

Diversidad, composición y estructura de la vegetación en fincas ganaderas del valle del río Cesar, Colombia: bosques, sistemas silvopastoriles y potreros convencionales

Diversity, composition, and structure of the vegetation in cattle farms of the Cesar River valley, Colombia: forests, silvopastoral systems, and conventional pastures

Lina Paola Giraldo^{1*}, Zoraida Calle¹, Mateo Hernández¹, Adriana Giraldo¹, Julián Chará¹

- Recibido: 04/Nov/2021
- Aceptado: 25/Jul/2022
- Publicación en línea: 08/Nov/2022

Citación: Giraldo LP, Calle Z, Hernández M, Giraldo A, Chará J. 2023. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en fincas ganaderas del valle del río Cesar, Colombia: bosques, sistemas silvopastoriles y potreros convencionales. Caldasia 45(2):218–237. doi: <https://doi.org/10.15446/caldasia.v45n3.99172>

RESUMEN

Los sistemas silvopastoriles han sido promovidos en el valle del río Cesar, Colombia, como estrategia para mejorar la productividad de la ganadería y los servicios ecosistémicos. Entre 2014 y 2017 se estudiaron los patrones de diversidad, estructura y composición de la vegetación (>2,5 cm de DAP) en 35 parcelas de 1000 m² situadas en sistemas silvopastoriles, potreros convencionales y bosques en fincas ganaderas de la región. Se registraron 1852 individuos, distribuidos en 281 morfoespecies, 109 géneros y 44 familias. Las familias más abundantes fueron Fabaceae (35 %), Bignoniaceae (7,5 %) y Myrtaceae (6,7 %). *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Eucalyptus* cf. *tereticornis* Sm. y *Roseodendron chrysseum* (S.F. Blake) Miranda fueron las especies más abundantes. Los fragmentos de bosque y bosques ribereños presentaron los valores más altos de densidad de individuos, cobertura de dosel, índice de densidad foliar, volumen total de vegetación y riqueza de especies, seguidos de los potreros con árboles dispersos y los bancos mixtos de forrajes. Los árboles de mayor porte se encontraron en los relictos de bosque y potreros con árboles dispersos (*Peltogyne purpurea* Pitter., *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Anacardium excelsum* (Bertero & Balb.) Skeels., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. y *Albizia saman* (Jacq.) Merr.). Los arreglos silvopastoriles contribuyen a la conectividad del paisaje y complementan la función de los fragmentos de bosque para conservar el 14,2 % de las especies arbóreas del valle del río Cesar. Sin embargo, la restauración de este paisaje exige conservar y conectar los fragmentos de bosque existentes, ampliar la escala de los sistemas ganaderos con árboles y arbustos e integrar una mayor diversidad de especies nativas en todos los usos de la tierra.

Palabras clave. Ganadería, bosque seco tropical, restauración ecológica, vegetación.

¹ Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), Carrera 25 No. 6-62, Cali, Colombia. lina@fun.cipav.org.co, zoraida@fun.cipav.org.co, mahernz@yahoo.com, adrimagi@fun.cipav.org.co, julian@fun.cipav.org.co

* Autor para correspondencia.



ABSTRACT

Silvopastoral systems have been promoted as part of a strategy to improve livestock productivity and ecosystem services in the Cesar River Valley, Colombia. Between 2014 and 2017, patterns of diversity, structure, and composition of the vegetation (> 2.5 cm DBH) were studied in 35 plots of 1000 m² located in silvopastoral systems, conventional pastures, and forests in cattle farms of the region. A total of 1852 individuals were registered, distributed in 281 morphospecies, 109 genera, and 44 families. The most abundant families were Fabaceae (35%), Bignoniaceae (7.5%), and Myrtaceae (6.7%). *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Eucalyptus cf. tereticornis* Sm., and *Roseodendron chryseum* (S.F. Blake) Miranda were the most abundant species. Forest fragments and riparian forests presented the highest values for plant density, canopy cover, leaf index, the total volume of vegetation, and species richness, followed by paddocks with scattered trees and mixed fodder banks. The largest trees were found in the relicts of forests and paddocks with scattered trees (*Peltogyne purpurea* Pitter., *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Anacardium excelsum* (Bertero & Balb.) Skeels., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., and *Albizia saman* (Jacq.) Merr.). Silvopastoral arrangements contribute to landscape connectivity and complement the role of forest fragments to conserve 14.2 % of the tree species in the Cesar River Valley. However, restoring this landscape requires conserving and connecting existing forest fragments, scaling up livestock systems with trees and shrubs, and integrating a greater diversity of native species across all land uses.

Keywords. Livestock, tropical dry forest, ecological restoration, vegetation.

INTRODUCCIÓN

El valle del río Cesar hace parte de la cuenca del mismo nombre y está situado en los departamentos del Cesar y Guajira en la región Caribe de Colombia, con altitudes entre 100 y 500 metros sobre el nivel del mar. En la clasificación de Holdridge (1987) la región corresponde a Bosque Seco Tropical (Bs-T), considerado como el ecosistema más amenazado del trópico americano y de Colombia, donde se estima que sólo se conserva 3,7 % del área original en todo el territorio nacional (Pizano y García 2014). Durante las últimas décadas, los suelos del valle del río Cesar han sufrido un proceso acelerado de degradación como resultado de la tala progresiva del bosque y el cultivo intensivo de algodón (Giraldo 2015). Los sistemas ganaderos con pastos como kikuyina (*Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus) y mínima cobertura arbórea (Montoya-Molina et al. 2016) ocupan grandes extensiones de tierras que fueron degradadas por este cultivo (CORPOCESAR 2007).

Estos modelos de producción han generado problemas ambientales en la región como la erosión del suelo, contaminación de fuentes hídricas y pérdida de biodiversidad. Según el estudio nacional sobre la degradación de suelos

por erosión en Colombia, el departamento del Cesar es una de las regiones más golpeadas por este fenómeno en el país, con una afectación del 81,9 % del área y una severidad de 12 % (IDEAM et al. 2015).

Los sistemas silvopastoriles (SSP) han sido promovidos en el valle del Cesar como parte de una estrategia para mejorar la productividad ganadera y enfrentar los problemas ambientales causados por esta actividad (Chará et al. 2020). Los SSP integran plantas forrajeras como las gramíneas y leguminosas rastreras con arbustos y árboles destinados a la alimentación animal y usos complementarios (Murguetio e Ibrahim 2009). El proyecto *Ganadería Colombiana Sostenible*, desarrollado en cinco regiones del país, promovió arreglos silvopastoriles tales como bancos mixtos de forraje, árboles dispersos en potreros y sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) en el valle del río Cesar. Los SSPi asocian árboles en el estrato superior (como ejemplo para la región ver anexo 1), *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (12 000 a 15 000 plantas por ha⁻¹) en el estrato medio y gramíneas como el pasto estrella *Cynodon plectostachyus* (K.Schum.) Pilg. y el pasto cespitoso guinea o tanzania, *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon

& S.W.L. Jacobs, en el estrato inferior (Zuluaga *et al.* 2011, Giraldo 2015).

Los SSP contribuyen a la regulación hídrica, la formación de suelo y la captura, fijación y ciclaje de nutrientes (Gerber *et al.* 2013, Montagnini *et al.* 2013, Murguetio *et al.* 2013). Además, la vegetación arbórea y arbustiva asociada a estos sistemas ofrece refugio, recursos alimenticios, sitios de anidación y conectividad estructural a insectos, aves y mamíferos, entre otros grupos de organismos, lo cual contribuye a mantener funciones ecológicas esenciales como la polinización, dispersión de semillas y remoción de suelo, entre otros (Newbold *et al.* 2015, Bello *et al.* 2010).

El conocimiento sobre la composición, estructura y diversidad de la vegetación leñosa de las fincas ganaderas es fundamental para entender el efecto de los sistemas silvopastoriles sobre la biodiversidad de la región. El presente estudio caracterizó la flora arbustiva y arbórea de los sistemas silvopastoriles, sistemas ganaderos convencionales y remanentes de bosque en fincas ganaderas del valle del río Cesar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo entre 2014 y 2017 en once fincas ganaderas ubicadas en los municipios de Valledupar, Agustín Codazzi y San Diego en el departamento del Cesar, y Fonseca, La Jagua del Pilar y San Juan del Cesar en el departamento de la Guajira, situadas entre 70 y 590 msnm y entre las coordenadas 09°52' - 10°51'N y 72°49' - 73°23' O (Fig. 1). Según la representatividad en el área de estudio, se evaluaron entre una y trece parcelas de los siguientes usos del suelo: B: bosque; BR: bosque ribereño; SV: sucesión vegetal; ADP: potreros con árboles dispersos; BMF: bancos mixtos de forrajes; SSPi: sistemas silvopastoriles intensivos y PSA: potreros sin árboles (tabla 1).

Métodos

En cada uso del suelo seleccionado en las fincas de estudio, se estableció una parcela de 20 x 50 m (0,1 hectáreas) en la cual se evaluaron la composición de especies de plantas vasculares y la estructura de la vegetación. Se midió la altura (m) y el diámetro a la altura del pecho o DAP (cm) de cada individuo con DAP mayor a 2,5 cm (Gentry 1982). Adicionalmente, se registró el hábito de crecimiento del

individuo (arbusto, árbol, epífita, hierba, palmoide, parásita, trepadora herbácea o trepadora leñosa). La mayoría de las plantas fueron identificados a nivel de especie. A las morfoespecies que no fueron identificadas se les asignó un código para su posterior inclusión en los análisis de diversidad.

En el centro de cada parcela se extendió una soga de 30 m con puntos de colores cada 50 cm, con el fin de evaluar la cobertura del suelo (porcentaje de puntos cubiertos por plantas vivas o residuos vegetales). La cobertura del dosel (porcentaje de sombra sobre un punto a lo largo del transecto) se evaluó usando un densiómetro esférico de copa. Para esto, se hicieron cuatro evaluaciones del dosel (una por cada punto cardinal) en ocho puntos situados cada 4 m en la soga.

El volumen total de vegetación (m^3 de vegetación sobre cada m^2 de suelo) se evaluó mediante el método propuesto por Mills y colaboradores (Mills *et al.* 1991). Para esto se usó una vara de aluminio de 15 m de altura con franjas de color cada 10 cm (un color diferente para cada metro en la vara). Esta vara se ubicó cada 2 m sobre la soga de 30 m (para un total de quince puntos de medición por transecto) y se contó el número de puntos de contacto de la vegetación con cada metro (color) de la vara. Estos mismos datos se utilizaron para calcular el índice de diversidad de estratos foliares, que indica la heterogeneidad vertical de la vegetación. Para obtener este valor, se usó la fórmula del índice de diversidad de Shannon-Wiener, tomando cada color o metro de la vara como si se tratara de una especie y cada número de toques o puntos de contacto por metro como si se tratara del número de individuos o la abundancia de la misma.

Análisis de datos

Se caracterizó la diversidad de especies con base en los números de Hill, es decir, los números equivalentes *sensu* Jost (2006): el número de Hill de orden 0 (0D, la riqueza de especies), 1 (1D, exponencial de la entropía de Shannon) y 2 (2D, inverso del Simpson). En este análisis se incluyeron únicamente los sistemas que presentaron vegetación leñosa (estrato superior y medio en los sistemas silvopastoriles).

Se utilizaron los intervalos de confianza obtenidos para cada medida de diversidad (QD) y el método Bootstrap para hacer comparaciones estadísticas, con intervalos de confianza del 95 % para las especies esperadas, interpolan-

Tabla 1. Fincas ganaderas, usos de la tierra y número de parcelas en los que se llevó a cabo el monitoreo de vegetación en el Valle del río Cesar. B: bosque; BR: bosque ribereño; SV: sucesión vegetal; ADP: árboles dispersos en potreros; BMF: bancos forrajeros; SSPi: sistemas silvopastoriles intensivos; PSA: potreros sin árboles.

Departamento	Finca	B	BR	SV	ADP	BMF	SSPi	PSA
Cesar	Casanare				3	1		
	La Arcadia	1			1		1	
	La Luisa			1	1		1	1
	Las Delicias		1			1		
	Palmeras de Venecia	1				1		1
	Santa Isabel- Parcela 52		1		3			
	Villa Mariela	1				1	1	1
La Guajira	La Oka				2			
	La Pradera		1		1		1	
	Salsipuedes	1			1		1	
	Santa Elena		1		1	1		
Total parcelas		4	4	1	13	5	5	3

do y extrapolando de la riqueza esperada para una determinada cobertura de muestra (Chiu *et al.* 2014).

Para comparar la abundancia y riqueza de especies entre usos del suelo, se hizo un análisis de varianza (ANOVA), seguido de una prueba Tukey, previa transformación de datos para su ajuste a la normalidad. En estos análisis se incluyeron sólo los usos de suelo para los cuales se muestrearon más de tres parcelas (B, BR, ADP, BMF, SSPi, PSA).

Para comparar la composición de especies entre los usos de la tierra evaluados, se hizo un análisis de conglomerados basado en el índice de similitud de Jaccard. Un análisis de componentes principales ACP se realizó con el fin de ver la asociación entre las parcelas evaluadas en cada sistema y las variables de estructura de la vegetación y riqueza de especies. El software de libre acceso R (R Development Core Team 2018) se usó para analizar los datos y elaborar las gráficas.

RESULTADOS

En las parcelas de estudio se registró un total de 1852 individuos pertenecientes a 281 morfoespecies, 67 % de las cuales fueron identificadas al menor nivel taxonómico posible; el restante 33 % de las morfoespecies no fueron identificadas. Las morfoespecies identificadas pertenecen a 44 familias y 109 géneros. El 45,2 % de las morfoespecies se registraron en los B, 57 % en BR, el 3,6 % en BMF, 10,3 % en ADP, 5 % en SSPi y 2,1 % en SV. Los patrones de compo-

sición y abundancia de las especies en cada uso de la tierra se resumen en el Anexo 1.

Las familias con mayor abundancia de individuos fueron Fabaceae (35 %), Bignoniaceae (7,5 %), Myrtaceae (6,7 %) y Poaceae (6,4 %) (Fig. 2). Dentro de éstas, las especies con mayor número de individuos fueron *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Roseodendron chryseum* (S.F. Blake) Miranda, *Eucalyptus* cf. *tereticornis* Sm., y *Saccharum officinarum* L., con 165, 29, 95 y 105 individuos, respectivamente.

Los B y BR presentaron la mayor abundancia de individuos por parcela (180 y 121 en promedio, respectivamente), seguidos de BMF y SSPi (57 y 25 individuos, respectivamente) (Tabla 2). Los PSA se caracterizaron por la ausencia total de individuos con DAP > 2,5 cm, por lo cual este uso de la tierra es significativamente diferente de los demás sistemas evaluados ($F_{5,17.1} = 11,5$; $P < 0,001$); además, los valores de abundancia en los ADP fueron estadísticamente diferentes de los registrados en B ($P=0,003$) y BR ($P=0,005$). Los B, BR, ADP y BMF tuvieron el mayor número de especies con hábitos de árbol, arbustos y de trepadoras leñosas, en tanto que las palmas fueron exclusivas de BR, ADP y BMF (Fig. 3). Por otro lado, los PSA se caracterizaron por la presencia de especies herbáceas como *Bastardia viscosa* (L.) Kunth, *Urochloa* sp., *Digitaria* sp., *Indigofera* sp., *Desmodium* sp., *Mimosa* sp., *Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus, *Cyperus* sp., *Achyranthes aspera* L., *Melochia parvifolia* Kunth, *Sida glomerata* Cav. y *Senna obtusifolia* (L.) H.S. Irwin & Barneby.

Tabla 2. Valores promedio de la abundancia, q0, q1, q2 y cobertura de la muestra de los inventarios de vegetación en los diferentes usos de la tierra evaluados en fincas ganaderas del Valle del río Cesar, Colombia. B: bosque; BR: bosque ribereño; SV: sucesión vegetal; ADP: árboles dispersos en potreros; BMF: bancos forrajeros; SSPi: sistemas silvopastoriles intensivos.

Usos de la tierra	Abundancia	q0	q1	q2	Cobertura de la muestra (%)
B	179,8	37,3	19,3	13,7	92
BR	121,3	48,8	35,3	26,3	84
SV	77,0	10,0	5,8	4,4	97
ADP	12,3	3,5	2,8	2,5	91
BMF	57,0	3,4	1,5	1,3	98
SSPi	25,2	2,0	1,3	1,2	96

Con excepción de BR, los valores de cobertura o completitud de la muestra superaron el 90% en todos los usos de la tierra, lo cual sugiere que el método de muestreo de la vegetación fue adecuado y que los inventarios florísticos tuvieron un alto nivel de confiabilidad (Tabla 2). Las curvas asintóticas para todos los valores de diversidad (qD) en los usos de la tierra B, SV, ADP, BMF y SSPi (Fig. 4), indican que el esfuerzo de muestreo fue adecuado para estimar la diversidad de plantas leñosas en estos sistemas.

La diversidad verdadera (qD=q0), equivalente a la riqueza, mostró diferencias estadísticas entre los sistemas evaluados (Fig. 4A) ($F_{5,9,6} = 34,7$; $P < 0,001$). Los B y BR presentaron los mayores números de especies (promedios de 37,3, 48,8 especies por parcela) y para los sistemas ganaderos los ADP 3,5 especies por parcela. La diversidad de orden 1 (1D= q1) indica que los B, SV y ADP están conformados por especies abundantes o comunes, mientras los BMF y SSPi no presentaron diferencias en la diversidad, principalmente porque están constituidos por especies plantadas (Fig. 4B). La diversidad de orden 2 (2D=q2) revela la dominancia de algunas especies, principalmente en el BR, ADP y BMF. En el caso de los BMF, la dominancia corresponde a los arbustos forrajeros que fueron plantados para suplementar al ganado (Fig. 4C).

El índice de similitud de Jaccard mostró que la composición de especies difiere considerablemente entre usos del suelo. Se formaron tres grupos claros: por un lado, están los PSA, que se separan de los demás usos por la ausencia de árboles; en otro grupo se encuentran los usos de suelo boscosos caracterizados por una mayor complejidad de especies. Los usos silvopastoriles forman un tercer

grupo, donde la SV se separa de los SSPi, los ADP y los BMF (Fig. 5).

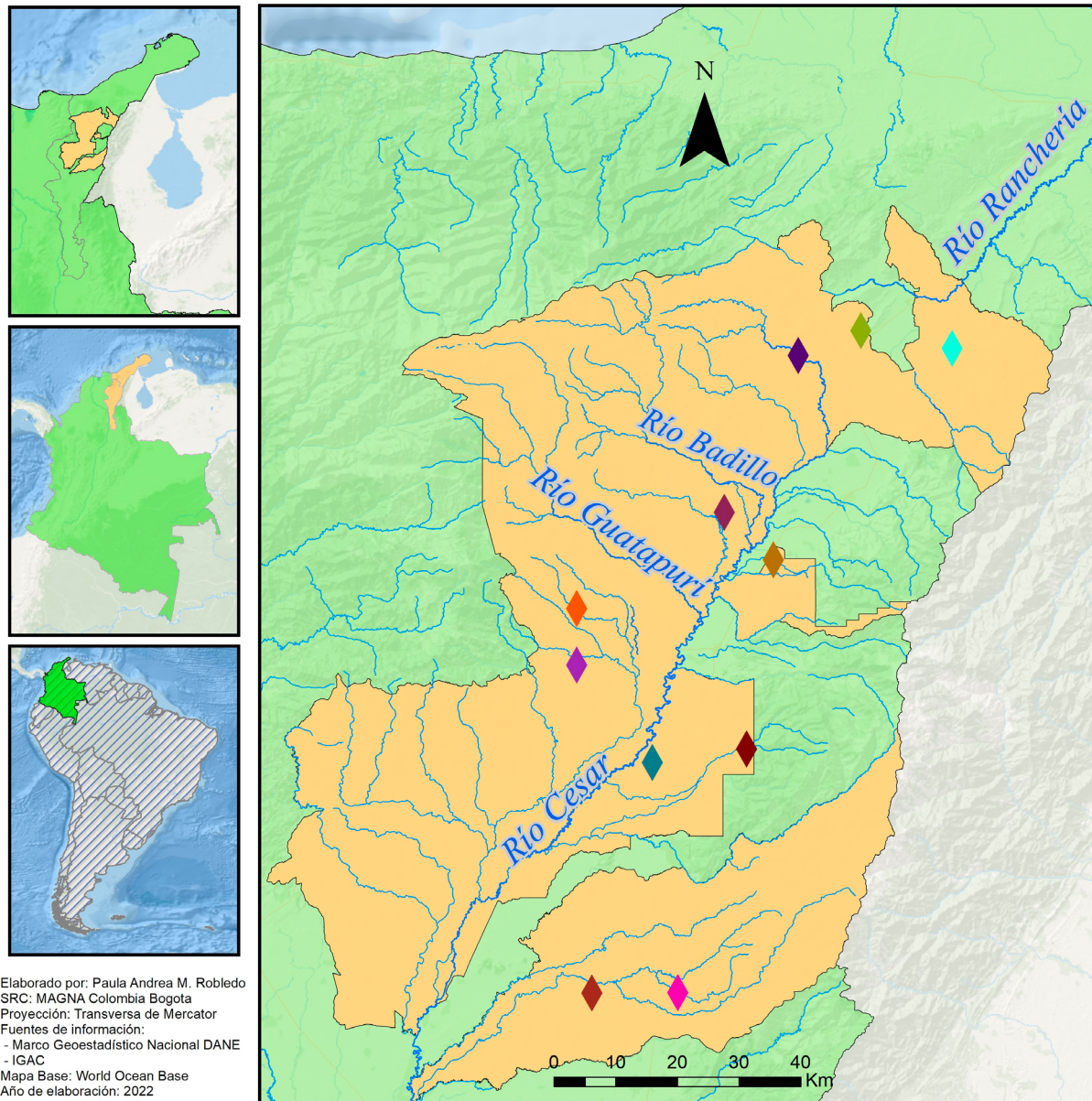
En cuanto a la estructura de la vegetación, la mayor densidad de tallos (DAP>2,5 cm) se observó en los B, BR y BMF (promedios de 179,8, 121,3 y 57 tallos por parcela, respectivamente). Entre los usos ganaderos, se destacan los ADP (promedio de 12,2 tallos por parcela), que en su mayoría corresponden a especies que han regenerado en forma espontánea en los potreros (Fig. 6).

Las otras variables que describen la estructura de la vegetación muestran comportamientos similares:

- La cobertura de dosel es alta en los B, BR y SV (promedios de 76,6 %, 80,5 % y 80,3 % respectivamente), intermedia en los ADP, BMF y SSPi (31,1 %, 44,9 % y 31,5 %, respectivamente) y nula en los PSA.
- El volumen total de vegetación es mayor en los B, BR y SV (1,9, 1,5 y 2,2 m³ de vegetación por m² de suelo, respectivamente), intermedia en ADP, BMF y SSPi (0,6, 1,2, 0,8 m³ de vegetación por m² de suelo, respectivamente) y mínima en los PSA (0,2 m³ de vegetación por m² de suelo).
- El índice de densidad foliar es alto en B, BR y SV (3,2, 3,4 y 3,5 respectivamente), intermedio en ADP y BMF (ambos 1,2) y bajo en PSA y SSPi (ambos 0,3).

Todos los usos de la tierra evaluados se caracterizaron por tener una vegetación de estructura poco compleja, donde la mayoría de los individuos corresponden a dos categorías de tamaño (Fig. 7) y los árboles de porte alto (principalmente *Peltogyne purpurea* Pitter, *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Anacardium excelsum* (Bertero & Balb.) Skeels., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., y *Albizia saman* (Jacq.) Merr.) se concentran en los relictos de bosque y algunos potreros arbolados.

En cuanto al ACP, los tres primeros componentes explicaron el 91 % de la varianza total de los datos (Tabla 3). La Fig. 8 muestra la disposición espacial de las variables estudiadas sobre el plano definido por los dos primeros ejes. El porcentaje de cobertura de dosel, volumen total de la vegetación e índice de densidad foliar se correlacionaron positiva y significativamente con el primer componente y tuvieron una tendencia a asociarse a las parcelas de B y



Ubicación de parcelas

COD	SISTEMA	COD	SISTEMA
ADP	Árboles dispersos en potreros	PSA	Pasturas sin árboles
BMF	Banco mixto de forraje	SV	Sucesión vegetal
B	Bosque	SSPi	Sistema silvopastoril intensivo
BR	Bosque ribereño		

FINCA	PARCELA
Finca La Luisa	P105 SV; P106 SSPi; P107 PSA; P108 ADP
Finca Santa Elena	P9 BR; P11 ADP; P12 BMF
Finca La Oka	P13 ADP; P14 ADP
Finca La Pradera	P29 BR; P31 ADP; P32 SSPi
Finca Villa Mariela	P109 B; P110 PSA; P111 BMF; P112 SSPi
Finca Palmares de Venecia	P113 B; P115 PSA; P116 BMF
Finca Casanare	P1 ADP; P2 ADP; P3 BMF; P4 ADP
Finca Las Delicias	P17 BR; P18 BMF
Finca Santa Isabel_Parcels 52	P5 ADP; P6 ADP; P7 ADP; P8 BR
Finca La Arcadia	P25 B; P26 ADP; P28 SSPi
Finca Salsipuedes	P33 B; P34 ADP; P35 SSPi

Leyenda

	Finca Casanare		Finca Palmares de Venecia
	Finca La Arcadia		Finca Salsipuedes
	Finca La Luisa		Finca Santa Elena
	Finca La Oka		Finca Santa Isabel_Parcels 52
	Finca La Pradera		Finca Villa Mariela
	Finca Las Delicias		

Figura 1. Ubicación de las parcelas de estudio en el valle del río Cesar, Colombia.

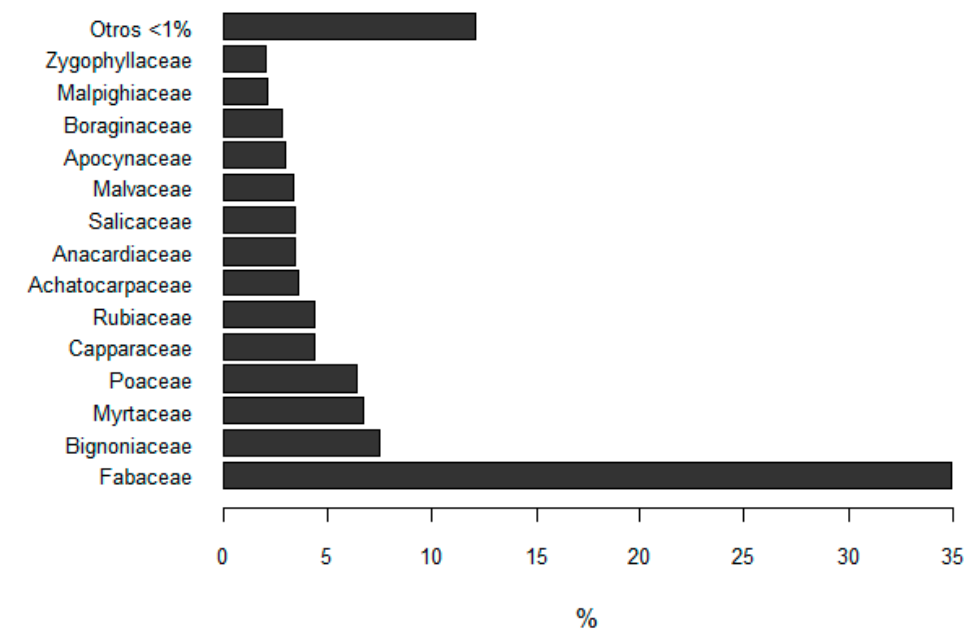


Figura 2. Abundancia relativa de familias de árboles más abundantes en sistemas ganaderos del Valle del Río Cesar.

BR. En el segundo componente, la densidad de tallos y riqueza presentaron la mayor contribución.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio sugieren que los predios ganaderos del valle del río Cesar conservan una diversidad florística importante a pesar del impacto que han tenido las actividades agropecuarias. En el conjunto de usos de la tierra evaluados en este estudio, se registró 1,2 % de las especies conocidas en el país, 10,8 % de las especies del bosque seco tropical y 16 % de las especies de la región Caribe (Pizano y García 2014). Aunque los relictos de bosque han sido sometidos a procesos de tala y extracción selectiva, aún albergan especies de interés para la conservación tales como *Cedrela odorata* L., *Anacardium excelsum* (Bertero & Balb.) Skeels., *Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg. y *Peltogyne purpurea* Pittier.

Los bosques (B, BR) albergan 45 % y 57 % respectivamente, de las especies presentes en el paisaje ganadero estudiado (8 000 km² aproximadamente). El 83 % de las especies registradas en este estudio se encontraron exclusivamente en los bosques (B+BR), por lo cual la protección de estos fragmentos es imprescindible para la conservación de la biodiversidad en la región. Esta afirmación es especialmente relevante en el bosque seco tropical de la región

Caribe colombiana, donde quedan 367 762 has de este ecosistema (Pizano y García 2014), con un tamaño promedio de los fragmentos de 394 has, de las cuales 167 has corresponden a rastrojos y 60,7 ha a bosques maduros (Pizano et al. 2016). Por otra parte, la mayoría de los relictos de bosque que aún existen se encuentran en fincas particulares. Esto sugiere que la adopción de modelos ganaderos con árboles debería estar articulada a procesos de restauración forestal. La transición hacia sistemas silvopastoriles con una adecuada rotación de los potreros, logra un aprovechamiento más intensivo y sostenible de las áreas productivas, y hace posible la liberación de áreas sensibles de los predios (laderas empinadas, rondas de cursos de agua)

Tabla 3. Coeficientes de correlación de las variables de estructura de la vegetación y riqueza de especies en los componentes principales.

ACP	CP1	CP2	CP3
% de varianza explicada	0,67	0,14	0,10
Cobertura dosel (%)	0,45	-0,30	0,027
Volumen total de la vegetación	0,40	-0,51	0,20
Índice de densidad foliar	0,45	-0,25	0,07
Número de clases diamétricas	0,34	0,12	-0,91
Densidad de tallos	0,38	0,55	0,20
Riqueza	0,40	0,50	0,26

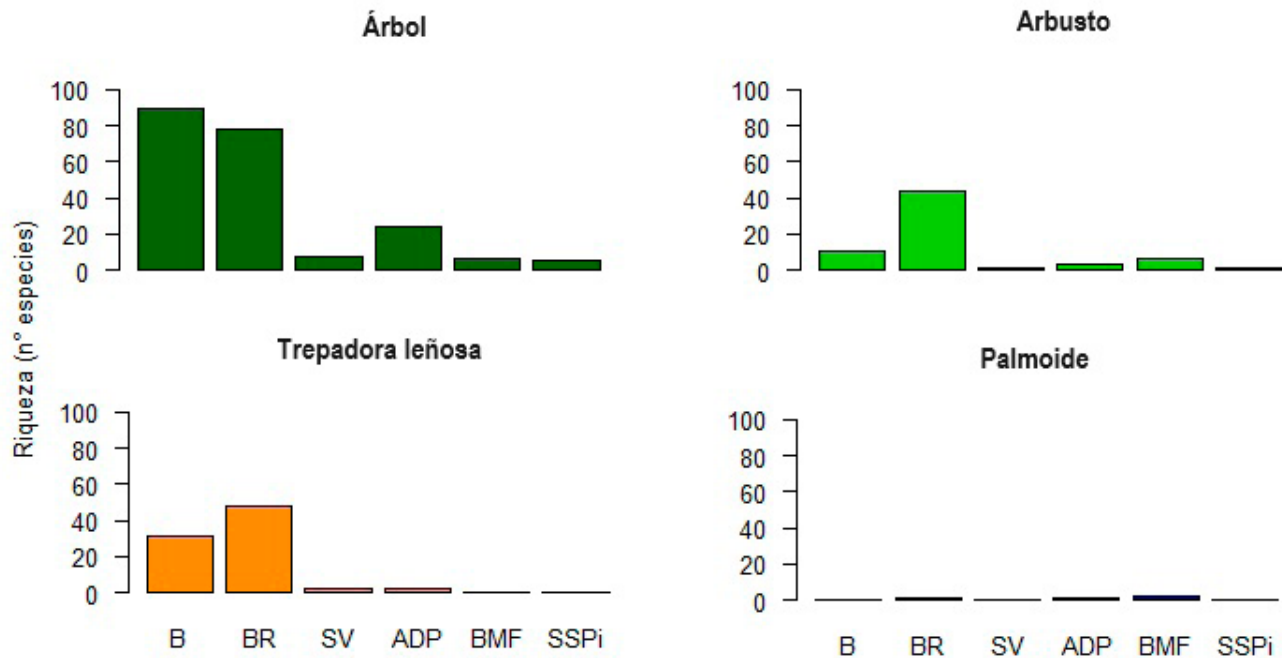


Figura 3. Número de especies de árboles, arbustos, palmas y trepadoras leñosas asociadas a diferentes usos de suelo en predios ganaderos en Valle del río Cesar. B: bosque; BR: bosque ribereño; SV: sucesión vegetal; ADP: árboles dispersos en potreros; BMF: bancos forrajeros; SSPi: sistemas silvopastoriles intensivos.

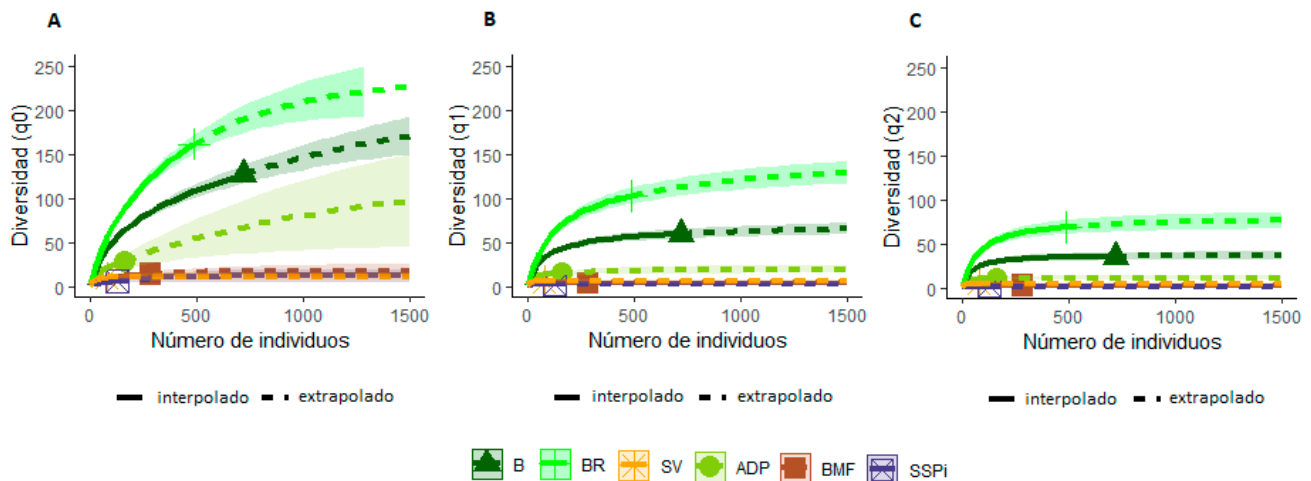


Figura 4. Comparación de la diversidad q_0 , q_1 , q_2 entre los usos de la tierra. B: bosque; BR: bosque ribereño; SV: sucesión vegetal; ADP: árboles dispersos en potreros; BMF: bancos forrajeros; SSPi: sistemas silvopastoriles intensivos.

Tabla 4. Especies de interés para la conservación en los diferentes usos de la tierra evaluados en fincas ganaderas del Valle del río Cesar. B: bosque; BR: bosque ribereño; ADP: árboles dispersos en potreros; SSPi: sistemas silvopastoriles intensivos. EN: En peligro; VU: Vulnerable; NT: Casi amenazada. De acuerdo con la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, por sus siglas en inglés).

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	B	BR	ADP	SSPi
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí	NT	X		X	
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Carreto	EN	X	X	X	
Zygophyllaceae	<i>Bulnesia arborea</i>	Guayacán	EN	X	X	X	
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	EN	X		X	X
Chrysobalanaceae	<i>Parinari pachyphylla</i>	Perehuétano	EN		X		
Fabaceae	<i>Peltogyne purpurea</i>	Tananeo	VU	X	X		

para la restauración de los bosques y matorrales nativos (Calle y Murgueitio 2020).

Aunque los sistemas silvopastoriles mantienen una diversidad moderada de árboles y arbustos en el paisaje ganadero del valle del río Cesar, una alta proporción de las especies del paisaje (83 %) no están presentes en estos sistemas arbolados. Los potreros con árboles dispersos (ADP) presentaron el 10 % de las especies registradas en este estudio y compartieron 6,8 % de las especies con los bosques. Este uso del suelo presentó la mayor diversidad de plantas entre los sistemas ganaderos evaluados, debido a que en ellos se hace un manejo selectivo de la regeneración natural. Además, los potreros con árboles dispersos y los bosques presentaron el mayor número de especies raras (Tabla 4), que corresponden a árboles y palmas

escasos en la región y con alguna categoría de amenaza. Esquivel et al. (2004), también encontraron una alta diversidad de árboles en potreros de bosque seco en Costa Rica, con especies como *Tabebuia rosea* (Bertol.) A.DC., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, *Acrocomia vinifera* Jacq., *Tabebuia ochracea* A.H. Gentry, *Pachira quinata* (Jacq.) W.S. Alverson, *Cedrela odorata* L. y *Samanea saman* (Jacq.) Merr. Sin embargo, las densidades de los sistemas ganaderos varían según el tipo de manejo. Sólo 7 % de los potreros evaluados en el mismo estudio presentaron densidades por encima de 20 árboles ha⁻¹.

Los árboles que se integran a los sistemas silvopastoriles proveen sombra para el ganado y ofrecen sitios de refugio, alimento y anidamiento para la fauna local (Fajardo et al. 2009, Giraldo et al. 2011, Montoya-M et al. 2016). Además, varias especies encontradas en los ADP son árboles maderables nativos y especies focales¹ como *Crescentia cujete* L., *Tabebuia* sp., (Calle y Murgueitio 2020), por lo cual su preservación y multiplicación en las fincas ganaderas es fundamental para garantizar la conservación de especies amenazadas a escala regional.

Aunque en este estudio algunos arreglos silvopastoriles, como los SSPi y BMF, presentaron baja diversidad y están integrados por un conjunto selecto de especies forrajeras, podrían ser rediseñados para integrar especies arbóreas en el estrato superior (Zapata y Silva 2020). La siembra o el manejo de la regeneración de árboles en estos arre-

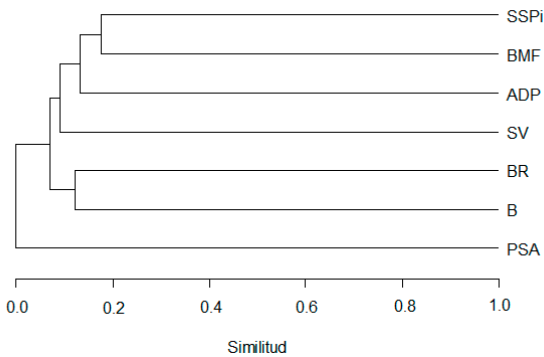


Figura 5. Análisis de agrupamiento a partir del índice de similitud Jaccard de la vegetación asociada a los diferentes usos de la tierra en las fincas ganaderas del Valle del río Cesar. B: bosque; BR: bosque ribereño; SV: sucesión vegetal; ADP: árboles dispersos en potreros; BMF: bancos forrajeros; SSPi: sistemas silvopastoriles intensivos; PSA: Potreros sin árboles.

¹ "Conjunto de árboles y palmas nativos de importancia para la conservación global, que pueden ser plantados o manejados en sistemas silvopastoriles y bosques ribereños con el fin de mejorar la conectividad y el valor de conservación de los paisajes ganaderos" (Calle y Murgueitio 2020)

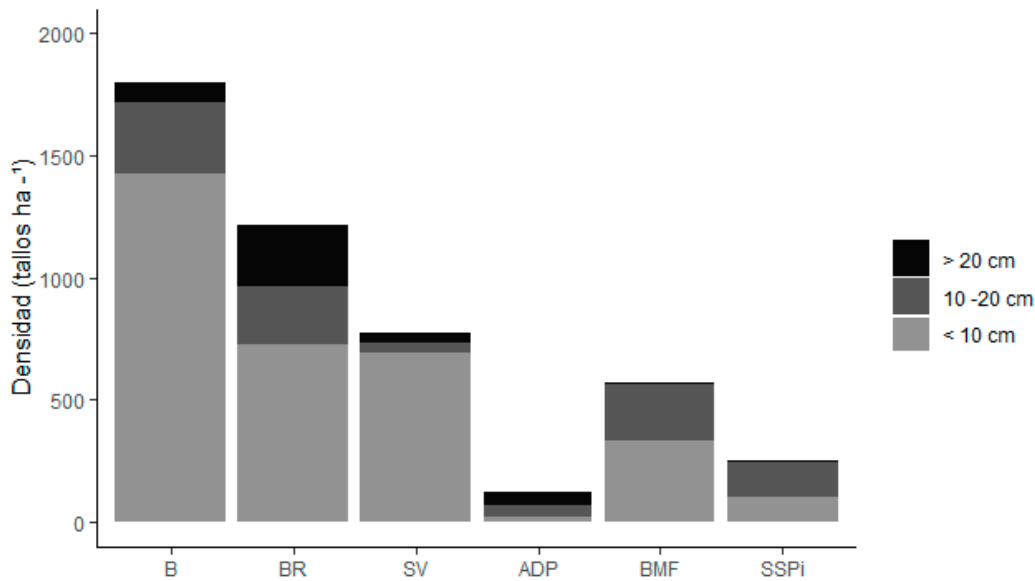


Figura 6. Densidad de tallos (DAP > 2,5 cm) y distribución diamétrica en diferentes sistemas ganaderos y bosques en el Valle del río Cesar, Colombia. B: bosque; BR: bosque ribereño; SV: sucesión vegetal; ADP: árboles dispersos en potreros; BMF: bancos forrajeros; SSPI: sistemas silvopastoriles intensivos.

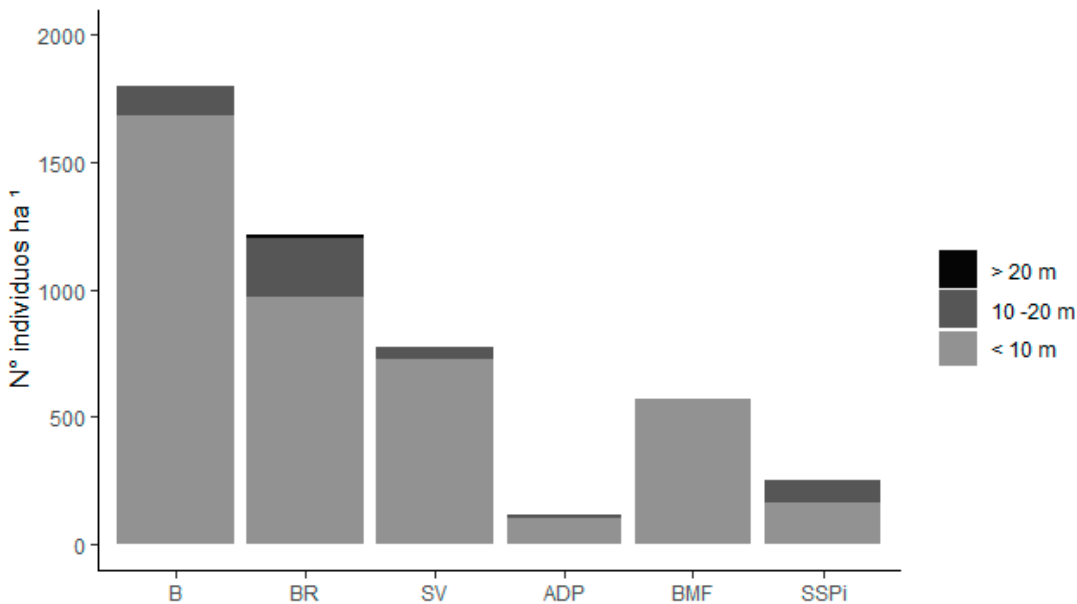


Figura 7. Distribución de alturas de la vegetación en diferentes sistemas ganaderos y bosques en el Valle del río Cesar, Colombia. B: bosque; BR: bosque ribereño; SV: sucesión vegetal; ADP: árboles dispersos en potreros; BMF: bancos forrajeros; SSPI: sistemas silvopastoriles intensivos.

glos silvopastoriles contribuiría a la riqueza florística local y mejoraría la provisión de servicios ecosistémicos en las áreas de pastoreo bovino.

Teniendo en cuenta que el bosque seco tropical es uno de los ecosistemas más amenazados del país (Pizano y García 2014), la ganadería debe, por un lado, contribuir a la conservación y restauración de este ecosistema y por otro, promover un cambio en el paisaje ganadero mediante la

adopción de prácticas silvopastoriles con árboles y arbustos nativos, que permiten mantener la diversidad vegetal. La restauración de este paisaje exige conservar y conectar los fragmentos de bosque existentes, ampliar la escala de los sistemas ganaderos con árboles y arbustos e integrar una mayor diversidad de especies nativas en todos los usos de la tierra.

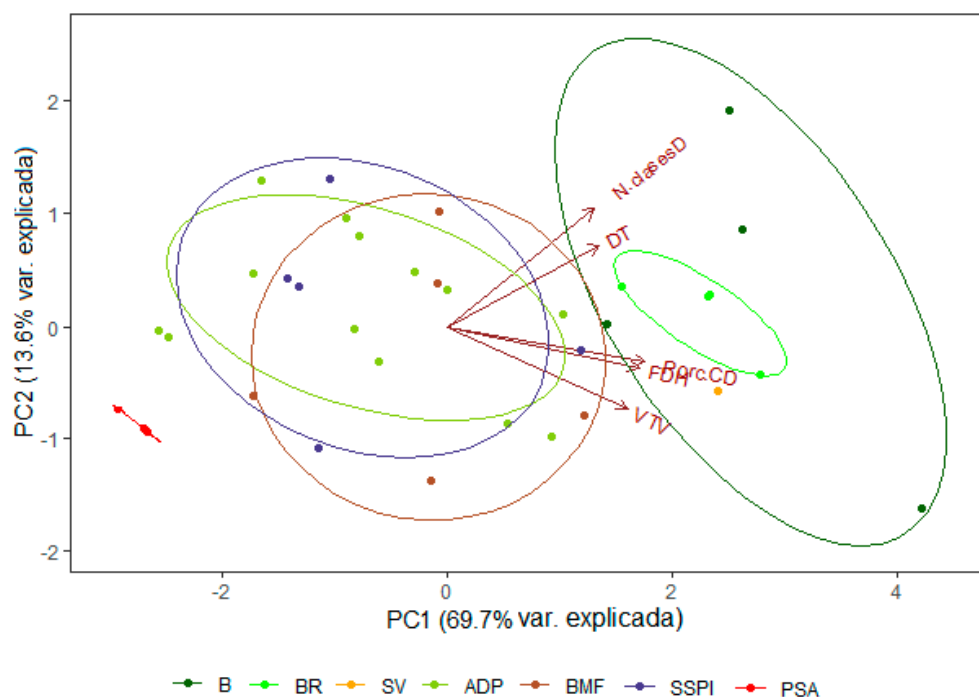


Figura 8. Análisis de componentes principales de las variables de estructura de la vegetación y riqueza de especies. ADP: Árboles dispersos en potrero, BMF: Bancos mixtos de forraje, PSA: Pasturas sin árboles, B: Bosques, BR: Bosques ribereños, SSPI: Sistema Silvopastoril Intensivo. DT: Densidad de tallos, N.claseD: Número de clases diamétricas, VTV: Volumen total de la vegetación, FDH: índice de densidad foliar, CD: Cobertura de dosel (%).

CONCLUSIONES

- Los sistemas silvopastoriles integrados a la red de bosques y corredores ribereños del paisaje ganadero, hacen una contribución a la diversidad florística en el valle del río Cesar y protegen especies de interés para la conservación.
- El diseño de los sistemas silvopastoriles intensivos debe incluir una mayor cantidad de especies nativas de importancia para la conservación, las cuales pueden ser sembradas o manejadas con procesos de regeneración natural. En este caso, lograr una mayor complejidad estructural de la vegetación en las áreas de pastoreo bovino, puede ser una estrategia importante para preservar la fauna y la flora de la región.
- Teniendo en cuenta que el bosque seco tropical es uno de los ecosistemas más amenazados del país, la ganadería debe contribuir a la conservación y restauración de este ecosistema y promover un cambio en el paisaje ganadero mediante la adopción de prácticas silvopastoriles con árboles y arbustos nativos, que permiten mantener la diversidad vegetal.

AGRADECIMIENTOS

El análisis de los datos y la colecta de información ambiental se realizó en el marco del proyecto “Implementación de sistemas sostenibles de agricultura y ganadería para lograr simultáneamente la conservación de bosques para la mitigación de cambio climático (REDD+) y la construcción de la paz en Colombia” apoyado por el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania (BMU). El trabajo de campo fue realizado en el marco del proyecto “Ganadería Colombiana Sostenible”. Los autores agradecen además a Minciencias y al Patrimonio Autónomo Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación Francisco José de Caldas por su apoyo a CIPAV a través del contrato 80740-006-2020. Al Programa de Liderazgo de ELTI (Iniciativa de Capacitación y Liderazgo Ambiental) por la financiación del mapa, que fue elaborado por Andrea Molina y Bernardo Murgueitio.

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

LPG, análisis de datos y escritura del manuscrito; ZC, diseño del experimento, análisis de datos y escritura del manuscrito; MH, toma de datos en campo, identificación

botánica, escritura del manuscrito; AG, toma de datos en campo, escritura del manuscrito; JCh, análisis de datos y escritura del manuscrito.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

LITERATURA CITADA

- Bello F, Lavorel S, Díaz S, Harrington R, Cornelissen JHC, Bardgett RD, Berg MP, Cipriotti P, Feld CK, Hering D, da Silva PM, Potts SG, Sandin L, Sousa JP, Storkey J, Wardle DA, Harrison PA. 2010. Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Bio. Cons.* 19:2873-2893. doi: <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9850-9>
- Chiu C, Jost L, Chao A. 2014. Phylogenetic beta diversity, similarity, and differentiation measures based on Hill numbers. *Ecol. Monog.* 84(1):21-44. doi: <https://doi.org/10.1890/12-0960.1>
- Calle Z, Murgueitio E. 2020. Árboles nativos para predios ganaderos. *Especies focales del proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. Cali, Colombia: CIPAV.
- [CORPOCESAR] Corporación Autónoma Regional del Cesar. 2007. Plan de acción regional (par) para la lucha contra la desertificación y la sequía en el departamento del Cesar, con énfasis en la región del río Cesar. Convenio 172/2004. Bogotá: Corposesar e IDEAM.
- Chará J, Reyes E, Peri P, Otte J, Arce E, Schneider F. 2020. *Sistemas Silvopastoriles y su contribución al uso eficiente de los recursos y a los objetivos de Desarrollo Sostenible: Evidencias desde América Latina*. Cali, Colombia: CIPAV, FAO & Agri Benchmark, Editorial CIPAV.
- Esquivel H, Ibrahim M, Harvey CA, Villanueva C, Benjamín T, Sinclair F. 2004. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. *Agro. Américas* 10:24-29.
- Fajardo D, Johnston-González R, Neira L, Chará J, Murgueitio E. 2009. Influencia de sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja, Colombia. *Rec. Nat. Amb.* 58: 9-16.
- Gentry AH. 1982. Patterns of Neotropical plant diversity. *Evol. Biol.* 15: 1-84. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6968-8_1
- Gerber PJ, Steinfeld H, Henderson B, Mottet A, Opio C, Dijkman J, Falucci A, Tempio G. 2013. Tackling climate change through livestock- A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome: FAO.
- Giraldo C, Escobar F, Chará J, Calle Z. 2011. The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. *Inst. Cons. Div.* 4(2):115-22. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2010.00112.x>
- Giraldo C. 2015. *Servicios ecosistémicos y funciones ecológicas de los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) en sistemas de reconversión ganadera en el Caribe de Colombia*. [Tesis]. [Cali]. Universidad del Valle.
- Holdridge LR. 1987. *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación Para La Agricultura (IICA): Serie de Libros y Materiales Educativos, 34.
- [IDEAM, MADS, UDCA]. 2015. Estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia - 2015. IDEAM. Bogotá D.C., Colombia: Publicación aprobada por el IDEAM.
- Jost L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*. 113(2):363-375. doi: <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Mills GS, Dunning JB, Bates JM. 1991. The relationship between breeding bird density and vegetation volume. *Wilson Bull.* 103(3):468-479.
- Montagnini F, Ibrahim M, Murgueitio Restrepo E. 2013. Silvopastoral Systems and climate change mitigation in Latin America. *Bois et Forêts des Tropiques* 316. 20:3-16. doi: <https://doi.org/10.19182/bft2013.316.a20528>
- Montoya-M S, Giraldo C, Montoya-L J, Chará J, Escobar F, Calle Z. 2016. Land sharing vs. Land sparing in the dry Caribbean lowlands: A dung beetles' perspective. *App. Soil Ecol.* 98:204-212. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.10.017>
- Murgueitio E, Ibrahim M. 2009. Ganadería y medio ambiente en América Latina. En Murgueitio E, Cuartas C, Naranjo J, editores. *Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo*. Cali, Colombia: Fundación CIPAV.
- Murgueitio E, Chará J, Solarte A, Uribe F, Zapata C, Rivera JE. 2013. Agroforestería Pecuaria con Sostenibilidad. *Rev. Colomb. Cien. Pec.* 26: 313-316.
- Newbold T, Hudson L, Hill SLL, Contu S, Lysenko I, Senior RA, Börger L, Bennett DJ, Choimes A, Collen B, Day J, De Palma A, Díaz S, Echeverría-Londoño S, Edgar MJ, Feldman A, Garon M, Harrison MLK, Alhusseini T, Ingram DJ, Itescu Y, Kattge J, Kemp V, Kirkpatrick L, Kleyer M, Pinto-Correia DL, Martin CD, Meiri S, Novosolov M, Pan Y, Phillips HRP, Purves DW, Robinson A, Simpson J, Tuck SL, Weiher E, White HJ, Ewers RM, Mace GM, Scharlemann JPW, Purvis A. 2015. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature* 520:45-50. doi: <https://doi.org/10.1038/nature14324>
- Pizano C, García H, editores. 2014. *El bosque seco tropical en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: IAvH - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Pizano C, Gonzalez-M R, Lopez R, Jurado RD, Cuadros H, Castañón A, Rojas A, Perez K, Vergara-V H, Idarraga A, Isaac P, García H. 2016. *El bosque seco tropical en Colombia: Distribución y estado de conservación*. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia.
- R Development Core Team, 2018. 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>.

Zapata A, Silva BE. 2020. Sistemas silvopastoriles aspectos teóricos y prácticos. CARDER, CIPAV. Editorial CIPAV. Segunda edición. Cali, Colombia.

Zuluaga A, Galindo W, Chará J, Calle Z. 2011. Descripción de los sistemas silvopastoriles y especies a utilizar en el proyecto. En: Chará J, Murgueitio E, Zuluaga A, Giraldo C, editores. *Ganadería Colombiana Sostenible*. Cali: CIPAV.

Anexo 1. Composición de la vegetación en fincas ganaderas del Valle del río Cesar. B: bosque; BR: bosque ribereño; SV: sucesión vegetal; ADP: árboles dispersos en potreros; BMF: bancos forrajeros; SSPI: sistemas silvopastoriles intensivos.

Familia	Nombre científico	B	BR	SV	ADP	BMF	SSPi	Total general
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus nigricans</i>	49	10					59
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>		3					3
	<i>Anacardium occidentale</i>				4			4
	<i>Astronium graveolens</i>	28	8		1			37
	<i>Mangifera indica</i>		4			4		8
	<i>Spondias mombin</i>		4					4
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>					3		3
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	14	13		17			44
	<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i>		4					4
Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i>		3		6			9
	<i>Elaeis guineensis</i>					3		3
Bignoniaceae	<i>Bignonia diversifolia</i>		2					2
	<i>Bignoniaceae</i> sp.	3						3
	<i>Bignoniaceae</i> sp. 1		6					6
	<i>Bignoniaceae</i> sp. 10	2	3					5
	<i>Bignoniaceae</i> sp. 11	2						2
	<i>Bignoniaceae</i> sp. 12	2						2
	<i>Ceratophytum tetragonolobum</i>	11						11
	<i>Crescentia cujete</i>		6		9	1		16
	<i>Cydista diversifolia</i>	4	4					8
	<i>Dolichandra unguis-cati</i>			1				1
	<i>Handroanthus</i> cf. <i>chrysanthus</i>		6		17			23
	<i>Handroanthus</i> cf. <i>ochraceus</i>		7					7
	<i>Handroanthus</i> sp. 10			2				2
	<i>Macfadyena unguis-cati</i>	1	1					2
	<i>Roseodendron chryseum</i>		13		16			29
	<i>Tabebuia</i> sp. 1		2		1			3
	<i>Tabebuia</i> sp. 2	1						1
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1						1
Boraginaceae	<i>Cordia bicolor</i>		2					2
	<i>Cordia</i> cf. <i>alliodora</i>	1	1					2
	<i>Cordia dentata</i>	9	7					16
	<i>Cordia</i> sp. 11	26						26
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	1						1
	<i>Bursera simaruba</i>	1	3					4
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	3	4					7
	<i>Pereskia guamacho</i>		1					1
	<i>Stenocereus griseus</i>	2						2
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i>	1						1
	<i>Trema micrantha</i>				1			1
Capparaceae	<i>Belencita nemorosa</i>	8						8
	<i>Capparidastrium frondosum</i>		2					2

(Continúa)

Familia	Nombre científico	B	BR	SV	ADP	BMF	SSPi	Total general
	Capparis cf. odoratissima	3						3
	Capparis odoratissima	39			3			42
	Capparis verrucosa	4	1					5
	Crateva tapia	2	4					6
	Morisonia americana	6						6
Caricaceae	<i>Vasconcellea</i> sp. 10	2						2
Celastraceae	<i>Pristimera verrucosa</i>		1					1
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanaceae</i> sp. 10	1						1
	<i>Parinari pachyphylla</i>		17					17
Convolvulaceae	<i>Convolvulaceae</i> sp. 10	1						1
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> sp. 1		1					1
	<i>Erythroxylum</i> sp. 2	3						3
	<i>Erythroxylum</i> sp. 3	1						1
Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i>		16					16
	<i>Manihot esculenta</i>					1		1
	<i>Sapium glandulosum</i>	3						3
Fabaceae	<i>Bauhinia</i> cf. <i>glabra</i>	21						21
	<i>Caesalpinia coriaria</i>	4						4
	<i>Caesalpinia mollis</i>				30			30
	<i>Caesalpinia punctata</i>	4	1					5
	<i>Calliandra</i> sp. 1		3					3
	<i>Cassia moschata</i>				1			1
	<i>Coursetia ferruginea</i>	25			1			26
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>		8					8
	Fabaceae indet.	3						3
	Fabaceae sp. 10		1					1
	Fabaceae sp. 11		1					1
	Fabaceae sp. 12	1	2					3
	Fabaceae sp. 13		8					8
	Fabaceae sp. 14		1					1
	Fabaceae sp. 15		1					1
	Fabaceae sp. 2		3					3
	Fabaceae sp. 24		1					1
	Fabaceae sp. 3		1					1
	Fabaceae sp. 33	2						2
	Fabaceae sp. 4		1					1
	Fabaceae sp. 41	1						1
	Fabaceae sp. 42	4						4
	Fabaceae sp. 49	10						10
	Fabaceae sp. 5	1	3					4
	Fabaceae sp. 50	1						1
	Fabaceae sp. 6	6	1					7
	Fabaceae sp. 7		1					1
	Fabaceae sp. 8		1					1
	<i>Gliricidia sepium</i>					15		15

(Continúa)

Familia	Nombre científico	B	BR	SV	ADP	BMF	SSPi	Total general
	Haematoxylum brasiletto	1						1
	Homalium guianense	1						1
	Inga sp. 1		22					22
	Leucaena leucocephala				1	137	27	165
	Lonchocarpus fendleri	5	1					6
	Lonchocarpus sp. 1		2					2
	Lonchocarpus sp. 2		2					2
	Lonchocarpus sp. 3				1			1
	Machaerium arboreum	55	2					57
	Machaerium sp. 1		1					1
	Machaerium sp. 10			1				1
	Machaerium sp. 2		1					1
	Myroxylon balsamum		1					1
	Peltogyne purpurea	7	2					9
	Pithecellobium roseum	12	4					16
	Pithecellobium sp. 2		2					2
	Platymiscium pinnatum	13			3			16
	Platypodium elegans		4					4
	Prosopis juliflora	4			20		1	25
	Pterocarpus cf. rohrii		4					4
	Randia aculeata	1						1
	Samanea saman		2	2	4	2	1	11
	Senegalia polyphylla	5		27				32
	Senegalia sp. 10				1			1
	Senegalia sp. 11	1						1
	Senegalia sp. 2		8					8
	Senegalia tenuifolia	2	1					3
	Senna atomaria		2				1	3
	Senna sp. 1		1					1
	Tabernaemontana amygdalifolia		1					1
	Vachellia tortuosa	1			2	1	1	5
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>		2					2
Lamiaceae	<i>Vitex cymosa</i>		10					10
	<i>Vitex</i> sp. 1	1			1			2
	<i>Vitex</i> sp. 10	1						1
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp. 1		14					14
Loganiaceae	<i>Strychnos panamensis</i>		2					2
Malpighiaceae	<i>Bunchosia</i> sp. 1	1						1
	<i>Hiraea</i> sp. 1		1					1
	<i>Malpighia glabra</i>		2					2
	<i>Malpighiaceae</i> sp. 1		5					5
	<i>Malpighiaceae</i> sp. 3		1					1
	<i>Malpighiaceae</i> sp. 4		2					2
	<i>Mascagnia macradena</i>	9						9
	<i>Mascagnia</i> sp. 1		13					13

(Continúa)

Familia	Nombre científico	B	BR	SV	ADP	BMF	SSPi	Total general
Malvaceae	<i>Cavanillesia platanifolia</i>		2					2
	<i>Ceiba pentandra</i>		3					3
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	7	11	19	6	1		44
	<i>Malvaceae sp. 3</i>	3						3
	<i>Pseudobombax septenatum</i>	1						1
	<i>Sterculia apetala</i>		2					2
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>					3		3
	<i>Cedrela odorata</i>	2						2
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	2	1					3
	<i>Ficus nymphaeifolia</i>				1			1
	<i>Ficus sp. 1</i>		2					2
	<i>Ficus sp. 2</i>		3					3
	<i>Ficus sp. 3</i>		2					2
	<i>Maclura tinctoria</i>			8	3			11
	<i>Moraceae sp. 1</i>		1					1
	<i>Moraceae sp. 6</i>	1						1
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i>					2		2
Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i>					7		7
Myrtaceae	<i>Eucalyptus cf. tereticornis</i>						95	95
	<i>Eugenia sp. 1</i>		2					2
	<i>Eugenia sp. 13</i>	11						11
	<i>Myrtaceae sp. 9</i>		2					2
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>		2					2
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus sp. 1</i>		1					1
Phytolaccaceae	<i>Seguiera aculeata</i>		2					2
Piperaceae	<i>Piper sp. 14</i>	1						1
	<i>Piper sp. 15</i>			3				3
Poaceae	<i>Saccharum officinarum</i>					105		105
Polygonaceae	<i>Coccoloba sp. 1</i>		1					1
	<i>Ruprechtia ramiflora</i>		3					3
	<i>Triplaris americana</i>		11					11
Rhamnaceae	<i>Ziziphus cf. strychnifolia</i>		2					2
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	7	1					8
	<i>Randia armata</i>	38	7					45
	<i>Rubiaceae sp. 1</i>		2					2
	<i>Rubiaceae sp. 19</i>	3						3
	<i>Rubiaceae sp. 2</i>		1					1
	<i>Rubiaceae sp. 20</i>	1						1
	<i>Rubiaceae sp. 21</i>	1						1
	<i>Rubiaceae sp. 3</i>		4					4
	<i>Rubiaceae sp. 8</i>	5						5
	<i>Simira sp. 10</i>	1						1
Salicaceae	<i>Casearia aculeata</i>	4						4
	<i>Casearia corymbosa</i>		4	12				16
	<i>Casearia sp. 2</i>				1			1

(Continúa)

Familia	Nombre científico	B	BR	SV	ADP	BMF	SSPi	Total general
	Casearia tremula	19						19
	Homalium guianense	8	1					9
	Salicaceae sp. 1		6					6
	Xylosma sp. 1				1			1
Sapindaceae	<i>Matayba scrobiculata</i>		1					1
	Melicoccus bijugatus	5						5
	Paullinia sp. 1	1	1					2
	Paullinia sp. 11	2						2
	Sapindaceae sp. 1	4						4
	Sapindus saponaria				1			1
	Serjania sp. 10	1						1
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	1		2				3
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i>		1		1			2
Ximeniaceae	<i>Ximenia americana</i>		2					2
Zygophyllaceae	<i>Bulnesia arborea</i>	21	6		6			33
Fam.indet.	Sp. indet.1	15						15
Fam.indet.	Sp. indet.2		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.3		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.4		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.5		2					2
Fam.indet.	Sp. indet.6		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.7		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.8		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.9		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.10		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.11		2					2
Fam.indet.	Sp. indet.12		2					2
Fam.indet.	Sp. indet.13		2					2
Fam.indet.	Sp. indet.14		2					2
Fam.indet.	Sp. indet.15		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.16		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.17		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.18		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.19		4					4
Fam.indet.	Sp. indet.20		2					2
Fam.indet.	Sp. indet.21		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.22		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.23		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.24		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.25		3					3
Fam.indet.	Sp. indet.26		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.27		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.28		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.29		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.30		1					1

(Continúa)

Familia	Nombre científico	B	BR	SV	ADP	BMF	SSPi	Total general
Fam.indet.	Sp. indet.31		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.32		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.33		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.34		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.35		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.36		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.37	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.38	17	2					19
Fam.indet.	Sp. indet.39	3						3
Fam.indet.	Sp. indet.40	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.41	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.42	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.43	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.44	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.45	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.46	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.47	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.48	11	3					14
Fam.indet.	Sp. indet.49	14	8					22
Fam.indet.	Sp. indet.50		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.51	5						5
Fam.indet.	Sp. indet.52	4						4
Fam.indet.	Sp. indet.53	4						4
Fam.indet.	Sp. indet.54	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.55	8						8
Fam.indet.	Sp. indet.56	4						4
Fam.indet.	Sp. indet.57	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.58	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.59	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.60	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.61	2						2
Fam.indet.	Sp. indet.62	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.63		2					2
Fam.indet.	Sp. indet.64		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.65		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.66		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.67		6					6
Fam.indet.	Sp. indet.68		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.69		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.70		2					2
Fam.indet.	Sp. indet.71		2					2
Fam.indet.	Sp. indet.72		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.73		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.74		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.75	7	1					8

(Continúa)

Familia	Nombre científico	B	BR	SV	ADP	BMF	SSPi	Total general
Fam.indet.	Sp. indet.76		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.77		1					1
Fam.indet.	Sp. indet.78	2						2
Fam.indet.	Sp. indet.79	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.80	2						2
Fam.indet.	Sp. indet.81	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.82	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.83	3						3
Fam.indet.	Sp. indet.84	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.85	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.86	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.87	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.88	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.89	2						2
Fam.indet.	Sp. indet.90	3						3
Fam.indet.	Sp. indet.91	1						1
Fam.indet.	Sp. indet.92	1						1
Número de individuos		719	485	77	160	285	126	1852
Número de especies		127	161	10	29	14	6	281