species with high forage potential as a source of strategic supplementation in intensive silvopastoral systems (ISPS)) for dairy in the Colombian high tropics. The objective was to evaluate the production of a forage bank with yacon and the nutritional quality of the silage using different fractions of the plant. The work was done on the Cien Años farm (6° 26' 45.49"N and 75° 32' 43.20" W), Antioquia - Colombia, low montane wet forest (lm-WF), average temperature of 19° C, annual rainfall of 2200 mm, height between 2200 and 2350 meters above sea level, and categorized as a colombian high tropic. A plot of 177 m2 was established with a distance of 80 cm between rows and 60 cm between plants (399 plants in total). The agronomic variables evaluated were plant height (PA), fresh weight of leaves/plant (WL), fresh weight of stems/plant (WS), fresh weight of tubers/plant (WT), total production plot (TPdnP) and projection of the production per ha (kg/ha) and

the data were analyzed with descriptive statistics. The nutritional quality of the silos was evaluated in a 3 x 3 x 2 factorial design: three treatments of mixture of plant components: T1 100 % stem and leaf (SL), T2 50 % SL and 50 % tuber (Tu) and T3 75 % SL and 25 % Tu; three fermentation times (t1: 15 days, t2: 25 days and t3: 35 days); and two additives (with and without lactic acid bacteria) using an ANOVA for the variables pH, dry matter (DM), crude protein (CP), soluble protein (SP), fat (F), fiber in neutral detergent (FND) and non-structural carbohydrates (NSC). The mean PA was 2.20±0.35 m, the WL 0.82±1.14 kg, the WS 1.03±1.14 kg, the WT 1.85±1.87, TPdnP 1487.37 kg and 87400 kg/ha. The chemical composition of the silage, the pH showed significant differences between treatments and fermentation times (T1: 4.47a, T2: 4.19b and T3: 4.22b, t1: 4.40a, t2: 4.27b and t3: 4.21c) as well as the DM (T1: 16.79a, T2: 14.08c and T3: 15.29b, t1: 15.85a, t2: 15.43a and t3: 14. 88c), SP (T1: 52.89b, T2: 61.28a and T3: 59.97a; t1: 53.41b, t2: 56.34b and t3: 64.39a) and NSC (T1: 41.62b, T2: 54.47a and T3: 53.27a; t1: 50.91a, t2: 50.12ab and t3: 48.32b). CP showed significant differences between treatments, fermentation times and additives (T1: 12. 07a, T2: 9.62c and T3: 10.68b, t1: 9.71c, t2: 10.87b and t3: 11.79a, without 11.11a and 10.46b) as did the F (T1: 2.23a, T2: 1.74b and T3: 2.14a, t1: 1.92b, t2: 2.00ab and t3: 2.19a, without 2.12a and 1.95b). The FND only presented significant differences between treatments (T1: 37.56a, T2: 28.71b and T3: 28.57b). The DM values in all silage treatments were probably low due to the high moisture content in the different components of the plant. The CP is higher when the silage has no tuber, as did the fat. The FND is lower in treatments with the presence of tubercle. The CNE, in general, are very high, especially when it has the highest proportion of tuber in the silage confirming a significant contribution of energy. Finally, it is considered that yacón silage may have potential as a supplementation strategy in specialized dairy systems with SSPi and may probably contribute to the partial replacement of concentrated feed.

Keywords: *Forage bank, leaves, silage, tubers.*

Análisis de los resultados económico - productivos de establecimientos silvopastoriles del delta del Paraná bonaerense (Argentina)

Analysis of the economic - productive results of silvopastoral establishments of the Paraná bonaerense delta (Argentina)

Cornaglia[1], PS; Borodowski[2] ED; Laviero[1] ML.

Cátedras de [1]Forrajicultura y [2]Dasonomía. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453. CABA 1417. Argentina.
cornagli@agro.uba.ar

Resumen

La ganadería silvopastoril tomó relevancia en la región del Delta del Río Paraná (Argentina) debido al avance de la frontera agrícola produciendo el desplazamiento de la ganadería a la región. A pesar de la importancia social, ambiental y económica que adquirieron los sistemas silvopastoriles, en la actualidad no se cuenta con suficiente información regional (especialmente económica) que permita impulsar su implementación por parte de los productores. Se realizó un análisis económico y productivo en la zona núcleo forestal del Delta del Paraná Bonaerense donde se desarrolla esta actividad con distintos niveles de intensificación ganadera. Se analizaron alternativas productivas que le permitan al productor producir de manera sostenible en el largo plazo. La combinación de las actividades forestal y ganadera aportaría mayor estabilidad productiva y económica al asegurar un ingreso anual por parte del componente ganadero y un ingreso a mediano y/o a largo plazo por parte del componente forestal. Se evaluaron tres escenarios productivos: a) predominancia de actividad forestal b) predominancia de actividad ganadera (cría y/o ciclo completo) y c) un escenario intermedio. Se utilizó el indicador VAN para el análisis económico y un análisis de sensibilidad de costos e ingresos. La integración de las actividades ganadera y forestal (sistema silvopastoril) resultó la mejor alternativa productiva, en contraposición a la realización de dichas actividades de forma independiente. Cada productor optará por el tipo de actividad ganadera a desarrollar, en función de la capacidad productiva del campo.

Palabras clave: *Sistemas silvopastoriles, valor actual neto (VAN), Salicáceas, cría vacuna.*

Abstract

The silvopastoral livestock took importance in the Delta region of the River Paraná (Argentina) due to the advance of the agricultural frontier producing the displacement of the livestock to the region. Despite the social,

environmental and economic importance of silvopastoral systems, there is currently insufficient regional (especially economic) information to promote its implementation by producers. An economic and productive analysis was carried out in the forest core zone of the Paraná Buenos Aires Delta where this activity is developed with different levels of livestock intensification. Productive alternatives were analysed to enable the producer to produce sustainably in the long term. The combination of forestry and livestock activities would bring greater productive and economic stability by ensuring an annual income from the livestock component and a medium and/or long-term income from the component forestry. Three productive settings were evaluated: a) predominance of forest activity b) predominance of livestock activity (breeding and/or complete cycle) and c) an intermediate setting. The NPV indicator was used for economic analysis and a cost and income sensitivity analysis. The integration of livestock and forestry activities (silvopastoral system) proved the best productive alternative, as opposed to the independent implementation of such activities. Each producer will choose the type of livestock activity that wish to be developed, depending on the productive capacity of the field.

Keywords: *Silvopastoral systems, net present value (NPV), Salicáceas, cattle production.*

Introducción

La incorporación del componente ganadero a las plantaciones forestales brinda beneficios económicos debido a la diversificación de la producción y a la reducción de riesgos al obtener un retorno económico en el corto plazo. El aumento de la actividad silvopastoril en plantaciones forestales de Salicáceas en la región del Delta del Río Paraná, Argentina, hace necesario diseñar una cadena forrajera que permita un uso ganadero sustentable en este tipo de ambientes, optimizando la producción ganadera y forestal. Sin embargo, a pesar de los beneficios sociales, económicos y ambientales que aporta, al tratarse de una nueva tecnología y al haberse realizado relativamente pocos trabajos de investigación al respecto, los productores se enfrentan a una situación caracterizada por la incertidumbre, no sólo técnica sino también en cuanto a precios, políticas de exportación y en la continuidad de la relación costos – ingresos de las actividades productivas (Luccerini *et al*., 2013). Esta situación lleva a la carencia de elementos para definir la combinación óptima de las actividades forestal y ganadera. En la actualidad no se cuenta con suficiente información zonal (especialmente económica y productiva) que permita promover la implementación de los sistemas silvopastoriles por parte de los productores. El objetivo del trabajo fue realizar un análisis productivo y económico de los componentes de sistemas silvopastoriles (SSP) de cinco establecimientos representativos de

la zona del Delta del Río Paraná donde se desarrolla la actividad forestal y ganadera con distintos niveles de integración e intensificación, y determinar el nivel óptimo de integración del componente ganadero.

Materiales y Métodos

El Delta del Paraná está ubicado en la porción final de la Cuenca del Plata en la República Argentina (provincias de Buenos Aires, Entre Ríos y Santa Fe) y ocupa una superficie aproximada de 1.750.000 hectáreas, entre las latitudes de 32° 5´y 34° 29´S y 58° 22´y 60° 45´de longitud O. La región constituye una compleja planicie inundable, definida como un extenso macromosaico de humedales (Malvárez, 1999) con una dinámica agroecológica determinada naturalmente por el régimen hidrológico. La principal actividad productiva es la forestación con Salicáceas (80.000 ha forestadas), con un aumento sostenido en las dos últimas décadas, de la actividad ganadera, muchas veces en SSP (Borodowski *et al*., 2017).

Se seleccionaron cinco campos foresto ganaderos de la zona núcleo Forestal del Delta del Paraná que poseen diferente nivel de integración e intensificación de la ganadería: los planteos 1, 2 y 4 realizan cría junto con la actividad forestal, mientras que los planteos 3 y 5 realizan también invernada (Cuadro 1). Estas combinaciones determinan una superficie ganadera total variable y se realizan con diferente carga animal (Cuadro 2). Todos basan la alimentación del rodeo en campos naturales de gran diversidad florística y calidad forrajera (Casaubon y otros, 2016). Algunos realizan rollos (campos 1, 3 y 5), e incorporan ocasionalmente otros recursos forrajeros (campos 1 y 3) (Cuadro 1).

La evaluación productiva del componente forestal, dada la diferencia entre la duración del proyecto y el ciclo de cultivo de las leñosas, se estimó, a partir del simulador forestal de crecimiento de *Populus deltoides* "Australiano 129/60" (Fernández Tschieder *et al*., 2011) que permitió obtener una aproximación del crecimiento del componente forestal. En cuanto al componente ganadero, se analizaron las variables físicas y de mercado que impactan en el desempeño económico de las producciones a saber: porcentaje de preñez, porcentaje y peso al destete, producción de carne (kg/ha/año), eficiencia de stock, precios de venta y costos.

Para la evaluación económica se calcularon los costos de forestación y de ganadería que fueron utilizados en la construcción del flujo de fondos producido desde el inicio de la plantación hasta su corta definitiva. Para la construcción de dichos flujos, se utilizaron series históricas de precios de la Secretaría de Agroindustria de Nación y la revista Márgenes Agropecuarios. Para la actividad forestal, se incluyó como ingresos, el apoyo económico vigente en la Argentina, a través de lo establecido por la Ley Nacional Nro. 25.080 de Inversiones en Bosques Cultivados. De acuerdo con el rubro y para el período correspondiente al primer semestre del año, una gran parte de estas cotizaciones se obtiene en

dólares estadounidenses. Se adoptó esta unidad para el cálculo de todas las variables analizadas y se tomó el promedio del mes junio de 2015, 9 $/$US.

Respecto al flujo de fondos, se calcularon los valores de TIR (tasa interna de retorno): tasa de actualización que anula al valor actual de los beneficios netos incrementales (Román, 2006), la cual se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión; y VAN (valor actualizado neto): valor actual de la corriente de beneficios incrementales netos, mide el excedente absoluto de los beneficios sobre los costos actualizados a una tasa dada (Román, 2006). Para los cálculos de VAN, se utilizó una tasa de retorno del 8 % ya que es una tasa semejante a la obtenida por una actividad de similar riesgo y duración (Bolsa de Comercio de Buenos Aires). Sin embargo, al analizar los flujos de fondos, se encontró que los saldos entre ingresos y egresos de los establecimientos cambiaban más de una vez de signo, dando de esta forma tasas internas de retorno (TIR) con varios resultados posibles, no siendo posible una conclusión desde el punto de vista financiero. Por ello, siguiendo la recomendación de Román (2006), se descartó este indicador y se analizó el VAN, según la tasa de corte predefinida del 8 %. Se realizó un análisis de sensibilidad de los resultados obtenidos, suponiendo incrementos y disminuciones del 10 % de los costos e ingresos de las actividades ganadera y forestal, para evaluar la estabilidad de estas.

Cuadro 1. Resumen de superficies por actividad, número de animales por categoría y recursos forrajeros utilizados de cada establecimiento analizado.

Establecimiento	1	2	3	4	5
Sup. total (ha)	301,9	445,2	2.890	976,5	630
Sup. ganadera total (ha)	207,3	393,58	1.896	926,5	519
Sup. ganadera abierta (ha)	38,9	193,69	461	766,7	205
Sup. ganadera SSP (ha)	168,4	199,9	1.475	159,8	314
Sup. forestal neta (ha)	94,6	11	954	15	111
Sup. forestal total (ha)	263	210,9	2.429	174,8	425
Sup. sin uso (ha)	0	40,6	0	30	0
Vacas adultas	95	129	721	684	193
Vaquillonas de recría	37	39	117	246	91
Terneras de recría			91		72
Novillos			595		77
Toros	9	11	14	26	9
Total animales (UA)	160	211	1649	1079	454
Recursos forrajeros	CN	CN	CN	CN	CN
	Avena		Avena		Rollos
	Rollos		Rollos		
	Pasto ovillo		Maíz grano		

Sup. Total: superficie total del establecimiento. **Sup. Ganadera Abierta:** superficie con actividad ganadera a cielo abierto. **Sup. Ganadera SSP:** superficie con actividad silvopastoril. UA: Unidades Animales (450Kg) **CN:** campo natural.

Resultados y discusión

La producción forestal se estimó en 300 t/ha para el turno de corta de 15 años. Esta producción es muy buena y se encuentra dentro del promedio de producción de la especie (200 – 400 t/ha) (Borodowski, 2017). En cuanto a la producción ganadera, los indicadores reproductivos como los porcentajes de preñez y de destete son muy buenos y aceptables al ser comparados con los valores de referencia a nivel nacional: 73 % de preñez y 62 % de destete (INTA Balcarce, 2017) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Indicadores reproductivos y productivos de la actividad ganadera de cada campo.

Establecimiento	1	2	3	4	5
Porcentaje de Preñez (%)	94	80	81	86	87
Porcentaje de Destete (%)	82	63	63	79	76
Carga (EV)	0,31	0,29	0,6	0,7	0,67
Producción de carne (kg/ha)	93,5	71,5	91,2	245	143
Eficiencia de stock (%)	33,7	38	36	56	51,5
Sup. ganadera total (%)	69	88	66	95	82

En cuanto a los indicadores productivos, en los planteos 3 y 5 no fue posible diferenciar el origen de la producción de carne por hectárea, por lo que el valor corresponde a ambos sistemas, tanto cría como invernada, siendo excelente para la cría y algo bajo para la invernada (Cuadro 2). Esto en parte se explica por los muy buenos índices reproductivos. La carga es baja en los campos 1 y 2, aceptable en los 3 y 5 y muy buena en el campo 4. La producción de carne/ha es muy buena en todos los casos, y es comparable con la de productores de avanzada, a excepción del campo 3, que es la de menor producción y que podría deberse a la menor proporción de superficie destinada a la actividad ganadera (66 %). La decisión de incrementar la carga, para así poder aumentar la producción de carne y la eficiencia de stock, merece una consideración. La actividad forestal es la principal en la zona del Delta del Paraná, y la ganadería se fue incorporando lentamente y como consecuencia del avance de la frontera agrícola, por lo que no todos los productores la consideran importante en sus ingresos. Por otra parte, los productores de la zona son conscientes de los riesgos que implica tener una mayor cantidad de animales en los campos de isla, no sólo porque conocen la naturaleza y fragilidad de estos ambientes, sino también porque pueden inundarse de forma inesperada y repentina, obligando a una rápida evacuación del rodeo, con todas las complicaciones operativas y costos que implica dicho movimiento.

Los resultados de VAN son variables según los diferentes planteos analizados (Figura 1). La actividad forestal sola arrojó resultados positivos y elevados. La actividad de cría por sí sola no sería rentable para los establecimientos 1

y 2, para los otros planteos, sí. Es posible que, para los dos primeros, se deba a la menor superficie y la baja carga y que el establecimiento 4 al poseer mayor carga animal y mayor superficie ganadera convierta en positivo el resultado de este proyecto. Algo similar ocurriría con los establecimientos 3 y 5 con la actividad invernada, el establecimiento 3 posee mayor superficie ganadera (Cuadro 2).

Si se combina la forestación con la actividad ganadera, bajo un sistema silvopastoril, todos los planteos arrojan una tasa de rendimiento positiva con respecto a la ganadería tradicional (Figura 1). De esta manera, los establecimientos 1 y 2 mejoran el resultado económico de la cría, que realizan con baja carga, con la forestación. Los establecimientos 3 y 5 mejoraron los resultados con la diversificación, a la forestación y la cría le sumaron la invernada de novillos.

Es importante aquí, tener en cuenta también el flujo de fondos de las actividades al momento de tomar una decisión, ya que en el mismo se puede apreciar como el mayor ingreso de la actividad forestal se obtiene al momento de la tala rasa, a los 15 años de iniciada la actividad. Por lo tanto, en los años previos al turno de corta la fuente de ingresos será la actividad ganadera y la correspondiente a la actividad forestal asociada al régimen de promoción forestal, ya que no se realizan raleos que puedan generar un ingreso anticipado.

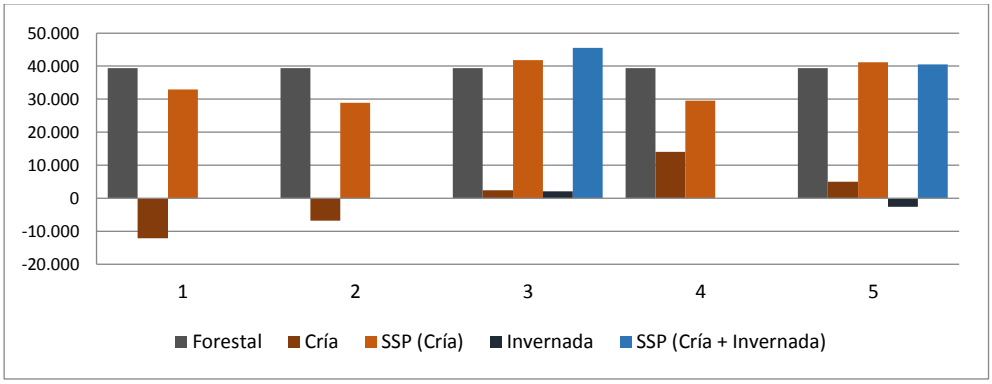


Figura 1. Resultados de VAN ($/ha) para las actividades de cada establecimiento. Período 2014 – 2015.

En función de los resultados económicos presentados, para el período de análisis, el nivel óptimo de integración de la ganadería a la actividad forestal es aquel en el cual se realiza ciclo completo y no sólo cría o invernada. Otros autores han encontrado resultados similares en las provincias de Corrientes y Misiones en plantaciones con *Pinus taeda* y con siembra de pasturas subtropicales bajo el dosel, al poseer el VAN del planteo SSP una ventaja significativa respecto de la actividad forestal pura (Luccerini *et al*., 2013; Colcombet *et al*., 2010). Es importante tener en cuenta aquí las ventajas que

presenta la producción SSP, en la región en estudio, en contraposición a la realizada en la zona del noreste argentino. Los establecimientos evaluados en el presente trabajo tienen la ventaja de no depender de la implantación de pasturas para el consumo del ganado, ya que al poseer pastizales con especies de alto valor forrajero (gramíneas tanto estivales como invernales) es un costo en el cual no necesitan incurrir para poder mantener al rodeo con un buen estado nutricional. Por otra parte, el aprovechamiento de las hojas de álamo por parte de los animales es un aporte importante para tener en cuenta en la dieta (Casaubon *et al*., 2016). Esto no ocurre en los SSP bajo plantaciones de *Pinus taeda o Eucalyptus* en la región noreste de Argentina. El análisis de sensibilidad mostró que las variaciones en costos e ingresos de las actividades ganadera y forestal tienen un menor impacto sobre los SSP que sobre las actividades puras, siendo mucho más estables. Por ello, será decisión del productor adoptar el tipo de actividad ganadera más adecuada según el estado del ciclo de precios en el que se encuentre el proyecto.

Conclusiones

Los SSP, al combinar la producción ganadera con la forestación, logran la obtención de ingresos a corto, mediano y largo plazo, una producción diversificada, reduciendo riesgos, prorrateando gastos fijos, realizando un mejor uso del suelo y generando más y mejores puestos de trabajo, así como una mayor sustentabilidad ambiental.

A partir de los resultados de VAN presentados en este período de análisis, es posible manifestar la conveniencia de optar por la combinación de las actividades forestal y ganadera en sistemas silvopastoriles. Por consiguiente, al realizar cría o invernada en combinación con plantaciones forestales, el productor tendrá una ventaja económica por sobre las alternativas de producción pura. El análisis del flujo de fondos muestra la falta de ingresos provenientes de la actividad forestal durante una gran cantidad de años desde que se realiza la inversión inicial hasta que ocurre la tala rasa de la plantación. Durante el ciclo de cultivo, el ingreso forestal que percibe el productor proviene del apoyo económico no reintegrable, sin el cual el impacto sería muy fuerte. El ingreso económico proporcionado por la actividad ganadera en tiempos mucho más acotados que los de la producción forestal, le permite al productor una estabilidad económica a lo largo del año, dado que podría vender animales en el momento del año que necesite tener mayor fluidez, mientras que la forestación no permite este tipo de anticipo.

Por lo tanto, es posible concluir que la mejor alternativa de producción es la combinación de las actividades ganadera y forestal en SSP presentando, para

este período de análisis, la invernada un mejor nivel de integración respecto de la cría.

Por último, es importante destacar la dificultad para contar con datos económicos fehacientes por parte de los productores. Por ello, gran parte debieron ser estimados ya que hasta el momento de iniciado el estudio no llevaban un registro periódico de esta información. Esta falencia en la toma de datos es un punto importante por trabajar con todos los productores del país para poder detectar de forma rápida y eficiente las principales falencias de cada sistema productivo y así poder corregirlas con la mayor rapidez posible. Esto facilitará la toma de decisiones del productor de acuerdo con los ciclos de precios de insumos y productos.

Agradecimientos

Agradecemos a los productores del Delta, integrantes fundamentales de este trabajo y a los Ings. Agrs. Federico Hidalgo y Mariano Ottini por facilitarnos la información requerida. Esta investigación fue financiada por la Universidad de Buenos Aires (G247BA).

Bibliografía

Bolsa de Comercio de Buenos Aires. http://www.bcba.sba.com.ar

Borodowski, E.D., 2017. Situación del cultivo y uso de las Salicáceas en Argentina. Quinto Congreso Internacional de Salicácea. Talca, Chile. Disertación. ISSN 1850-3543 (Actas en CD).

Casaubon, E.A., Cornaglia P.S., Peri P.L., Gatti M.L., Clavijo M.P., Borodowski E.D.,Cueto G.R., 2016. En: Silvopastoral systems in Southern South America (Argentina, Brazil and Chile). (Eds) PL Peri, F Dube & A Varella) Advances in Agroforestry Book Series, Springer, Dordrecht, The Netherlands. ISBN: 978-3-319-24107-4 (Print) 978-3-319-24109-8 (Online).

Colcombet, L., Crechi, E., Keller, A., Pachas, N., Fassola, H., Lacorte, S., Esquivel, J., 2010. Comparación preliminar de resultados financieros y económicos de proyectos forestales, ganaderos y sistemas silvopastoriles en Misiones. Jornadas Técnicas y Ambientales de Eldorado, 14. [Anales]. Eldorado: INTA,

Fernández Tschieder, E.;, Fassola, H.E., García Cortés, M., 2011. Ecuación de volumen total para *Populus deltoides* de plantaciones del Bajo Delta del Paraná. RIA 37 172-179.

INTA Balcarce, 2017. Web: inta.gob.ar/balcarce

Luccerini, S.A., Subovsky E., Borodowski E.D., 2013. Sistemas Silvopastoriles: una alternativa productiva para nuestro país. Apuntes Agroeconómicos. Año 7 Nro. 8. ISSN: 1667-3212. http://www.agro.uba.ar/sistemas.htm

Malvárez, I., 1999. El Delta del río Paraná como mosaico de humedales. En: Malvárez AI(Ed) Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. MAB UNESCO, Montevideo.

Márgenes Agropecuarios. Año 30 – N°360

Román, M.E., 2006. Diseño y evaluación financiera de proyectos agropecuarios. Editorial FAUBA.

Secretaría de Agroindustria de la Nación. Web: www.agroindustria.gob.ar

Efecto de la oferta y el consumo de *Erythrina berteroana* en un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), en la productividad de leche bovina en la llanura Amazónica peruana

Effect of supply and intake of *Erythrina berteroana* in an intensive silvopastoral system (iSPS), on the bovine milk productivity in the Peruvian Amazonian plain

M. Clavo[1]; J. Vela[2]; R. Del Águila[1]; A. Delgado[1]

[1] Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura - IVITA, sede Pucallpa
Jr. Daniel A. Carrión 319, Pucallpa. Perú.
[2] Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Agropecuarias;
Grupo SISBA. Pucallpa, Perú
zclavop@unmsm.edu.pe

Resumen

La Región Ucayali, parte de la llanura Amazónica del Perú, caracterizada por suelos ácidos saturados de aluminio con poca fertilidad sometidos a altas precipitaciones. La ganadería es predominantemente extensiva, con pastoreo continuo, con carga animal inadecuada, pastos establecidos en monocultivo. Este modelo que ha resultado insostenible en términos de uso y conservación de la tierra y el incremento de emisiones de gases de efecto invernadero como el metano en parte producido por el ganado. Es necesario motivar la búsqueda de opciones de alimentación sostenible como son los sistemas silvopastoriles intensivos para la producción de leche en la amazonia. El presente estudio permitió generar y documentar el conocimiento sobre el manejo de un sistema silvopastoril intensivo, con arbusto forrajero *Erythrina berteroana* en alta densidad de siembra a partir de estacas y árboles nativos maderables y medicinales con dos años de establecido para comparar la producción de leche en el sistema, en contraste con las vacas alimentadas en un sistema en monocultivo convencional. Las evaluaciones se realizaron en un sistema silvopastoril intensivo (SSPi) establecido en la Estación Experimental IVITA Km 59 de la Carretera Pucallpa a Lima, con especies de pasturas herbáceas gramíneas *Brachiaria dictyoneura*, leguminosas arbustivas como forraje *Erythrina berteroana* y árboles *Croton lechleri* y *Handroanthus serratifolius*; como testigo pastura herbácea gramínea en monocultivo *Brachiaria decumbens*. Se evaluó la producción de leche y se midió la carga animal con ganado cruzado Holstein x Zebu en pastoreo alterno en tres épocas. Se utilizó la prueba de t de Student para ver la diferencia de las variables entre los dos tratamientos. No se encontró diferencias significativas en la producción de leche en l/vaca/día, pero si en la producción de leche l/ha debido al incremento de la carga animal en UA/hectárea en SSPi que tuvo un

incremento de 120%, se obtuvo un rendimiento promedio de 3.68 l/vaca/día en SSPi y 3.59 l/vaca/día en monocultivo; esta mayor permanencia de animales en SSPi, sobre todo en época seca es debido al aporte de biomasa de la forrajera arbustiva *Erythrina berteroana* . Se concluye que el sistema silvopastoril estudiado es una alternativa de mitigación al cambio climático y al aumento de la producción de leche y carne en la Amazonia, logrando la sostenibilidad del sistema.

Palabras clave: *Ganado lechero, leguminosa arbustiva, cambio climático, Amazonia,*

Abstract

The Ucayali Region, part of the Amazonian plain of Peru, characterized by acid soils saturated with aluminum with low fertility subjected to high rainfall. Livestock is predominantly extensive, with continuous grazing, with inadequate animal load, pastures established in monoculture. This model has proved unsustainable in terms of land use and conservation and the increase of greenhouse gas emissions, such as methane in part produced by livestock. It is necessary to motivate the search for sustainable feeding options such as the intensive silvopastoral systems for the production of milk in the Amazon. The present study allowed to generate and document the knowledge on the management of an intensive silvopastoral system, with forage shrub *Erythrina berteroana* in high density of sowing from stakes and native timber and medicinal trees with two years of established to compare milk production in the system, in contrast to cows fed in a conventional monoculture system. The evaluations were carried out in an intensive silvopastoral system (SSPi) established in the IVITA Experimental Station Km 59 of the Pucallpa Road to Lima, with grass herbaceous species *Brachiaria dictyoneura*, shrub legumes such as forage *Erythrina berteroana* "amasisa" and *Croton lechleri* trees and *Handroanthus serratifolius*; as a control grass herbaceous pasture in monoculture Brachiaria decumbens. Milk production was evaluated and the animal load was measured with crossbred Holstein x Zebu cattle in alternate grazing in three seasons. Student's t test was used to see the difference of the variables between the two treatments. No significant differences were found in the production of milk in l / cow / day, but in the milk production l / ha due to the increase in the animal load in AU / hectare in SSPi that had an increase of 120%, it was obtained an average yield of 3.68 l / cow / day in SSPi and 3.59 l / cow / day in monoculture; This greater permanence of animals in SSPi, especially in the dry season, is due to the biomass contribution of the shrubby forage *Erythrina berteroana*. It is concluded that the silvopastoral system studied is an alternative to mitigate climate change and increase the production of milk and meat in the Amazon, achieving the sustainability of the system.

Keywords: *Dairy cattle, shrub legume, climate change, South Western Amazon,*

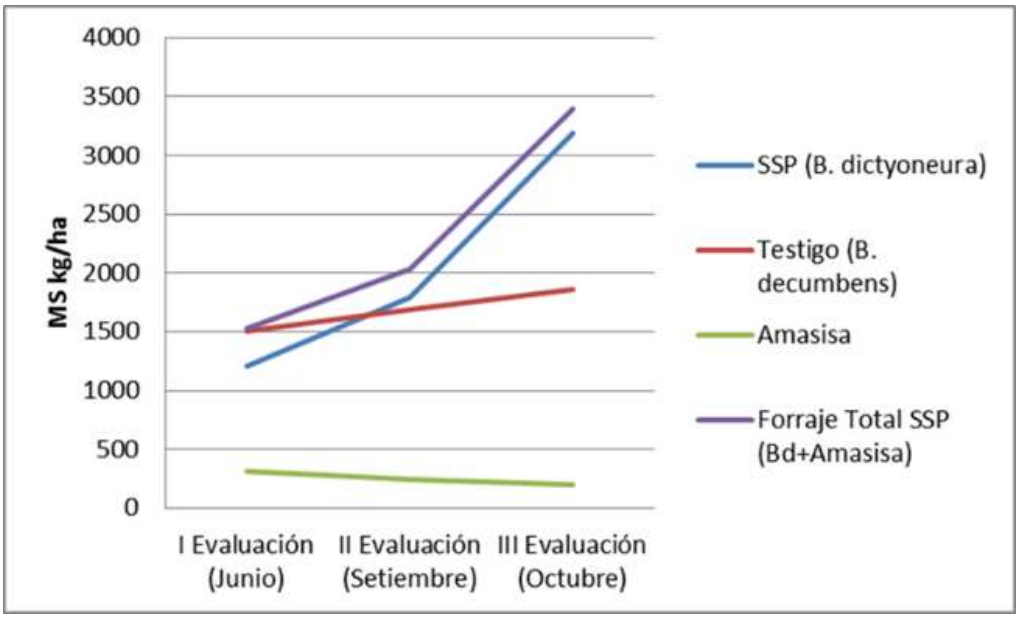


Figura 1. Producción de forraje MS kg/ha en el SSPi y en la pastura en monocultivo en tres épocas de evaluación.

Cuadro 1. Producción de leche, Carga Animal y días de pastoreo en el sistema silvopastoril y el monocultivo.

Evaluación	Silvopastura			Monocultivo		
	Prod. Leche (l/vaca/día)	Carga (UA)	Tiempo de pastoreo (días)	Prod. Leche (l/vaca/día)	Carga (UA)	Tiempo de pastoreo (días)
21- junio	4.21a	6.0a	20a	4.32a	2.2b	8b
2- setiembre	3.77a	4.5a	15a	3.87a	2.1b	7b
11- octubre	3.47a	6.1a	21a	3.00a	2.5b	10b

Letras iguales en la misma fila no presentan diferencias significativas (Prueba de t (P≤0.01)

Tree component in pastures and its financial contribution to livestock farms in Costa Rica

El componente arbóreo en pasturas y su contribución financiera en fincas ganaderas en Costa Rica

M. H. Souza de Abreu [1]; M. Ibrahim [2]; W. Manig [3]

[1] Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales (LEUP), Departamento de Producción Animal, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, La Molina, Lima, Perú. Phone: 0051 996799952; E-mail: mhabreu@lamolina.edu.pe

[2] Agroforestería, CATIE, Apdo. 7170, Turrialba, Costa Rica. Phone: 00506- 5566418; E mibrahim@catie.ac.cr

[3] Institute of Rural Development, University of Goettingen, Waldweg 26 – 37073 Goettingen, Germany. Phone: 0049-551-393901 wmanig@gwdg.de

Abstract

The role of dispersed pasture trees in enhancing the income of cattle farming systems was examined in La Fortuna, San Carlos, a district located in the northern humid tropical region of Costa Rica. A structured-interview was elaborated to collect data on thirty-five livestock farms chosen randomly to obtain information on farm size, animal production systems, pastures and silvopastoral systems (SSP), milk yields and economic data. A canonical discriminant analysis was performed on the data base of surveys to identify farm typologies. Three types of production systems were observed: mixed (dairy and agriculture), dairy, and dual purpose (milk and meat). A case study was conducted to make an evaluation of the SSP and a financial analysis of farms selected from different farm typologies identified. Four farms for the mixed system, and three farms each for the specialised dairy and dual-purpose systems were selected from the 35 farms surveyed. An inventory of the dispersed trees in pastures was carried out on the 10 farms selected. The abundance, growth dynamic and wood volume of the two main tree species Laurel (*Cordia alliodora*) and Cedar (*Cedrela odorata*) were estimated. Questionnaire surveys were applied focused mainly on the costs and benefits, including the profitability of milk, meat and crop combined with wood production. Mean farm size and area covered by pastures of dual-purpose farms were significantly greater than those of the other systems. Milk productivity (kg ha^{-1}) was highest for specialized milk and mixed farms. The area of pasture with trees was significantly greater in dual-purpose systems (74% of total area),

predominantly timber trees. The timber tree species Laurel was predominant in the pastures, although its density was low (11 trees ha^{-1}). In specialised milk systems, a significantly high density of shade trees was found compared to the other systems, protecting exotic animal breeds from direct sun. The dual-purpose system presented the highest abundance of Laurel trees with small diameters, and this is important for sustainable natural regeneration. This system also had adult trees of Laurel with relatively good commercial volume (2.21 m^3 ha^{-1}). The greater abundance of Laurel in the dual-purpose system may be related to the fact that these livestock farmers try to reduce risk by diversifying farm production and because of lower stocking rates compared to specialised dairy systems. The specialised milk system showed greater total costs, mainly due to the variable costs associated with animal nutrition, maintenance costs of the animals and general costs. The average annual gross income (US$ ha^{-1}) of the milk production was greater for the specialised milk and mixed systems. The dual-purpose farms had a more homogenous and the highest net present value NPV (US$ 256.18 ha^{-1}). The average income from milk production in all three systems contributed the most to the total gross income (49.8%), while the average income from wood only made a small contribution (1.02%). Understanding the role of the tree component according to livestock production system could improve its environmental and financial contribution for the cattle production systems of the region.

Keywords: *Cordia alliodora, cattle farms, financial viability, shade trees, timber trees.*

Resumen

Se examinó el papel de árboles dispersos en pasturas en mejorar los ingresos de sistemas ganaderos en La Fortuna de San Carlos, distrito localizado en el trópico húmedo del norte de Costa Rica. Una entrevista estructurada fue elaborada para obtener datos de 35 fincas ganaderas elegidas al azar con el objetivo de adquirir información sobre el área de la finca, sus sistemas de producción animal, pastizales y sistemas silvopastoriles (SSP), el rendimiento de leche y datos económicos. Se realizó un análisis discriminante canónico de los datos de las entrevistas para identificar distintos tipos de sistemas de producción en las fincas. Fueron encontrados tres sistemas de producción: mixto (leche y agricultura), especializado en leche, y de doble propósito (leche y carne).

Se llevó a cabo un estudio de caso para evaluar los SSP y realizar un análisis financiero de las fincas seleccionadas a partir de los diferentes tipos de sistemas de producción identificados. De las 35 fincas se seleccionaron cuatro de sistema mixto, tres de sistemas especializado en leche, y tres de doble propósito. Se llevó a cabo un inventario de los árboles dispersos en los potreros de las diez fincas seleccionadas. Se estimó la abundancia, la dinámica de crecimiento y el volumen de madera de las dos principales especies de árboles encontradas, el Laurel (*Cordia alliodora*) y el Cedro (*Cedrela odorata*). Encuestas basadas en cuestionarios se realizaron centradas principalmente en los costos y beneficios, incluyendo la rentabilidad de leche, carne y cultivos, combinados con la producción de madera. Los promedios del área de la finca y de las áreas de pastizales fueron mayores en las fincas de sistema de producción de doble propósito que en fincas con otros sistemas. En cambio, la productividad de la leche (kg ha^{-1}) fue más alta en las fincas especializadas en leche y en las fincas de sistema mixto. El área de pastos con árboles fue significativamente mayor en fincas de doble propósito (74% del área total), con predominancia de árboles maderables. El Laurel fue la especie de árbol maderable predominante en pastizales; sin embargo, su densidad era baja (11 árboles ha^{-1}). Una alta densidad de árboles de sombra fue encontrada en los sistemas de producción especializados en leche, en comparación a los otros tipos de sistemas de producción, protegiendo a los animales de raza exótica del efecto directo del sol. El sistema de doble propósito presentó la mayor cantidad de Laureles con diámetros menores, lo cual es importante para una regeneración natural sostenible. Ese sistema también presentó Laureles adultos con un volumen comercial relativamente bueno (2.21 m^3 ha^{-1}). La gran abundancia de Laurel en las fincas con sistemas de doble propósito puede estar relacionada con la intención de los ganaderos de reducir los riesgos a través de la diversificación de la producción, y debido a que la carga animal es más baja en comparación a las fincas con otros sistemas. Las fincas con sistemas especializados en leche presentaron mayores costos, debido principalmente a los costos variables asociados con la nutrición animal, los costos de mantenimiento de los animales y los gastos generales. El ingreso bruto anual promedio (US$ ha^{-1}) de la producción de leche fue mayor en los sistemas especializado en leche y mixto. Las fincas con sistema de doble propósito tuvieron un valor neto actual NPV más alto y homogéneo (US$ 256.18 ha^{-1}). El ingreso promedio de la producción de leche en los tres sistemas tuvo una mayor contribución

para el ingreso bruto total (49.8%), mientras que el promedio de los ingresos de la madera tuvo solamente una pequeña contribución (1.02%). Entender el rol del componente arbóreo según el tipo de sistemas de producción animal podría ayudar a incrementar la contribución ambiental y financiera de los árboles dispersos en pastizales para los sistemas ganaderos de la región.

Palabras Claves: *Cordia alliodora, fincas ganaderas, viabilidad financiera, árboles de sombra, árboles maderables.*

Perspectivas de los sistemas silvopastoriles en la zona centro de la Cuenca del Río de la Plata

Perspectives of silvopastoral systems in the central area of Río de la Plata basin

A. Bussoni[1]; J. Esquivel[2]; P. Egolf [3]; L. Colcombet[4]; M. Boscana[1]

[1]Facultad de Agronomía, abussoni@fagro.edu.uy
[2]Asociación de Consorcios Regionales Argentinos-AACREA
[3]INTA- Instituto de Economía
[4]Inta El Dorado, Misiones- Argentina
abussoni@gmail.com

Resumen

Este estudio es una prospección inicial sobre los resultados actuales y potenciales de sistemas silvopastoriles y las condiciones que propiciarían una mayor tasa de adopción de los mismos por parte de productores rurales no integrados. El mismo se realizó sobre 5 zonas basadas en una economía local ganadera o forestal, sobres sistemas identificados a partir de estudios previos, en el centro sur de la Cuenca del Río de La Plata. Se analizan las especies forestales utilizadas, los marcos de plantación y los resultados productivos forestales y ganaderos, las condiciones de producción local y la situación de los mercados, permitiendo identificar sinergias entre las zonas. Existe un escenario que favorece la exportación de productos ganaderos y forestales, si bien las regiones presentan diferente aptitud productiva. Mientras el litoral argentino muestra una mayor vocación para la obtención de madera para aserrado, Uruguay presenta una expansión de la demanda de madera para pulpa de exportación. Ambos países se encuentran ante el desafío de un escenario de aumento del mercado de exportación de carne. La integración de ambos rubros en los predios depende en buena medida de acciones de fomento por parte de instituciones públicas y privadas. Existe un área de mercado a desarrollar en la obtención de carne que obtenga un diferencial de precio en condiciones de confort animal y la producción de madera en sistemas integrados. Se deben desarrollar mecanismos de incentivos para las plantaciones de baja densidad y obtención de trozas de mayor valor en predios de productores no integrados.

Palabras clave: *Integración; mercado de la carne; mercado de la madera; exportación.*

Abstract

This study is a preliminary analysis on the current and potential results of silvopastoral systems and on the conditions that would favor a higher rate of adoption of them by non-integrated rural producers. It was carried out on 5 zones based on a local livestock or forestry economy, on systems identified from previous studies, in the southern center of the La Plata River Basin. The forest species used, the plantation scheme and the forestry and livestock production results, the conditions of local production and the situation of the markets are analyzed, allowing to identify synergies between the zones. There is a scenario that favors the export of both livestock and forestry products, although the regions have different productive capacity; while the Argentinian side shows a greater vocation in systems for obtaining of wood for timber, Uruguay presents an expansion of the demand of wood chips with orientation to export markets. Both countries are facing the challenge of a scenario of beef market growth. The integration of both items in the properties depends largely on promotion actions by public and private institutions. There is an area to be developed in obtaining meat for markets that recognize a price differential when it occurs in conditions of animal comfort, as well as the production of wood in integrated systems. Incentive mechanisms should be developed for low-density plantations to obtain higher value logs in farms of non-integrated producers.

Keywords: *Integration; meat market; timber market; export.*

Introducción

La Cuenca del Plata es una región de América Latina que abarca diferentes zonas de Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay. Reúne importantes puertos de exportación de productos madereros y concentra una de las mayores superficies de plantaciones comerciales del continente. El desarrollo que se ha dado en esta vasta área ha sido impulsado en cierta medida, por las inversiones de grupos e inversiones industriales. En muchos casos, esto ha abierto la puerta para la diversificación de ingresos, tanto en campos ganaderos al incorporar sistemas silvícolas, como en predios forestales al incorporar el ganado vacuno. La región reúne el 34% de la exportación mundial de carne (Index-Mundi, 2019) con perspectivas de expansión de la demanda; a su vez nuclea una importante capacidad exportadora de pulpa en base a *Eucalyptus* spp. y la producción de madera de diámetros medios para aserrado. En algunas zonas de la Cuenca, las exportaciones de rollizos de mayores diámetros podrían constituirse en otra opción. Los Sistemas Silvopastoriles (SSPs), viabilizan la capitalización financiera forestal y el incremento patrimonial, lo que podría transformarse en una oportunidad para los productores, especialmente los no integrados.

Trabajos que comparan las condiciones de sistemas silvopastoriles en diferentes partes del mundo analizan la rentabilidad de los mismos y las condiciones en la que se producen, así como las tendencias de los mercados globales (Cubbage *et al*., 2012, 2014). Existen pocos estudios que analicen de manera integrada, las condiciones locales de producción y cómo estos sistemas se insertan en la cadena comercial.

Los productos madereros provenientes de plantaciones están substituyendo la madera que anteriormente se extraía de los bosques nativos en la Cuenca alineado con una tendencia global, lo que deriva en una mayor productividad y mejora en la demanda y mercados consumidores (Buongiorno & Zhu, 2014). En los últimos 25 años la superficie de plantaciones forestales en regiones templadas, registraron un aumento de 51% (FAO, 2016), siendo América del Sur, con más de 15 millones de hectáreas (Payn *et al*. 2015), la región del mundo que presenta mayor proporción de plantaciones en regiones templadas (Jürgensen *et al*., 2014; Payn *et al*., 2015), aportando el 88% de la producción maderera.
Considerando exclusivamente el territorio de la Cuenca del Río de la Plata, Brasil posee el 41 % de su área plantada en la Cuenca (IBA, 2018), Argentina el 80 % (Agroindustria, 2018), Uruguay el 82% (MGAP, 2019) y Paraguay el 100 %, lo que señala la importancia de este territorio en la producción forestal del continente.

En este contexto, los sistemas silvopastoriles han tenido diferentes grados de evolución presentando posibilidades de expandirse según la trayectoria de las inversiones y el desarrollo de los mercados en América del Sur, entre otros factores. La región de la Cuenca del Plata podría pasar a ser una región trascedente en la incorporación de estos sistemas con beneficio para los productores rurales y comunidades locales.

El objetivo del trabajo es realizar un análisis prospectivo sobre los resultados actuales y potenciales de estos sistemas y las condiciones que se deberían desarrollar para que los mismos se extiendan de una manera más amplia, considerando las condiciones de producción local y la situación de los mercados.

Materiales y métodos

El estudio se realizó sobre 5 zonas basadas en una economía local ganadera o forestal, que comprende la parte centro sur de la Cuenca del Río de La Plata: en Argentina las provincias de Misiones y Corrientes y en Uruguay el Centro-Sur, el Norte y Sureste de este país.

Se identificaron para cada zona diferentes sistemas silvícolas de producción en base a trabajos previos (Esquivel, 2012; Lacorte *et al*., 2016; Bussoni *et al*., 2016;), tomando en cuenta los siguientes descriptores a) del componente forestal: especie, marco de plantación, volumen estimado de cosecha total discriminada por clase de productos y duración del ciclo forestal; b) del componente ganadero: raza de ganado y tiempo estimativo de permanencia del mismo bajo dosel. Los resultados económico-financieros están en parte condicionados a las distancias entre el predio SSP y los puntos de entrega de los rollizos a los compradores del mercado, para lo que se consideran tres rangos: distancia corta cuando es menor a 50 km, distancia intermedia de 50-200 km y distancia larga cuando es mayor a 200 km.

Adicionalmente se describe el ambiente productivo local, el mercado de la madera y el mercado de la carne, se analiza el grado de integración de la industria para finalmente evaluar las condiciones para una mayor adopción de los sistemas silvopastoriles.

Se utiliza para el análisis, sistemas consolidados en donde los productores tienen como práctica la combinación del rubro ganadero y forestal, como es el caso de las provincias del Litoral argentino. Este tipo de sistemas se comienza a explorar en Uruguay, pero lo más frecuente son los contratos de arrendamiento que ofrecen las fábricas de celulosa con el objetivo principal de abastecer de materia prima a sus plantas industriales, permitiendo el pastoreo del sotobosque. Además, se incorpora a este análisis sistemas de menor densidad arbórea a partir de una revisión bibliográfica (Cabris, 2002; Shield & Hansen, 1995; Van Hoff, 2001), modificado para condiciones de menor densidad, así como datos tomados de estudios de caso previos (Cabrera *et al*. 2016; Munka, *et al*., 2017).

Para este trabajo se define Aserrado 1 a las trozas podadas y con diámetro en punta fina > 30 cm, Aserrado 2 y Aserrado 3 a las trozas no podadas > 30 cm y > 25 cm en punta fina, respectivamente.

Resultados y discusión

A continuación se presenta un resumen sobre las principales características de los sistemas considerados (Tabla 1) y las condiciones en la que se desarrollan los mismos (Tabla 8), para posteriormente realizar un análisis de las condiciones de mercado y los principales factores que promueven o afectan su desarrollo.

Los sistemas que obtienen mayor proporción de madera para aserrado, son los Sistemas 1 y 4, localizados en las provincias argentinas de Misiones y Sur

de Corrientes que utilizan Pino Híbrido (*Pinus elliotti x caribaea*) en los sistemas, en turnos de corte de 16 años. Esta variedad fue substituyendo al *Pinus taeda* ya que el Pino Híbrido presenta una estructura de copa menos densa, que permite mayor pasaje de luz, lo que lo hace más apto para estos sistemas; los sistemas 2 y 3 en base a eucaliptos se implantan en áreas sin restricciones de capa freática en Corrientes y algunas áreas de Misiones asociadas a industrias. Las razas ganaderas predominantes en estas provincias son Bradford y Brangus. La madera con destino para fabricación de pulpa, se obtiene en una proporción menor con importantes distancias a destino. En la provincia de Corrientes, empresas forestadoras con sistemas forestales densos han incorporado la ganadería propia o en arrendamiento, como herramienta para disminuir bajo dosel la biomasa combustible y el consiguiente riesgo de incendio.

Para el caso de Uruguay esta situación es inversa; los sistemas más implementados (sistemas 7 y 8) son los que tienen como producto principal la obtención de trozas de diámetros menores, situados a distancias intermedias de la industria. Las especies forestales más utilizadas son *Eucalyptus dunnii* y *Eucalyptus globulus ssp globulus*. Estos sistemas se desarrollan tanto en predios integrados como en predios ganaderos. Esta modalidad es la más extendida y de mayor adopción por parte de estos productores; entre las ventajas está el acceder a un paquete tecnológico forestal que brinda altas probabilidades de obtener buenos resultados productivos y financieros. Una de las ventajas que se destaca por parte de los productores es el poder acceder a un mercado y comercialización a turno final de la madera cosechada. Entre las desventajas se identifica una baja integración de la ganadería en montes muy densos sobre todo en especies que dejan pasar poca proporción de luz, como es el caso del Sistema 7, la producción forrajera y ganadera no es un objetivo del sistema.

Para el caso del Sistema 8 la experiencia muestra que se logran buenos resultados de producción ganadera hasta los dos tercios de la rotación, luego del cual la producción forrajera merma.

Los sistemas 5 y 6 no son modelos extendidos si bien están actualmente en desarrollo en predios puntuales. Son ejemplos de cómo se podría realizar producciones integradas en plazos mayores, pero más estables desde el punto de vista ganadero y forestal. Para el caso del sistema 5, en zona sitio I del Norte del Uruguay, se proyectan crecimientos de 25 m^3/ha/año en bajas densidades y con buenas condiciones de producción de ganado en esos potreros; trabajos previos demuestran que la temperatura ambiente en plantaciones forestales resultan en una moderación de las temperaturas extremas (C Munka *et al*., 2016) y una mejora en el confort animal.

En la Tabla 2 se describen las condiciones y perspectivas en las que se desarrollan las producciones conjuntas de madera y carne para los países involucrados.

Uno de los principales desafíos es integrar productores ganaderos que puedan incluir alternativas productivas para la generación de productos maderables de mayor valor de mercado. Para esto se deben difundir sistemas del tipo 5 y 6 en donde la permanencia del ganado bajo dosel ocurre en prácticamente todo el ciclo del cultivo forestal, con mejores retornos económicos. La principal limitante para el desarrollo de estos sistemas es resolver la escasa información y el acceso al mercado de madera de mayor valor.

Principales cambios y tendencias en el Mercado forestal y ganadero

En Argentina en la década de los 90 se genera una capacidad exportadora de productos sólidos y chapas con destinos varios. La crisis inmobiliaria en Estados Unidos a partir del año 2007 dio origen a importantes problemas de mercado, que afectó las empresas de la región, actualmente en recuperación. Misiones tiene la particularidad de haber conformado un clúster forestal del cual forman parte más de 500 pequeños y medianos aserraderos, además de las plantas de celulosa y papel y de tableros compensados, que consumen principalmente rollos de pinos.

A partir de la crisis y de una capacidad industrial instalada, se abrieron mercados alternativos de exportación de trozas para aserrado. El mercado asiático es el principal, lo que ha permitido cosechar importantes superficies de pino que no tenían capacidad de ser procesadas en el Uruguay y la exportación de trozas de *Eucalyptus grandis* tanto desde Uruguay como desde Argentina en un radio de 300-800 km de distancia, saliendo por el puerto de Montevideo.

En los últimos años, se produce en Uruguay una fuerte substitución de las dos especies de Pino (*Pinus taeda* y *Pinus elliottii*) por *Eucalyptus grandis* que es la especie que se consolida en el área de industrialización. La industria de fabricación de pulpa de celulosa es la que más se ha desarrollado en Uruguay, con perspectivas de expansión ante la futura instalación de una tercera planta. La demanda de este tipo de productos es muy importante en todos los sistemas silvícolas, ya que pueden absorber las trozas de menor diámetro que se produce en proporciones altas en algunos sistemas, como se mostró en Tabla 11. Sin embargo, la comercialización para productores no integrados tiene el problema del origen de plantaciones que no están certificadas, si bien pueden encontrar otros destinos.

El mercado de la carne ha pasado por momentos dispares; por un lado Argentina tuvo una reducción de su stock ganadero, actualmente en recomposición. La región se prepara para un ciclo de precios alcista de la carne, tanto por la demanda creciente de mercados asiáticos, como por el acuerdo de Asociación Estratégica entre la Unión Europea y el Mercosur (MERCOSUR, 2019; URUGUAY, 2019), con el cual se eliminarán los aranceles para carne y lana al mercado de la UE. En general las provincias argentinas como Buenos Aires y Santa Fe, participan de manera relevante de las exportaciones de carne (CAC, 2018); en especial la provincia de Corrientes es una gran proveedora de terneros para otras áreas de engorde mientras que Misiones está orientada al mercado local. Uruguay es un clásico productor y exportador de carne; para referenciar en ese país un novillo en pie de 480 kg, presentaba un valor de 744 US$/cabeza a diciembre de 2018 (INAC, 2019), con valores al alza al momento de este trabajo.

Se puede consignar que se espera una mejora general en las condiciones del mercado de exportación de la carne para toda la región y en especial para la Cuenca.

Tabla 1. Características de algunos sistemas en la región

País	Sistema	Región	Marco de plantación	Especie Forestal	Turno de Cosecha (años)	Población inicial (pl/ha)	Volumen turno final (m³/ha)	Volumen (%) aserrado 1	Volumen (%) aserrado 2+3	Volumen (%) Triturado
Argentina	1	Misiones	5 x 2,5	*Pino Hibrido (elliottii x caribaea)*	16	800	180	40%	55%	5%
	2	Nordeste de Corrientes	(5 x 3) + 20	*Eucalyptus grandis*	8	267	150	20%	70%	10%
	3	Centro de Corrientes	6 x 2,5	*Eucalyptus grandis*	10	500	150	20%	70%	10%
	4	Sur de Corrientes	(4 x 2,5) + 12	*Pino Hibrido (elliottii x caribaea)*	16	500	160	35%	60%	5%
Uruguay	5	Norte	(5 x 3,2) + 20	*Eucalyptus grandis*	16	250	411	51%	35%	14%
	6	Centro-Sur	(3 x 2) + 18	*Eucalyptus grandis*	17	478	285	23%	37%	40%
	7	Centro-Sur	3,5 x 2,14	*Eucalyptus dunnii*	10	1.336	371	0%	0%	100%
	8	Sur-Este	(2 x 2) + 8	*Eucalyptus globulus*	11	1.000	181	0%	0%	100%

Por un lado, asistimos a un buen momento del mercado de la carne de exportación con perspectivas alcistas; por otro lado, en Uruguay existen buenas perspectivas de mercado para celulosa de fibra corta; finalmente se han abierto mercados de exportación de trozas para aserrío que pueden mejorar las perspectivas de ese tipo de producto maderero en el mediano plazo, si bien es bastante incierta la permanencia de esta demanda en el tiempo. Sería deseable mejorar las condiciones para que la capacidad industrial instalada pueda demandar este tipo de productos.

En la últimas dos décadas, en toda la región se dio un importante desarrollo de I+D en tecnología forestal. Para el caso de Uruguay, los productores que acceden a convenios con las empresas pueden incorporar los beneficios de estas tecnologías; son plantaciones, como ya se comentó, de alta densidad

y con baja presencia de ganado bajo monte; el área de pastoreo se reduce y se maximiza la obtención de volumen de madera por superficie.

Tabla 2. Condiciones en los que se desarrollan las producciones.

País	Características de las Unidades productoras forestales	Integración actual entre los productores forestales y los ganaderos	Adopción sistemas SSP	Como propiciar un mayor desarrollo de los SSP
Argentina	En general productores medianos y grandes. Hay casos de avance en integración vertical (Serv. Ftales, vacas preñadas, feed lot final, aserradero).	Existen casos de forestales que crean su caja chica incorporando la ganadería. Es más frecuente ganaderos que se capitalizan incorporando plantaciones de baja densidad.	Los primeros adoptadores fueron forestales misioneros que incorporaron el árbol por lo que la inversión inicial de plantar la pastura es menor; la superficie con SSP está aumentando.	Mejorar la divulgación de resultados productivos, económicos y beneficios utilizando videos para compartir experiencias. Desde el estado, promocionar SSPs vía plantaciones en bajas densidades y créditos verde con períodos de gracia acordes al resultado financiero del proyecto.
Uruguay	Las unidades productivas pertenecen a las empresas dominantes de la industria. También están presentes fondos de inversión y grupos de productores forestales.	Las empresas realizan acuerdos con productores ganaderos de pastoreo, también en modalidad de arrendamiento, inversión conjunta, entre otros.	Muy pocas experiencias en sistemas de baja densidad forestal, turnos medianos y alto volumen individual que serían los sistemas más adecuados para predios ganaderos.	Mejorar la información tecnológica para productores no integrados; mejorar la información de las condiciones de acceso a mercado y comercialización. Existen dificultades en comercializar trozas de diámetros menores, provenientes de montes que no sean propiedad de la empresa industrial. Que el productor no integrado pueda acceder a material de alto rendimiento en madera. Estudiar el mecanismo de subsidio directo (si bien hoy existen exoneraciones impositivas) para promover plantaciones de baja densidad.

Conclusiones

Existe un escenario externo muy alentador para los mercados de carne y madera. La integración de ambos rubros en los predios depende en buena medida de acciones de fomento por parte de las instituciones públicas y privadas. En Uruguay uno de los desafíos es que productores ganaderos integren plantaciones con una silvicultura intensiva que permita mayor producción forrajera y ganadera en mejores condiciones. Ejemplos exploratorios de ellos son los sistemas tipo 5 y 6 en los cuáles se espera que la ganadería se desarrolle a lo largo de casi todo el ciclo forestal. A la luz de nuevos acuerdos, aparece la oportunidad para desarrollar mercados de carne que reconozcan el diferencial de mayor confort ambiental, así como la producción de madera de bosques implantados y preservación de los recursos forestales nativos. Del lado argentino, existe una importante trama de aserraderos y algunas industrias de compensado que demandan trozas de diámetros gruesos, por lo que se ha desarrollado los modelos con Pino Híbrido que es el género más apto para estos sistemas.

Se deben desarrollar mecanismos de incentivos para las plantaciones de baja densidad y obtención de trozas de mayor valor en predios de productores no integrados.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los productores e instituciones que colaboraron en este trabajo.

Bibliografía

Agroindustria - Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial, 2018. Inventario nacional de plantaciones forestales por superficie. Buenos Aires: Agroindustria. Retrieved from https://datos.gob.ar/dataset/agroindustria-inventario-nacional-plantaciones-forestales-por-superficie

Buongiorno, J., Zhu, S., 2014. Assessing the impact of planted forests on the global forest economy. *New Zealand* Journal of Forestry Science, *44*(S1):S2. https://doi.org/https://doi.org/10.1186/1179-5395-44-S1-S2

Bussoni, A., Munka, C., Rachetti, M., Boscana, M., Alvarez, J., Cabrera, G., Fernandez, E., 2016. La intergración de forestaciones en predios familiares: resultados de un estudio participativo. DIB, Montevideo, pp.46.

Cabrera, G., Rachetti, M., Condon, R., Olivera, B., Artigalás, A., Martínez, J., Inzaurralde, S., Garrone, I., Sánchez, A., Bentancor, L., Bussoni, A., Munka, C., Boscana, M., Álvarez, J., Fernández, E, 2016. La intergración de forestaciones en predios familiares: resultados de un estudio participativo. Uruguay

Cabris J., 2002. Primer Encuentro Forestal de Rivera. *In*: Manejo de plantaciones forestales. Rivera pp. 7.

CAC, 2018. Perfiles Exportadores Provinciales *2018*. Buenos Aires.

Cubbage, F., Balmelli, G., Bussoni, A., Noellemeyer, E., Pachas, A.N., Fassola, H., Colcombet, L., Rossner, B., Frey, G., Dubem, F., de Silva, M.L., Stevenson, H., Hamilton, J., Hubbard, W., 2012. Comparing silvopastoral systems and prospects in eight regions of the world. Agroforestry System. 86:303–314.

Cubbage, F., Mac Donagh, P., Balmelli, G., Olmos, V.M., Bussoni, A., Rubilar, R., La Torre, R.D., Lord, R., Huang, J., Hoeflich, V.A., Murara, M., Kanieski, B., Hall, .P, Yao, R., Adams, P., Kotze, H., Monges, E., Perez, C., Wikle, J., Abt, R., Gonzalez, R., Carrero, O., 2014. Global timber investments and trends, 2005-2011. New Zealand Journal of Forestry Science. 44:S7

Esquivel, J., 2012. Silvopastoril en Mesopotamia. Producción Forestal, pp.15–23.

FAO, 2016. Evaluación de los recursos forestales mundiales *2015*. Roma. Retrieved from http://www.fao.org/3/a-i4808s.pdf

IBA, 2018. Relatório 2017. Retrieved from https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf

INAC, 2019. Precios de Novillos gordos en pie. Montevideo: Incac. Retrieved from https://www.inac.uy/inac/diae/precio.html

Index-Mundi, 2019. Index mundi. Retrieved May 7, 2019, from https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=beef-and-veal-meat&graph=exports

Jürgensen, C., Kollert, W., & Lebedys, A., 2014. Assessment of industrial roundwood production from planted forests (Planted Forests and Trees No. 48). Rome. https://doi.org/I3384E/1/06.14

Lacorte, S.M., Barth, S.R., Colcombet, L., Crechi, E.H., Esquivel, J.I., Fassola, H., & Wick, R.Á., 2016. Silvopastoral Systems Developed in Misiones and Corrientes, Argentina. En: Peri, P, Dube, F., Varella, A. (Eds.).Silvopastoral Systems in Southern South America, Springer, Gainseville, pp. 10–39.

MERCOSUR, 2019. Acuerdo Mercosur Unión Europea. Retrieved from https://www.mercosur.int/mercosur-cierra-un-historico-acuerdo-de-asociacion-estrategica-con-la-union-europea/

MGAP, 2019. Cartografía Forestal Nacional 2018. Montevideo: Artes Gráficas S.A. Retrieved from http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/metodologia_1.pdf

Munka, C., Bussoni, A., Boscana, M., Alvarez, J., Rachetti, M., Cabrera, G., Fernandez, E., 2016. Forestación en predios ganaderos del sur del Uruguay: evaluación del ambiente térmico. En Sistemas Silvopastoriles: Aportes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Manizales, Colombia, pp. 147–166.

Munka, C., Bussoni, A., Rachetti, M., Boscana, M., Gonzalez-Tálice, J., Gonzalez, A., 2017. Integración de la forestación en predios ganaderos y lecheros familiares: desafíos, potencialidades y herramientas para tomar decisiones, pp. 50.

Payn, T., Carnus J.M., Freer-Smith, P., Kimberley M., Kollert, W., Liu, S., Orazio, C., Luiz, R., Luis, N.S., Michael, W., 2015. Changes in planted forests and future global impliacations. Forest Ecology and Management. 352:57–67.

Shield, E., Hansen, R., 1995. Perspectivas para la trasnformación con alto valor de las plantaciones de Eucalyptus en Uruguay.

URUGUAY, 2019. Acuerdo entre Unión Europea y Mercosur abrirá más de 70 mercados a Uruguay. Retrieved from https://www.presidencia.gub.uy/comunicacion/comunicacionnoticias/Acuerdos-internacionales.

Van Hoff, E., 2001. Estado Actual de la Informacion sobre manejo forestal. En Información y Análisis para el Manejo Forestal Sostenible: Integrando Esfuerzos Nacionales e Internacionales en 13 países tropicales en América Latina (p. 24). Retrieved from http://www.fao.org/3/ad404s/AD404s07.htm

SECCION 4

ESCENARIOS PRODUCTIVOS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

Herederos Silvopastoriles: Relevo Generacional de la Ganadería Sostenible

Bernardo Murgueitio[1,2], Zoraida Calle[1], Enrique Murgueitio[1], Claudia Durana[3], Sofía Leyva[3], Andrés Mauricio Mejía[4], Adriana Giraldo[1], Violeta Martínez[5], Daniela Rodríguez[1,6], Amalia Murgueitio[2]

[1]Fundación CIPAV, Cali (Colombia);
[2]Finca Cien Años de Soledad, Rionegro – Antioquia (Colombia);
[3]Reserva Natural El Silencio, San Francisco – Cundinamarca (Colombia);
[4]Finca San José, Ulloa – Valle del Cauca (Colombia);
[5]Reserva Natural Nirvana / Clavellina. Zapatoca – Santander (Colombia);
[6]Finca Tréquina, Arauca – Arauca (Colombia).
bernardomurgueitiocalle@gmail.com

Resumen

Este artículo describe un proceso orientado a promover el relevo generacional y la transmisión de valores hacia la nueva generación de ganaderos sostenibles en Colombia. La iniciativa de Herederos Silvopastoriles se originó en el marco del Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible, como una estrategia para fomentar la participación de los jóvenes en los procesos de capacitación de productores y técnicos en fincas demostrativas de varias regiones del país. Con el tiempo, el movimiento de Herederos Silvopastoriles ha acogido a niños, jóvenes y adultos vinculados a iniciativas de ganadería sostenible en otras regiones y países de América Latina. El artículo describe la metodología empleada para facilitar el diálogo intergeneracional, el papel de la investigación participativa y los talleres de Herederos Silvopastoriles llevados a cabo en 2017 y 2018. Los resultados del proceso incluyen la misión y la declaración de valores y principios de este movimiento social, que garantiza la continuidad de las iniciativas de ganadería sostenible a pesar de las tendencias globales de migración de los jóvenes rurales hacia las ciudades. Los Herederos Silvopastoriles han sugerido una serie de directrices para orientar la producción agroecológica, la restauración ecológica, el trabajo comunitario y las actividades complementarias de turismo en los predios silvopastoriles.

Palabras clave: *Intercambio generacional, restauración ecológica, proyecto Ganadería Colombiana Sostenible, investigación participativa.*

Abstract

This article describes a process aimed at promoting the intergenerational exchange and the transmission of values to the new generation of sustainable cattle ranchers in Colombia. The Silvopastoral Heirs initiative began within the Colombian Sustainable Cattle Ranching Project, as a strategy to encourage the participation of the younger generations in the training of farmers and technicians in pilot farms in different regions of the country. The Silvopastoral Heirs movement has welcomed children, youth and adults linked to sustainable livestock initiatives in other regions and countries in Latin America. The article describes the methodd used to facilitate intergenerational dialogue, the role of participatory research and the Silvopastoral Heirs workshops carried out in 2017 and 2018. The results of the process include the mission and the declaration of values and principles of this social movement, which guarantees the continuity of sustainable cattle ranching initiatives despite global trends of rural youth migration towards cities. The Silvopastoral Heirs have also suggested a series of guidelines for the agroecological production, ecological restoration, community work and complementary tourism activities in silvopastoral farms.

Keywords: Intergenerational exchange, ecological restoration, Colombian Sustainable Cattle Ranching Project, participatory research

Introducción

Colombia es un país con una gran diversidad biológica, cultural y socioeconómica, donde la ganadería ocupa todos los ecosistemas, desde el nivel del mar hasta la alta montaña y se practica en empresas de todos los tamaños, así como en comunidades mestizas, indígenas y afrocolombianas. Esta diversidad se refleja en el diseño y manejo de los sistemas ganaderos tradicionales y sugiere que el tránsito hacia modelos silvopastoriles debe incorporar el aprendizaje de los modelos que han sido exitosos en cada región.

Con el fin de fortalecer las capacidades de los técnicos y productores, el proyecto *Ganadería Colombiana Sostenible* estableció fincas demostrativas en diferentes regiones del país. Los propietarios de estos predios combinan sus actividades productivas y de conservación, con la capacitación activa de otros productores en prácticas agropecuarias sostenibles. Estos ganaderos y sus predios se pueden considerar como faros que guían el camino para los productores interesados en adoptar prácticas que permitan mejorar la rentabilidad en sus fincas y al mismo tiempo redefinir su relación con la naturaleza. Todas estas acciones hacen parte de un proceso de cambio

cultural, que requiere un pensamiento de largo plazo y la transferencia de conocimientos y valores entre generaciones.

La decisión de integrar la ganadería sostenible y la restauración ecológica en las propiedades rurales, exige enfrentar las tendencias globales de urbanización y migración de los jóvenes, y requiere una comunicación intergeneracional constante con el fin de transmitir los conocimientos y valores fundamentales para el uso sostenible de la tierra.

El concepto de Herederos Silvopastoriles surgió como una forma de fortalecer el compromiso de los más jóvenes con sus tierras, siguiendo el ejemplo exitoso de varios grupos de Herederos del Planeta de diferentes regiones de Colombia. Esta iniciativa está dirigida a las nuevas generaciones de los proyectos familiares -niños, adolescentes y adultos-, quienes deben dar continuidad a los procesos de innovación, con un sentido profundo del amor por la tierra y el cuidado de la naturaleza. Aunque muchos de ellos tienen una relación directa con las fincas demostrativas del proyecto *Ganadería Colombiana Sostenible,* se trata de un movimiento plural, al que cada vez se suman más participantes de diversos orígenes.

Este artículo propone una definición incluyente de los Herederos Silvopastoriles y relata las actividades grupales e individuales de este reciente movimiento social según su autodefinición y sus prioridades.

Métodos

Se ofrecieron dos talleres de Herederos Silvopastoriles, que aplicaron métodos de investigación participativa para facilitar el trabajo con grupos heterogéneos y de diferentes edades: intercambios presenciales, ejercicios de campo, apoyo de facilitadores expertos, pedagogía musical, visitas guiadas y planificación estratégica. Esta experiencia de aprendizaje combinó varios elementos:

- Se seleccionó un grupo heterogéneo, con participantes que representan diferentes contextos socioeconómicos, escalas productivas y generaciones de productores.
- Un equipo de expertos en diferentes temas facilitó la participación y el intercambio intergeneracional e interdisciplinario. Este equipo se encargó de propiciar un ambiente favorable para el diálogo, donde las conversaciones pudieran fluir libres de tensiones regionales, sociales y culturales.
- Se plantearon reglas del juego claras para la participación en el taller: escuchar las historias de las familias y los procesos productivos en forma atenta y respetuosa; valorar las diferentes perspectivas y opiniones; abrir la mente, la mirada y el corazón.
- Todos los participantes trajeron algo para compartir en el Taller: productos de sus fincas e historias de sus tierras.

- Los participantes y facilitadores se reunieron en ambientes inspiradores, que permitieron analizar el contexto productivo, su interrelación con el entorno familiar y la trayectoria los predios en la adopción de prácticas ganaderas sostenibles.
- Las salidas y visitas de campo se planificaron cuidadosamente para ilustrar la coexistencia armónica entre producción, conservación, restauración y valores humanos. Cada lugar les permitió a los participantes abrir sus mentes y reflexionar sobre las interrelaciones entre familia, sociedad, economía y naturaleza.

Los talleres de Herederos Silvopastoriles se llevaron a cabo en el departamento del Valle del Cauca, Colombia, en 2017 y 2018. En ambos, participaron miembros de familias ganaderas líderes en sus regiones, y que son referentes en la adopción de diferentes tipos de sistemas silvopastoriles. La mayoría de los participantes de ambas ediciones del curso fueron hijos de productores que se destacan por su interés en las fincas y en continuar con los proyectos familiares y que además han mostrado cualidades de liderazgo. En algunos casos, varias generaciones de la misma familia participaron del evento.

El primer taller tuvo lugar del 14 al 16 de junio de 2017, en la Reserva Natural El Hatico (El Cerrito, Valle del Cauca), una empresa que es un referente internacional de ganadería sostenible. Su objetivo principal fue motivar a los jóvenes de 19 fincas para intercambiar conocimientos y valores con sus mayores, con el fin de avanzar en los proyectos familiares de producción sostenible y restauración. Como docentes participaron integrantes del equipo de la Fundación CIPAV (Colombia y Venezuela), el Programa Colombia de ELTI (Iniciativa de Liderazgo y Capacitación Ambiental de la Universidad de Yale), las Reservas Naturales El Hatico y Nirvana (Colombia) y la Universidad de California (Estados Unidos), quienes además de transmitir conceptos importantes sobre ganadería sostenible y restauración ecológica, facilitaron el intercambio de experiencias y conocimientos entre los presentes.

El segundo taller se desarrolló del 20 al 21 de junio de 2018 en la Hacienda Lucerna (Bugalagrande, Valle del Cauca) y la Finca Los Chagualos (Buga, Valle del Cauca). Su formato fue diseñado para acoplarse al *IV Curso Internacional de Restauración Agroecológica*, en el que también participaron los 15 Herederos. Su objetivo principal fue reunir a dos generaciones de ganaderos silvopastoriles, motivarlos, destacar su compromiso y el de sus familias con la producción sostenible y la restauración, y abrir un espacio para el intercambio de ideas y conocimientos entre personas de todas las edades.

La observación vivencial de los sitios visitados durante los talleres les permitió a los participantes reflexionar sobre los valores que hacen posible la relación armónica entre producción y conservación. Para los participantes

fue importante constatar que no están solos, que otras familias sostienen proyectos similares, enfrentando retos comparables e inspirados por valores afines.

Resultados y discusión

Taller de Herederos Silvopastoriles 2017

Las actividades de este taller se llevaron a cabo en tres sitios:

- La Reserva Natural El Hatico: predio y empresa familiar con una historia de nueve generaciones, que hace innovaciones tecnológicas en forma permanente y encarna los valores profundos de la sustentabilidad rural.
- Museo de la Caña de Azúcar de la Hacienda Piedechinche (El Cerrito, Valle del Cauca): un museo al aire libre que ilustra la historia de transformación del territorio y el uso tradicional de las plantas en diferentes regiones colombianas.
- Reserva Natural Nirvana (Palmira, Valle del Cauca): un predio familiar donde el bosque andino ha regenerado en los antiguos cafetales. La reserva trabaja en la recuperación del comino crespo (*Aniba perutilis*), un árbol de madera preciosa que fue sobreexplotado en la región y del cual existen pocos individuos adultos. Uno de los propietarios, transforma las antiguas raíces de este árbol en valiosos objetos de arte.

Como resultado de los ejercicios de grupo del taller, los Herederos Silvopastoriles adoptaron en consenso la siguiente definición: *niños, jóvenes y adultos que de manera voluntaria y gradual reciben de sus mayores un legado de principios y valores de amor a la tierra, para darle continuidad a un proyecto familiar.* También definieron su misión: *generar y difundir una cultura de la producción en armonía con la naturaleza, preservar y enriquecer el patrimonio natural y mejorar la calidad de vida de las familias*. El grupo propuso el siguiente conjunto de valores y principios de los Herederos Silvopastoriles (HS):

- Respetan todas las formas de vida.
- Entienden el contexto ecológico, económico y social de su finca, región y agroecosistema.
- Perpetúan el legado familiar para las generaciones futuras.
- Mantienen y nutren su sentido de pertenencia a la tierra.
- Son humildes al aprender y generosos al enseñar.
- Entienden que la producción ganadera, la agricultura y la conservación son interdependientes.
- Mantienen la curiosidad y la capacidad de asombro para investigar y aprender de los errores.

- Proporcionan soluciones y no tienen miedo de las ideas novedosas.
- Entienden que el manejo de la tierra conlleva una responsabilidad con la sociedad y las generaciones futuras.
- Perseveran en su empeño de mejorar el sistema productivo en armonía con la naturaleza.
- Respetan las ideas de los demás y saben cómo trabajar en equipo.
- Motivan a otros miembros de sus comunidades para participar en el proceso.
- Fomentan un diálogo de saberes sobre la conservación y la producción.
- Saben hacer las cosas con las manos.

Después del taller, los Herederos regresaron a sus lugares de origen motivados y con ideas nuevas para aplicar en sus fincas y comunidades. Los participantes y facilitadores han mantenido un contacto permanente y continúan compartiendo experiencias, proyectos, avances y enseñanzas a través de la Red de Herederos Silvopastoriles. Varios participantes emprendieron nuevos proyectos, y replantearon su relación con el campo y con sus familias.

Taller de Herederos Silvopastoriles 2018

Este taller se dividió en dos módulos. El primer día inició con una charla corta sobre la filosofía del movimiento de Herederos Silvopastoriles. Posteriormente, el grupo viajó a dos predios contrastantes, la Hacienda Lucerna y la Finca Los Chagualos, donde los participantes analizaron diferentes elementos de proyectos productivos, que aplican los principios de la ganadería sostenible y la restauración ecológica. El segundo día se dedicó a un intercambio de experiencias y conocimientos; todos los Herederos presentaron sus proyectos y avances y participaron en discusiones de grupo. Los ejes temáticos fueron *productos agroecológicos, restauración ecológica, trabajo comunitario* y *turismo.* Estas son algunas de las ideas presentadas en la plenaria:

- Los Herederos deben promover los alimentos saludables en sus comunidades.
- Es necesario asegurar la viabilidad financiera de las fincas mediante la reducción de la intermediación y el acceso a mercados locales y regionales que sean diferenciados y especiales.
- La restauración ecológica hace parte de la responsabilidad de los Herederos con la tierra; las familias rurales deben aprender sobre la restauración mediante la práctica.
- La restauración a la escala del predio debe superar barreras, que a la vez son oportunidades para innovar y construir sinergias con la producción agropecuaria.

- Los Herederos deben promover relaciones justas entre las poblaciones del campo y la ciudad, proporcionando valor a las identidades locales.
- El agroturismo y el ecoturismo deben generar ingresos complementarios, sin sustituir la vocación agropecuaria del predio. Las actividades que se ofrecen deben ser coherentes con las posibilidades y la identidad del lugar.
- Mediante el turismo se deben transmitir valores y conocimiento.

Después del taller, los participantes hicieron parte activa del *IV Curso Internacional de Restauración Agroecológica*, donde ampliaron sus conocimientos sobre la restauración ecológica, la ganadería sostenible y la agroecología. Al regresar a sus lugares de origen, se enfocaron en nuevos proyectos personales y familiares, que han permitido un cambio positivo en su relación con su tierra y su familia.

Experiencias de los participantes

Los talleres ofrecieron oportunidades de crecimiento personal a los Herederos en varios sentidos. Muchos fortalecieron los lazos familiares mediante el intercambio de conocimientos y valores. Otros han aplicado los aprendizajes del curso en acciones transformadoras, que generan beneficios variados. La mayoría han asumido su papel como agentes de cambio que contribuyen al mejoramiento de sus fincas y comunidades. Además, han aprendido a valorar los conocimientos de otras personas, independientemente de su edad, origen y formación. Algunos ejemplos de iniciativas que han emprendido los Herederos Silvopastoriles son:

- *Soberanía alimentaria*: huertos familiares agroecológicos, cultivo de plantas comestibles nativas y diversificación de la producción alimenticia.
- *Transformación de productos*: elaboración de derivados lácteos, salsas, conservas y dulces.
- *Capacitación de campesinos, ganaderos y extensionistas*: días de campo, cursos y talleres de restauración agroecológica, sistemas silvopastoriles y agricultura orgánica.
- *Nuevas iniciativas de intercambio generacional*: grupos locales de Herederos y talleres con niños y jóvenes.
- *Restauración ecológica y recuperación de suelos degradados*: protección de las márgenes de ríos y quebradas, mitigación de la erosión, siembra de árboles nativos, regeneración natural asistida.
- *Intercambio de semillas y plantas*
- *Generación de conocimiento e innovación con Herederos*: investigación participativa con grupos de niños y jóvenes.

Conclusiones

El relevo generacional en la ganadería de Colombia es una necesidad sentida por todos los actores sociales, de diferentes regiones y culturas.

Los métodos participativos basados en la vivencia profunda, el intercambio de saberes y el diálogo entre generaciones fueron exitosos en la definición de la identidad grupal y las actividades prioritarias para la nueva generación de ganaderos sostenibles.

Este concepto trasciende la transferencia de las propiedades rurales y los negocios entre generaciones porque es ante todo una reivindicación social de los valores y principios que influyen sobre la familia, la producción de alimentos, la relación con la naturaleza y la situación del campo frente a la sociedad local y global.

Bibliografía

Boström, A.K., Schmidt-Hertha, B. 2017. Intergenerational Relationships and Lifelong Learning. Journal of Intergenerational Relationships 15:1, 1-3, DOI: 10.1080/15350770.2017.1260408

Calle, A. 2017. Silvopastoral Heirs: ensuring cross-generational cultural change. IUCN Voices of the Future https://www.iucn.org/news/forests/201708/silvopastoral-heirs-ensuring-cross-generational-cultural-change

Calle, Z. 2018. Herederos Silvopastoriles: ¿Cómo garantizar el cambio cultural intergeneracional a favor de la ganadería sostenible? Informe Técnico – Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible.

Giraldo, C., Chará, J., Uribe, F, Gómez, J.C., Gómez, M., Calle, Z., Valencia, L.M., Modesto, M., Murgueitio, E. 2018. Ganadería Colombiana Sostenible: entre la productividad y la conservación de la biodiversidad. En: Halffter, G., M. Cruz y C. Huerta (Comps.). Ganadería sustentable en el Golfo de México. Instituto de Ecología, A.C., México, pp 31-61.

Reconversão pecuária, uma possível trajetória para a sustentabilidade da produção de bovinos no estado do Maranhão

Mauroni Alves Cangussu[1] e, Michelli O. C. de Mendonça[2] e, Rogerio M. Mauricio[2]

[1] Centro Brasileiro de pecuária sustentável (CBPS);
[2] Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Introdução

No início dos anos 60, na cidade de Carlos Chagas (MG) mais especificamente na fazenda Palestina, o produtor rural, Levy Cangussu, colocou fogo em todos os pastos da fazenda, prática comum naquela época para "limpar as pastagens". Entretanto, as chuvas atrasaram e a rebrota das forrageiras não foram capazes alimentar o rebanho, consequentemente, os animais começaram a morrer de fome. Essa prática danosa a fazenda, ao ambiente e aos animais desencadeou uma profunda reflexão pelo proprietário resultando em sua autocondenação por todo o cenário gerado. Posteriormente, foi decidido por ele que nunca mais colocaria fogo em pastos.

Com o passar os anos, sem uso da prática da queima, ele percebeu que o fogo não era necessário, ao contrário, percebeu que a ausência desta prática aumentou a produção de forragem da fazenda. Além disso, a ausência do fogo permitiu que ocorresse a regeneração das árvores nativas e a formação de pastos com árvores e com sobra. Com o passar dos anos o manejo das pastagens sem o uso do fogo foi confirmada por diversos estudos científicos e pelos extensionistas e técnicos agropecuários que começavam a chegar na região, isso já nos anos 70.

Em 1979, seu filho formou-se me Medicina Veterinária e, por experiência obtida durante os anos de convivência com o pai no manejo da fazenda, adotou os ensinamentos com respeito ao ambiente e entendendo, já nesta época, a importância das árvores como componente das pastagens. No final da década de 80 parte da família migrou as atividades pecuárias para o Estado do Maranhão, devido a oportunidade de compra de terras e expansão do rebanho.

Entretanto, esta mudança necessitou a adaptação do sistema produtivo anteriormente adotado ao clima Amazônico, ou seja, quente e úmido, com precipitações entre 1.600 a 2.000 mm anuais, temperatura média anual de 30˚C com máximas ao redor 37˚C. Quanto aos solos Maranhenses estes eram menos férteis comparativamente ao encontrado no Estado de Minas

Gerais. Este foi o cenário o qual iniciou-se a Fazenda Monalisa (FML) a qual permanece até os dias de hoje com o mesmo proprietário. Quando adquirida (1995) a FML já estava completamente desmatada com todas áreas de pastagem “limpas”, modelo de manejo utilizado extensivamente na região e denominado localmente como "campo de futebol", distribuídos em 783 ha.

Foto 1. Fazenda Mona Lisa em 1995.

Primeiras ações

Desde o início da implantação e manejo das pastagens na FML o fogo foi abolido completamente e as árvores remanescentes foram preservadas. As áreas de pastagens foram divididas em piquetes os quais possuíam cochos para sal mineral e a água (“a água vai ao animal e não o inverso”) de origem subterrânea era distribuída a todos os piquetes por meio de bebedouros e não por meio da coleta das chuvas em bebedouros escavados no nos pastos como frequentemente é observado na região. Devida a experiencia previa do proprietário na formulação e comercialização de misturas minerais para bovinos, rapidamente foram desenvolvidos complexos minerais apropriados as demandas da região. Com base nos resultados químicos de amostras de solos, forrageiras e água além de importante suporte técnico da UFMG-EV, as misturas minerais promoveram o correto balanceamento e atendimento das demandas de cálcio e fósforo e outros minerais dos animais com consequentes melhoras nos índices de ganho de peso e parâmetros reprodutivos.

Em 1999, um grupo de pecuaristas Maranhenses liderados pelo proprietário da FML promoveram uma série de vistas técnicas a diversas fazendas e instituições ligadas a cadeia da carne buscando atualizações técnicas. Foram

visitadas várias fazendas e ao final a Escola de Veterinária da UFMG (EV-UFMG). Durante a visita a EV-UFMG os mesmos tomaram conhecimento dos diversos projetos e pesquisas sobre nutrição e mineralização de bovinos, forragicultura e práticas silvipastoris aplicadas a produção de ruminantes realizadas no Departamento de Zootecnia por meio do Prof. Rogério M Maurício. Esta visita, além do aprimoramento técnico proporcionou uma parceria técnico/cientifica entre a EV-UFMG e a FML envolvendo diversas viagens de campo e intercambio de alunos e pesquisadores. Nesta fase (1999-2005) foi evidenciado na FML o potencial da propriedade, ou melhor, a capacidade do banco de sementes residual da antiga floresta e árvores remanescentes em regenerar arbóreas nativas dentro das pastagens e consequentemente promover a formação de sistemas silvipastoris sem a necessidade do plantio. Para tal foi também modificado o sistema de roçado anual das pastagens com preservação intensa das árvores em processo de regeneração e a conservação das restantes. Quanto a formação ou recuperação das pastagens existentes este processo envolveu o uso de grade pesada respeitando as plantas em regeneração e utilizando o fosfato natural como principal fertilizante. A partir desta época também foi incrementado o uso de cerca elétrica para manejo dos piquetes sobre manejo rotacionado.

Os impactos gerados pela visita a EV-UFMG e mais precisamente pelos relatos das atividades silvipastoris desenvolvida na Colômbia pela Fundação CIPAV (http://www.cipav.org.co/) e sua imediata aplicação na FML, refletiram positivamente no grupo de produtores. Em 2010 este grupo somado a outros produtores, técnicos e pesquisadores (11 participantes), a convite do CIPAV-Colômbia, visitaram experiencias silvipastoris em diversas fazendas colombianas de pequeno, médio e grande porte, durante 12 dias. Esta viagem marcou decisivamente não somente pela confirmação do correto caminho adotado pela FML, mas também pelo convencimento *in locco* dos participantes. Durante a viagem de ida os participantes sempre discutiam sobre a importância das forrageiras sugerindo novas variedades e diversos adubos os quais eram geralmente recomendados. Entretanto, após a viagem o foco foi outro, ou seja, a discussão era sobre quais as espécies de arbóreas poderiam ser plantadas ou mesmo regeneradas nas propriedades para composição de SSP na região de transição entre o Cerrado e Floresta Amazônica. Dois cenários opostos foram evidenciados, na Colômbia os animais pastejavam em um ambiente completamente dominado por arbóreas arbustivas e gramíneas onde este ambiente de rica biodiversidade proporcionava uma dieta abundante em proteína e energia mas também conforto térmico e bem estar animal. As

cercas eram constituídas de espécies arbóreas, resistentes ao impacto do gado, com durabilidade extrema e capazes de fornecer alimento (folhas e ramos) e proteção contra o vento. O manejo dos piquetes era feito com cercas elétricas mantidas por painéis solares de baixo custo. A carga animal, por exemplo em sistemas compostos com 15.000 plantas de Leucena (*Leucaena leucocephala*) e gramíneas comportava 4 a 5 UA / hectare. Foram observados sistemas em produção com mais de 20 anos de uso sem adubações de manutenção. Além da alta produção de biomassa do extrato rasteiro e arbustivo, arbóreas como a Teca (*Tectona grandis*) ou mesmo Eucalipto (*Eucalyptus grandis*) eram também parte do sistema visando a produção de madeira ou mesmo reduzindo a desidratação das forrageiras pelo vento (Murgueitio *et al.* 2011).

Após o contato com todo este cenário positivo para a produção de bovinos em consonância com a conservação ambiental e alta rentabilidade econômica, os produtores iniciaram um processo de implementação destes sistemas em diversas propriedades incluindo a FML. As pastagens sob o processo de regeneração de arbóreas nativas continuou sendo praticado na FML bem como a preservação dos resquícios florestais nativos (Foto 2). Foi observado que os animais manejados nas áreas arborizadas mostraram comportamento mais calmo e livre do stress calórico. Também verificou-se uma menor incidência de parasitos externos a qual proporcionou a decisão de suspender o uso de todos os medicamentos ecto-parasitários na propriedade. Ao mesmo tempo devido à baixa presença carga parasitária interna, adotou-se o uso de medicamentos homeopáticos para controle. Em 2012 Foi formado 5 hectares de sistema silvipastoril com Leucena e Capim Coloniao na FML seguindo o modelo colombiano o qual perdura até os dias atuais com uma carga média de 4 UA. Cada piquete foi delimitado por exemplares da espécie arbórea *Gliricidia sepium*, em sistema rotacionado com acesso a mistura mineral e água de poço artesiano.

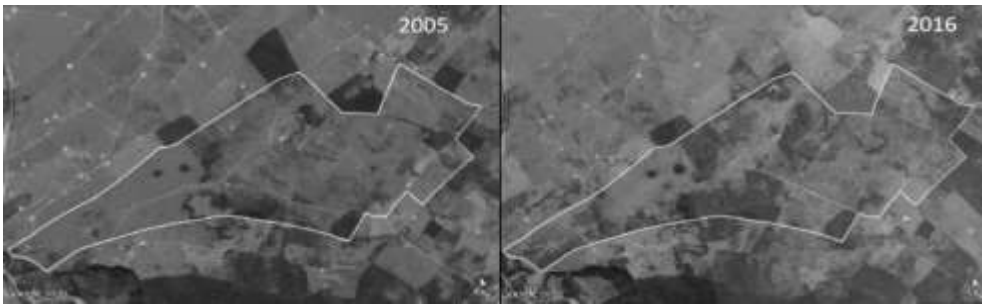


Foto 2. Evolução da área silvipastoril no período de 2005 a 2016 (Guilherme Ponciano 2017).

Todo este processo também despertou no proprietário o interesse de participar de congresso ou eventos científicos ligados ao tema. Desta forma, foram realizadas viagens a Índia (Sistemas silvipastoris em Jaipur), Colombia (Congresso Silvipastoril), México (Congresso Silvipastoril). Em 2015, em evento promovido pela Food Agriculture Organization (FAO) na França a FML foi apresentada como estudo de caso, e utilizada em publicação pela Global Agenda for Sustainable Livestock (Mauricio *et al* 2016).

A partir de informações cientificas originados dos trabalhos desenvolvidos na Colômbia e no México e posteriormente pelo Departamento de Engenharia de Biossistemas da Universidade Federal de São Joao Del Rei (UFSJ) sobre a forrageira Botão de Ouro (*Tithonia diversifolia – Sandim et al., 2016*) foi recentemente implantado na FML 50 hectares desta forrageira consorciada com Eucalipto e Capim Coloniao.

Após várias observações sucessivas de infestações de cigarrinha (*Mahanarva spectabilis* (Distant) (Hemiptera: Cercopidae) em pastagens silvipastoris da FML e áreas vizinhas ficou evidenciado a morte intensa destas devido ao ataque de fungos parasitas. Ressalta-se que este fato não se repetia nas pastagens de monocultura forrageira em fazendas vizinhas, pelo contrário, o ataque promovia morte intensa das gramíneas. A partir da coleta de cigarrinhas parasitadas, os fungos foram isolados e identificados por análises morfológica e molecular no Departamento de Engenharia de Biossistemas da UFSJ em parceria com Instituto de Ciencias Biológicas da UFMG. Foram identificados 6 fungos sendo que dois apresentaram ação virulenta superior a linhagem comercial de *Metarhizum anisopliae* (Metschn.) frequentemente utilizada para controle biológico de insetos. Atualmente, outros ensaios já estão avaliando o processo de propagação e aplicação para controle desta praga em larga escala. Este estudo demonstrou que sistemas com alta biodiversidade como os sistemas silvipastoris da FML podem prover serviços ambientais os quais darão suporte na busca da pecuária sustentável no estado do Maranhão.

Na tentativa de fortalecimento da busca da sustentabilidade da produção pecuária na região a qual a FML se insere e com o apoio de produtores locais muito destes os quais fizeram parte da primeira visita a Colômbia em 2010 se reuniram e decidiram criar o “Centro Brasileiro de Pecuária Sustentável” (http://www.cbps.org.br/) visando difundir e apoiar iniciativas silvipastoris as quais pudessem contribuir para mudanças no setor de produção de ruminantes.

Conclusões

Todo este processo de mudança foi definido pelo proprietário como "reconversão pecuária" (Ato de transformar uma coisa que já havia sido transformada; dicionário Aurélio) que nada mais é que estabelecer práticas de manejo das pastagens de forma a buscar ao máximo e quando possível, a semelhança do ecossistema original. Todo este processo culminou com a entrada do CBPS para Global Agenda for Sustainable Livestock (GASL) após o último evento realizado na Etiópia (http://www.livestockdialogue.org/events/events/multi-stakeholder-meetings/addis-ababa-08-12-may-2017/posters/en/) onde formalmente o CBPS foi incluído como parceiro atuante na busca da sustentabilidade da produção de bovinos no Brasil pela GASL (http://www.livestockdialogue.org/partners/en/). Este processo ainda não terminou pois a degradação de pastagens persiste em diversas regiões brasileiras e desta forma a pecuária nacional vem sofrendo criticas as quais podem ser contornadas principalmente pela vasta biodiversidade vegetal do mundo tropical a qual quando entendida pode ser fator decisivo na conciliação entre produção animal e conservação ambiental.

Referências

Campagnani, M. O. ; Garcia, W. C. ; Rosa, L. H. ; Amorim, S. S. ; Cangussú, M A ; Mauricio, R. M. . Prospection and Fungal Virulence Associated with *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae) in an Amazon Silvopastoral System. Florida Entomologist, v. 100, p. 426-432, 2017.

Enrique Murgueitio, Zoraida Calle, Fernando Uribe, Alicia Calle, Baldomero Solorio. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. Forest Ecology and Management 261 (2011) 1654–1663

Mauricio *et al*. 2016. http://www.livestockdialogue.org/fileadmin/templates/res_livestock/docs/Area2/Natural_regeneration_of_native_trees_for_the_implementationof_silvopastoral_system.pdf

Ribeiro, R. S. ; Terry, S. A. ; Sacramento, J. P. ; Rocha e Silveira, s. ; Bento, C. B. P. ; Silva, E. F. ; Montovani, H. C. ; Gama, M. A. S. ; Pereira, Luiz Gustavo R. ; Tomich, Thierry Ribeiro ; Mauricio, Rogério M. ; Chaves, A . *Tithonia diversifolia* as a supplementary feed for dairy cows. Plos One, v. 11, p. 0165751, 2016.

Sistema de manejo eco sustentable, integrado frutales –ovinos, en predio orgánico, en área prioritaria de biodiversidad, ecosistema de pre Cordillera de Los Andes, Chile.

Eco-sustainable management system in organic farm, including fruit trees and animal sheep, in the hotspot of biodiversity, ecosystem of the Andean foothills, Chile.

Fernando Cosio[1], Nicolás Valenzuela[2], Rodrigo Figueroa-Sterquel[1], Manuel Abarca[3]

[1]Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Avenida Brasil 2241, Valparaíso, Chile
[2]Agricola los Avellanos. Tanilvoro km 28, Coihueco Chile.
[3]Helénica, Microorganismos bióticos al ambiente
Autor de correspondiencia: F. Cosio
mailto:fernandocosiog@hotmail.cl

Resumen

Artículo relacionado con un sistema de manejo eco sustentable, en predio orgánico en área prioritaria de biodiversidad, ecosistema de pre Cordillera de Los Andes, Chile. Se pretende comunicar los resultados de la aplicación práctica –científica de un sistema eco-silvoagropecuario sustentable, integrando la gestión del suelo, frutales y animales ovinos para la obtención de productos, sin afectar al medioambiente, la productividad, ni al hombre, utilizando sistemas orgánicos y biodinámicos. Esto en el contexto de un área de biodiversidad mundial amenazada y una Reserva de la Biósfera, en Chile. Se establece un sistema de huerto de avellanos europeos (*Coryllus avellana*), asociados a arándanos (*Vaccinium corymbosumm*) y, paralelamente, se establece un sistema de pradera naturalizada, que es utilizada por ovinos. Se evalúan luego de dos años, en frutales, los parámetros reproductivos, productivos, sistema de riego, control de malezas, bioantagonistas y biodiversidad. En el caso de praderas, se analizan los conceptos de clima, geomorfología, sitio, condición, carga animal, productividad, fertilidad del sitio y efecto del pastoreo de ovinos, en las entre hilera del huerto, entre otras variables. La integración del animal con los sistemas de frutales, es una innovación que implica una gestión eficiente, económica y una mejora en la productividad en predios de pequeña superficie y agricultura familiar, posibles de escalar para una agricultura mediana, que reduce la presión sobre los ecosistemas, disminuyendo las amenazas sobre la biodiversidad.

Abstract

Eco-sustainable management system in organic farm in the hotspot of biodiversity, ecosystem of the Andean foothills, Chile. To make known the results of eco-sustainable management system, to include the soil, plants, and animal management, in order to obtain products that don´t affect the environment, the productivity, even the community by using organics and biodynamics system. In the World Biodiversity threatened context and a Biosphera Reserve in Chile. An european hazel (*Coryllus avellana*) garden system is established, associate to blueberry (*Vaccinium corymbosumm*) garden and, currently, a nature meadow system is established which is used by sheeps. They make two years of evaluation of: fruit trees parameters reproductive, productive, irrigation, weed control, bioantagonist, and biodiversity. In meadow case climate, geomorphology, site, condition, stoking rate, productivity, site fertility, and sheep pasture effect behind row fruit tree concepts are analyzed. The animal integration with fruit trees is an innovation which is involved an efficient and economic management and a productive improvement for the little family farm to climb to a medium agriculture that reduce the pressure over ecosystems and decrease the treats over the biodiversity.

Palabras clave: *Arándano; avellano europeo; ganadería ovina; pradera; sustentabilidad.*

Keywords: *Blueberry; Hazelnut; sheep raising; meadow; sustainability.*

Introducción

Relacionado a frutales, en Tanilvoro, Región de Nuble, predio ecosilvoagropecuario Los Avellanos, se estableció un huerto de avellanos europeos (*Coryllus avellana*) variedad Barcelona, asociados a arándanos (*Vaccinium corymbosumm*) variedad Legacy. Relacionado a praderas, ésta establecida como una pradera naturalizada compuesta, fundamentalmente, de especies hemicriptófitas, además de terófitas, las que fueron utilizadas, en forma rotativa, por ovejas Suffolk Down x Texcel, recién en parición, previa instalación, en las entre hileras del huerto, de un sistema de cerco eléctrico.

Se plantea hipotéticamente que al caracterizar estos ecosistemas y, específicamente, las praderas y los cultivos antes mencionados, se tendrían respuestas para las graves brechas existentes a nivel silvoagropecuario de la zona Centro Sur de Chile y, con ello, seguir la tendencia mundial hacia los sistemas ecológicos y sustentables.

De acuerdo a lo anterior se pretende, en el caso de frutales, los siguientes objetivos:
-Determinar y analizar las variables reproductivas y productivas de dichos frutales
-Determinar y analizar el sistema de riego
-Determinar y analizar el sistema de fertilidad del sitio
-Determinar y analizar el sistema de control de malezas, bioantagonistas y biodiversidad de los cultivos.

En el caso de praderas, en las entre hileras del huerto, se pretende los siguientes objetivos:
-Determinar las características de clima, geomorfología, sitio y condición del ecosistema de pastizal.
-Determinar el efecto de las ovejas al pastorear la pradera en las entre hileras del huerto.
-Determinar el efecto sobre los animales.
-Determinar el posible daño sobre las especies frutales.

Material y Métodos

La metodología se basó en el Sistema de Clasificación de Ecorregiones, según Gastó *et al.* (1993) donde el clima se subdivide en Reinos, Dominios y Provincias, según Koeppen 1923; 1948; la geomorfología, por Distritos geomorfológicos, según Panario *et al* 1987, el ambiente edáfico por Sitio, según Panario *et al*, 1988, el estilo, que corresponde a la transformación del ecosistema, según Gastó *et al*. 1993; la Condición, que es la salud del ecosistema pradera y Tendencia, es la dirección del cambio de estado del ecosistema (Gastó *et al*. 1993; Cosio 1999¸ Gastó *et al*. 2018). La localidad de Tanilvoro, está ubicada, ecológicamente, en el Reino Templado, Dominio Seco Estival, Provincia Seco estival breve, Distrito geomorfológico plano y Condición buena. Se trata de un programa de investigación con diseño experimental de muestreo aleatorio simple, completamente al azar.

Tanilvoro, se encuentra en la Comuna de Coihueco, Provincia de Punilla, Región de Ñuble, al oriente de Chillán, Chile. Su localización absoluta es a 36°42’36.2” de Latitud S y a 71°50’16.3” de longitud W.

El manejo del Predio Los Avellanos es bajo condiciones orgánicas eco sustentables, es decir, sin uso de pesticidas, ni fertilizantes químicos y se desarrolla bajo sistemas ecológicos, sustentables, es decir, que se considera la productividad económica, la gestión ambiental y la equidad social (Cosio 1999).

Para el cultivo de avellanos europeos, la fecha de plantación fue junio de 2015 y en el caso de arándanos, en octubre de 2017 en una superficie de 2,4 hectáreas. El marco de plantación de avellanos europeos se estableció a 5 m, entre hilera y a 5 m, sobre hilera; mientras que los arándanos se establecieron en la sobre hilera de los avellanos europeos a 1 m y 5 m, entre hileras, de distancia. El control de malezas se realizó a través del uso de m*ulch* orgánico de paja de avena (*Avena sativa* L), más abono verde (*Lolium multiflorum-Lupinus albus*), incorporado al suelo y, sobre éste, un *mulch* específico para arándanos, color marrón, sobre la línea de cultivo. Sobre ésta se instaló un sistema de riego tecnificado independiente con goteros, para los dos cultivos, en un sistema bajo condiciones orgánicas sustentables (Valenzuela 2015; Figura 1).

En relación con la pradera, ésta se estableció espontáneamente como una pradera naturalizada, compuesta, fundamentalmente, de especies hemicriptófitas, además de terófitas, poáceas y fabáceas, las que, en esta oportunidad, fueron utilizadas, en primavera, verano, otoño e invierno de 2018, en forma rotativa, por ovejas Suffolk Down x Texcel, recién en parición, previa instalación, en las entre hileras del huerto, de un sistema de cerco eléctrico, también, en un sistema bajo condiciones orgánicas sustentables (Cosio, 1999).

El predio ecosilvoagropecuario Los Avellanos, según Gastó *et al*. (1993) está ubicado en el Reino Templado, Dominio Seco Estival y Provincia Seco estival breve y Distrito geomorfológico plano, según Panario *et al*. 1987, con 2-4 % de pendiente.

El Sitio de pastizal, o pradera, según Panario *et al*. (1988) corresponde a Textura- Profundidad: media, profundo; Hidromorfismo: drenaje moderado y sin limitantes que alteren el normal desarrollo de los frutales y la pradera. Fertilidad: alta (densa población de lombrices).

Resultados y Discusión

Sistema frutales

-Determinar y analizar las variables reproductivas y productivas de dichos frutales:

Relacionado con lo reproductivo, en avellanos europeos, según, Grau (2009), es trascendental la floración, que en el caso de flores masculinas son amentos (colgantes y amarillentos), cuya liberación comienza con la liberación de polen hacia fines de mayo y se extiende hasta inicios de julio y, en el caso de flores femeninas, las terminaciones de las ramillas laterales en

glomérulos escamosos, por donde sobresalen estigmas rojizos. La receptividad estigmática comienza la segunda quincena de junio y se extiende hasta mediados a fines de julio. Relacionado con la brotación, ésta comienza a principios de septiembre. Relacionado con la maduración y la cosecha, ésta se inicia en la última semana de febrero hasta fines de marzo. Todas los estados fenológicos señalados, suceden sin dificultad bajo este sistema de policultivo en asociación con arándanos y praderas.

Relacionado con lo productivo, en avellanos europeos se pretende la obtención de un fruto grande, un aquenio de copa partida y testa lisa (22.0 x 18.2 mm), con cáscara gruesa de color marrón oscuro. Semillas medias (1.4 g) con presencia de fibra media. El rendimiento cascara/semilla es de 46.2%. Bajo este sistema de producción silvopastoril de avellanos con arándanos y praderas, Los rendimientos por árbol de avellano, no han disminuido, en comparación a sistemas de producción convencionales de monocultivos de avellano europeo.

En arándanos, se presenta un crecimiento arbustivo, tipo seto, según la variedad (Undurraga y Vargas 2013). Las flores de arándano aunque son hermafroditas presentan características que determinan una baja auto polinización, requiriendo, obligatoriamente, que sus flores sean polinizadas por abejas o abejorros (*Bombus terrestris*) para obtener fruta de mayor peso y tamaño. Los racimos de flores son colgantes, por lo que el polen se desprende es incapaz de polinizar y sólo una pequeña parte del estigma es receptivo. El fruto de arándano es una baya ovalada, que puede llegar a un tamaño de 17 a 25 mm. Los arándanos establecidos en este sistema han sido podados, para no obtener cosechas hasta el año 3, ya que se está privilegiando el crecimiento vegetativo y radicular, por sobre el reproductivo.

-Determinar y analizar el sistema de riego

Según Valenzuela (2015) se instaló un sistema de riego independiente, compuesto por un pozo, bombas en serie, equipo reactor de microorganismos, electroválvulas, tuberías terciarias o porta laterales, cables de señal, emisores y goteros, dividido en sectores avellanos y arándanos. Relacionado a parámetros del diseño, para ambos sectores, se tiene: demanda 7.00 mm/hr; pluviometría equipo, 0.96 mm/hr; número de laterales /hileras 2; distancia entre emisores, 6 emisores por planta; caudal del emisor, 4 l/hr; tiempo riego /sector, 7.27 hr; caudales por sector: caudal máximo 25 m3/hr; caudal promedio 12.2 m3/hr, logrando un sistema de riego integral y eficiente. Bajo este sistema silvopastoril, en el que las ovejas pastorean en la entre hilera de los frutales con cerco eléctrico móvil, no se

han registrado daños en el sistema de riego tecnificado. Ya que las ovejas no transitan por sobre los camellones, debido a que respetan el cerco eléctrico.

Por otro lado, la utilización del mulch orgánico de paja, bajo el mulch grow cover, sobre los camellones, han ayudado disminuir un 32% la cantidad de agua requerida por los frutales, ya que el suelo está cubierto y el camellon retiene mayor humedad.

-Determinar y analizar el sistema de fertilidad del sitio

Según Gálvez *et. al*. (2015) previo a la plantación se hizo una incorporación de *Lupinus albus,* asociado a *Lolium multiflorum,* que al momento de la floración se incorporó al suelo como abono verde. Previo a la plantación de los cultivos frutales, se hizo una labor de subsolación del suelo y un surco, donde se aplicó 20 ton/ha de estiércol de ovejas y 1 ton/ha de roca fosfórica. Luego se elaboró un camellón de 1 m de ancho y 50 cm de alto. Al momento de la plantación de avellanos europeos, las raíces se sumergieron en una solución de *Trichodermas harzianum* y se le incorporó al hoyo de plantación 1 kg de humus de lombriz y 2 gr. de *Glomus intraradices* (micorrizas). Según Bermúdez y Valenzuela *et. al. (*2018), el género *Trichoderma* ha sido ampliamente utilizado en una serie de cultivos debido a su potencial de uso en el control biológico de enfermedades y a que permite un mayor crecimiento de las plantas, lo que finalmente se expresa en una mayor productividad. La cepa T-22 de *Trichoderma harzianum*, al colonizar las raíces promueve el crecimiento radical e incrementa la resistencia de la planta frente a condiciones de estrés biótico y abiótico. De este modo, mejora el vigor de planta e impide la acción de patógenos en cultivos y/o variedades susceptibles, debido, principalmente, a que su velocidad de colonización es mayor, impidiendo que estos patógenos se desarrollen. El porcentaje de replante por arboles muertos o enfermos, en avellano europeo fue del 0%, lo cual, en condiciones normales bajo los sistemas convencionales de monocultivo, el porcentaje de replante es cercano al 10%.

En el caso de arándanos, sobre el mismo camellón, al momento de la plantación se agregó al hoyo 1 kg de compost, más 90 gr de azufre abono y 45 gr de boro. Dichas plantas, una semana antes de la plantación se sumergieron en una solución de *Agrobacterium radiobacter* y previo a la plantación se sumergieron en una solución de *Trichodermas harzianum*. Cada año, se agrega 1kg por planta de una mezcla de humus (10%), compost (30%) y *bokashi* (60%)*,* generado a partir de la cosecha de cama animal de ovino (estiércol más restos de heno). A su vez, cada temporada desde septiembre a marzo, se aplica cada 60 días Trichodermas vía *drench* y, semanalmente, se envía por el sistema de riego, 2.000 L. de té de humus en conjunto con microorganismos eficientes de montaña (Koppert 2018).

(Figura 2). Todas estas prácticas, dan como resultado, que hoy en día los suelos presenten una densidad de lombrices criollas de 5 individuos cada 100 gr. de suelo y un rango de 14 a 16% de materia orgánica en los suelos.

-Determinar y analizar el sistema de control de malezas, bioantagonistas y biodiversidad de los cultivos.

Normalmente, con el término malezas se refiere a plantas que son bioantagonistas de los cultivos y praderas; sin embargo, en el caso de este huerto la vegetación existente en las entre hileras corresponde solo a una pradera naturalizada**,** establecida espontáneamente**,** compuesta de poáceas hemicriptófitas (géneros, *Hordeum, Dactylis, Bromus*, entre otros) de buena condición, que aportan materia orgánica, fertilidad al sitio y biodiversidad al sistema.

La entre hilera de los cultivos actúa como corredor biológico (Figura 1), el manejo consiste en dejar una de cada siete hileras sin pastorear (Según Van Der Ent et. al. 2018). Debido a que este corredor está compuesto por diversas especies, que presentan flores ricas en néctar y polen. Además, estas plantas son huéspedes de insectos benéficos, como es el caso de chinitas (*Hippodamia convergens, Harmonia ixyridis, Eriopis connexa y Adalia bipunctata*), carábidos (*Ceroglossus chilensis*); además de sírfidos (*Eristalis tenax)*, crysopas (*Chrysoperia sp.)*, mosca araña, familia Asilidae (*Erax murinus*), parasitoides, como microavispa (*Aphidius colemani*) e hiperparasitoides (*Aphidoletes aphidimyza)*, que controlan plagas de los cultivos frutales, por ejemplo pulgones (*Myzocallis corili*), en avellanos europeos, entre otros (Figura 4).

Dentro de estos corredores biológicos están presentes plantas como: cicuta (*Conium maculata*), zanahoria silvestre (*Daucus carota,* sub sp *sativus*), hierba azul (*Echium vulgare*), rábano (*Raphanus sativus*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), altamente palatable por el ganado y, donde la pradera es utilizada, como pastoreo por ovinos, en primavera, verano, otoño e invierno por ovinos, controlando eficientemente el crecimiento de malezas y la vegetación natural y significando un elevado ahorro de personal de operarios y económico (Figuras 5 y 6).

Sistema de praderas en el huerto

-Determinar variables de Clima, Geomorfología, Sitio y Condición del Ecosistema de pastizal

El predio ecosilvoagropecuario Los Avellanos, presenta un clima que corresponde a Reino Templado, Dominio Seco Estival y Provincia Seco Estival

Breve (Gastó *et al*. 1993, Cosio 1999), la Geomorfología, corresponde a Distrito Plano, de 2-4% de pendiente (Panario *et al* 1987); el Sitio o ambiente edáfico (Panario *et al*. ,1988), corresponde a Sitio de Textura-Profundidad, Media–Profundo e Hidromorfismo, de drenaje moderado, sin limitantes y ecosistema de pradera de buena Condición. Fertilidad alta, por densa población de lombrices (*Lumbricus terrestris*), equivalente a 10 millones/ha. y correspondiente a 2 ton. de lombrices/ha.

Dada la excelente a buena Condición de la pradera (Gastó *et al*. 1993; 2018; Barahona y Valenzuela 1985-1986) existente en primavera, verano y otoño, incluso en invierno, de relativo menor crecimiento, debido a bajas temperaturas, las ovejas (Suffolk Down 100% x carnero Texel 100%: crias 50% y 50%, mortalidad neonatal de corderos 4%, debido fundamentalmente a rechazo del vientre) han expresado esa buena Condición, con un alto porcentaje de parición, sobre 93% y, en general, la mayoría ha sido ovejas de elevada Tasa Mellicera, en el periodo 2018, con crías sobre 35% de mellizos. Lo anterior, algo muy positivo, se debería a la buena alimentación de las ovejas recibida, previo y durante el encaste, donde existe una estrecha relación entre el estado nutricional de la hembra y sus requerimientos nutritivos o *flushing* alimenticio (Cosio y Demanet 1984; Sierra 1986; García *et al*. 1985; Church 1975 y 1977), ocurrido en el verano pasado, debido a la buena condición de la pradera, lo que habría gatillado dicho fenómeno reproductivo.

Por otra parte, la categoría de Condición de praderas se establece para valorar el estado en que se encuentra el Ecosistema-Sitio, de acuerdo al Uso asignado y al Estilo de transformación del ecosistema. Cada Uso y Estilo de un Sitio se valora en una escala relativa, en relación a su estado ideal. Las categorías de Condición de la pradera son cinco (Barahona y Valenzuela 1985-1986; Gastó *et al*. 1993; Cosio 1999; Gastó *et al*. 2018,; Dyksterhuis, 1949) en: 1.Excelente; 2.Buena; 3.Regular; 4.Pobre y 5.Muy Pobre. Las dos primeras categorías, en general, son de altas productividades primarias y secundarias, mayores aún, cuando la pradera está dominada por especies poáceas hemicriptófitas (*Hordeum chilense, Arrhenatherum elatius, Bromus uneoloides, Dactylis glomerata, Paspalum dilatatum, además de fabáceas hemicriptófitas: Lotus corniculatus,* variedad *tenuis,* y, eventualmente, *Lolium multiflorum*, de alta disponibilidad y digestibilidad en primavera, catalogadas como especies climácicas; además, se desarrolla la especie siete venas (*Plantago lanceolata*), especie altamente palatable por el ganado y alta digestibilidad, de acuerdo a determinados Sitios (Figuras 5 y 6).

Es lo que ocurrió en este sistema, en esta oportunidad que, debido a la alta profundidad de raíces de estas especies, sobre 1 m, salvo las terófitas, dichas especies captarían moléculas de radicales libres de P2, que se desprenden

en el sub suelo y son absorbidos por esas raíces a dichas profundidades, además de otros nutrientes, lo que se perdería al no estar presentes dichas raíces a ese nivel; fenómeno que se ha traducido en altas productividades de materia seca, sobre 15-18 ton ms/ha/año y altos tenores de proteína (sobre 18%) (Gastó *et al*. 1993, Panario *et al.* 1988 y Cosio 1999, Figura 6).

Por otra parte, según Flores y Bryant (1989), las especies climácicas decrecientes, de alta palatabilidad o aceptabilidad por el animal, además del alto valor nutritivo, dominan en praderas de Condición excelente a buena, con cargas animales bajas a relativamente bajas. No obstante, dominan progresivamente las especies acrecentantes de medio a regular valor nutritivo, al aumentar la carga animal; sin embargo, al seguir aumentando estas cargas animales dominan, en absoluto, las especies invasoras, éstas de bajísimo valor nutritivo, tipo espinosas, lo que correspondería a praderas de pobre a muy pobre Condición.

-Determinar el efecto sobre los animales.

Los animales ovinos al pastorear la pradera naturalizada de excelente a buena condición existente en las entre hileras del huerto de avellanos europeos, asociado a arándanos se han comportado con normalidad durante todo el periodo, esto es en el periodo primavera-verano, donde se obtuvo un excelente crecimiento de la pradera, sobre 18 a 20 ton.ms/ha, donde las ovejas presentaban un peso vivo de 55 kg/animal, un excelente peso, época que coincide, aproximadamente, con el encaste (15 febrero); por otra parte, en el periodo de otoño, al disminuir la temperatura ambiente la pradera presenta un menor crecimiento, del orden de 15 ton. ms/ha, donde disminuye relativamente su peso (50 kg); sin embargo, al disponer de una pradera de buena condición, cómo fue este caso, dichas ovejas mantuvieron su peso original, mientras que, en otros sistemas, de peor condición de pradera los animales disminuyen su peso, a alrededor de 45 kg/animal. Por otra parte, en invierno en este sistema, dadas las bajas temperaturas (7°C) en promedio con mínimas extremas de hasta -4,5°C, la pradera presenta una menor disponibilidad de materia seca, del orden de 5 ton/ha. y donde lógicamente, las ovejas bajan a alrededor de 45 kg. Dicho peso, si bien es relativamente bajo, lo recuperan al inicio de la primavera, llegando al peso relativamente normal (50 kg/animal), lo que coincide con el término de la parición (fines de octubre) e inicios de lactancia (Panario et. al. 1988), Cuadro 1.

Cuadro 1. Productividad de la pradera en la entre hilera del sistema silvopastoril de avellanos europeo – arándanos utilizadas con ovejas.

Toneladas de ms/ ha	Digestibilidad	Toneladas efectivas de M.S.	Temporada de pastoreo	Carga animal ovejas/ha
18 ton	70%	12	Primavera – Verano	32
10 ton	55%	5,5	Otoño	24
5 ton	40%	2	Invierno	12,5

-Determinar el posible daño de las ovejas sobre las especies frutales.

Por otra parte, relacionado a posibles daños sobre los frutales en estudio, esto en avellanos europeos, asociados a arándanos, relacionado al pastoreo de las ovejas, se ha determinado que estos daños no se han registrado en avellanos europeos, en absoluto, ni aún en arándanos, que podrían estar más expuestos por el cercano pastoreo de las ovejas en el huerto, esto es a solo 30 cm de la línea de consumo (Figuras 2 y 5). Esto indicaría que las ovejas al tener altas disponibilidades de materia seca, como las ya comentadas, no tienen el instinto de consumir otras especies que no sean los componentes de la pradera de buena Condición disponibles en las entre hileras del huerto, ni aún debido a la presencia del cable eléctrico del cerco (con una carga eléctrica de alrededor de 12 volt).
Finalmente, este sistema tiene una alta aplicación práctica, pues se generan productos como compost, humus y *bokashy*, a partir de la cama animal, obtenidos del corral de encierra nocturna de las ovejas, productos que se integran a los frutales y praderas, con una alta eficiencia fisiológica y productiva, además, traducido en la baja o nula incidencia de plagas y enfermedades presentadas de dichos frutales y praderas.

Además, este sistema es de alta aplicación científica al encontrar explicaciones y respuestas a los diversos fenómenos que se relacionan con las variables climáticas, geomorfológicas, edafo–ambientales, condición y tendencia del Sistema de Clasificación de Ecorregiones aplicado en este estudio (Gastó *et al*, 1993), presentando una alta y eficiente relación con las variables del sistema fisiológico, reproductivo y productivo de los frutales, praderas y animales, además de los corredores biológicos utilizados.

Principales indicadores logrados
Es altamente positivo e innovador la integración de animales ovinos en el huerto de avellanos europeos, asociados a arándanos, pues no afecta en las variables reproductivas ni productivas y no produce daño físico a dichos frutales, ni al sistema de riego, ni mulch, durante ninguna época del crecimiento y desarrollo de los frutales. Aumentando la producción por unidad de tierra al hace un uso tridimensional del espacio (Estratas productivas).
Lograr praderas de buena a excelente condición con especies hemicriptófitas, como: *Dactylis glomerata*, *Lotus coniculatus* var. tenuis, entre otras de alta productividad (16-18 ton ms/ha).
Obtener un sobre precio en la comercialización de las avellanas europeas, debido a la certificación orgánica obtenida, para los mercados de Chile, UE y USA. Y al obtener varios productos se obtiene una dispersión del riesgo económico, ya que tales productos se verán afectados en forma diferente por condiciones desfavorables.
Elaboración de 54 toneladas anuales de distintos abonos orgánicos, elaborados con materiales generados en el mismo predio, principalmente, cama animal ovina, cosechada anualmente del establo de encierra nocturna.
Aumenta la complejidad de las redes tróficas del agroecosistema, por tanto, la biodiversidad aumenta.
Aumento en la eficiencia del uso del agua. Relacionado a la utilización de mulch orgánico de paja sobre los camellones y la cobertura vegetal en la entre hilera de los frutales con praderas. Se registro una disminución del 32% de los riegos programados para la temporada 2018-19 en la época de primavera verano.

Conclusiones

Es altamente positivo la integración de animales ovinos en el huerto de avellanos europeos, asociados a arándanos, pues no afecta en las variables reproductivas ni productivas y no produce daño físico a dichos frutales, durante ninguna época del crecimiento y desarrollo de éstas.

Además, es positivo el efecto del pastoreo de los animales en las entre hileras del huerto al controlar las posibles malezas y especies naturalizadas y, en especial, por el aporte diario del estiércol animal, que determina una alta fertilidad del sitio, con nutrientes básicos (P, N, S, Mg, Mn), además de materia orgánica para el sitio de pastizal y del huerto mismo.

Por otra parte, es positiva la presencia de una constante cubierta vegetal en las entre hileras del huerto, pues actúa como corredor biológico, al mantener diversas especies de plantas huéspedes de parasitoides, entre otros, los que controlan diversas especies consideradas plagas o enfermedades al huerto. Además, dicha cubierta vegetal mantiene la humedad del suelo, al evitar la evaporación o deshidratación durante la cálida época estival.

La cubierta vegetal es una pradera de hemicriptófitas, considerada de buena condición, proporcionando muy buen alimento, prácticamente durante todo el año, a todo el rebaño ovino, que entrega diariamente el estiércol animal, considerado base para elaborar los productos orgánicos de compost, humus y/o *bokashi*, que son el corazón del huerto por el aporte de fertilidad al sitio y vigor de plantas.

Por último, la integración del animal con los sistemas de suelo, frutales, praderas y corredores biológicos es una positiva innovación que implica una gestión eficiente, económica, sustentable y, además, una mejora en la productividad en predios de pequeña superficie y agricultura familiar campesina, posibles de escalar hacia una agricultura mediana, que reduce, drásticamente, la presión sobre los ecosistemas, disminuyendo las amenazas sobre la biodiversidad.

Referencias:

Barahona, V. y Valenzuela, M. 1985-1986. Evaluación de praderas mediterráneas de la zona de secano árido y semiárido, de Chile, a través del Método de la Condición. Tesis de Pre Grado. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Briones, R.; Gárate, F. y Jerez V. 2012 Insectos de Chile nativos, introducidos y con problemas de conservación. Guía de campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile.

Church, D.C. 1975. Digestive physiology, 2nd Ed. Vol. I, Vol. II and Vol. III. O. et B. Books, Inc.

Church, D.C. 1977. Livestock feeds and feeding. (ISBN o-9601586-1-8) O et B. Books, Inc.349 pp.

Cosio, F. 1999. Asignación de derechos de uso de pastizales, según Distritos, Sitios y Condición de pastizales. Estepa fría seca estival o Veranada de Montaña de la Cuenca del Maule, Chile. Tesis de Doctorado. Programa de Doctorado, Universidad de Córdoba, Córdoba, España.

Cosio, F. y Demanet, R. 1984. Análisis de predios caprinos de la Zona Mediterránea Árida y Semiárida de Chile. Departamento de Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso.

DYKSTERHUIS, E. 1949. Condition and management of rangeland upon quantitative Ecology Journal of Range Management 2:104:115.

Fernández, R. 2016. Cultivos y rubros tradicionales de Nuble. Agro La Discusión Chillán N°239. Revista suplementaria del Diario La Discusión. Chillán.

Flores, A., y Bryant, F. 1989 Estados de Condición de praderas, según carga animal, composición y dominancia de especies en el ecosistema pradera. In: Gastó, J; Cosio, F. y Panario, D.1993.

Gálvez, C; González, P. Poblete, E. y Valenzuela, N. 2015. Informe I. Caracterización y zonificación predial Los Avellanos, Tanilvoro. pp. 119.

García, D., Demanet, R., Cosio, F y Gastó, J. 1985 Opciones de desarrollo para predios caprinos. Vol. II. Departamento de Producción Animal Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso.

Gastó, J.; Aránguiz, I., y Cosio, F. 2018. Evaluación sinecológica de las Praderas**.** Relaciones sinecológicas de la comunidad pratense y significación en la evaluación del potencial productivo y condición de praderas, Ediciones U.C. Departamento de Ciencias Animales. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Gastó, J. 1979. Ecología. El hombre y la transformación de la naturaleza. Ediciones Universitarias. Santiago Chile.

Gastó, J; Cosio, F., y Panario, D. 1993. Clasificación de ecorregiones y determinación de sitio y condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales. Red de Pastizales Andinos, CIID. Canadá. Edit. FEEP. Quito, Ecuador.

Grau, P. 2009. Manual de avellano europeo, INIA, Ministerio de Agricultura. Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán. pp 96

KÖPPEN, W. 1923. Die Klimate der Erde, Grundriss der Klimakunde. Berlín, Leipzig. de Gruyter.

KÖPPEN, W. 1948. Climatología. Fondo de cultura económica México, D.F.

Panario, D; Morató, E; Gallardo, S; Gastó, J., 1987. Distritos geomorfológicos en el sistema de clasificación de Pastizales. Sistemas en Agricultura, IISA- 8819. 58 pp. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Panario, D.; Gallardo, S. y Gastó, J. 1988. Sitio en el Sistema de clasificación de pastizales. Sistemas en Agricultura, IISA- 8820. 60 pp. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Sierra, S. 1986. Análisis de sistemas caprinos. Comunidad Agrícola Álvarez de Valle Hermoso, Combarbalá. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso. Chile

Undurraga, P y Vargas, S. 2013. Manual de arándano. Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán. Boletín INIA N°263. pp 120.

Van Der Ent, S, Knapp, M., Klapwijk, J., Moerman, E., Van Schelt, J. y Weert, S. 2018. Conocer y reconocer la biología de las plagas y enfermedades y sus soluciones naturales. Rodenrijs. Holanda. ISBN. pp 443.

Valenzuela, N. 2015. Sistema de riego, Predio Los Avellanos. Comuna Pinto, región Bío Bío (P1595NV1), Código RCH-P-01, Versión 3, Junio 2009. Riego Chile.

Valenzuela, N y Bermúdez, P. 2018. Efecto de *Trichoderma harzianum*, cepa T-22, en producción de plantas de *Corylus avellana* L, avellano europeo y *Prunus avium* L, cerezo. Koppert Biological Systems.

Van Soest, P.J. 1983. Nutritional Ecology of the Ruminant. Ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plants fibers. Cornell University. ISBN 0-9601586-0-X. O et B Books, Inc. Corvallis, Oregon 97330, Second. Printing.

FIGURAS.

Figura 1. *Mulch* orgánico de paja de avena (*Avena sativa* L) sobre un camellón de avellanos europeos, en primavera, con un sistema de riego por goteo. En la entre hilera lateral del cultivo se aprecia una pradera naturalizada, de doble propósito: corredor biológico y/o abono verde al camellón y pradera. Fotografía de Nicolás Valenzuela.

Figura 2. Sistema avellanos europeos y arándanos establecidos con *mulch* de paja avena (*Avena sativa* L), más un *mulch grow cover* sobre los camellones y sistema de riego por goteo. Además, se aprecia el uso de praderas naturalizadas de buena condición, en las entre hileras, con pastoreo de animales ovinos Suffolk Down x Texcel y cerco eléctrico. Se aprecia, en primavera, que no hay daños sobre las especies frutales, sobre el sistema de riego, ni sobre el *mulch*, producto del cerco eléctrico. Además se aprecia un excelente crecimiento y disponibilidad de pasto para los ovinos. Fotografía de Nicolás Valenzuela.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Figura 3. Microavispa (*Aphidius colemani*), parasitando a pulgón *(Myzocallis corili)*. Fotografía de Koppert Biological Systems. (Briones *et. al*. 2012).

Figura 4. Chinitas (*Harmonia axyridis*) sobre flores de zanahoria silvestre *Daucus carota var. Sativus,* que controlan plagas (pulgones, entre otras) en frutales. Fotografía de Nicolás Valenzuela.

Figura 5. Pastoreo de ovejas Suffolk Down x Texcel sobre pradera de huerto de avellanos asociados a arándanos, a salidas de invierno, fines de septiembre 2018. En la entre hilera de cultivo (lado derecho), cubierta de pradera naturalizada, utilizada por ovinos (ovejas con crías), mediante cerco eléctrico y su aporte de estiércol animal como fertilidad al sitio. Se aprecia en la entre hilera al inicio del pastoreo, una dominancia de especies poáceas, sin malezas, mientras en la entre hilera izquierda el efecto post pastoreo, dejando el remanente apropiado para el reinicio del crecimiento, sin el menor daño a los cultivos frutales, a la cubierta de *mulch*, ni al sistema de riego. Fotografía de Nicolás Valenzuela.

Figura 6. Pradera naturalizada de buena Condición, en la entre hilera del huerto de avellanos europeos asociados a arándanos, utilizada en forma rotativa por ovinos (Suffolk Down x Texcel), en primavera, verano, otoño e invierno, 2018, mediante cerco eléctrico. En esta pradera sobresalen especies del género: *Hordeum, Arrhenatherum, Bromus, Dactylis, Lotus, Paspalum* y, eventualmente, *Lolium, o Plantago* , de altas productividades y digestibilidad. Fotografía de Nicolás Valenzuela.

Desarrollo de un sistema silvopastoril para la recuperación de áreas ganaderas. Estudio de caso en la Finca "Botón de Oro".

Karel Fragoso[1], Yaneisi Esther Conde[1], Boris Alfonso[1], Yamilka Ramos[2], Orquidia Alvarez[2], Jatnel Alonso[3], Giraldo Martín[4] y Odenis Gómez[5]

[1]Cooperativa de Créditos y Servicios "Elio Trincado" Provincia Sancti Spíritus,
[2] Estación Experimental de Pastos y Forrajes Sancti Spíritus,
[3]Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque,
[4]Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas,
[5]Coordinador Provincial del proyecto Agrocadenas,
pastossp@enet.cu

Resumen

En la Finca "Botón de Oro", ubicada en la región central de Cuba, beneficiada por el proyecto Agrocadenas, durante los años 2010 – 2018 se realizaron acciones para la recuperación de áreas con infestación intensa de marabú para la producción agropecuaria, bajo el principio de manejar la finca con un sistema silvopastoril (SSP) como forma de enfrentar el efecto del cambio climático. Hasta el 2018 fueron puestas en producción 90.26 ha de las cuales 75.26 se dedicaron a la ganadería de leche. Se rehabilitaron 5 ha de Sistema Silvopastoril a base de leucaena (*Leucaena leucocephala*) y guinea (*Megathyrsus maximum*). Establecieron 8000 m de cercas vivas con bienvestido (*Gliricidia sepium*) como linderos, sombra y fuente de forraje que aportaron 23 990 postes/ año y 35 tMV/año. La finca posee una densidad de 30 árboles/ha (40% de lo planificado) como resultado de la regeneración de la vegetación natural y del mantenimiento de las especies existentes, distribuidos como sombra en las áreas de pastoreo. Se fomentaron 45 ha de pastos mejorados (*Brachiaria* Híbrida) y 6 ha de bancos de forraje morera (*Morus alba*) y titonia (*Tithonia diversifolia*). Como resultados se logró extender el tiempo de estancia de los animales en los potreros a 15 horas/día, incrementó la producción de leche de 960 L/ha en 2016 hasta 1022 L/ha en 2018, mejoró el flujo zootécnico de la hembra lechera.

Palabras clave: *Sistema silvopastoril (SSP), ganadería, cambio climático.*

Abstract

Farm "Botón de Oro", located in the central region of Cuba, receives benefits from the Agrocadenas Project. During 2010 – 2018 there were taken actions in order to recover areas with intense marabu infestation for agricultural and livestock production. The principle of management under pastures-forest

system (SSP), was observed as a way to face climate change effects. Until 2018 were recovered and exploted 90.26 ha from which 75.26 were devoted to dairy production. 5 ha of a silvopastoral system using leucaena (*Leucaena leucocephala*) and guinea grass (*Megathyrsus maximum*), were renovated. There were established 8000 m of living fences with bienvestido (*Gliricidia sepium*) as paddocks edges, for shade and as a forage source that yielded 23 990 fence posts/year and 35 tGM/year. Tree density in the farm is of 30 trees/ha (40% more than planned) as a consequence of a regenerated natural vegetation and the maintenance of existent species, distributed in grazing areas for shade. 45 ha of improved pastures like *Brachiaria* Híbrida and 6 ha of forage banks with morera (*Morus alba*) and titonia (*Tithonia diversifolia*) were improved. As a result, grazing time of animals on the paddocks was extended to 15 hours/day, dairy production was increased from 960 L/ha in 2016 to 1022 L/ha in 2018, and the zootechnical flow of milking cows was improved.

Keywords: *Silvopastoral system (SSP), livestock, climate change.*

La Finca "Botón de Oro", ubicada en la región central de Cuba, posee una extensión total de 94 ha, en 2010 se encontraban completamente improductivas por estar invadidas de plantas leñosas indeseables y malezas y la infraestructura en franco deterioro. Posee un relieve llano y suelos del tipo Pardo con carbonatos, con buen drenaje superficial, adecuados para la actividad ganadera.

Con el fin de incorporar la finca a la producción de leche durante los años 2010 – 2018 se ejecutaron acciones para la recuperación de áreas y la infraestructura, apoyados por el otorgamiento de créditos bancarios por un monto de 1.5 millones de CUP (pesos cubanos) que les permitieron acceder a insumos, servicios y pago de jornales, así como por la asesoría técnica permanente del Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes (IIPF) y su Estación Experimental en Sancti Spíritus, Instituto de Ciencia Animal (ICA) y Estación de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. En 2015 fue beneficiada por el proyecto Agrocadenas con insumos, maquinaria y capacitación en temas relacionados con la resiliencia de las fincas ganaderas ante el impacto del cambio climático.

Sistema Silvopastoril recuperado y banco de forraje
(Finca "Botón de Oro", CCS Elio Trincado. Sancti Spíritus)

Hasta el 2018 entraron en producción 90.26 ha de las cuales 75.26 se dedicaron a la ganadería de leche. Bajo el principio de manejar la finca con un sistema silvopastoril, se establecieron 8000 m de cercas vivas con bienvestido (*Gliricidia sepium*) como linderos, sombra y fuente de forraje, que aportaron 23 990 postes/ año y 35 tMV/año. La finca posee una densidad de 30 árboles/ha (40% de lo planificado) como resultado de la regeneración de la vegetación natural y del mantenimiento de las especies existentes, distribuidos como sombra en las áreas de pastoreo. Se rehabilitaron 5 ha de un Sistema Silvopastoril a base de leucaena (*Leucaena leucocephala*) y guinea (*Megathyrsus maximum*). Se establecieron 6 ha de bancos de forraje morera (*Morus alba*) y titonia (*Tithonia diversifolia*) y 45 ha de pastos mejorados (*Brachiaria* Híbrida cv. Mulato II, *B.* Híbrida cv. Cobra, *B.* Híbrida cv. Cayman, *B. brizantha* cv. Marandú y *M. maximum* cv. Tanzania).

Como resultado del mejoramiento la base alimentaria y el confort ganadero por el efecto de la sombra en el área de silvopastoreo se logró extender el tiempo de estancia de los animales en los potreros a 15 horas/día. Aumentó la producción de leche de 960 l/ha en 2016 hasta 1022 l/ha en 2018. Se incrementó la cantidad de novillas incorporadas a la reproducción de 16 cbz en 2014 a 38 en 2018 y el peso promedio de incorporación de 320 kg en 2014 a 340 en 2018; disminuyó la edad de incorporación de 36 meses en 2014 a 28 en 2018. Los ingresos generados en la finca permitieron realizar los pagos correspondientes de los créditos bancarios en los plazos previstos.

INICIO
CRÉDITOS
ENTIDADES
COMITÉS
CONTENIDO
SECCIÓN 1
SECCIÓN 2
SECCIÓN 3
SECCIÓN 4

Por el potencial para la adaptación al cambio climático, los resultados productivos de la finca y la generación de ingresos por servicios ambientales, se prevé, en un lapso de 2 años, crecer el área del sistema silvopastoril con la introducción especies de frutales, fundamentalmente con anonáceas, sobre las 45 ha de pastos mejorados ya establecidas durante el proyecto.

El proyecto Agrocadenas promueve iniciativas similares en otros 9 escenarios de intervención en la cadena de la leche y la carne vacuna en la región central y oriental del país.

Mitigación de riesgos en zonas ganaderas por fenómenos meteorológicos extremos en Sancti Spíritus, Cuba

Yamilka Ramos[1], Orquidia Alvarez[1], Fernando Medinilla[2], Carlos M. Lopetegui[3] y Odenys Gómez[4]

[1] Estación Experimental de Pastos y Forrajes Sancti Spíritus,
[2]Centro Meteorológico Provincial de Sancti Spíritus,
[3]Oficina Nacional Proyecto Agrocadenas,
[4]Coordinador del proyecto Agrocadenas en Sancti Spíritus
pastossp@enet.cu

Resumen

En los escenarios de intervención del proyecto Agrocadenas ubicados en las empresas ganaderas de la zona centro y norte de la provincia Sancti Spíritus se realizó la evaluación de los riesgos por fenómenos meteorológicos extremos tomando como base los resultados de los Estudios de Peligro Vulnerabilidad y Riesgos previos. Se utilizaron tecnologías SIG para el mapeo de datos e "imágenes espectrales" satelitales, para el estudio de las condiciones de la vegetación e identificar las zonas con peligro de inundaciones. Como resultados se obtuvo que las áreas ganaderas de las zonas norte de la provincia son más susceptibles a inundaciones por intensas lluvias y a los fuertes vientos, mientras que la sequía se extiende hacia zonas llanas del centro de la provincia. En todos los casos, se observó un incremento de la frecuencia e intensidad de estos fenómenos, sobre todo de la sequía. Las principales vulnerabilidades identificadas: insuficientes y poco eficientes sistemas de riego y de abasto de agua, insuficientes áreas de forrajes, bajo índice de forestación, infraestructuras inadecuadas para enfrentar fuertes vientos. Se ejecutaron acciones encaminadas a disminuir los riesgos identificados y al fortalecimiento de las capacidades en cuanto a la percepción del riesgo en las personas, utilización de las fuentes renovables de energía (FRE) para el riego y el abasto de agua, mejoramiento de la infraestructura de las cubiertas, incremento y diversificación de las áreas forrajeras con el fomento de bancos de forraje de morera (*Morus alba*) y titonia (*Tithonia diversifolia*) y sistemas de silvopastoreo (SSP).

Palabras clave: *Mitigación de riesgos, sequía, FRE, silvopastoreo.*

Abstract

A risk evaluation on extreme metheorological phenomena for the scenaries located in livestock enterprises of center and northern zones of Sancti Spiritus province, where Agrocadenas Project is envolved, was made. Previous results on Studies of Danger, Vulnerability and Risks were taken into account. SIG technologies in data mapping and satellite spectral images for the study of vegetation conditions and identification of zones under flooding danger, were used. It was concluded that livestock areas of the northern zone are more sensitive to flooding due to heavy rain and to strong winds, while drought is typical in plain zones at the center of the province. In all cases, an increase of frequency and intensity of these phenomena was observed, especially in drought. Main identified vulnerabilities were: insufficient and non efficient irrigation systems and water supply, insufficient forage areas, low afforestation and inadequate infrastructure to face strong winds. Actions designed to reduce identified risks and for the strengthening of capacities for the risk perception in people, utilization of renewable sources of energy for irrigation and water supply, improvement of covers infrastructure, increase and diversification of forage areas with the promotion of *Morus alba* and *Tithonia diversifolia* forage banks, as well as pastures-forest systems (SSP), were accomplished.

Keywords: *Risks mitigation, drought, Silvopastoral systems.*

Introducción

Cuba por su posición geográfica es afectada por eventos climáticos extremos, cuya frecuencia e intensidades, asociado probablemente al cambio climático global, se ha incrementado durante las últimas décadas. La actividad ganadera no escapa de esta situación; en tal sentido es necesario ejecutar acciones que permitan la adaptación a los nuevos escenarios que impone el ambiente.

La adopción de tecnologías para la producción ganadera que permitan utilizar eficientemente los escasos recursos hídricos, así como la conservación del suelo, manteniendo indicadores productivos y reproductivos eficientes es una necesidad.

El establecimiento de sistemas silvopastoriles en sus diferentes modalidades, la utilización de especies y variedades de pastos que se adapten a las condiciones edafoclimáticas locales, la conservación de

alimentos para la época seca y el uso racional del agua mediante técnicas de riego eficiente pueden ser parte de la estrategia para minimizar o reducir los daños por fenómenos meteorológicos extremos.

Tomando como base los resultados del estudio previo de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo de afectaciones por fenómenos meteorológicos extremos (sequía, inundaciones y fuertes vientos) en el territorio realizado en 2013, el objetivo del presente trabajo fue fortalecer las capacidades en los escenarios de intervención del proyecto Agrocadenas en la provincia Sancti Spíritus para la disminución de las afectaciones por fenómenos meteorológicos extremos.

Materiales y métodos

Se trabajó en 10 escenarios de intervención del proyecto Agrocadenas en la cadena de la leche, ubicados en las empresas ganaderas de la zona centro y norte de la provincia Sancti Spíritus (6 en Sancti Spíritus y 4 en Yaguajay).

Para el diagnóstico de cada escenario se aplicó la Guía para el Microdiagnóstico de Unidades Ganaderas diseñada por el Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes (IIPF, 2013) y se consultó el informe de resultados del Estudio de Peligro Vulnerabilidad y Riesgo de afectaciones por fenómenos meteorológicos extremos (sequía, inundaciones y fuertes vientos) (CMP, 2013).

Resultados y discusión

Se trabajó en el fortalecimiento de las capacidades en personal a cargo de los procesos productivos en las unidades del proyecto en temas relacionados con los nuevos escenarios del cambio climático, reducción de riesgos, Sistemas de Vigilancia y Alerta Temprana para la actividad ganadera, con incidencia en los programas de desarrollo de las unidades.

Área de *Brachiaria* Híbirida cv. Cayman para corte (Empresa Pecuaria Managuaco)

Los escenarios productivos del proyecto Agrocadenas se encuentran ubicados en zonas

donde predominan los riesgos medios de inundaciones por fuertes lluvias para periodos de retorno de 5, 10 y 50 años (CITMA, 2013), por lo que se recomendó, en una primera instancia, el establecimiento de especies de pastos y forrajes tolerantes o resistentes al encharcamiento como la *Brachiaria* Híbrida cv. Cayman que puede tolerar más de 30 días de encharcamiento, con un alto desempeño agroproductivo (Pizarro, 2013) y de la cual se encuentran establecidas 64 ha destinadas a la producción de heno.

La provincia Sancti Spíritus, debido a su ubicación geográfica en el centro de Cuba, es afectada de forma directa o indirecta por Ciclones Tropicales y otros procesos meteorológicos generadores de fuertes vientos como pueden ser los Frentes Fríos (FF), los "Sures" y las Tormentas Locales Severas (TLS). Como promedio ocurre un Ciclón Tropical cada diez años, no obstante, en los últimos años se ha incrementado la frecuencia de afectación hasta aproximadamente uno cada dos años, siendo septiembre, octubre y noviembre los meses de mayor peligro. Las unidades de producción ganadera en estudio se encuentran en áreas de vulnerabilidad estructural y económica media a vientos huracanados con CAT1 y CAT3, mientras que se incrementa a alta ante los de CAT5, en tanto que el riesgo es alto para todas las categorías (CITMA, 2013).

A partir del análisis anterior se propuso implementar soluciones para disminuir las vulnerabilidades estructurales de instalaciones en las unidades ganaderas, como el uso de molinos a viento abatibles y cubiertas ligeras, que pueden desmontarse en un breve tiempo durante la fase de preparación y evitar los daños, de los cuales hoy se encuentran instalados 46 molinos y 32 271 m^2 de cubiertas ligeras.

Mapa de peligro de sequía meteorológica y agrícola integrada en Sancti Spíritus. (Fuente Informe PVR, CITMA)

Los desastres causados por la sequía constituyen un peligro recurrente, cuya frecuencia e intensidades, asociado probablemente al cambio climático global, se ha incrementado durante las últimas décadas; generando afectaciones de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, sus reservas y características de manejo y explotación, con efectos muy negativos para la producción agropecuaria y la

conservación de nuestros suelos; lo anterior unido a la poca capacidad de respuesta de las unidades de producción para enfrentarlos acertadamente y recuperarse, hace que los mismos lleguen a alcanzar la categoría de desastre (CITMA, 2013; Cutié *et al.*, 2013).

Los escenarios de trabajo se encuentran ubicados en zonas de peligro severo por sequía meteorológica y agrícola integrada, en el período poco lluvioso, por lo que se propuso el empleo de prácticas que mejoren el uso del agua para el riego y el consumo animal, que incluyen la utilización de la energía eólica y solar a través de la instalación de 46 molinos a viento y 8 bombas con paneles solares en la zona norte.

Se propuso para cada unidad la estructura de pastos y forrajes basados en estudios previos de regionalización con énfasis en la utilización de especies y variedades tolerantes a la sequía, así como las tecnologías para su manejo eficiente, tal es el caso del fomento de 125 ha de bancos de biomasa con King grass CT – 115 (*Pennisetum purpureum* cv. CT – 115) que representan entre el 25 – 30 % del área total de los escenarios de trabajo, para pastorearlo durante el período seco; 100 ha de bancos forrajeros de morera (*Morus alba*) y titonia (*Tithonia diversifolia*) que permiten suministrar 2 kgMV/UGM/día.

A: Actividad de capacitación sobre bancos de biomasa.
B: Banco de biomasa de *Pennisetum purpureum* cv. CT - 115 (CCS Bienvenido Pardillo , Sancti Spíritus)

Se rediseño la estructura de los cuartones en las unidades para garantizar la rotación racional de los pastizales, lograr que los animales consuman una ración de calidad (10 – 40 kg/animal/día) y evitar el sobrepastoreo de las áreas, cada unidad dispone de 60 – 62 cuartones (0.25 – 1 ha), con tiempo de estancia de 1.2 días y tiempo de reposo de 70 días en seca. Se potenció el uso de las cercas eléctricas con paneles solares.

Los sistemas silvopastoriles por su potencial de adaptación al cambio climático tanto en sequías prolongadas como en períodos de mucha lluvia, constituyen una estrategia para mejorar los indicadores económicos, sociales y ambientales en las fincas ganaderas (Villanueva *et al.,*2010).

Sistema Silvopastoril recuperado
(Finca "Botón de Oro", CCS Elio Trincado.
Sancti Spíritus)

Entre 2014 – 2018 se recuperaron 8 ha de un sistema silvopastoril basado en la utilización de leucaena (*Leucaena leucocephala*), algarrobo de olor (*Albizia lebbeck*) y árbol del nim (*Azadirachta indica*) en el estrato superior, titonia (*T. diversifolia*) sembrada en franjas (4x 1.5 m) en el estrato intermedio y la asociación de gramíneas (*Megathyrsus maximum* cv. Likoni, *Brachiaria* Híbrida cv. Cayman y *B.* Híbrida cv. Cobra) y una mezcla de leguminosas rastreras que se regeneraron de forma natural en las que predomina Teramnus (*Teramnus labialis*) y calopo (*Calopogonium muconoides*). Dividido en cuartones de 0.5 ha. El área se dedicó a la producción de carne vacuna con machos jóvenes de la raza Siboney de Cuba con ganancias de peso vivo de 0.5 – 0.8 kg animal^{-1} día^{-1}.

A partir de la implementación de las acciones descritas las unidades de producción se encuentran en mejores condiciones para enfrentar período prologados de sequía agrícola y otras manifestaciones negativas del cambio climático y mantener sus indicadores productivos en niveles aceptables.

Conclusiones

Los Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo permitieron conocer que los escenarios ganaderos estudiados se encuentran en zonas de peligro ante eventos meteorológicos extremos (sequía, fuertes vientos e inundaciones por intensas lluvias), siendo la sequía el fenómeno más recurrente en los últimos años tanto por su frecuencia como por intensidad.

Las principales vulnerabilidades por fenómenos meteorológicos extremos determinadas fueron: insuficientes y poco eficientes sistemas de riego y de abasto de agua, insuficientes áreas de forrajes, bajo índice de forestación, infraestructuras inadecuadas para enfrentar fuertes vientos.

A partir de la ejecución de las acciones del proyecto, se logró una mejor implementación de los planes de reducción de desastres, relacionado con

mejorar la infraestructura de las unidades y para el abasto de agua, la base alimentaria y las condiciones para su manejo.

Bibliografía

Pizarro, E. A. 2013. Un nuevo híbrido para el mundo tropical - *Brachiaria híbrida* cv. CIAT BR02/1752 "Cayman". Pasturas de América: junio 2013.

CITMA. 2013. Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de la Provincia Sancti Spíritus. Afectaciones por Intensas Sequías. Informe académico. CITMA. Sancti Spíritus. Cuba.

Villanueva, Cristóbal; Muhammad Ibrahim, Francisco Casasola, Ney Ríos, Claudia Sepúlveda. 2010. Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central.

Cutié, V; Lapinel, B. 2013. La Sequía en Cuba, un Texto de Referencia. Monografía Proyecto 1/OP-15/GEF. Instituto de Meteorología. Centro del Clima. La Habana.

PANEL DE EXPERIENCIAS DE PRODUCTORES SILVOPASTORILES DE PARAGUAY

Contribución de las franjas de bosques al bienestar animal en áreas pastoriles en el Chaco central paraguayo

Forest strips contribution to animal welfare in pastoral areas in the Central Paraguayan Chaco

Natalia Wolff Cristaldo

Universidad San Carlos, Paraguay
mailto:natalia169wolff@gmail.com

Resumen

Con el objetivo de conocer la contribución de las franjas de bosque sobre el bienestar animal en áreas pastoriles del Chaco Central Paraguayo, se llevaron a cabo dos evaluaciones. Un primer trabajo se desarrolló en la Estancia Montanía, en el departamento de Boquerón, distrito Teniente Montanía en el marco del proyecto "Determinación del valor de paisajes ganaderos en la conservación de la biodiversidad del Chaco Paraguayo"; esta evaluación buscó determinar la contribución de las franjas de bosques en el estrés térmico de los animales usando imágenes de cámaras trampas y el comportamiento animal. Los resultados fueron analizados mediante el Índice de Temperatura y Humedad (ITH), cuyos resultados arrojaron un 73% de los animales en estado normal, 11% en estado de alerta, un 4% en estado de peligro y un 12% en estado de emergencia.

La segunda investigación, se realizó en la Cabaña de los Mochos, en el Departamento de Boquerón, Distrito Fernheim, Localidad Friedensfeld en el Chaco Paraguayo. El objetivo fue evaluar la contribución de las franjas de bosques sobre la frecuencia respiratoria (FRM) en tres categorías diferentes de animales distribuidos aleatoriamente en un lote con franjas de bosques (C/F) y un lote sin la presencia de franjas (S/F). En la interacción entre categoría animal y ambiente se observó 73.9 de FRM (S/F) vs. 68.1 (C/F) en la categoría de desmamantes; 57.4 de FRM (S/F) vs. 54.4 (C/F) en vaquillas, y 59.2 de FRM (S/F) vs. 49.3 (C/F) en vacas. Estos resultados demuestran el aporte de las franjas de bosque en zonas pastoriles al bienestar animal.

Palabras claves: *Estrés térmico, frecuencia respiratoria, índice de temperatura y humedad, sistemas silvopastoriles.*

Abstract

In order to know the contribution of forest strips on animal welfare in pastoral areas of the Paraguayan Central Chaco, two evaluations were carried out. The first evaluation was carried out at Estancia Montania, in the department of Boquerón, Teniente Montania district in the project "Determination of the value of livestock landscapes in the conservation of the biodiversity of the Paraguayan Chaco". This evaluation determined the contribution of forest strips in the thermal stress of animals using camera images and animal behavior. The results were analyzed by means of the table of temperature and humidity Index (ITH), those results showed 73% of the animals in normal status, 11% in alert status, 4% in danger status and 12% in emergency status. The second evaluation was carried out at the Cabaña de Los Mochos, in the Department of Boquerón, District Fernheim, Locality Friedensfeld in the Paraguayan Chaco. The aim was to evaluate the contribution of forest strips on the respiratory frequency (RF) in three animal categories distributed randomly in forest strips (W/S) and without strips (Wt/S). In the interaction between animal category and environment, 73.9 of RF (Wt/S) vs. 68.1 (W/S) were observed in the category of weaned calves; 57.4 RFM (Wt/S) vs. 54.4 (W/S) in heifers, and 59.2 RFM (Wt/S) vs. 49.3 (W/S) in cows. These results demonstrate the contribution of forest strips in pastoral areas to animal welfare.

Keywords: *Respiratory rate, silvopastoral systems, temperature and humidity index, thermal stress.*

Introducción

En el Chaco paraguayo, la integración de la franjas de bosques y los sistemas de producción ganaderos aún no ha sido debidamente estudiada, lo cual ha limitado un adecuado aprovechamiento de la presencia de árboles en zonas pastoriles.

En vista a la necesidad de concientizar a los productores sobre la importancia de la conservación de las franjas de bosques en las zonas de pastoreo, y así utilizarlas como medio para disminuir factores de estrés para los bovinos, ya que ello además de perturbar el bienestar, afecta negativamente la rentabilidad y viabilidad económica de la actividad ganadera, esta investigación tiene como objetivo determinar la contribución de las franjas de bosques al bienestar animal en áreas pastoriles en el chaco.

En virtud de dar cumplimiento a lo planteado, se evaluó el estrés térmico de animales en condiciones climáticas adversas a través de dos indicadores: el Índice de Temperatura ambiente y Humedad relativa (Oyhanart, 2017), y la

Frecuencia Respiratoria por minuto (FRM) en bovinos bajo condiciones de sol y sombra.

El incremento de la tasa respiratoria es uno de los mecanismos fisiológicos que tiene el animal para eliminar el calor generado por las condiciones ambientales (temperatura, radiación, entre otros), esto reafirma la necesidad de utilizar en forma conjunta la temperatura y la humedad relativa del ITH para la evaluación del estrés térmico en los animales de pastoreo (Rovira y Velazco, 2015).

Materiales y Métodos

La primera investigación consistió en analizar imágenes captadas por nueve cámaras trampas de la marca Bushnell® instaladas dentro de franjas de bosques distribuidas en 8 potreros. En la Imagen 1 se presenta la distribución en campo de las cámaras utilizadas.

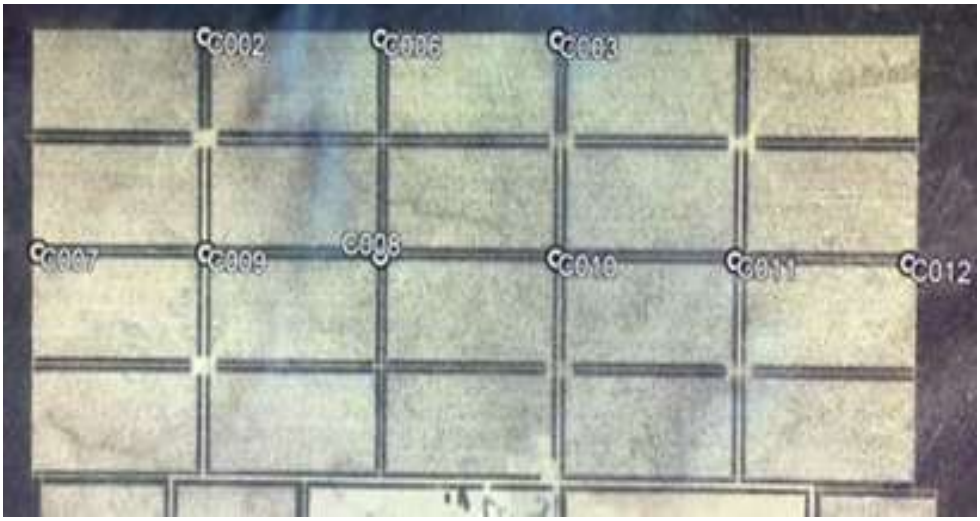


Imagen 1. Distribución de las cámaras trampas.

Las evaluaciones se llevaron a cabo durante las estaciones de verano y otoño del año 2017. Cada potrero contó con una población de 120 bovinos de razas sintéticas. El diseño de la investigación fue descriptivo y las variables observadas fueron: hora de entrada y tiempo de permanencia en cada uno de los lotes, además se tomó la temperatura y la humedad del ambiente. Las imágenes de las cámaras sirvieron para determinar la temperatura ambiente y la humedad relativa fue tomada de la página de FECOPROD (Federación de Cooperativa de Producción) que cuentan con una Red de Estaciones Agrometeorológicas para la zona.

La información de humedad y temperatura se promedió por día y se contrastó con la escala del índice de temperatura y humedad (ITH). Es

importante tener en cuenta que el cuadro de ITH se clasifica en cuatro estados: normal, alerta, peligro y emergencia por estrés térmico. Los resultados no fueron considerados dentro de un programa estadístico.

Imagen 2. Grabaciones de la Cámara 002.

La segunda evaluación se llevó a cabo durante los días 26, 27 y 28 de marzo y del 3 al 8 de abril del año 2018. Las unidades experimentales estuvieron divididas en dos ambientes, A1 que correspondió a un sistema con franjas de bosques (C/F) y A2 a un sistema sin franjas de bosques (S/F); ambos potreros contaron con un total de 100 bovinos de la raza Santa Gertrudis, 50 en cada lote, por lo que se seleccionaron al azar 10 animales por categoría. El sistema de franjas contó con especies como: *Ceiba samauma*, *Diplokeleba floribunda*, *Schinopsis cornuta*, *Caesalpinia paraguariensis*, *Handroanthus impetiginosus*, entre otros. A este bosque se lo puede definir como una formación transicional xerófito y semicaducifolio (Mereles, 2015)

En ambos ambientes se midió Frecuencia Respiratoria por Minuto de cada bovino, excluyendo aquellos que se encontraban rumiando o pastando. Al mismo tiempo se registraron los datos de: temperatura ambiente tomada con un termómetro, la fecha y la hora en que se empezó del conteo. Luego se anotaron los datos en una planilla electrónica para facilitar su carga al programa estadístico. La investigación se desarrolló en un marco de un experimento factorial de 2 x 3 donde los factores estuvieron compuesto por categoría animal (desmamante, vaquilla y vaca) y ambiente (con y sin franja de bosque) con 10 repeticiones. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) para comparar los tratamientos y cuando se observaron diferencias, se utilizó a un test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Para el modelo de análisis e interpretación se utilizó el programa estadístico INFOSTAT. Los tratamientos fueron identificados de la siguiente manera:

T1: Con Franjas (C/F) + C1: desmamante
T2: Sin Franjas (S/F) + C1: desmamante
T3: Con Franjas (C/F) + C2: vaquilla
T4: Sin Franjas(S/F) + C2: vaquilla
T5: Con Franjas (C/F) + C3: vaca
T6: Sin Franjas (S/F) + C3: vaca

Resultados

Evaluación mediante cámaras (Evaluación 1)

En la Tabla 1 se presentan los promedios de ITH observados durante el periodo de evaluación. Como se puede ver existen periodos donde los animales se encuentran bajo estrés térmico, como por ejemplo durante los meses de enero, febrero y marzo.

Tabla 1. Promedio de ITH obtenidas a través de temperatura ambiente y humedad relativa, por cámaras y por meses.

Cámara 002			
Meses	Temperatura ambiente	Humedad relativa	ITH
Enero	29.5	79.8	82
Cámara 003			
Meses	Temperatura ambiente	Humedad relativa	ITH
Febrero	25	67	73
Marzo	25	82	83
Mayo	20	83	72
Cámara 006			
Meses	Temperatura ambiente	Humedad relativa	ITH
Mayo	17	82	72
Cámara 007			
Meses	Temperatura ambiente	Humedad relativa	ITH
Enero	34	52	84
Marzo	22	84	72
Abril	22	86	72
Mayo	17	85	72
Cámara 008			
Meses	Temperatura ambiente	Humedad relativa	ITH
Enero	20	64	72
Abril	16	67	72

Cámara 009			
Meses	Temperatura ambiente	Humedad relativa	ITH
Enero	29	61	78
Febrero	22	74	71
Marzo	20	75	71
Abril	21	87	71
Mayo	22	84	72
Cámara 010			
Meses	Temperatura ambiente	Humedad relativa	ITH
Enero	24	59	71
Febrero	33	75	86
Marzo	22	84	72
Abril	17	74	71
Mayo	16	74	71
Cámara 011			
Meses	Temperatura ambiente	Humedad relativa	ITH
Enero	26	65	74
Febrero	26	72	75
Marzo	24	72	72
Abril	21	76	71
Mayo	16	74	71
Cámara 012			
Meses	Temperatura ambiente	Humedad relativa	ITH
Marzo	33	75	86
Abril	21	66	70

Los valores de la Tabla 1 fueron analizados a partir de la tabla referencia de ITH (Tabla 2).

Tabla 2. Escala de ITH.

	HUMEDAD RELATIVA (%)										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
38	77	79	82	84	86	89	91	93	96	98	100
37	76	79	81	83	85	87	90	92	94	96	99
36	75	78	80	82	84	86	88	90	93	95	97
35	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95
34	74	76	78	80	82	84	85	87	89	91	93
33	73	75	77	79	80	82	84	86	88	90	91
32	72	74	76	77	79	81	83	84	86	88	90
31	71	73	75	76	78	80	81	83	85	86	88
30	71	72	74	75	77	78	80	81	83	84	86
29	70	71	73	74	76	77	78	80	81	83	84
28	69	70	72	73	74	76	77	78	80	81	82
27	68	69	71	72	73	74	76	77	78	79	81
26	67	69	70	71	72	73	74	75	77	78	79
25	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
24	66	67	68	69	70	70	71	72	73	74	75
23	65	66	67	67	68	69	70	71	72	73	73

Oyhanart (2017).

El Gráfico 1 representa valores en porcentaje (%) de los resultados de la observación durante el periodo de investigación. Como se observa en éste, existe una población del 27% que puede presentar estrés calórico bajo las condiciones de este estudio.

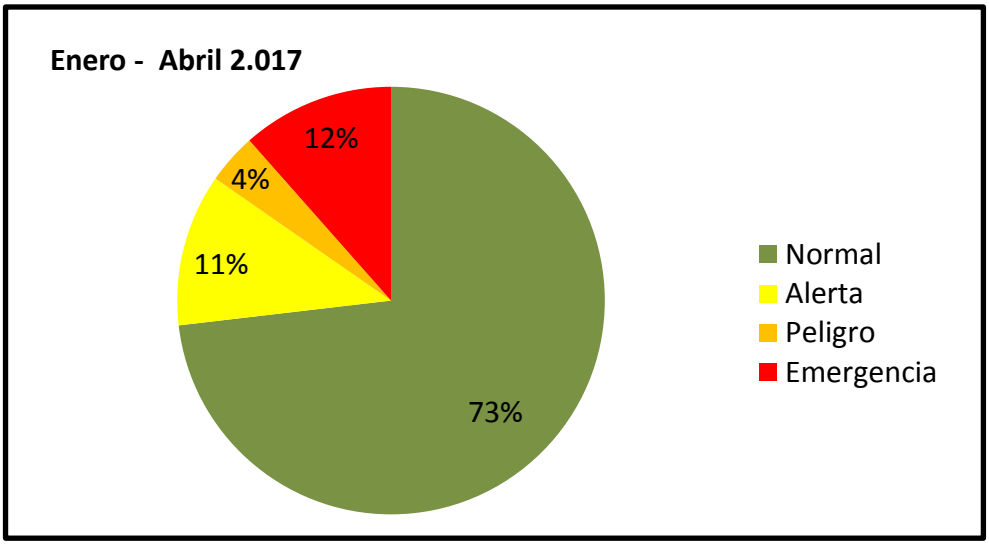


Gráfico 1. Resultados de ITH durante los Meses observados, Año 2017.

Frecuencia respiratoria por minuto (Evaluación 2)

Existieron diferencias en relación a la interacción entre categoría en cada uno de los ambientes para la FRM. Como se puede observar, los valores promedios en el grupo de desmamante en A1(S/F) fue 73.90 vs. 68.10 en A2 (C/F); en el grupo de vaquillas en A1 (S/F) la FRM fue 57.40 vs 54.40. en A2 (C/F), y finalmente en el grupo de vacas se encontraron valores de 59.20 y 49.30 para A1 (S/F) y A2 (C/F), respectivamente.

Tabla 3. Valores promedios de la interacción categoría animal (C1, C2 y C3) x ambiente (A1 (S/F) y A2 (C/F)) de la FRM.

Categoría Animal	Ambiente	Medias	n	E.E.	Diferencia estadística*				
Desmamante	sol	73.90	10	0.93	A				
Desmamante	sombra	68.10	10	0.93		B			
Vaca	sol	59.20	10	0.93			C		
Vaquilla	sol	57.40	10	0.93			C	D	
Vaquilla	sombra	54.40	10	0.93				D	
Vaca	sombra	49.30	10	0.93					E

*Letras diferentes en una misma columna describen diferencia estadística ($p<0.05$).
n: número de observaciones; EE: erros estándar de la media.

Conclusiones

La conservación de las franjas de bosques contribuyen al bienestar animal proporcionándoles un mayor confort ya que estas pueden disminuir la FRM en diferentes categorías de animales en pastoreo abierto. Para el clima como el observado en el Chaco paraguayo, los animales son propensos de sufrir estrés térmico, por lo cual es importante buscar alternativas que permitan disminuir los efecto adversos, además de permitir el libremente comportamiento animal (Pinheiro, 2011).

Agradecimientos

A Andrea Weiler y a la FACEN- UNA por facilitar los datos de ganado en cámaras trampa pertenecientes al proyecto 14-INV 187 "Determinación del valor de paisajes ganaderos en la conservación de la biodiversidad del chaco seco paraguayo" ejecutado por la FACEN y financiado por el CONACYT.

Al Señor Wilfried Neufeld, dueño de la cabaña de los Mochos, por dejar llevar a cabo el trabajo de campo en su establecimiento. A la Ing. Rosali Gorzen y la Ing. Natalia Escobar por su ayuda durante el periodo de investigación.

Bibliografía

Mereles, M., Collado, L.M., De Egea, J., 2015. Aportes al conocimiento de la Vegetación del Norte del Chaco boreal, Paraguay (en línea). Disponible en https://www.researchgate.net/publication/281603684_Aportes_al_conocimiento_de_la_vegetacion_del_norte_del_Chaco_boreal_Paraguay

Oyhanart, L., 2017. Estrés Térmico en Bovino de Carne: Índice de Temperatura y Humedad, Bienestar animal y Sistemas de Producción de Ganado Vacuno de Carne, Perdidas productivas en crecimiento y engorde de bovinos que sufren estrés térmico. Tesis para optar al título de Médico Veterinario, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina, 48 pp.

Pinheiro, L., 2011. Pastoreo Racional Voisin: Tecnología Agroecológica para el Tercer Milenio. Hemisferio Sur. Bs As. 204 pp.

Rovira, P., Velazco, J. 2015. Buenas Prácticas para Producción de Carne Natural: Sombra; Buena para el Ganado, mejor para el productor. ARP. Editor Ricor Grafic S.A. 179 pp.

X CONGRESO INTERNACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES
• POR UNA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE •
Setiembre / 2019 - MBA, Paraguay

INICIO

CRÉDITOS

ENTIDADES

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN 1

SECCIÓN 2

SECCIÓN 3

SECCIÓN 4

ISBN: 978-958-9386-91-0

ORGANIZAN

KA'AGUY ÑANGAREKORÃ
Tetã remimoi
Instituto FORESTAL NACIONAL

YVY HA TYMBA ÑANGAREKO
Morenondeha
Ministerio de AGRICULTURA Y GANADERÍA

TEKOHA HA AKÃRAPU'Ã KATUIRÃ
Morenondeha
Ministerio del AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ciencias Agrarias
"Construyendo patrias sobre las aulas"

FECOPROD

INTA

CIPAV

Forestal SYLVIS

WWF

Red Global

AUSPICIAN

POMERA MADERAS

USAID

ALIANZA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

VOLENDAM Ltda.

Genefor
Genética Forestal
Vivero Clonal

INPASA

Neuland

Frisco

COPACO
Comunicación en todo Santiago

UNIQUEWOOD

Solidaridad

Felber FORESTAL

STIHL

UNICOOP

Cooperativa Colonias Unidas

Yerba Mate COLON
mejor imposible

Lácteos LOS COLONOS

NEVADO

APOYAN

TETÃ PY JEHECHAUKA
Sindyhyha
Secretaría NACIONAL DE TURISMO

TETÃ ARANDUPY
Sindyhyha
Secretaría NACIONAL DE CULTURA

ARTESANÍA PARAGUAY

nelore

universo turismo

CAPASA

SASA

FOREST CARBON PARTNERSHIP

PNUD
Al servicio de las personas y las naciones

fmam

FOREPAR

YAGUARETE

muv