

Sistemas silvopastoriles para la mitigación del cambio climático y producción animal sostenible

Dr. Jesús Jarillo Rodríguez

Estos
ecosistemas
son cruciales
para muchas
plantas y
animales, y
para la
mitigación del
cambio
climático.

Brindan
ingresos,
identidad
cultural y
servicios
ecosistémicos,
(polinización
y regulación
hídrica), en
todo el mundo.

Más de mil
millones de
personas
dependen de
los
pastizales
para su
alimentación
y sustento.

Los pastizales son algunos de los ecosistemas más
subestimados de la Tierra

Grasslands Are Some of Earth's Most Underrated Ecosystems



La ganadería ha transformado los ecosistemas naturales

El manejo intensivo y sostenido de la tierra generó pérdida de vegetación nativa.

Existe sobrepastoreo y poca atención para **conservación de la biodiversidad** (Mellink y Riojas-López, 2020).



GLOBAL TV | GLOBAL REVISTA

TODOS

DESCUBRE

UN DÍA COMO HOY

← REGRESAR

UNAM alerta: 64% de los suelos de México en estado crítico

Redacción

JUNIO 28, 2023

COMPARTIR EN:



Objetivo:

Abordar la importancia de los **sistemas silvopastoriles** como medio para mitigar los efectos del cambio climático, aumentar la biodiversidad y la captura de carbono

En beneficio de la salud humana y de los ecosistemas.



A word cloud of terms related to silvopastoralism and agroforestry. The words are arranged in a circular pattern around a central point. The most prominent words are 'Sistemas', 'Silvopastoril', 'Ecológico', 'Arboles', 'Sostenible', 'Equilibrio', 'Biodiversidad', 'Agroforestal', 'GEI suelo', 'humedad', 'Sombra', 'Bienestar', 'escarabajos', 'Arbustos', 'bostas', 'hongos', 'Suelo', 'Carbono', 'Vacas', 'Rumia', 'Pastos', 'Agua', and 'Equilibrio'. The words are in various shades of green and brown, with some in bold and others in regular font.

**La
biodiversidad
sustenta los
servicios
esenciales de
soporte vital**
(Summers et
al., 2012).



Necesitamos:

- Servicios ecosistémicos que generen bienes para sostener y satisfacer la vida humana y la continuidad ecológica
 - Mejorar el conocimiento sobre conservación de biodiversidad
- Establecimiento de SSP

Los sistemas silvopastoriles

Uso de la tierra que integra árboles, pastos y animales en una misma unidad productiva.

Los árboles en SSP actúan como:

- sumideros de carbono y reducen emisiones de GEI.

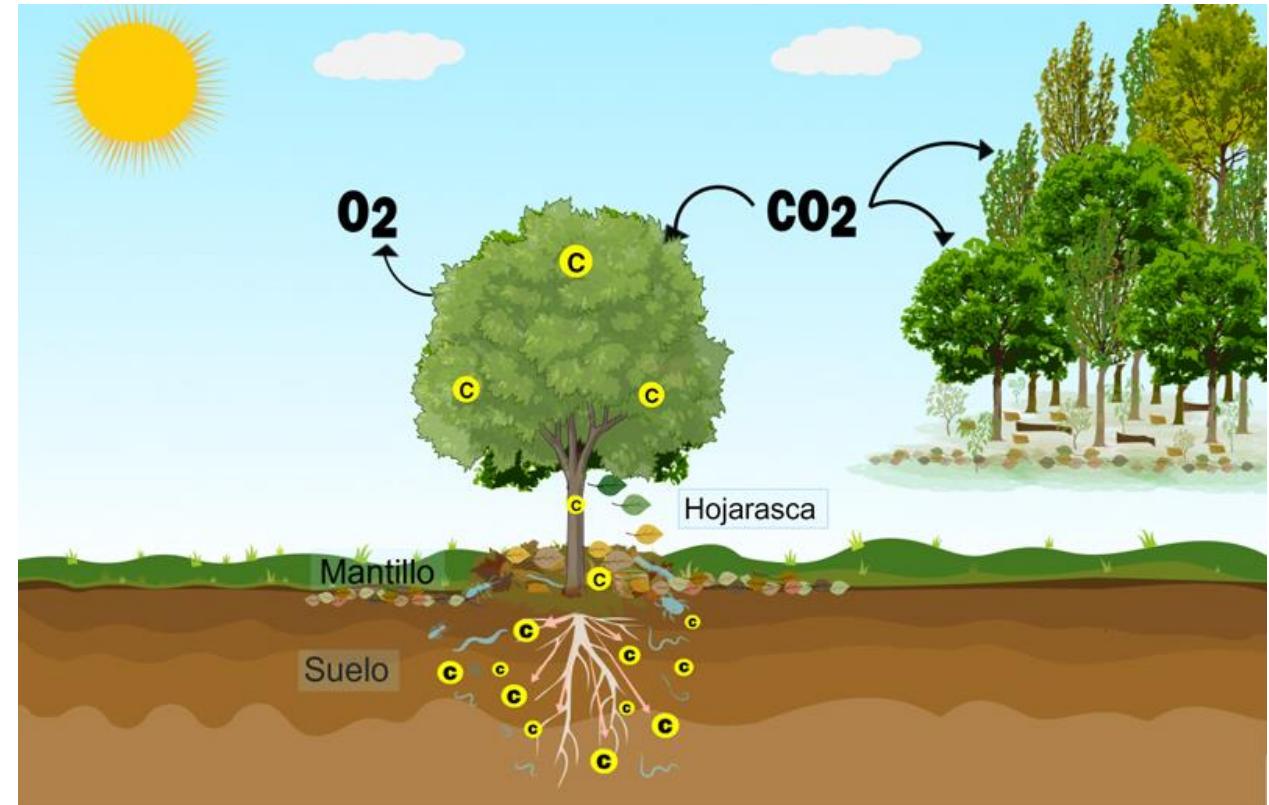
Promueven:

- conservación del suelo y animal,
- la biodiversidad

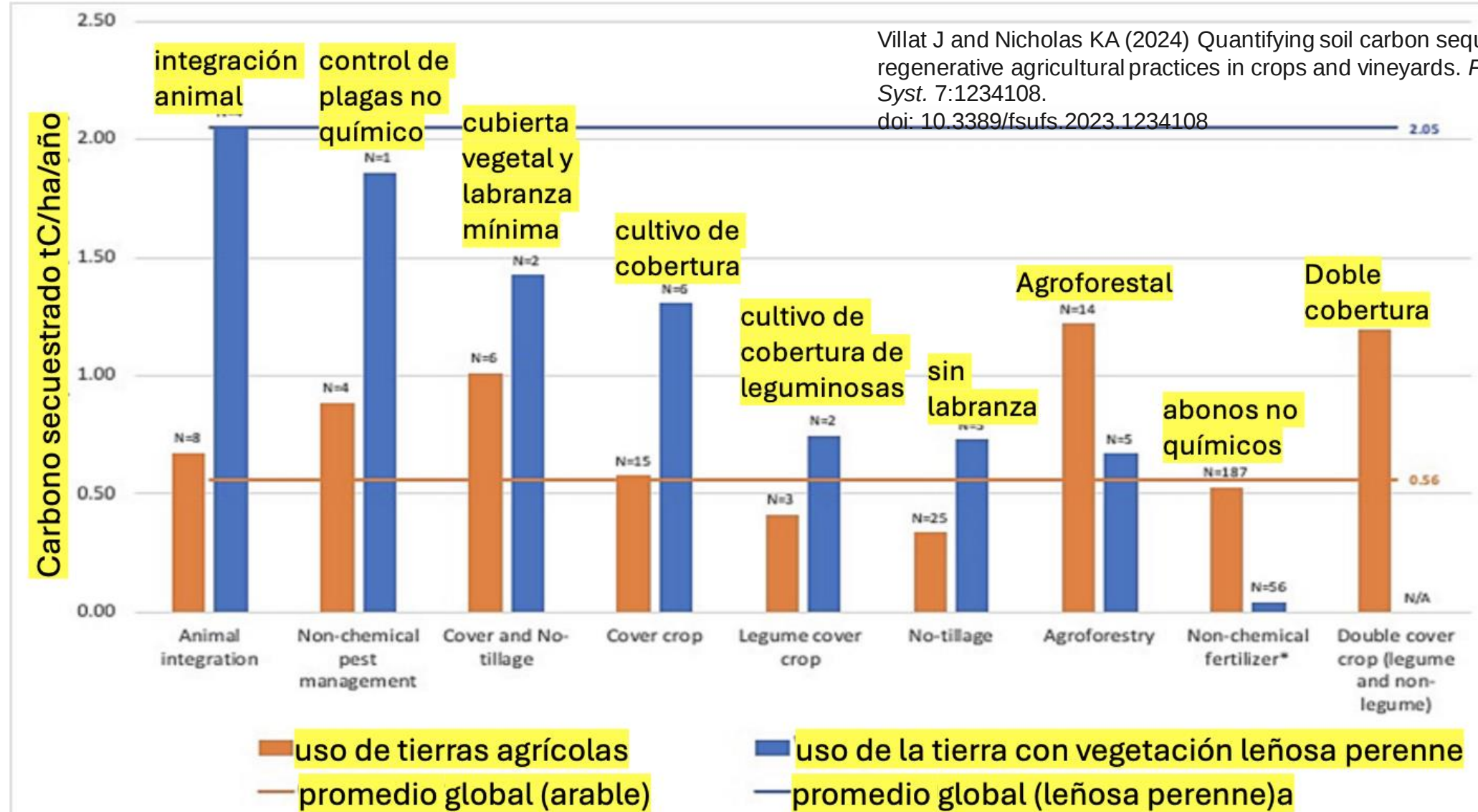


En resumen, los SSP:

- son una herramienta en la lucha contra el cambio climático
 - por su capacidad para capturar y almacenar carbono
 - por múltiples beneficios ambientales que proporcionan



https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.revista.unam.mx%2F2024v25n1%2Fbosques_de_michoacan_guardianes_del_carbono_contra_el_cambio_climatico%2F&psig=AOvVaw2Bu6p36XxWfsm0S9W_cEUM&ust=1759114714388000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBUQ



Secuestro de carbono por tipo de uso del suelo para diversas prácticas manejo del suelo. «N» representa el número de muestras de los estudios en los que se obtuvo una cifra de secuestro de carbono medible. Los promedios globales para tierras de cultivo provienen de Zomer et al. (2017) y para cultivos leñosos perennes de Payen et al. (2021).

Combinación de prácticas que promueven la biodiversidad puede aumentar la captura de carbono.



la combinación
cultivos de
cobertura y la
labranza mínima
arrojó un valor
medio de captura
de carbono
subterráneo
superior (1,01 t
C/ha/año y 1,43 t
C/ha/año.

que la aplicación
individual de cada
una de estas
prácticas

Villat J and Nicholas KA (2024) Quantifying soil carbon sequestration from regenerative agricultural practices in crops and vineyards. *Front. Sustain. Food Syst.* 7:1234108. doi: 10.3389/fsufs.2023.1234108

Un mejor manejo de los pastos puede compensar las emisiones del ganado



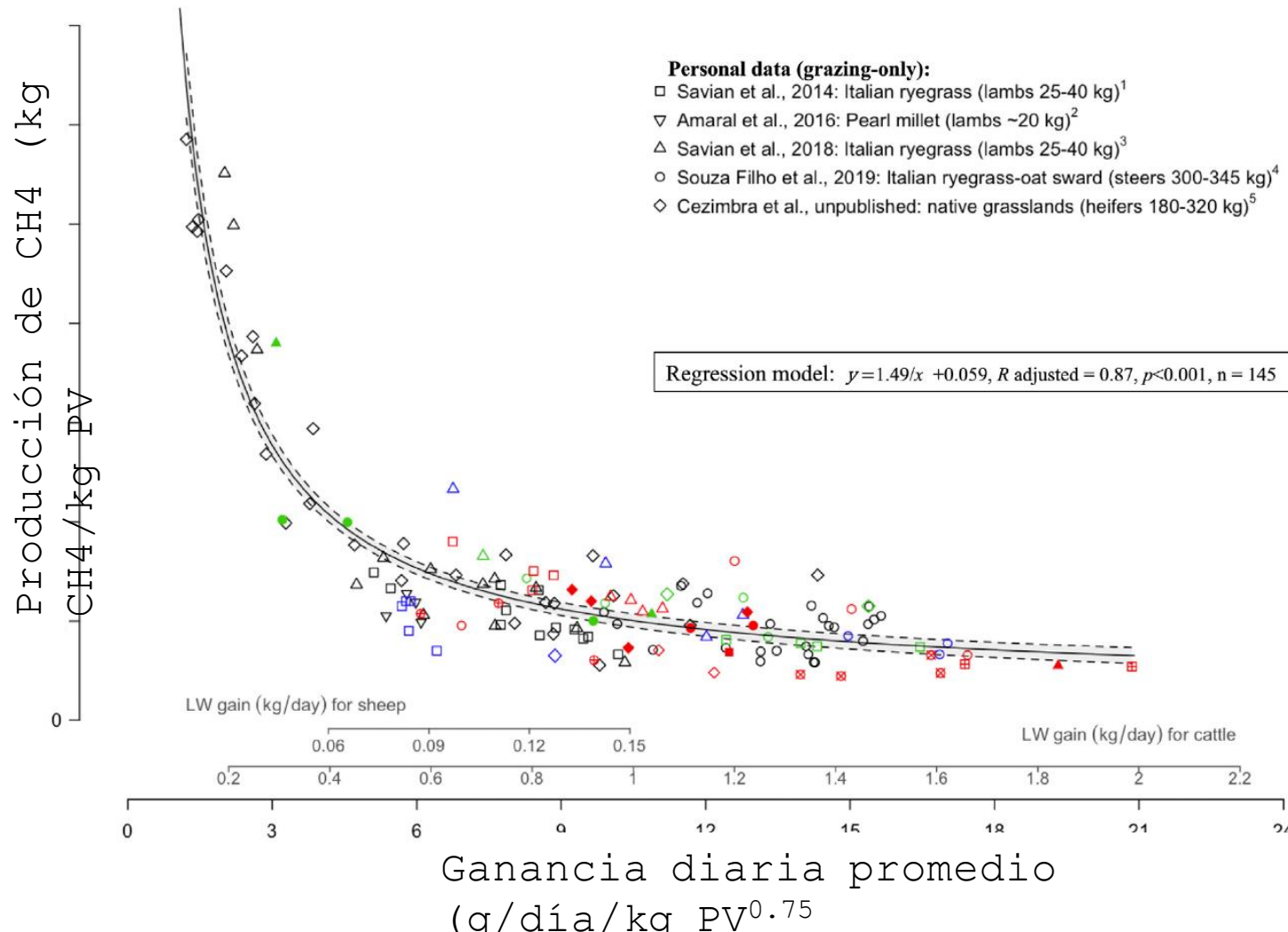
La Alianza de Bioversity International, el CIAT, la Universidad de Stuttgart de Alemania y el Banco Mundial

CIAT/DICYT ...el manejo integral de una pastura mejorada (*Urochloa humidicola*) puede acumular 2.5 ton de CO₂ eq/ha/año.

En conjunto con animales de alto mérito genético se puede lograr que por cada ton de CO₂ eq que emite el ganado, se capturan 3 toneladas en el suelo.

¿El manejo del pastoreo brinda oportunidades para mitigar las emisiones de metano de los rumiantes en los ecosistemas de pastoreo?

Á.S. Zubieta et al. / Science of the Total Environment 754 (2021) 142029



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Review

Does grazing management provide opportunities to mitigate methane emissions by ruminants in pastoral ecosystems?

Ángel Sánchez Zubieta ^{a,*}, Jean Victor Savian ^b, William de Souza Filho ^a, Marcelo Osorio Wallau ^c, Alejandra Marín Gómez ^{a,d}, Jérôme Bindelle ^e, Olivier Jean François Bonnet ^a, Paulo César de Faccio Carvalho ^a

^a Grazing Ecology Research Group, Federal University of Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS 91540-000, Brazil

^b Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Programa Pasturas y Forrajes, Estación Experimental INIA, Treinta y Tres, Ruta 8 km 281, Treinta y Tres, Uruguay

^c Agronomy Department, University of Florida, 3105 McCarty Hall B, Gainesville, FL 32611, USA

^d Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia

^e Precision Livestock and Nutrition Unit, Gembloux Agro-Bio Tech, TERRA Teaching and Research Centre, University of Liège, Gembloux, Belgium

HIGHLIGHTS

- C3 or C4 forages can drive similar CH₄ intensity under good grazing practices.
- Optimizing intake is mandatory for CH₄ mitigation in grazing conditions.
- Live weight gain thresholds are required to assure low CH₄ intensities.
- Grazing animals can have CH₄ intensities as low as those of some confined animals.
- Sound grazing practices could lower CH₄ intensity of ruminant by 55%.

GRAPHICAL ABSTRACT

Light-to-moderate grazing intensity

Optimal reward structure

↑ daily intake ↑ diet quality ↓ g CH₄/kg of output

En pastoreo hay mayor producción de CH₄ cuando el consumo de MS y el rendimiento animal son bajos.

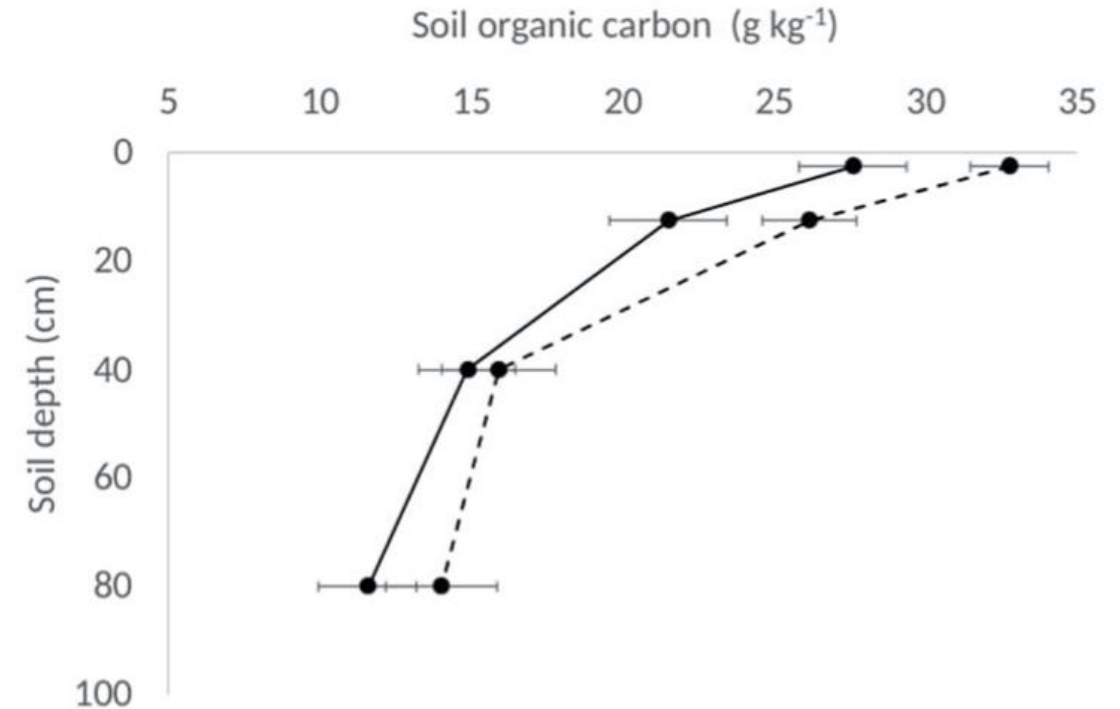
El pasto *Urochloa humidicola*

influyó en la acumulación de Carbono en suelo

- quizá por su sistema radicular más abundante
- y mayor producción de materia seca de forraje (14%) en comparación con

Las emisiones **reducidas** de N_2O en parches de orina en pasturas mejoradas

- se atribuyeron a la capacidad de inhibición de la nitrificación biológica
- y mayor absorción de nitrógeno del pasto *U. humidicola*.



Contenido de carbono en el suelo (g kg⁻¹) en las diferentes capas de suelo de pastizal permanente y pasturas mejorada



Respuesta de gramíneas mejoradas a la sombra de *Melia azedarach* L.

Biomasa de hoja (kg MS ha⁻¹ corte⁻¹) de las gramíneas

Condición	Lluvias	Nortes
Sol	4,487 ± 2,672 ^{aA}	703 ± 340 ^{bB}
Sombra	2,208 ± 970 ^{aA}	623 ± 124 ^{bB}



^{a,b} Medias con distinta literal entre hileras son diferentes (P < 0.05).

^{A,B} Medias con distinta literal entre columnas son diferentes (P < 0.0001).

Época*Condición p = 0.0002

Santiago-Hernández F, . López-Ortiz S, Ávila-Reséndiz CA,. Jarillo-Rodríguez J, Pérez-Hernández P, Guerrero-Rodríguez JD. Physiological and production responses of four grasses from the genera Urochloa and Megathyrsus to shade from Melia azedarach L. Agroforestry systems, 89:5, 2015.

Proteína Cruda (%) de las gramíneas

Condición	PC (%)
Sol	14.3 ± 3.3 ^a
Sombra	16.8 ± 2.1 ^b

Condición p < 0.0001.



Suelo: Textura: franco-arenosa; pH: 5.1; M.O.:6.1 %;

Evaluación agronómica de híbridos de *Urochloa* bajo sombra arbórea en el trópico de Veracruz

Se evaluados 18 híbridos bajo condiciones de aguacate silvestre (*Ocotea puberula*) con 555 árboles/ha.

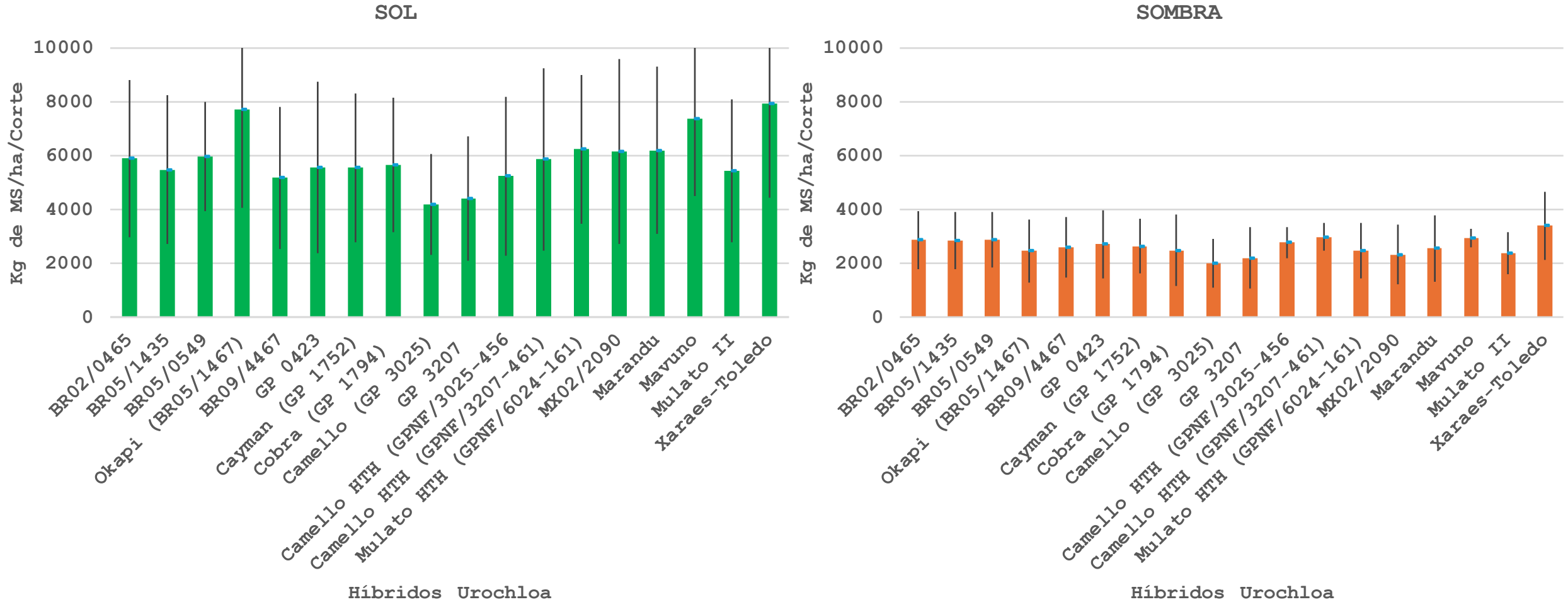
Rancho "Los Piochos",
Platanozapan, Tlapacoyan,
Veracruz

- A 822 a 881 msnm.
- El suelo es andosol lúvico,
- El clima es (A)Cf, semicálido y húmedo, temperaturas de 16 °C en enero y de 32 °C en junio, promedio anual de 20 °C a 22 °C (García 1981)

Pp de 2000 a más de 2500 mm por año



Producción de MS total de híbridos de *Urochloa* bajo sombra arbórea en Tlapacoyan, Veracruz



Linea sobre barras indica desviación estándar

Calidad nutritiva de 7 híbridos de *Urochloa* por efecto de la edad, condición y parte de la planta a 850 msnm



Edad	N	PC	FDN	FDA	LIG
28	112	13.4	65.7	33.3	4.2
35	112	10.5	65.9	35.9	4.6
42	112	9.7	65.8	37.8	5.0

Condición	N	PC	FDN	FDA	LIG
Sombra	168	10.4	66.6	35.5	4.7
sol	168	12.0	67.0	35.8	4.5

Parte	N	PC	FDN	FDA	LIG
hoja	168	14.4	64.18	31.5	4.6
tallo	168	7.9	69.5	39.8	4.6



Co
co

undial, el
ómico y

Al evaluar
diferentes
ttos de luz,
agua y
nutrientes en
la producción
de cultivos de
sotobosque en
dos SAF.

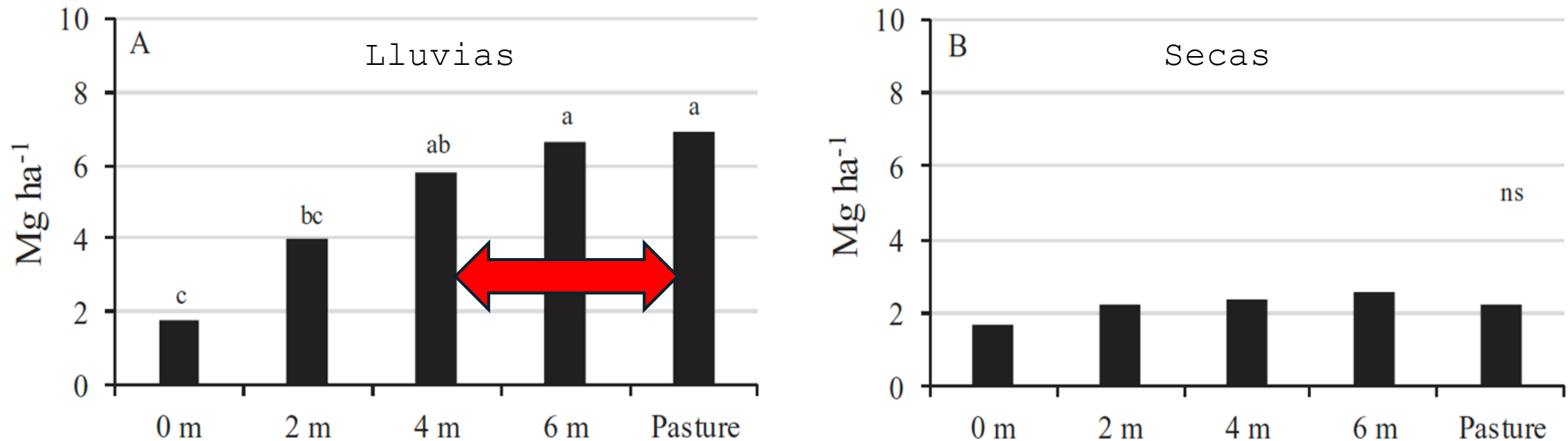
El rendimiento
se redujo en
un 26% bajo
sombra
intensa; bajo
sombra
moderada no
fueron
significativas

La sombra moderada no
fue un factor limitante
para el rendimiento del
cultivo en estos dos
SAF,

lo que indica que los
SAF con manejo apropiado
y adecuados cultivos de
sotobosque

son una opción para la
producción agrícola, que
no tienen pérdidas
significativas de
rendimiento.

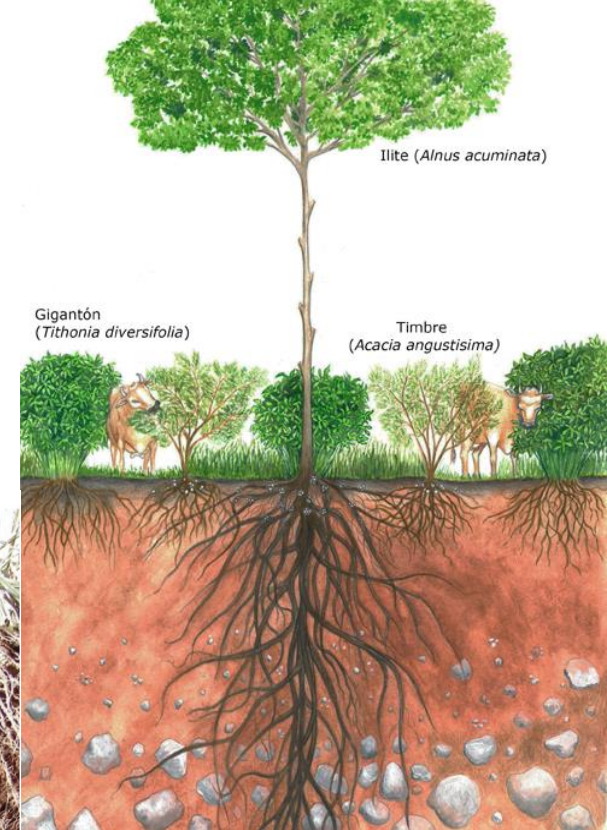
Producción de biomasa de materia seca del forraje en abril (A:Lluvias) y octubre (B:Secas) de 2014, en el sistema integrado cultivo-ganadería-bosque y monocultivo de pastura (n = 6)



La raíz del pasto fue menor en las líneas del árbol y aumentó con la distancia entre los árboles.

La mayor proporción de raíces de forraje se encontró en la superficie del suelo, hasta una profundidad de 0.40 m

Foto: Lourival Vilela



<https://bosquedeniebla.com.mx/que-hacemos/agroecologia/silvopastoreo-vacas-lecheras/#single/0>

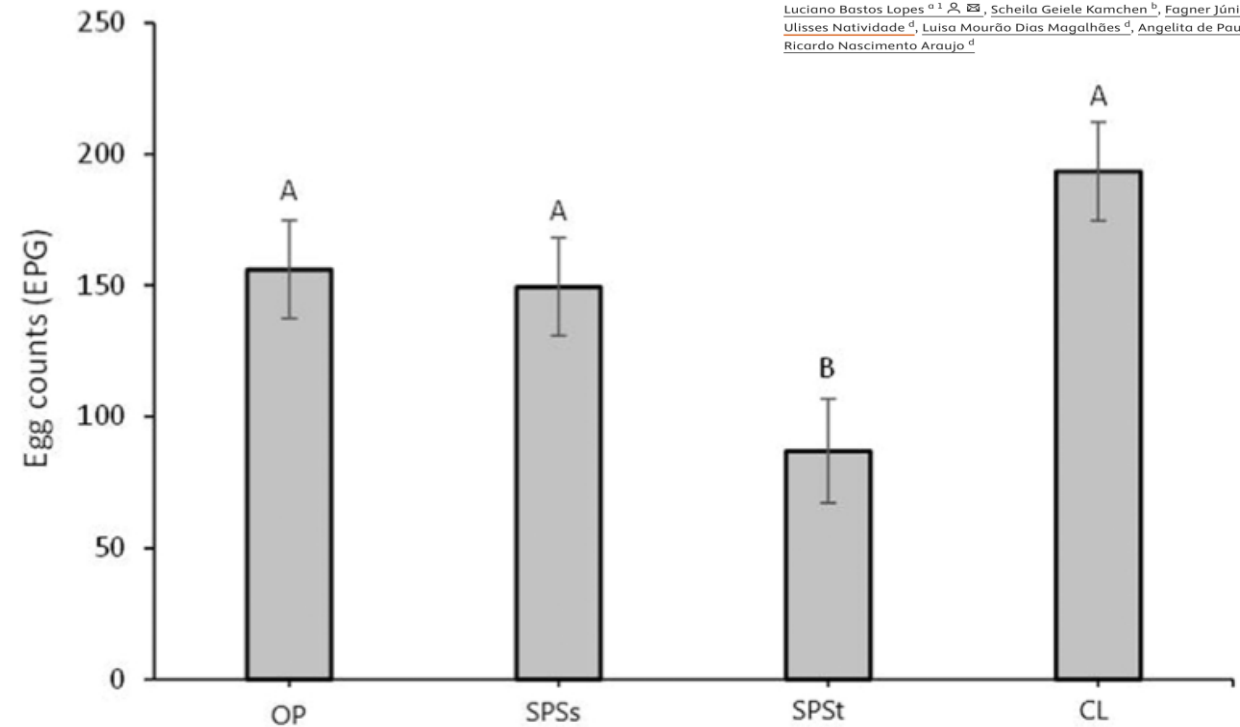
Otros aspectos de los SSP

el sistema con mayor
sombra promovió una
menor carga
parasitaria y una
mayor respuesta
inmunológica de los
linfocitos en los
animales..



Influence of silvopastoral systems on gastrointestinal nematode infection and immune response of Nellore heifers under tropical conditions

Luciano Bastos Lopes ^{a,1}, Scheila Geiele Kamchen ^b, Fagner Júnior Gomes ^c,
Ulisses Natividade ^d, Luísa Mourão Dias Magalhães ^d, Angelita de Paula Pimenta ^d,
Ricardo Nascimento Araujo ^d



Influencia de los diferentes sistemas sobre el número de huevos por gramo de heces (EPG) en los animales. Promedio* $\pm$ error estándar. OP: pastoreo en terreno abierto; SPS: sistema silvopastoril con árboles en hilera simple; SPSt: sistema silvopastoril

Efecto de la sombra de árboles sobre la presencia y diversidad de hongos entomopatógenos en suelos de unidades de producción bovina tropicales

Effect of tree shade on the presence and diversity of entomopathogenic fungi in soils of tropical cattle farms

Fernández-Salas Agustín* (ORCID: 0000-0003-0557-4540)
Alonso-Díaz Miguel Ángel (ORCID: 0000-0003-4912-8403)

Los cercos vivos bien establecidos (más de 10 años) con alambre de púa, mostraron la mayor diversidad fúngica.

Metarhizium anisopliae es el hongo con mayor presencia en las UPB.

Los cercos vivos presentaron la mayor diversidad de HE. El uso de herbicidas afecta la presencia de HE en los suelos de las UPB.



Por lo tanto:

Arboles

Arbustos

Plantas
rastreras

Manejo
del
pastoreo



Manejo del pastoreo para restaurar la salud del suelo, la función del ecosistema y los servicios ecosistémicos



Teague R and Kreuter U (2020) Managing Grazing to Restore Soil Health, Ecosystem Function, and Ecosystem Services. *Front. Sustain. Food Syst.* 4:534187. doi: 10.3389/fsufs.2020.534187

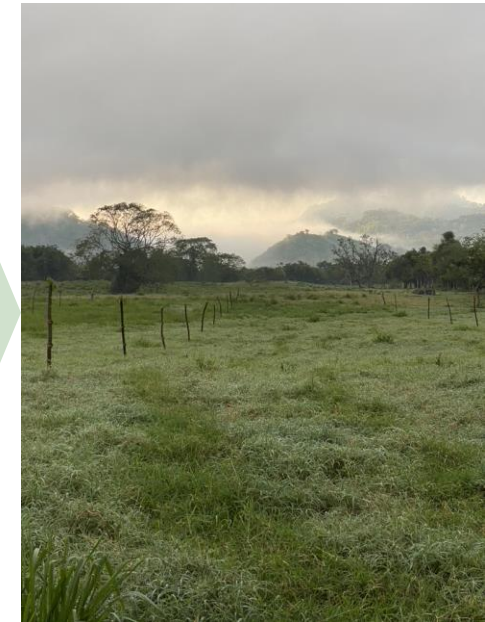
Pastoreo continuo

- Baja densidad animal,
- Alta selectividad;
- Nula recuperación;
- Bajo consumo de forraje;
- Baja cobertura;
- Heces dispersas



Sistema multi-potreros

- Alta densidad animal;
- mínima selectividad;
- Tiempo corto de pastoreo;
- Recuperación adecuada;
- alto consumo de forraje;
- consistente cobertura;
- alta densidad de heces



La calidad de la dieta influye en el CV y las emisiones de CH₄. las dietas con mayor CMS fueron con *Leucaena*.

Con pasto de 45 días fue menor pérdida de energía-metano y mayor CMS en comparación con con pasto de 65 días de rebrote.



	%PC	%FDN	%FDA	%LIG
45 d	8.3	75.4	38.4	7.3
30 d	7.6	75.6	37.9	7.2

EFFECT OF PASTURE RECOVERY PERIOD ON STANDING DRY MATTER, WEIGHT GAIN AND THE PRESENCE OF *Rhipicephalus microplus* IN HOLSTEIN X ZEBU AND BRAHMAN CALVES IN THE HUMID TROPICS

Epigmenio Castillo-Gallegos¹, Miguel Angel Alonso-Díaz¹, Agustín Fernández-Salas¹, Gabriel Cruz-González², Jesús Jarillo-Rodríguez^{1*}.

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería tropical. Km. 5.5 carretera federal Martínez-

Nutritional Quality, Voluntary Intake and Enteric Methane Emissions of Diets Based on Novel Cayman Grass and Its Associations With Two *Leucaena* Shrub Legumes

Xiomara Gaviria-Urbe,^{1,2} Diana M. Bolivar,¹ Todd S. Rosenstock,^{3,4}

Isabel Cristina Molina-Botero,² Ngonidzashe Chirinda,^{2,†} Rolando Barahona,¹ and

Jacobo Arango^{2,*}



Relevance of sward structure and forage nutrient contents in explaining methane emissions from grazing beef cattle and sheep

Lais Leal da Cunha ^{a,*}, Carolina Bremm ^b, Jean Victor Savian ^c, Ángel Sánchez-Zubieta ^a,
Jusiane Rossetto ^a, Paulo César de Faccio Carvalho ^a

Los nutrientes del forraje tienen baja influencia en las emisiones de CH₄ de rumiantes en pastoreo.

La estructura de pasto (altura, biomasa) es importante para predecir la emisión de metano.

Una óptima estructura de pasto es una estrategia climáticamente inteligente prometedora.





Ganancias diarias de peso, en vaquillas pastoreando una asociación *Cratylia argentea*/Toledo, y Toledo solo, durante el periodo enero - mayo del 2011.

Agroforest Syst
DOI 10.1007/s10457-016-9980-5

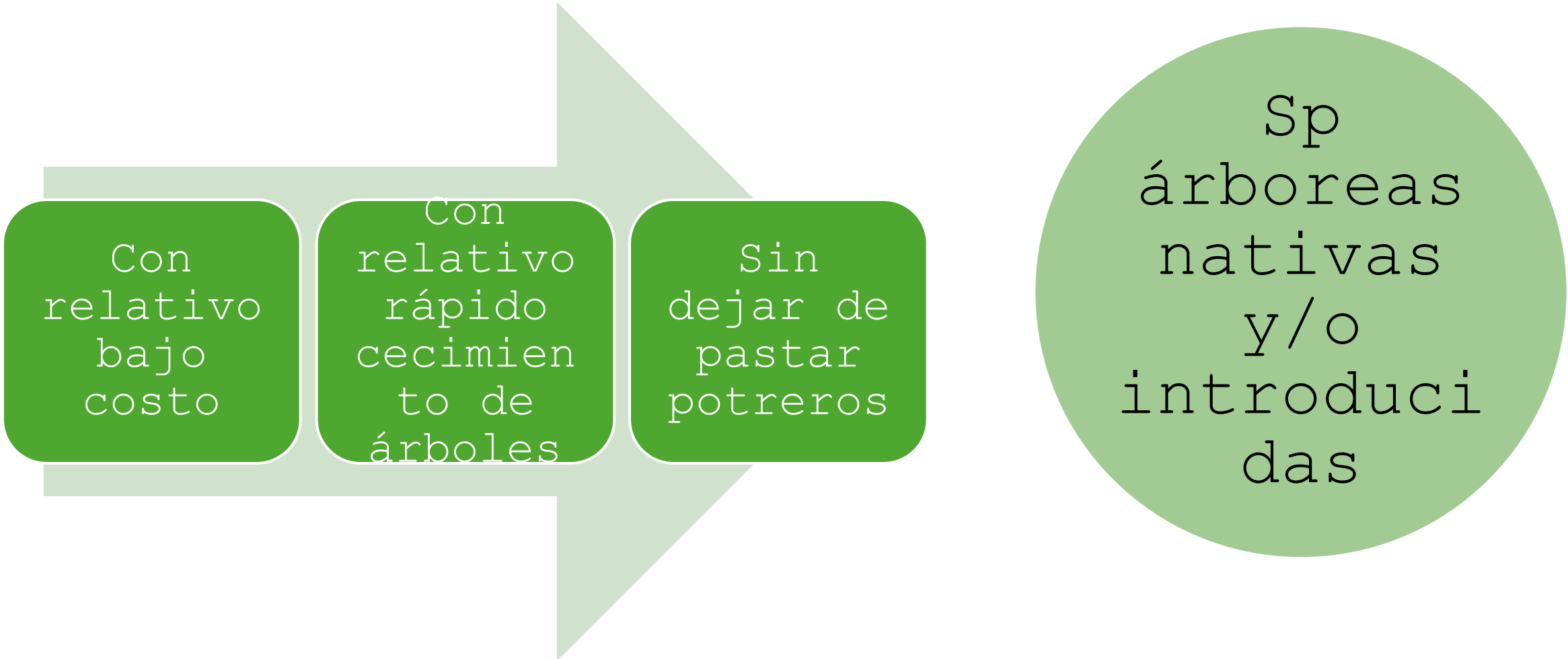


Live-weight gains of Holstein × Zebu heifers grazing a *Cratylia argentea*/Toledo-grass (*Brachiaria brizantha*) association in the Mexican humid tropics

Braulio Valles-de la Mora · Epigmenio Castillo-Gallegos · Miguel Á. Alonso-Díaz · Eliazar Ocaña-Zavaleta · Jesús Jarillo-Rodríguez

Received: 30 October 2015 / Accepted: 24 June 2016
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2016

Como establecer sistemas silvopastoriles intensivos:



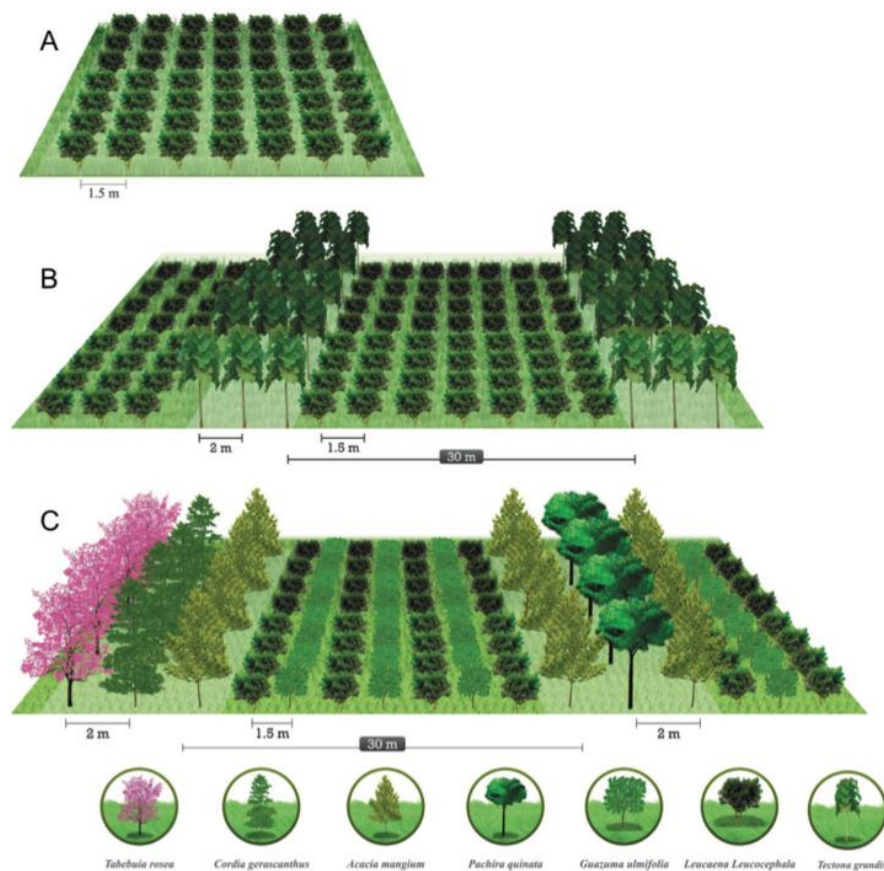
Con
relativo
bajo
costo

Con
relativo
rápido
crecimien
to de
árboles

Sin
dejar de
pastar
potreros

Sp
árbores
nativas
y/o
introduci
das

Establecimiento de SSPi en franjas



A: ISPS1 - low plant diversity (*Leucaena leucocephala* for browsing and *Cynodon plectostachyus* and *Megathyrsus maximus* for grazing); B: ISPS2 - middle plant diversity (*Leucaena leucocephala* for browsing, *Cynodon plectostachyus* for grazing associated with *Azadirachta indica*, *Albizia guachapele*, and *Tectona grandis* as timber); and C: ISPS3 - high plant diversity (*Leucaena leucocephala* and *Guazuma ulmifolia* for browsing, *Cynodon plectostachyus* and *Megathyrsus maximus* for grazing and *Tabebuia rosea*, *Pachira quinata*, *Cordia gerascanthus*, and *Acacia mangium* as timber).



ISPS) evaluated.



Revista Brasileira de Zootecnia

Brazilian Journal of Animal Science

© 2017 Sociedade Brasileira de Zootecnia

ISSN 1806-9290

www.sbz.org.br

R. Bras. Zootec., 46(6):478-488, 2017

R. Bras. Zootec., 46(6):478-488, 2017

Welfare of cattle kept in intensive silvopastoral systems: A case report

Ariel Marcel Tarazona Morales^{1*}, Maria Camila Ceballos^{2,3}, Guillermo Correa Londoño⁴, César Augusto Cuartas Cardona⁵, Juan Fernando Naranjo Ramírez⁶, Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa^{2,7}

Establecimiento de SSPi en franjas

CEIEGT-FMVZ-UNAM



conclusiones

Para garantizar la sostenibilidad a largo plazo y la resiliencia ecológica de los agroecosistemas

La gestión agrícola debe guiarse por políticas que fomenten protocolos de cultivo y pastoreo que regeneren el suelo y la función de los ecosistemas en climas inciertos, variables y rápidamente cambiantes

Aplicación integral de estrategias tecnológicas que potencialisen el control de plagas:

- Escarabajos, Metabolitos secundarios de las plantas, periodos de descanso y pastoreo.

Manejo del pastoreo, disponibilidad, cobertura...

Establecimiento de árboles y arbustos en franjas



Three people and a small dog are standing in a forest. The person on the left is wearing a dark blue t-shirt and a cap. The person in the middle is wearing a light green jacket and a hat. The person on the right is wearing a green polo shirt. A small dog is standing in front of them. The background is a dense forest with many trees and green foliage.

Gracias!

UNAM –FMVZ–CEIEGT; “RANCHO EL CLARÍN”