

Estrategias de manejo de sistemas silvopastoriles en los trópicos

Muhammad Ibrahim, PhD

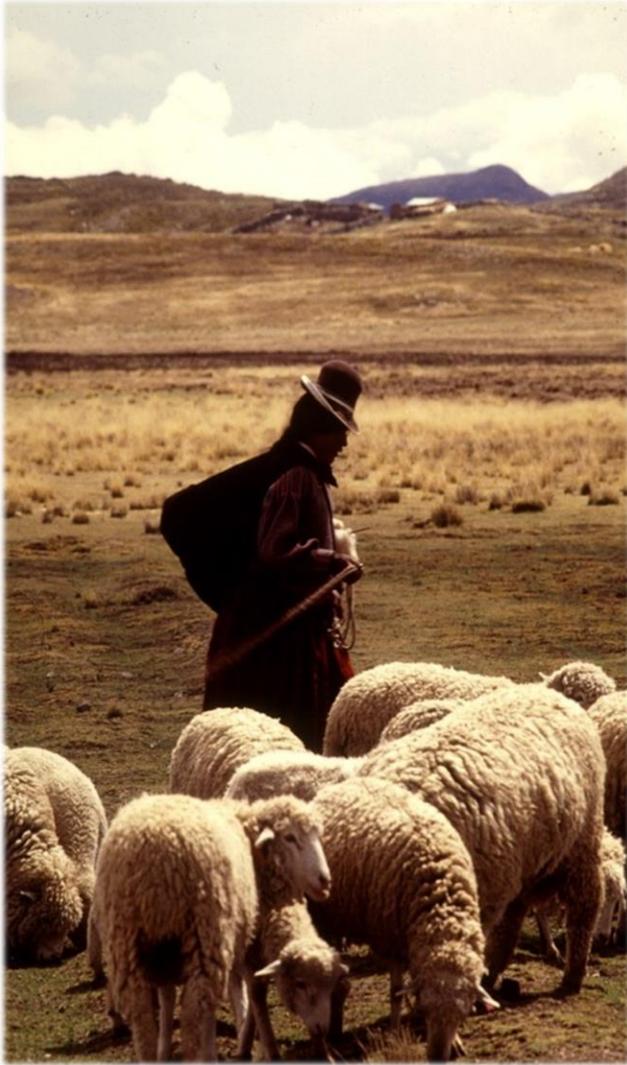
Turrialba, 23 al 25 de abril 2019



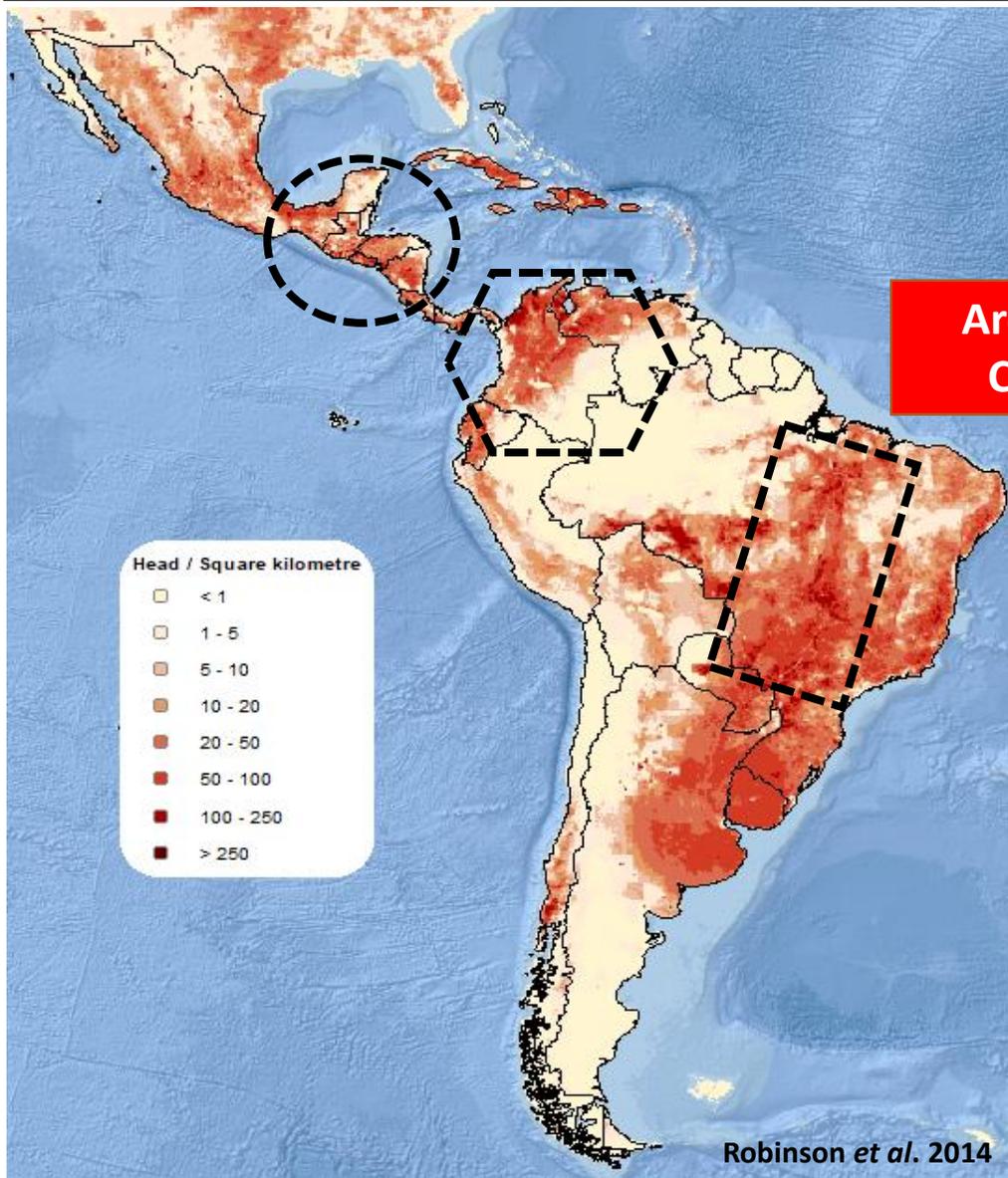
Contenido

- Tipos y distribución de los sistemas silvopastoriles
- Estrategias de manejo:
 - Mejoramiento del valor forrajero
 - Adaptación al cambio climático
 - Valor de la madera
 - Biodiversidad
- Servicios ecosistémicos

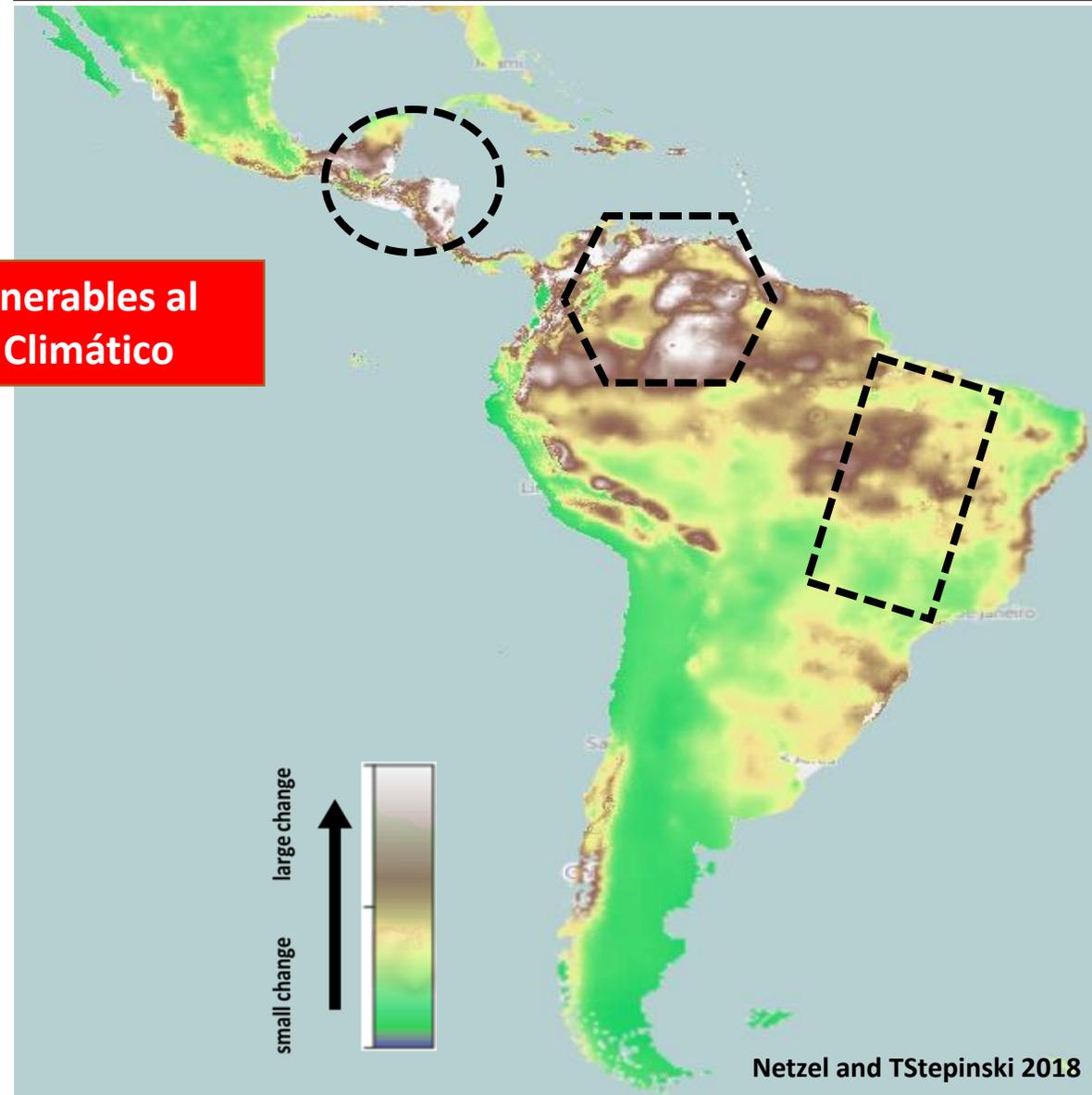
Diversidad de sistemas de producción animal



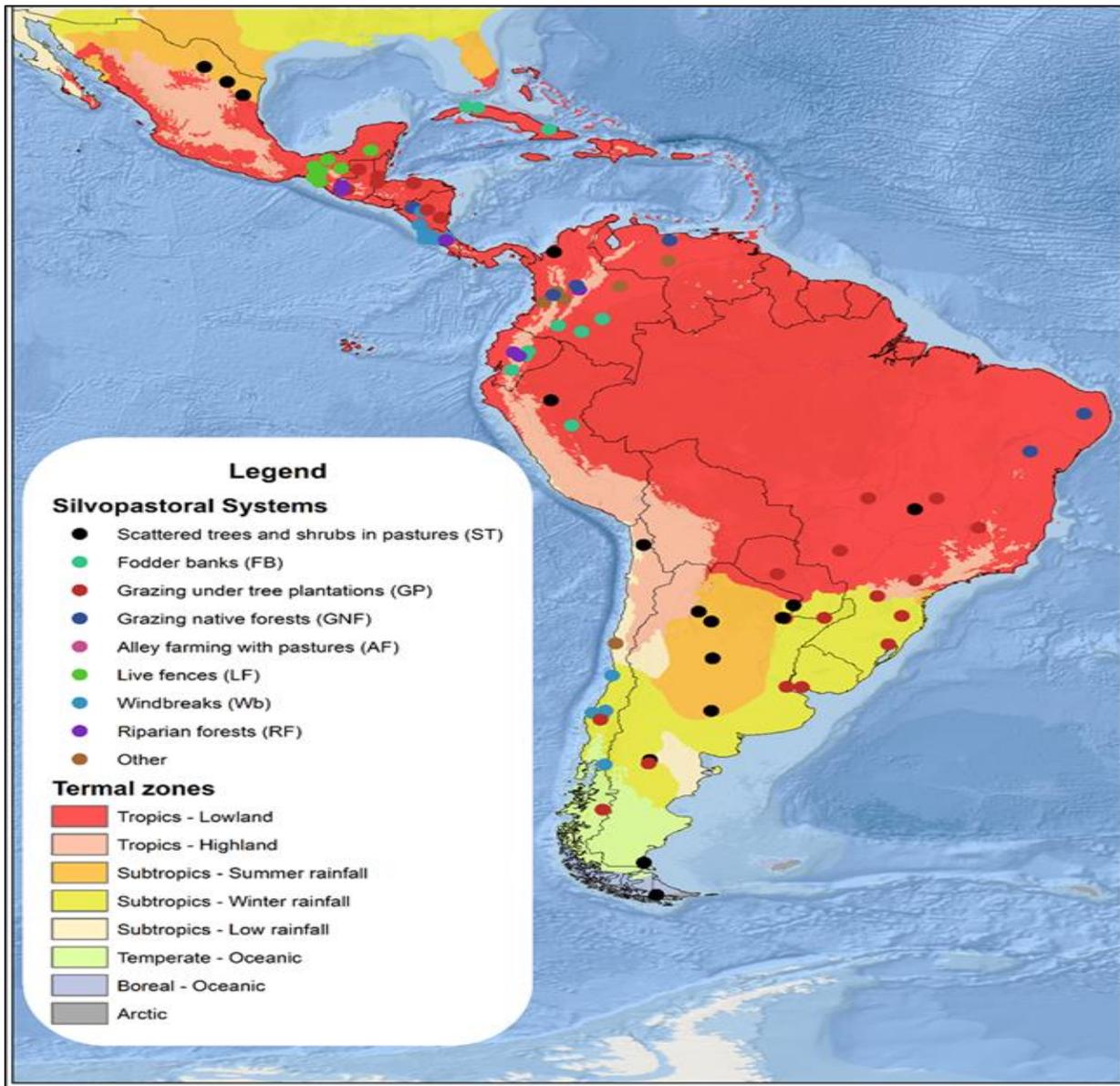
Densidad de Ganado 2014



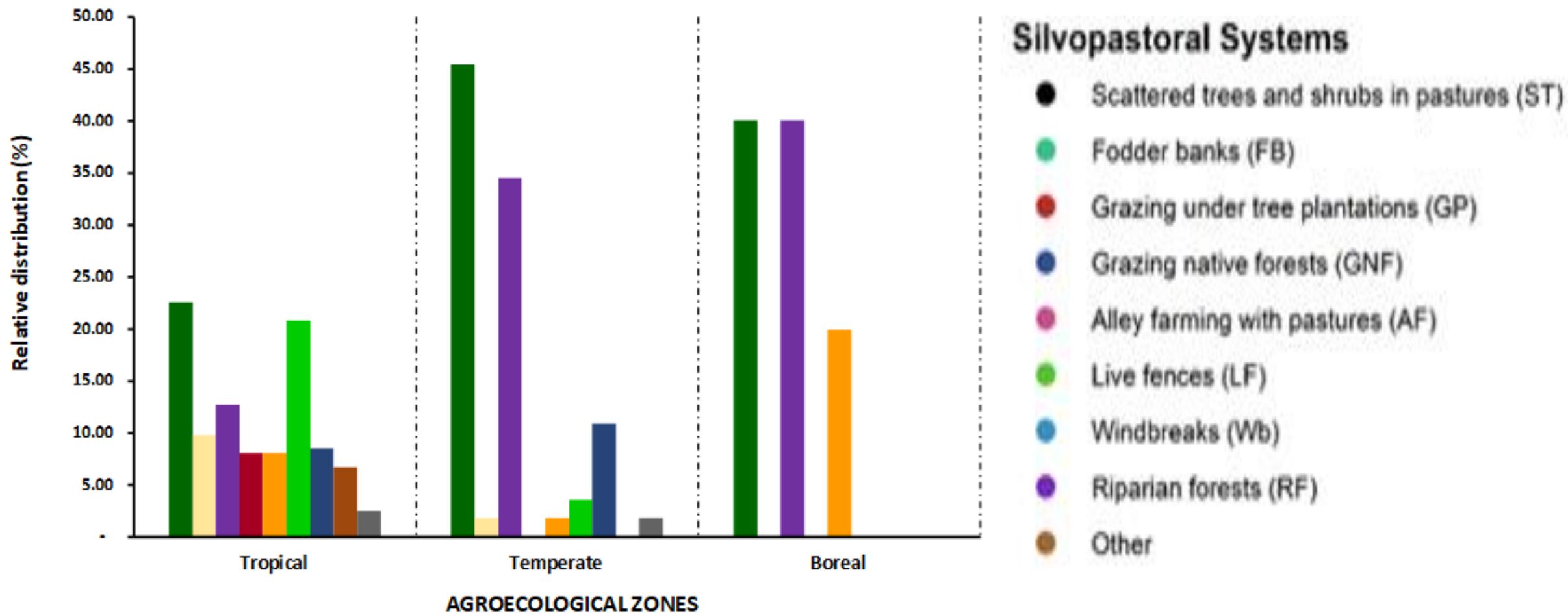
Cambio Climático Esperado



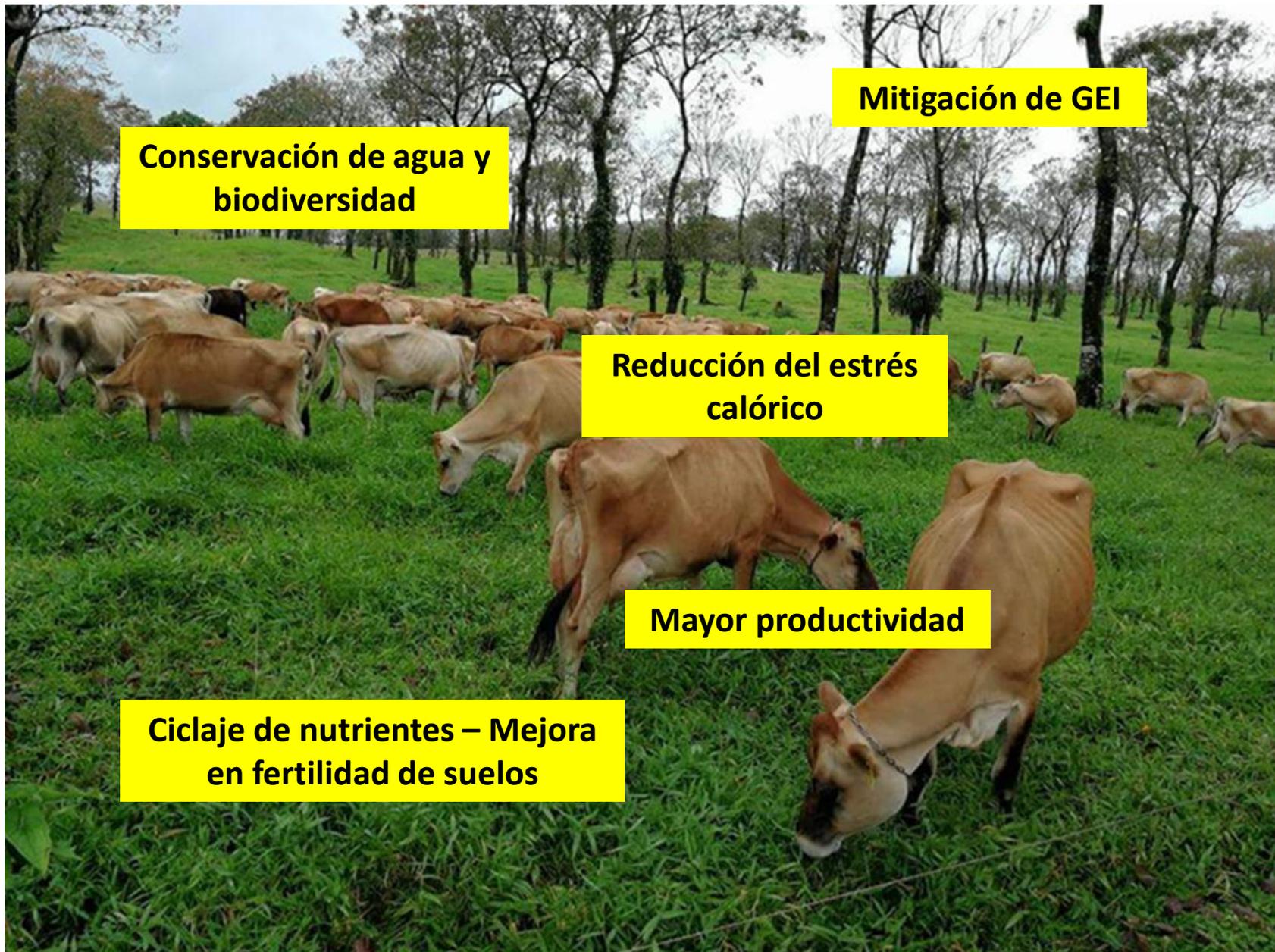
Areas vulnerables al
Cambio Climático



Distribución de opciones de SSP en diferentes zonas agroecológicas en LAC (Pezo *et al.*, 2018)



Distribución de opciones de SSP en diferentes zonas agroecológicas en LAC (Pezo *et al.*, 2018)



Conservación de agua y biodiversidad

Mitigación de GEI

Reducción del estrés calórico

Mayor productividad

Ciclaje de nutrientes – Mejora en fertilidad de suelos

Contribución de los SSP a la producción animal

Sistemas silvopastoriles intensivos



Alley farming
(Pasturas con leñosas)



Bancos forrajeros de corte y acarreo

Sistemas silvopastoriles extensivos



Arboles disperses en potreros



Cercas vivas



Agostaderos

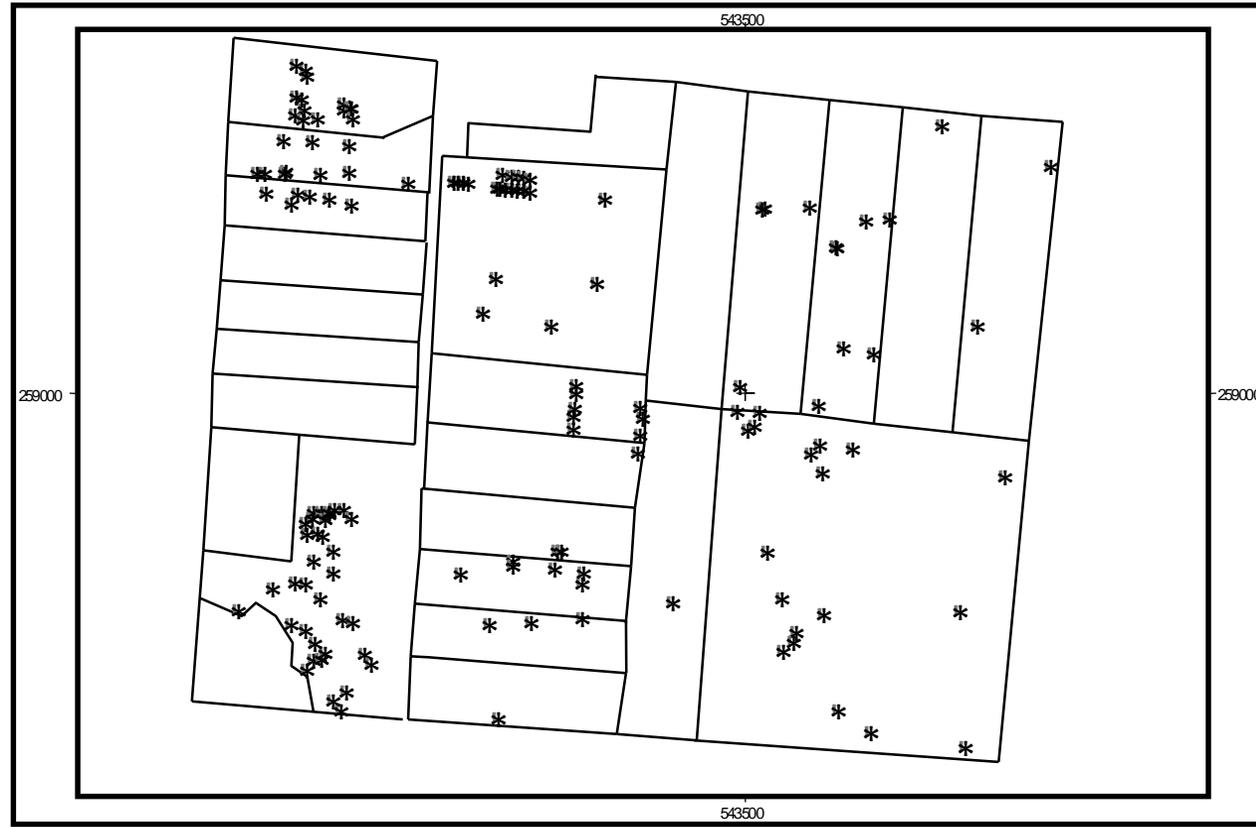
Comparación de sistemas de árboles dispersos en potreros en tres localidades

Variable	Rivas n = 2294	Cañas n = 5896	Río Frío n = 2482
Densidad promedio (árboles/ha)	17.0	8.0	23.1
% de árboles representados por las 10 especies más comunes	74.4	71.0	71.8
Número promedio de especies de árboles/finca	23.0	34.0	22.8
Número total de especies	72.0	101.0	106.0

Las diferencias en densidad de árboles en el paisaje dependen de la historia y el manejo de pasturas

Ejemplos de cómo varía la cobertura de árboles en diferentes tipos de fincas en Rio Frio

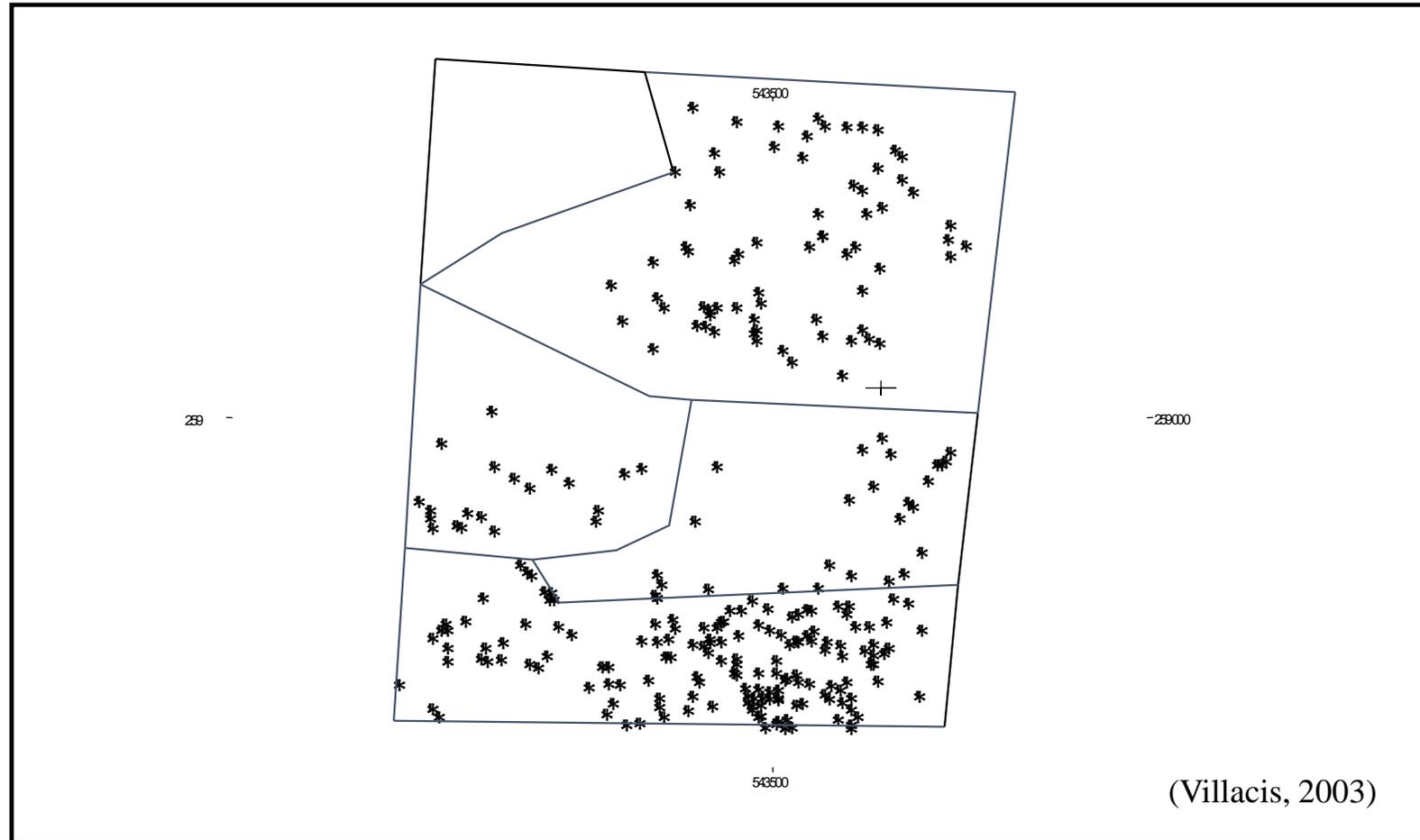
Lechería altamente intensiva



* = Árboles dispersos

— = Cercas vivas

Sistemas lecheros menos intensivos: doble propósito



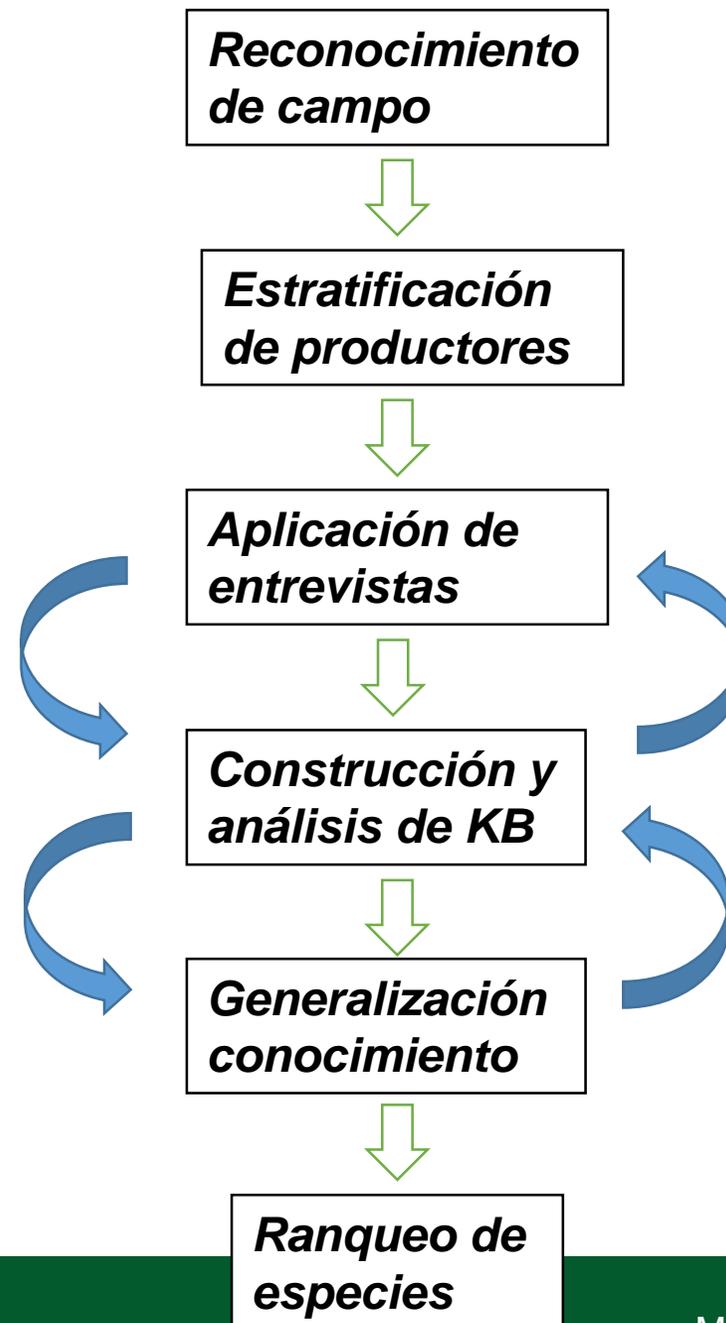
* = Arboles dispersos — = Cercas vivas

Abundancia de leñosas que aportan follaje o frutas para la alimentación del Ganado en tres zonas agroecológicas en Costa Rica

Trópico Húmedo		Trópico subhúmedo		Trópico seco	
Río Frío		Esparza		Cañas	
Especies	Abundancia %	Especies	Abundancia %	Especies	Abundancia %
<i>Psidium guayaba</i>	22	<i>Acrocomia aculeata</i>	11,5	<i>Guazuma ulmifolia</i>	12,6
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	<i>Psidium guayaba</i>	7,9	<i>Acrocomia aculeata</i>	10,3
Otras especies leñosas	76	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4,2	Otras especies leñosas	77,1
		<i>Manguifera indica</i>	1,9		
		<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1,8		
		Otras especies leñosas	72,7		

Villanueva
et al. 2018

**Conocimiento local
sobre rasgos y
servicios
ecosistémicos de la
cobertura arbórea en
fincas ganaderas**



Ranking de especies dentro del servicio nutrición

Nutrición	Medi as		Servicios						Bienes			
			Sombra para el pasto y ganado	Rompevientos	Protec. de fuentes de agua	control de erosión y Mejoramiento de suelos	Protec. Biodiversidad	Resistencia sequía	Leña	Medicina	Madera	Frutos al. Humana
Guásimo	6.87	A	X	x		x			x	x		x
Madero negro	5.16	B				x			x	x	x	
Genízaro	4.68	BC	X	x	X	x		x	x		x	
Jícaro	4.11	CD	X				x					
Carao	3.89	CD				x			x			x
Leucaena	3.89	CD										
Guanacaste	3.74	D	X	x	X	x		x	x		x	
Mango	3.66	D	X	x			x					x

Mosquera (2010)

Manejo – valor forrajero

Atributos de Plantas:

- Valor nutritivo
- Capacidad de rebrote
- Productividad
- Tolerancia a la sequía y eficiencia de uso del agua



ESPECIES CON POTENCIAL PARA EVALUAR LA CAPACIDAD DE REBROTE

Guazuma ulmifolia
(Malvaceae, Byttnerioideae)



Cordia dentata
(Borraginaceae)



No Leguminosas

ESPECIES CON POTENCIAL PARA EVALUAR LA CAPACIDAD DE REBROTE

Albizia saman
Fabaceae, Mimosoideae



Pithecellobium dulce
(Fabaceae, Mimosoideae)



Albizia Naipoides
Fabaceae, Mimosoideae



Gliricidia Sepium
(Fabaceae)



Leguminosas

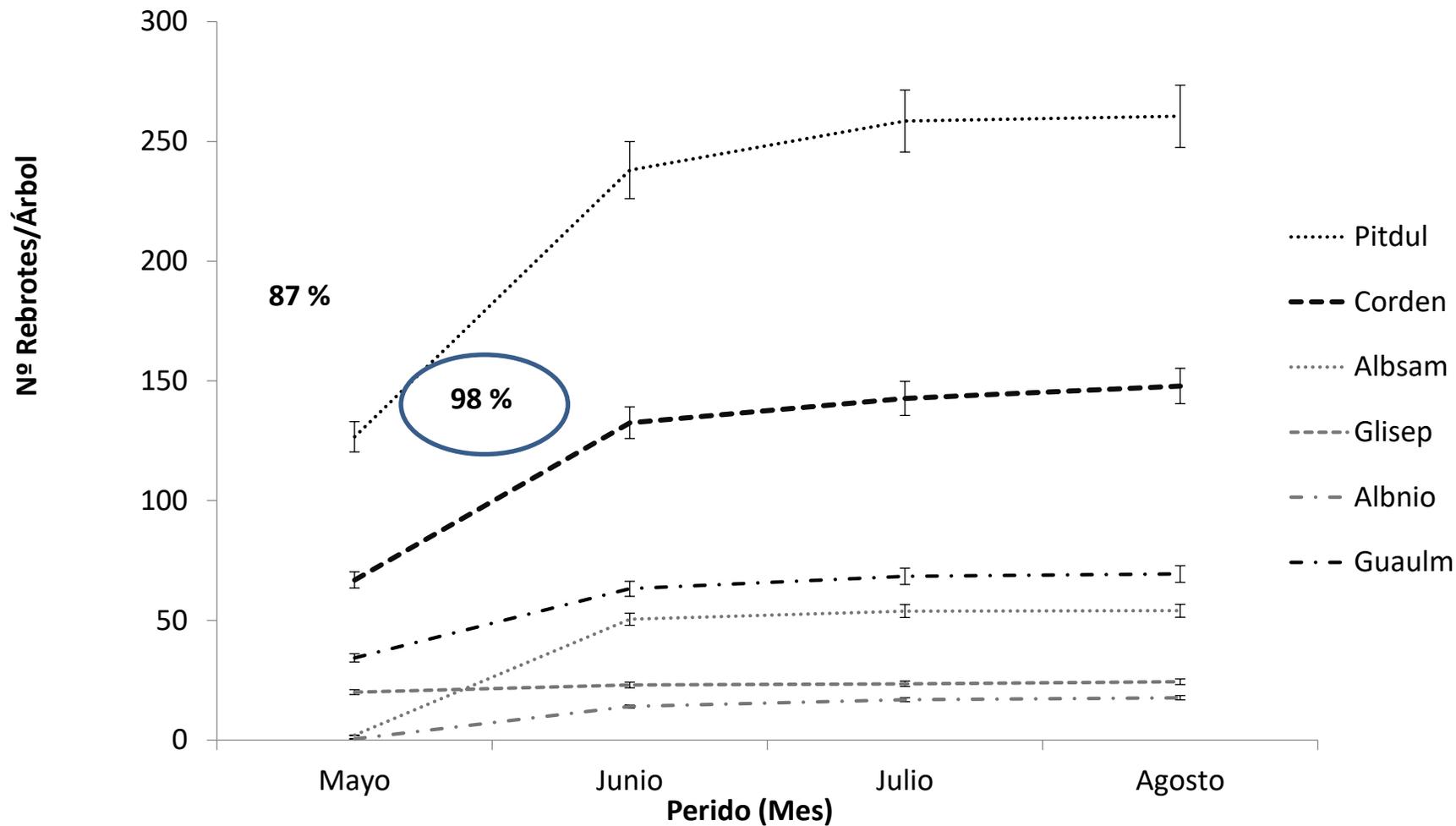


Figura 2. Curva acumulada promedio rebrotos por árbol para seis especies forrajeras arbustivas en potreros del trópico seco de Nicaragua

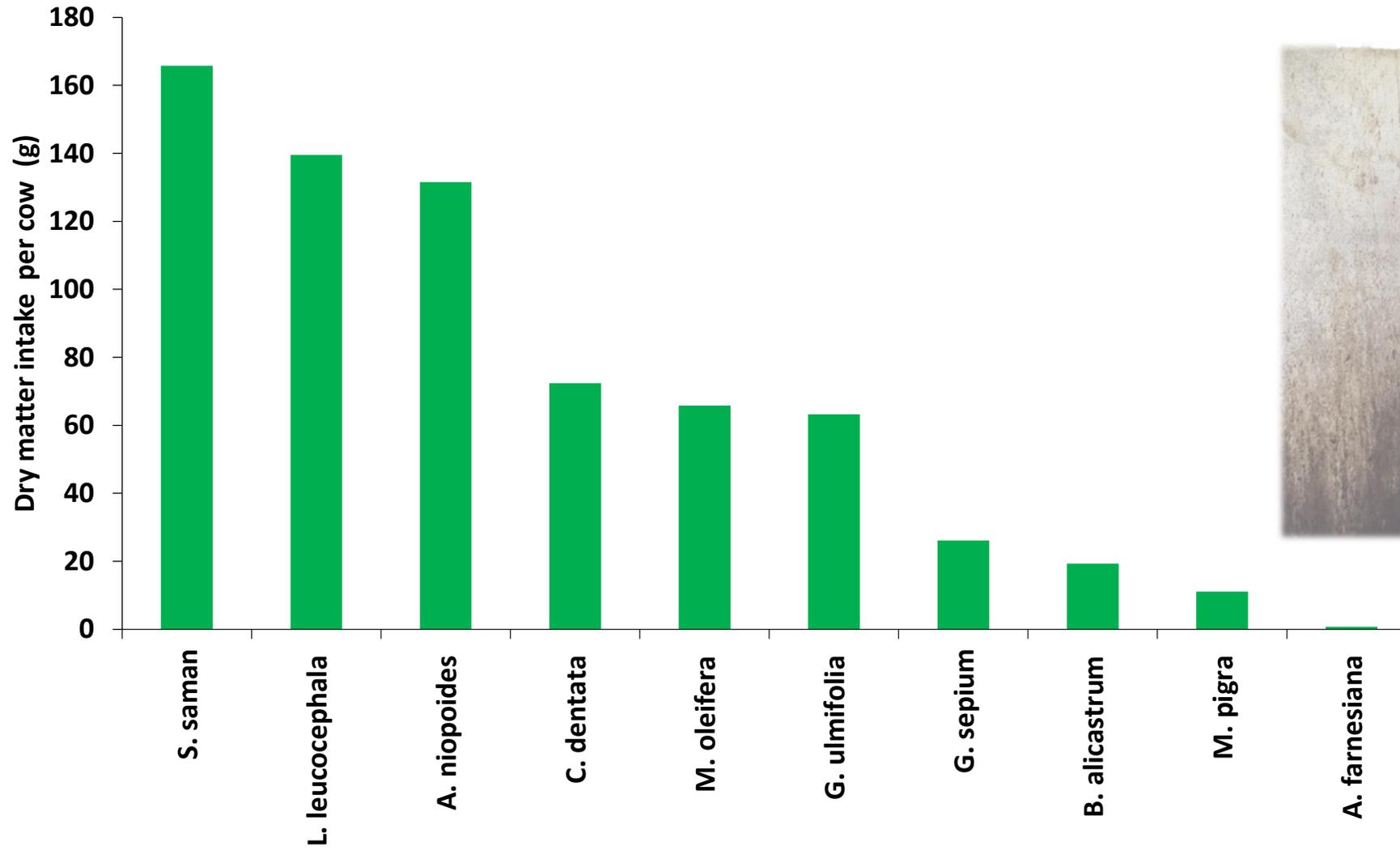
Rasgos de rebrotes

Análisis de correlación entre rasgos de los rebotes

	Long	D Base	Vol	TR	THR	TH	TLA	TSLA	H(MS)
Long		0,74	0,85		0,2	0,25	0,28	0,3	0,44
D Base			0,88	0,51	0,52	0,55	0,54	0,58	0
Vol				0,35	0,39	0,42	0,49	0,48	0,56
TR					0	0	0	0	0
THR						0	0	0	0
TH							0	0	0
TLA								0	0
TSLA									0
H(MS)									

** (p < 0,05); Longitud (**Long**), Diámetro base (**Dbase**); Numero total ramas (2º,3º,4º,5º) (**TR**); Numero Total Hojas ramas (2º,3º,4º,5º) (**THR**); Numero Total Hojas del rebrote (**TH**); Volumen rebrote (**Vol**) y Materia seca hojas rebote **H (MS)**, Área específica foliar del rebrote (**TSLA**) y área foliar (mm²)

PREFERENCIA DE ESPECIES



Impacto del uso de bancos forrajeros en la producción animal

Especie	Manejo	Sistema	Leche Kg/vaca/día Carne Kg GDP/anim/día	Referencia
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Supplement	Intensive dairy	7.3	Camero et al. 2001
<i>Tithonia diversifolia</i>	Supplementation 6%, concentrate and star grass	Intensive dairy system	11.7	Chacón 2018
	Supplementation 12%, concentrate and star grass	Intensive dairy system	11.8	
<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Brachiaria brizantha</i> with <i>Leucaena leucocephala</i>	Beef system	0.49-0.68	Jiménez 2007

Producción y calidad de leche en dietas que incluyen leñosas forrajeras

Dieta	Prod. Leche (lt/vaca/día)	Grasa (%)	Solidos totales (%)
L. leucocephala + C. dentata	7.01±0.1	4.27±0.13	13.74±1.19
S. Saman + C. dentata	6.9±0.13	3.98±0.14	13.28±0.20
A. niopoides + C. dentata	6.68±0.89	4.13±0.1	13.58±0.09
Testigo	6.65±1.09	3.97±0.22	13.39±0.05

Testigo: pastoreo, pollinaza, melaza y sales minerales

Sistemas silvopastoriles con Leucaena - 13 kg leche/día

Raza Caroa



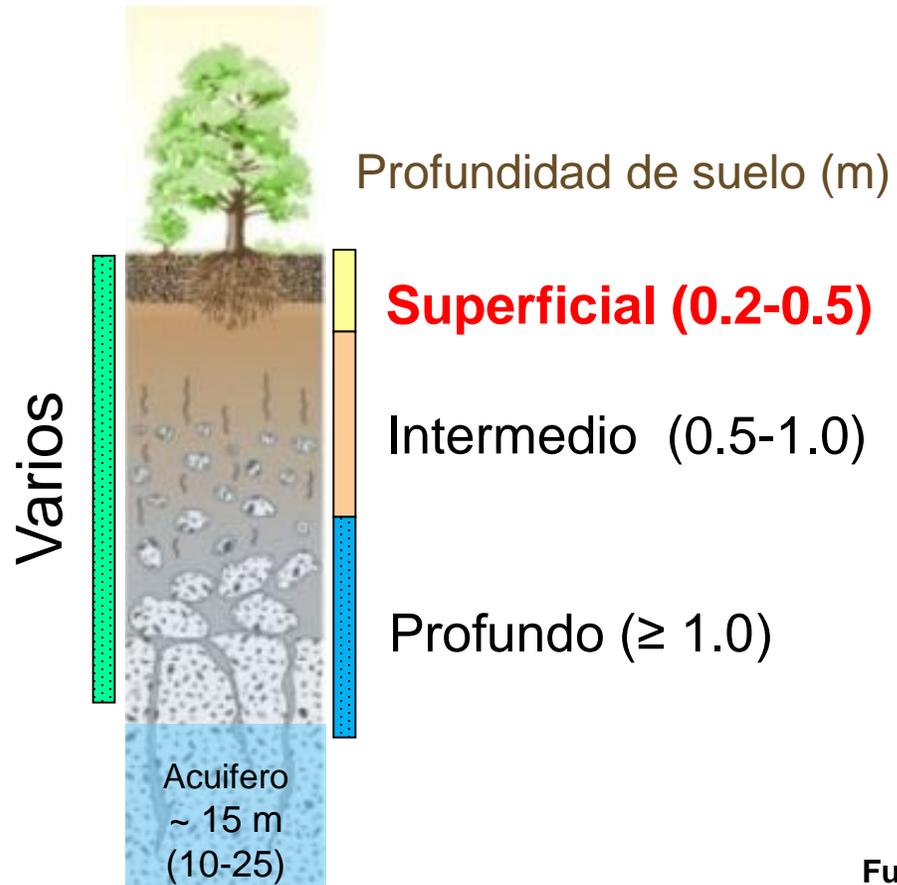


Pasturas naturales con alta densidad de *Acacia pennatula*

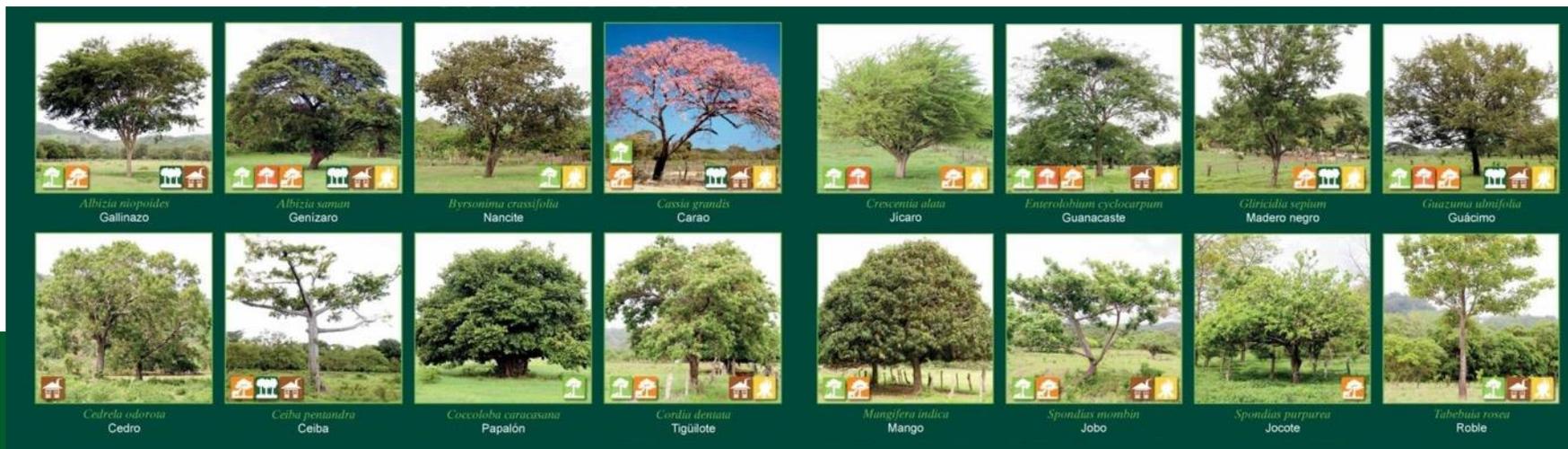
Diseño de prácticas silvopastoriles climáticamente inteligentes

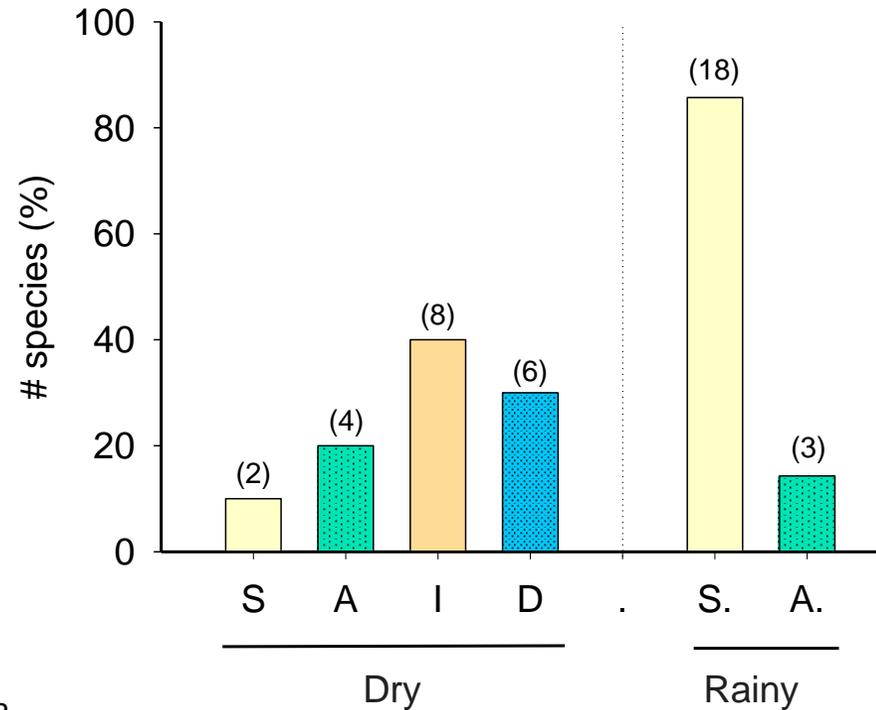
- Impacto del Clima- > 80% es producción de secano
- Sequías prolongadas – escasez de agua el mayor problema para la producción y conservación de forrajes
- Uso del conocimiento científico y local para el diseño de SSP orientados a mejorar la eficiencia de uso del agua

Fuentes de agua para las plantas



Fuente: Armas et ál. 2013





Época seca

S: *Karwinskia calderonii*, *Spondias purpurea*

I: *Byrsonima crassifolia*, *Cordia alliodora*, *C. dentata*, *Guazuma ulmifolia*, *Simarouba amara*, *Spondias mombin*, *Swietenia humilis*, *Tabebuia rosea*

Variado (A): *Albizia saman*, *Cassia grandis*, *Crescentia alata*, *Gliricidia sepium*

Profundo (D): *Albizia niopoides*, *Ceiba pentandra*, *Coccoloba caracasana*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Mangifera indica*, *Myrospermum frutescens*

Época lluviosa

S: All (except sp A)

A: *Ceiba pentandra*, *Myrospermum frutescens*, *Spondias mombin*

Todas las especies cambiaron de fuente de agua preferida entre épocas excepto *Spondias purpurea*

Eficiencia (gramos de MS por cada Kg de H₂O) en pasturas: interacciones entre especies

Especies de árboles	Eficiencia		Media
	<i>B. brizantha</i>	<i>H. rufa</i>	
<i>P. Saman</i> ₁	2.6	1.7	2.2
<i>D. Retusa</i>	2.3	4.8	3.6
<i>D. robinoides</i>	1.1	1.1	1.1

Basado en la transpiración de los árboles

Fuente: Andrade 2007

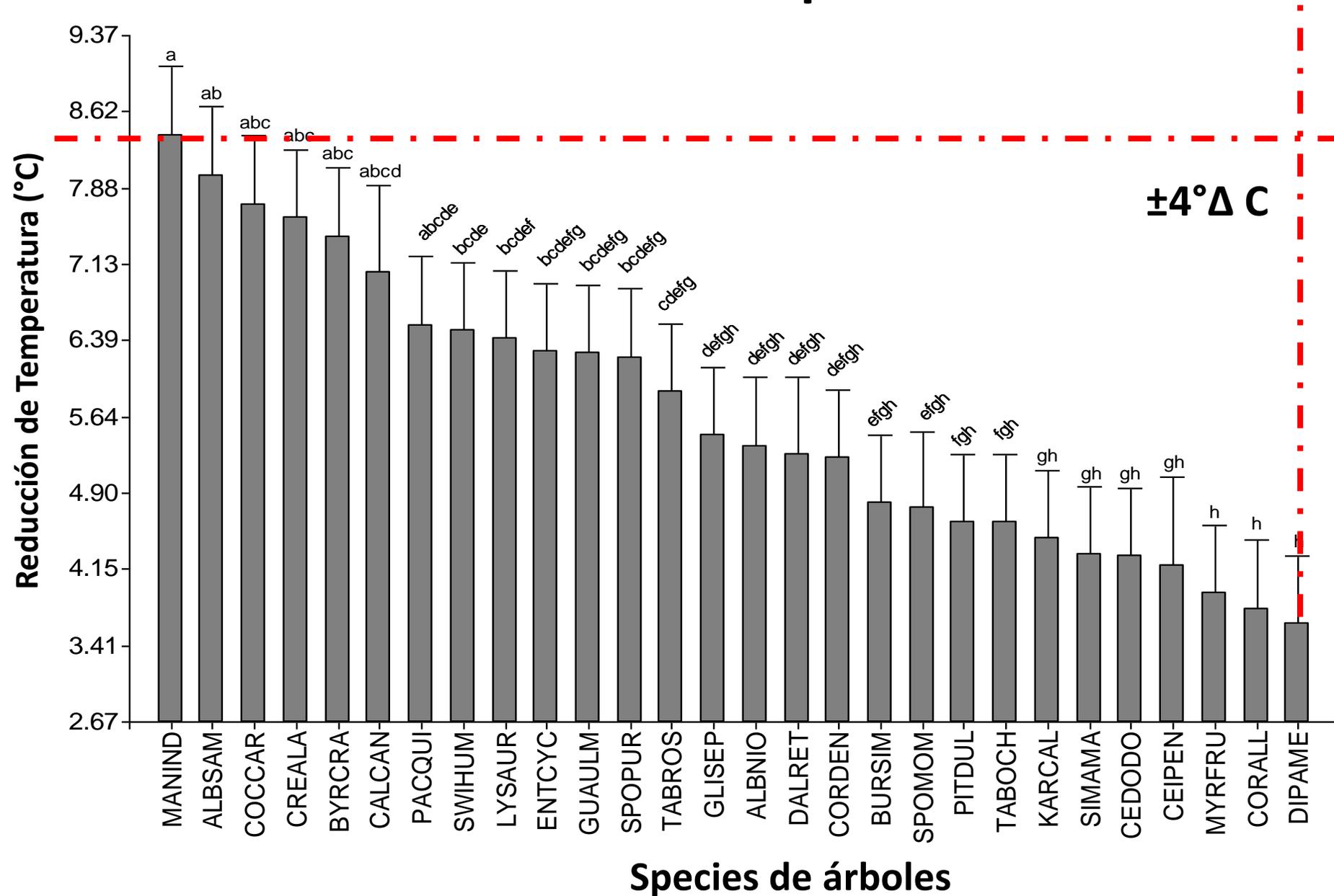
Contribución de las Leñosas en la adaptación de los animales en pastoreo al Cambio Climático

- Reducción del estrés calórico
 - Menor frecuencia respiratoria
 - Menor temperatura rectal
 - Mayor tiempo dedicado a pastorear
- Mejora de la calidad de dieta
 - Algunos frutos y follaje disponibles en el período seco



Todo esto redundará en mayor producción animal

Cambios en Temperatura



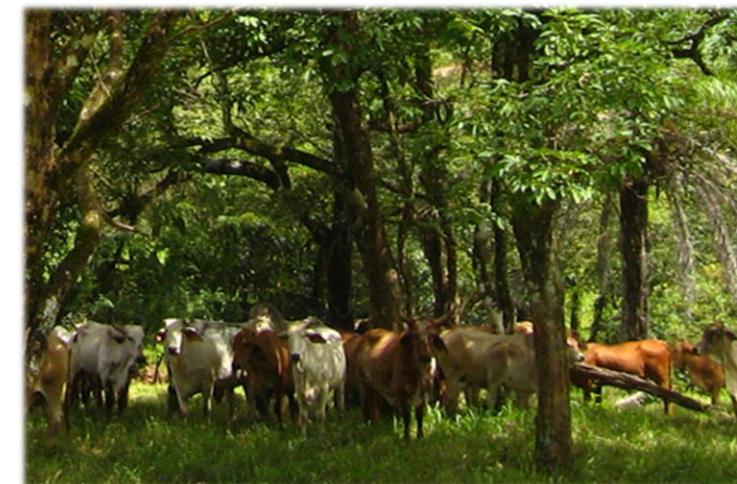
Producción de leche y tasa respiratoria promedio de vacas Jersey bajo pastoreo sin y con árboles

Tratamiento	Producción de leche (kg/vaca/día)	Tasa respiratoria (respiraciones/min)
* Sin árboles	11.37	80
Con árboles	12.48	65

* monocultivo

** 246 observaciones por tratamiento

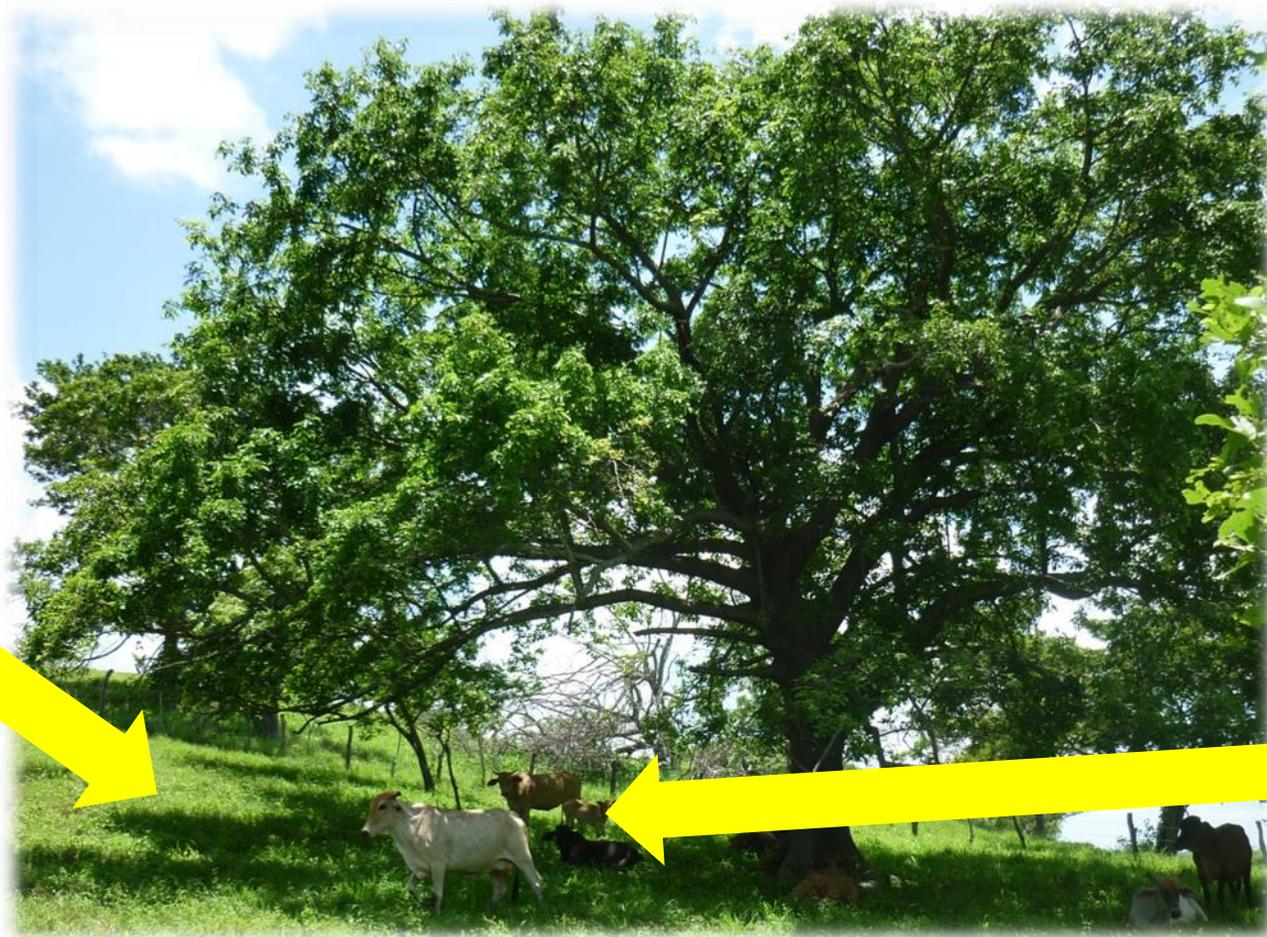
Con sombra de árboles vacas produce
11- 15% más leche



Adaptación al CC- Valor nutricional

- Condición de sequías prolongadas
- Los árboles producen frutos de alto valor durante los períodos críticos de sequía

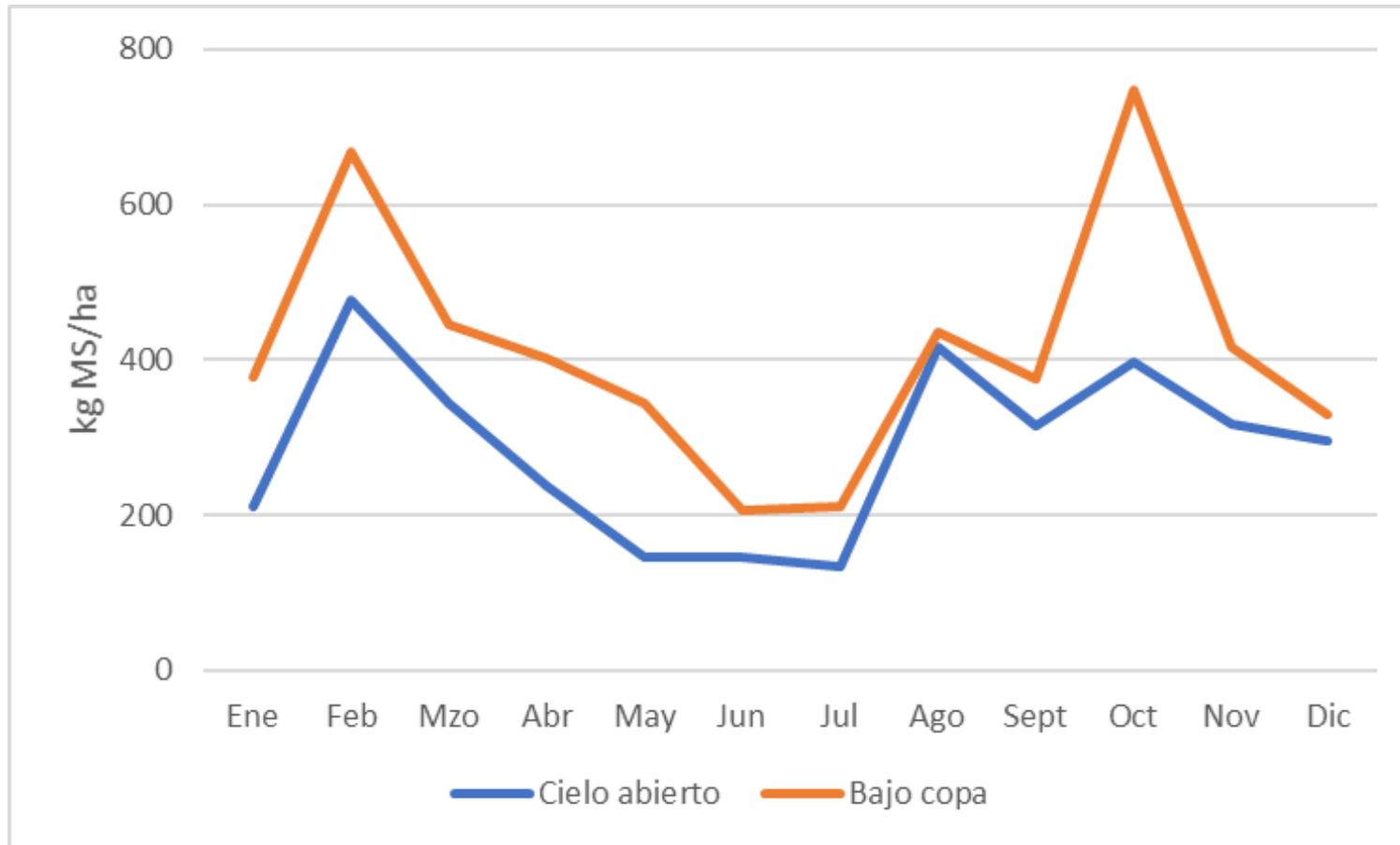
Contribución de las Leñosas en la Adaptación al CC



Sobre el pasto

Sobre los animales

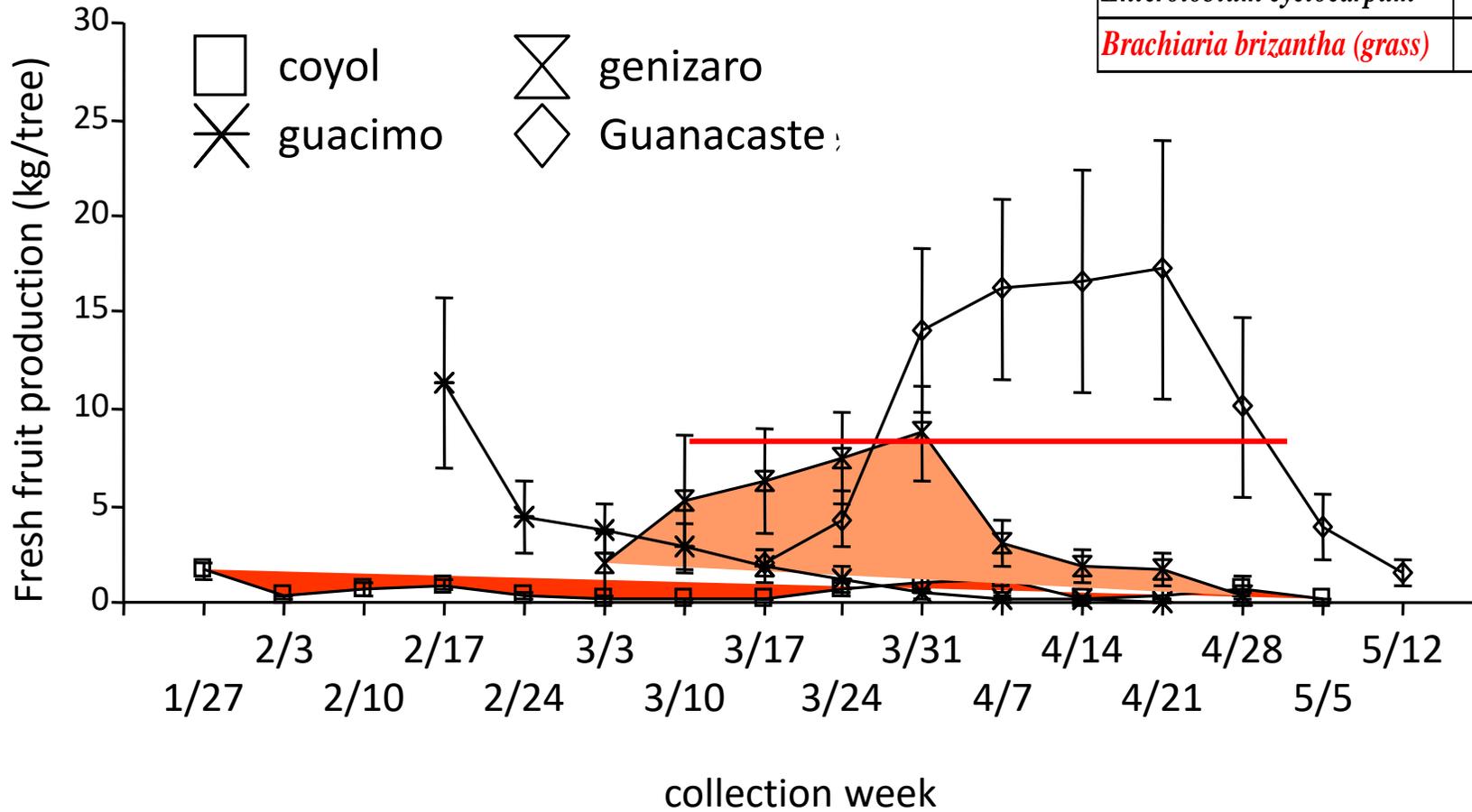
Producción mensual de forraje debajo de la copa de árboles y a cielo abierto en Corrientes, Argentina



Fuente: Fernández-Mayer, 2017

Disponibilidad de frutos en pasturas en el trópico seco de Costa Rica

Especie	kg arbol ⁻¹	% PC	% DIVMS
<i>Acrocomia aculeata</i>	8.6	5.5	66.4
<i>Guazuma ulmifolia</i>	26.4	7.5	62.8
<i>Samanea saman</i>	36.1	15.6	71.5
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	86.0	13.2	67.8
<i>Brachiaria brizantha</i> (grass)		4.9	46.2



Fuente: Esquivel 2007

- Diversidad de especies favorece la disponibilidad de frutos en la época seca y mitigan la pérdida de peso del ganado.



Integración de recursos arbóreos – estrategia de adaptación - finca



Bancos forrajeros de
corte y acarreo

Potreros con árboles

Pastoreo en bosques

Prosopis un género clave en zonas áridas y semi-áridas

- Su importancia aumentará con el Cambio Climático
- Manejo de la regeneración natural
- Distribución y densidades
- Caso de especies invasivas en algunos países



Potencial del Algarrobo



Parámetro	Bajo Sombra	Sin Sombra
Materia Orgánica	3.25	2.35
Proteína (%MS)	8.15	6.5

Potencial del Algarrobo

Producción con Algarrobo

Vainas = Maíz

1.800 kg por área de copa / ha

30% superficie de copa = 600 kg / ha

Leche

Gatton Panic bajo copa a voluntad

2.5 kg hoja Guandú / vaca

2.5 kg vainas de algarrobo / vaca = 9 L /vaca/día



Efecto de cuatro especies de leñosas sobre el % N total en suelo

Especies	Prom. bajo la copa	Prom. fuera de la copa	p<0.1) *
Genizaro	0.40	0.34	0.026 *
Guácimo	0.37	0.33	0.037 *
Guanacaste	0.37	0.35	0.154
Roble	0.37	0.36	0.639

Fuente: Romero (2013)

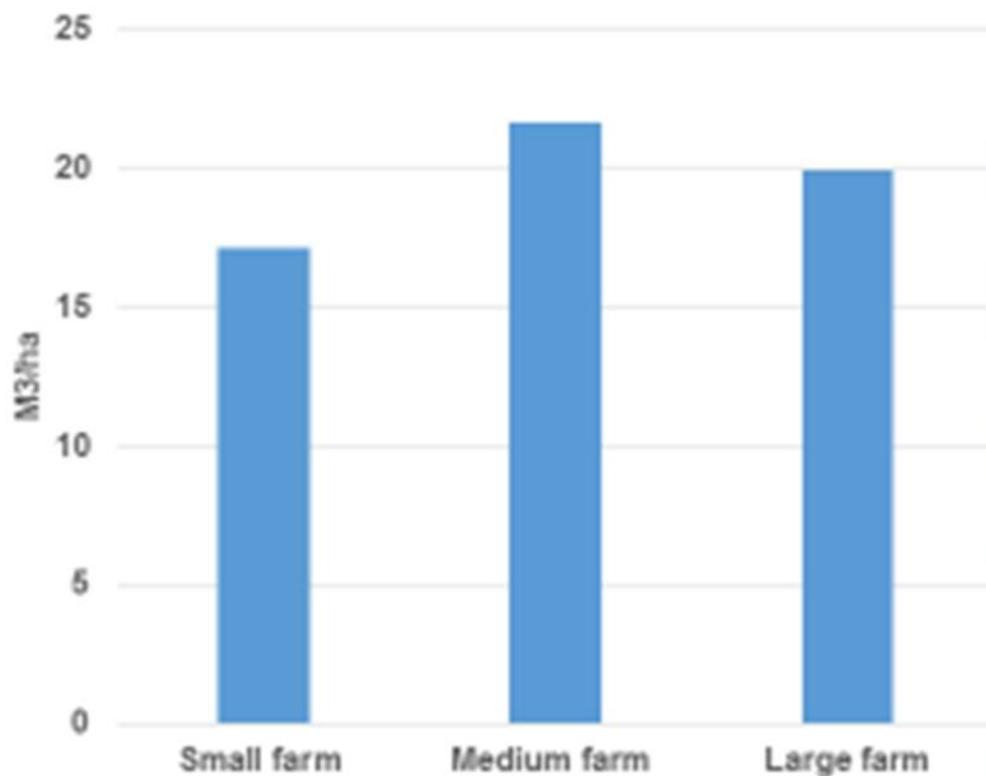
Contribución financiera del componente maderable en plantaciones lineales

La simulación de la incorporación de una plantación de *Cedrella odorata* en linderos maderables en fincas ganaderas en el distrito del Cayo, Belice a lo largo de 2,5 km generó un incremento en el valor actual neto (VAN):

Finca pequeña (menor a 40 ha):	29%
Finca mediana (40-100 ha):	10%



Producción de madera en el sistema árboles dispersos en potreros en Guanacaste, Costa Rica



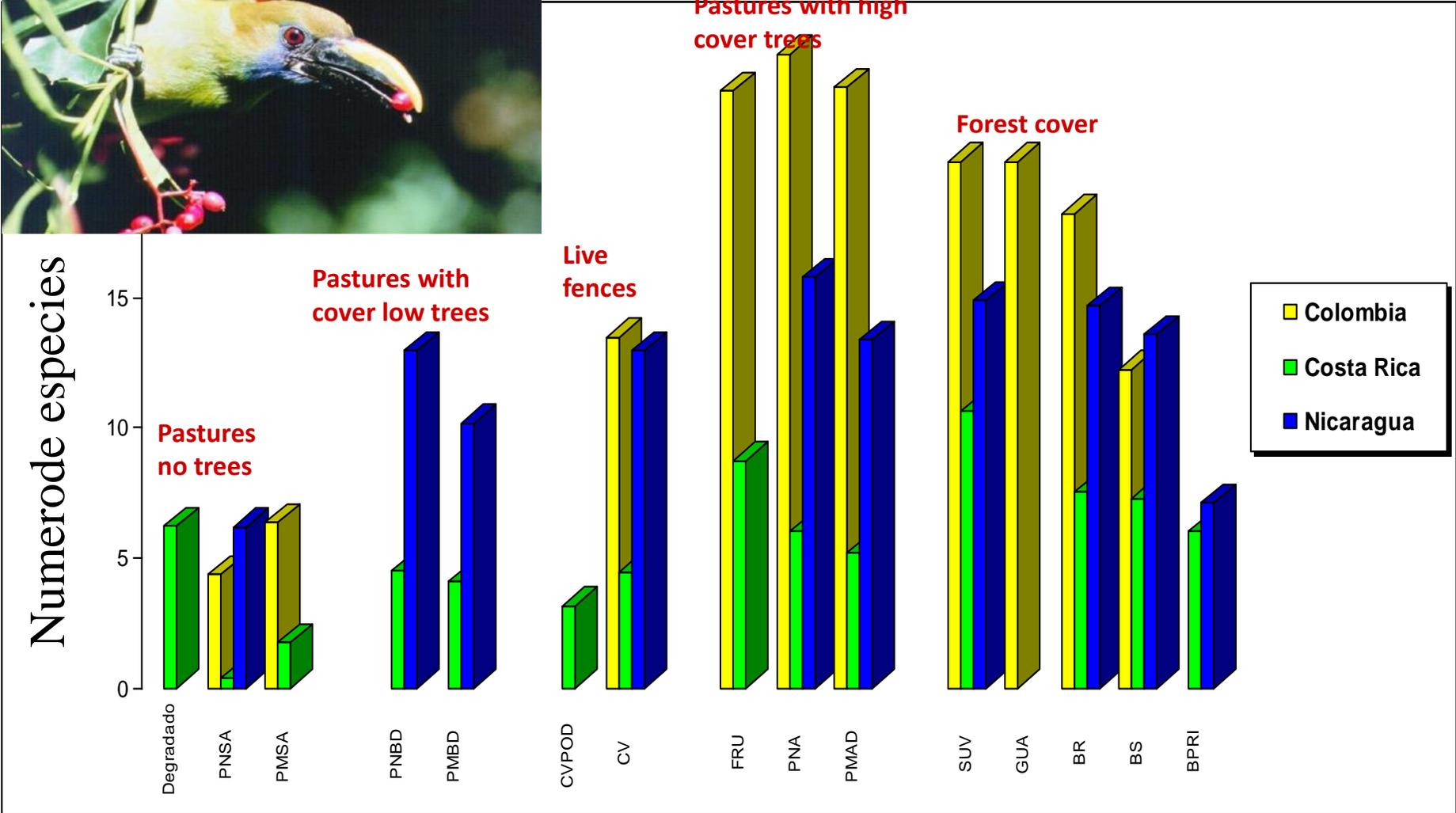
Producción de madera en este sistema equivale al 15-20% de plantación

Fuente: CATIE, 2017

Servicios ecosistémico- biodiversidad

- Conservación de especies claves
- Conectividad estructural y funcional

Riqueza de aves en tres países

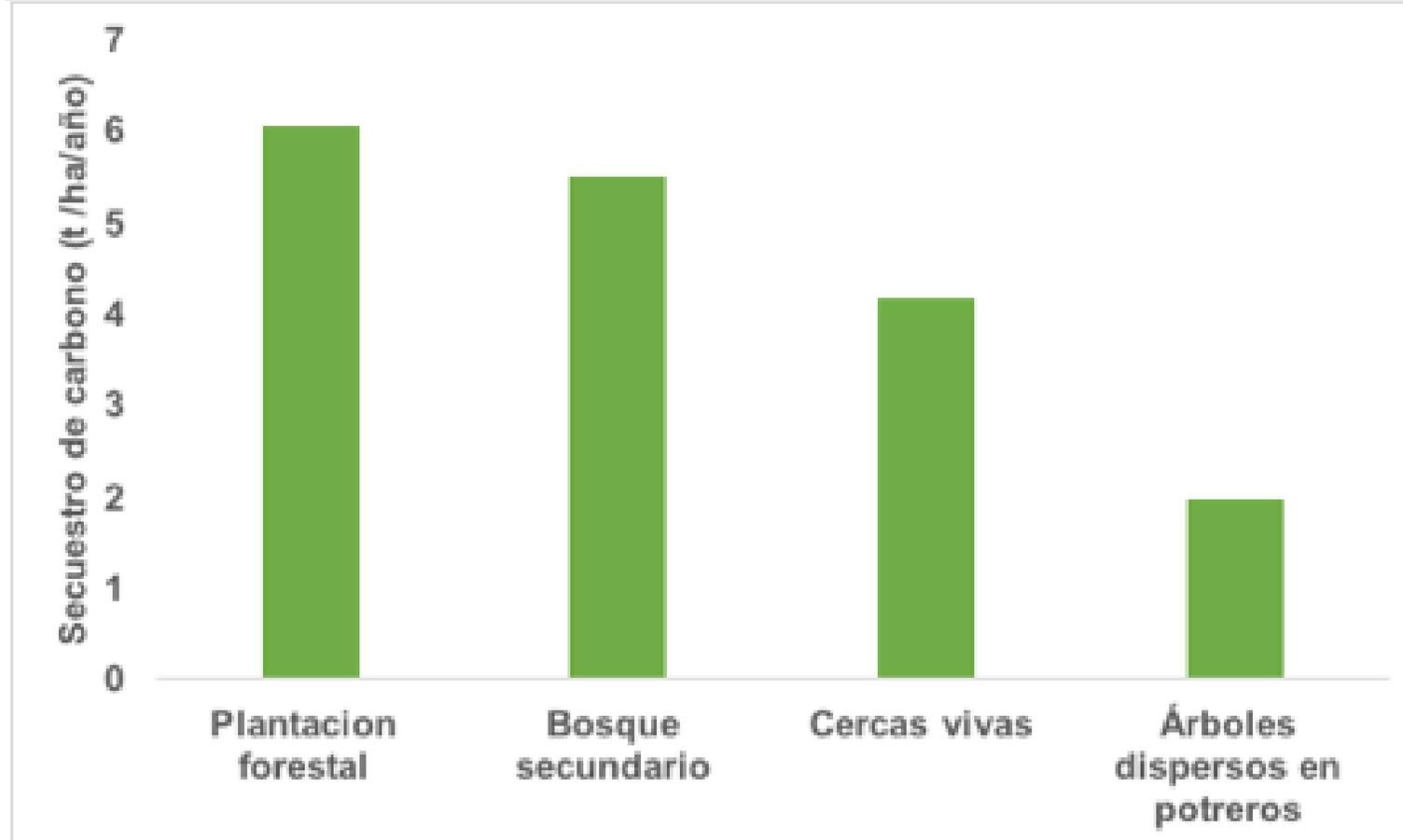


CONTRIBUCIÓN DE LAS LEÑOSAS EN LA MITIGACIÓN DEL CC

- ❑ Leñosas en general: Acumulan carbono en la biomasa aérea y radicular.
- ❑ Follaje y frutos comestibles:
 - Ayudan a reducir las emisiones de CH_4 entérico al mejorar el aprovechamiento de fracciones fibrosas en el rumen; pero si se usan en exceso, puede resultar en mayor emisión de N_2O .
 - Algunos poseen metabolitos secundarios (p.e. taninos, saponinas) que reducen la emisión de CH_4 .

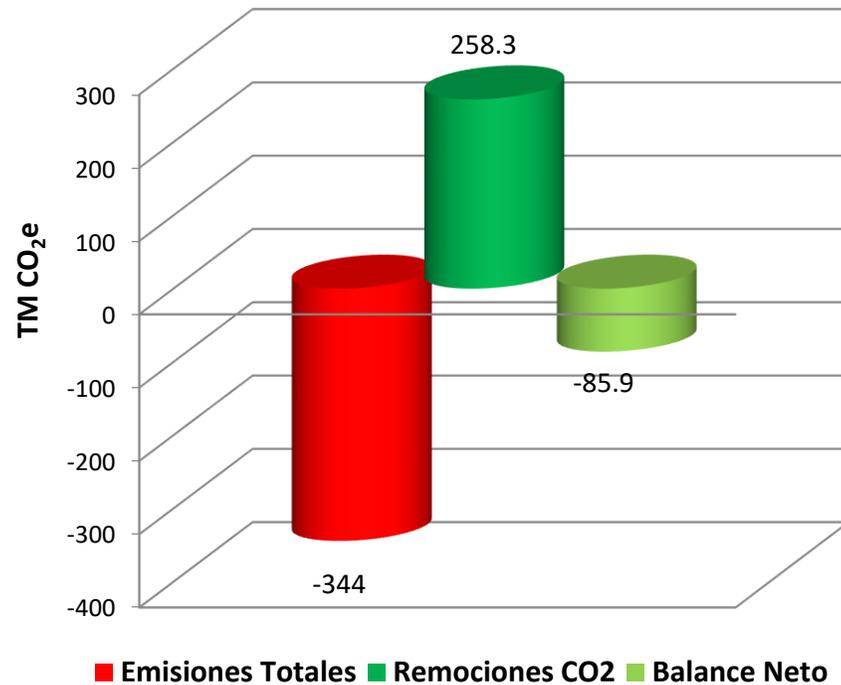


Secuestro de carbono en la biomasa aérea en diferentes usos de la tierra en fincas ganaderas del Sur Oriente de Guatemala (Villanueva et al., 2018).

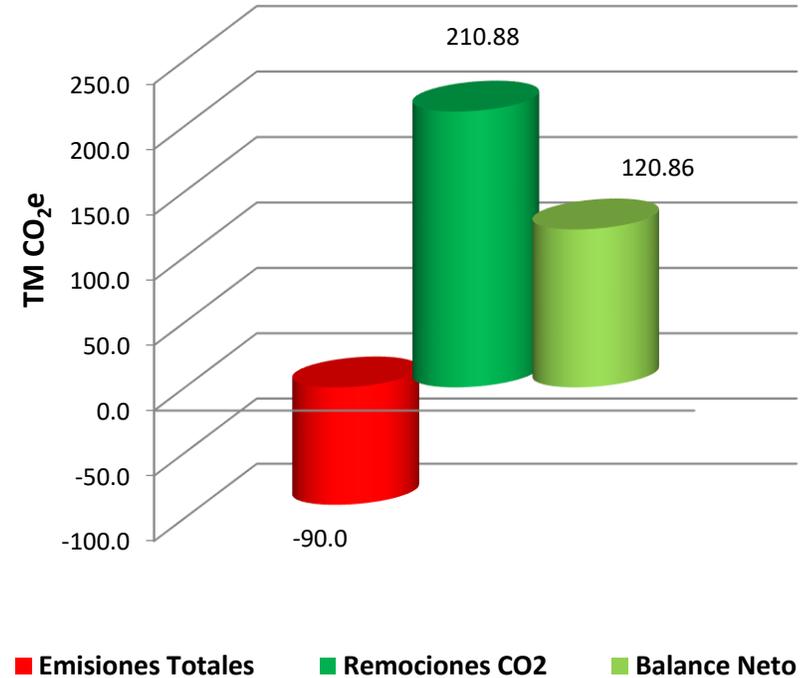


La contribución de la cobertura arbórea en la reducción de emisiones de GEI varía en función de la composición y estructura de las mismas.

Balance de carbono en finca ganaderas en el trópico seco de Costa Rica (MAG/CATIE, 2010)



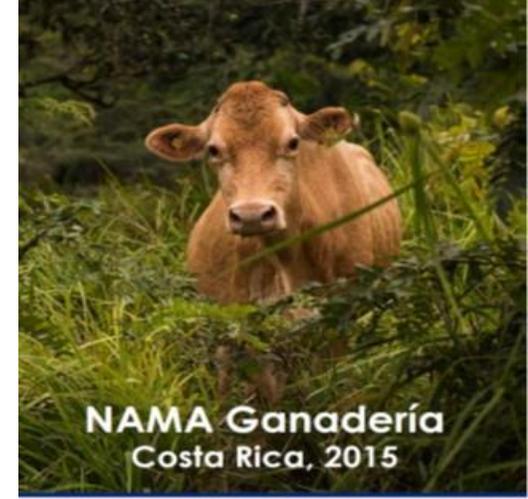
Finca de engorde (74 ha) con pocas opciones silvopastoriles



Finca de doble propósito (35 ha) con varias opciones silvopastoriles

Algunas Iniciativas de Política Nacional e Internacional – oportunidades para SPS

- NAMAs - Estrategias de producción baja en emisiones
- REDD+ - Deforestación evitada
- Iniciativa 2020- Recuperación de áreas degradadas
- Seguros agrícolas



Preguntas de Investigación

Como puede promover un mayor adopción de los sistemas intensivos (e.g Leucanea) que ha mostrada beneficios productividad, económica y mitigación impactos de CC

Uso de rasgos funcionales de la especies para la composición de dietas y implicaciones en productividad y balance de GEI, y calidad de los productos

Como los cambios en patrones de clima va afectar la diversidad de especies y su impacto en la calidad forrajera y nutricional

Integración de los recursos arboles en plan de finca para mejorar la resiliencia a cambio climático

Evaluar el comportamiento de nueva generación de especies forrajeras bajo diferentes arreglos de sistemas silvopastoriles y variación de condiciones climáticas:

Asocio con leguminosas, composición y calidad, persistencia, etc