

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/352910225>

Caracterización y diversidad de árboles dispersos en pasturas de un paisaje de bosque seco tropical en el Caribe Colombiano

Article in *Livestock Research for Rural Development* · July 2021

CITATIONS

3

READS

2,039

5 authors, including:



[Jaime Andres Arias Rojas](#)

Agrosavia

11 PUBLICATIONS 11 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Darwin Fabian Lombo](#)

24 PUBLICATIONS 17 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Adelina Rosa Caballero López](#)

Agrosavia

12 PUBLICATIONS 8 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Milton Rivera Rojas](#)

Agrosavia

16 PUBLICATIONS 47 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Caracterización y diversidad de árboles dispersos en pasturas de un paisaje de bosque seco tropical en el Caribe Colombiano

Jaime Andrés Arias Rojas, Darwin Fabian Lombo Ortiz, Adelina Rosa Caballero Lopez, Milton Rivera Rojas y Esteban Burbano Erazo

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), C.I Motilonia, Agustín Codazzi, Colombia
jarias@agrosavia.co

Resumen

Los árboles dispersos en pasturas son agroecosistemas importantes en los paisajes ganaderos del Caribe Colombiano, por su contribución en la conservación y protección de especies arbóreas. El estudio tuvo como objetivo caracterizar la composición y diversidad florística de árboles dispersos en potrero, en condiciones de bosque seco tropical en la región Caribe de Colombia. El área de estudio se localizó en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar y correspondió a potreros arbolados con prevalencia de gramíneas naturalizadas. Se clasificaron taxonómicamente y se midieron las variables dasométricas diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total y altura de reiteración en todos los árboles con $DAP \geq 10$ cm. Se estimó la estructura horizontal mediante el índice de valor de importancia (IVI) y la estructura vertical por el método del diagrama de dispersión de copas (OGAWA), además la diversidad se calculó a través de los índices de Shannon (H') y Simpson (D). Se registraron un total de 750 individuos, pertenecientes a nueve familias botánicas, 22 géneros y 28 especies, la familia Fabaceae tuvo la mayor representación con 12 especies. Las especies *Albizia saman* (82.3 %), *Guazuma ulmifolia* (77.8 %) y *Maclura tinctoria* (17.2 %) presentaron los mayores IVI y el 50.87% de los individuos censados tuvieron una altura total y de reiteración promedio de 10.93 ± 3.3 m y 5.43 ± 2.1 m, respectivamente. El diagrama de dispersión de copas presentó una distribución sin estratificación, las clases diamétricas evidenciaron una tendencia en L o J invertida donde la mayor parte de los árboles se concentraron en las primeras clases. La diversidad arbórea en el área de estudio fue baja, de acuerdo con los resultados obtenidos en los índices de Shannon 1.4 ± 0.4 y Simpson 0.6 ± 0.1 , debido posiblemente a la constante intervención antrópica, sin embargo, su importancia es evidente a nivel de paisaje, al contribuir con la conservación de especies amenazadas y procesos de regeneración natural. Además, los árboles dispersos pueden proveer servicios ecosistémicos, como mejoramiento de la salud del suelo, regulación hídrica, fijación de carbono, producción de forraje y frutos, fuente de alimento para insectos polinizadores, disponibilidad de leña y madera, que son funciones y atributos, necesarios para la sostenibilidad del sistema y la protección de los recursos naturales.

Palabras claves: estructura horizontal, estructura vertical, indicadores de biodiversidad, pasturas naturalizadas, servicios ecosistémicos, sistemas silvopastoriles

Characterization and diversity of trees scattered in pastures of a tropical dry forest landscape in the Colombian Caribbean

Abstract

Scattered trees in pastures are important agroecosystems in the livestock landscapes of the Colombian Caribbean, for his contribution to the conservation and protection of tree species. The objective of the study was to characterize the composition and floristic diversity of trees scattered in pastures, in tropical dry forest conditions in the Caribbean region of Colombia. The study area was located in the municipality of Agustín Codazzi, Cesar and corresponded to wooded pastures with a prevalence of naturalized grasses. All trees with $DBH > 10$ cm were taxonomically classified and measured for diameter at breast height (DBH), total height and reiterative height. The horizontal structure was estimated by the importance value index (IVI) and the vertical structure by the crown scatter diagram method (OGAWA), in addition, diversity was calculated through the Shannon (H') and Simpson (D) indices. A total of 750 individuals were registered, belonging to nine botanical families, 22 genres and 28 species, the Fabaceae family had the highest representation with 12 species. The species *Albizia saman* (82.3 %), *Guazuma ulmifolia* (77.8 %) and *Maclura tinctoria* (17.2 %) presented the largest IVI and 50.87% of the censused individuals had an average total and reiteration height of $10.93 + 3.3$ m and $5.43 + 2.1$ m, respectively, the crown scatter diagram presented a distribution without stratification, the diametric classes showed a trend in L or J inverted where most of the trees were concentrated in the first classes. Tree diversity in the study area was low, according to the results obtained in the Shannon 1.4

+ 0.4 and Simpson 0.6 + 0.1 indices, possibly due to constant anthropic intervention, however, its importance is evident at the landscape level, contributing to the conservation of endangered species and natural regeneration processes. Also, scattered trees can provide ecosystem services, such as soil health improvement, water regulation, carbon sequestration, fodder and fruit production, food source for pollinating insects, availability of firewood and wood, which are functions and attributes, necessary for the sustainability of the system and the protection of natural resources.

Keywords: *biodiversity indicators, ecosystem services, horizontal structure, naturalized pastures, silvopastoral systems, vertical structure*

Introducción

Los bosques ocupan el 31 % de la superficie terrestre mundial, que corresponde a un área total de 4 060 millones de hectáreas (ha), las zonas tropicales poseen la mayor proporción de bosques en el mundo 45% (FAO 2020); este es considerado uno de los ecosistemas terrestres más importantes del planeta debido a su extensión geográfica, complejidad ecológica, biodiversidad y endemismo (Hartshorn 2002). Además, proporcionan servicios ecosistémicos (SE) que son esenciales para el bienestar humano (Gardner et al 2009; Ferraz et al 2014), entre los que se destacan, la fijación de CO₂ (Matos et al 2020), el suministro de agua y el control de inundaciones (Ellison et al 2017), conservación del suelo y ecoturismo (MEA 2005).

En el territorio colombiano se estimó un área total de bosque de 58.6 millones de hectáreas, en la cual el bosque húmedo tropical (BhT) presenta aproximadamente 44.3 millones y el bosque seco tropical (BsT) 565 mil hectáreas (Phillips et al 2011). En general, el bosque seco tropical es una formación vegetal que presenta cobertura boscosa distribuida entre los 0-100 m de altitud, temperaturas superiores a los 24°C y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales con uno o dos periodos de sequía, estos bosques presentan un tercio o la mitad de las especies de plantas que puede tener los bosques húmedos (IAvH 1998) sin embargo, presenta alta diversidad biológica, endemismo, formas de vida y diversos grupos funcionales (Linares et al 2011). En el país, la región del Caribe tiene una contribución importante en la conservación de las coberturas boscosas, especialmente en el ecosistema de BsT al ostentar una superficie de 266.2 mil hectáreas (Phillips et al 2011) equivalente al 47% del total del área. En la región esta cobertura se encuentra fuertemente amenazada por el cambio en el uso del suelo, principalmente por la expansión de potreros para ganadería y actividad agrícola, mediante la tala de árboles y quemadas para eliminar cobertura vegetal (Armenteras et al 2011; Pizano y García 2014). En el mundo, la intensificación de la agricultura y la ganadería ha sido considerada como una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad (Tilman et al 2017), degradación forestal y fragmentación del paisaje (Armenteras et al 2017). En el departamento del Cesar, la ganadería es una de las actividades económicas más importantes con aproximadamente 1,437.588 cabezas de ganado bovino (ICA 2020) la cual se encuentra en un área de pastoreo de aproximadamente 1,062.415 hectáreas correspondiente al 47% de su territorio, de los cuales tan solo el 10% (218.926 hectáreas) son suelos aptos para esta actividad (FAO - ADR 2019). Además, este territorio presenta con indicadores asociados a procesos de desertificación con valores entre el 50 – 70% del territorio (MAVDT 2005), evidenciando la fragilidad de este paisaje.

Aunque el sistema de producción ganadero ha transformado las áreas boscosas, también se reconoce su potencial para la conservación (Jose y Dollinger 2019), ya que en las potreros existen árboles distribuidos de forma dispersa o agrupada, provenientes de la regeneración natural y/o remanentes de la vegetación original (Villanueva et al 2006) que son conservados comúnmente por los productores como fuente de forraje, sombra, madera y leña (Cajas-Giron y Sinclair 2001). Igualmente, contribuyen con la protección y conservación de la biodiversidad, proporcionando hábitat, recursos alimenticios y sitios de anidación para animales, aumentando la cobertura arbórea y mejorando la conectividad del paisaje (Harvey et al 2006; Calle et al 2017). Además, proporcionan servicios ecosistémicos tales como el almacenamiento de carbono, balance hídrico, concentración de nutrientes en el suelo, mitigación de la erosión y la desertificación (Montagnini et al 2011). Todo esto, aporta significativamente al mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural que habita en estos paisajes en regiones secas (Montagnini et al 2011; Sánchez-Romero et al 2021).

Considerando la importancia de los árboles y la cobertura arborea, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la composición y diversidad florística de árboles dispersos en potrero en un paisaje ganadero inmerso en el ecosistema bosque seco tropical de la región Caribe de Colombia. Los resultados obtenidos servirán como insumo para la implementación de estrategias de conservación y protección de la diversidad de árboles en potrero, la sostenibilidad ambiental y productiva de la actividad ganadera en la región.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en el centro de Investigación Motilonia de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), sobre las coordenadas 10°0'8.05"N y 73°14'50.76" W en el municipio de Agustín Codazzi, Departamento del Cesar - Colombia (Figura 1). El centro de investigación se encuentra en la zona de vida Bosque seco tropical BsT según la

clasificación de (Holdridge 1967), a una altitud de 106 m.s.n.m, temperatura media multianual (T_{med}) de 29 °C con temperatura máxima y mínima ($T_{max}= 34$ °C y $T_{min}=24$ °C, respectivamente). La humedad relativa es de 69.7 % y la precipitación promedio multianual es de 1581 mm/año y presenta una distribución bimodal con picos máximos de lluvias en los meses de Mayo y Octubre (IDEAM 2019).

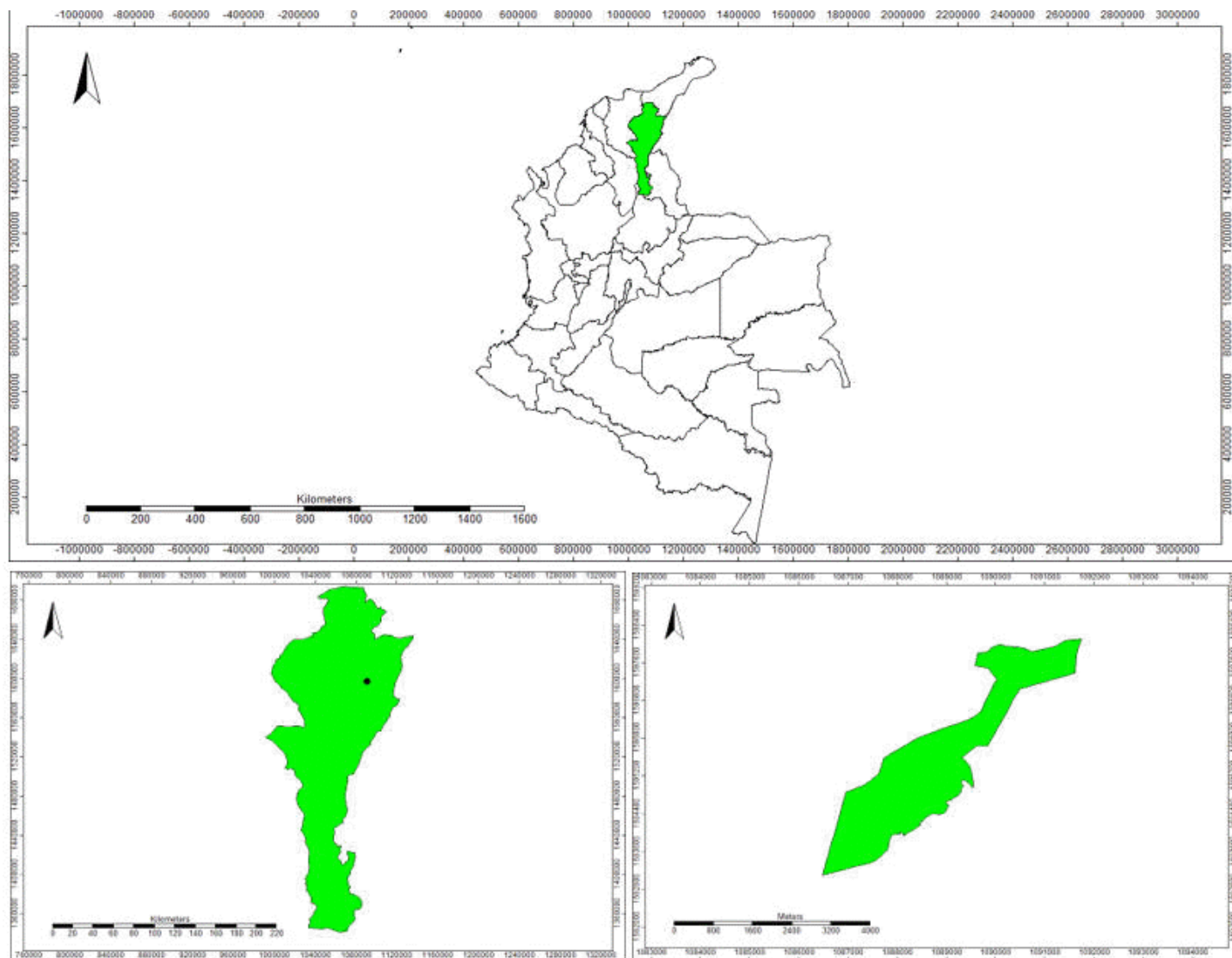


Figura 1. Localización del centro de investigación Motilonia-Agrosavia

Fuente: Elaboración Propia

Caracterización de los árboles en potrero

El área de estudio se caracteriza por presentar gramíneas naturalizadas, como *Hyparrhenia rufa* y *Bothriochloa pertusa* en asocio con árboles, e involucra un sistema de manejo de ganadería doble propósito, con una carga animal que varía entre 1.0 – 2.0 UGG ha⁻¹ y un periodo de ocupación entre 30 y 45 días. Se seleccionaron potreros arbolados con similitud en la composición de gramíneas naturalizadas y manejo del hato, tamaño de potrero entre 2 y 5 hectareas, con pendiente < 5% y un mínimo de un árbol ha⁻¹. En total se seleccionaron 16 parcelas al azar con un área promedio de 2.72±0.82 ha⁻¹ para un total de área intervenida de 43.57 hectáreas.

Se realizó un censo para todos los árboles dispersos en cada potrero con diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 10 cm. Los individuos fueron identificados en campo y se validó su clasificación taxonómica con la herramienta Angiosperm Phylogeny Group IV, International Plant Names Index (IPNI) y The Plant List (TPL). Se midieron las variables dasométricas DAP medido a los 1.3 m del nivel del suelo con cinta diamétrica Forestry Engineering, se registró la altura total (HT) y la altura de reiteración (HR) con hipsómetro laser Haglòf Vertex 1.6. (Harvey et al 2011; Villanueva et al 2003).

Estructura e importancia ecológica

Para evaluar la estructura e importancia ecológica de los árboles dispersos en potrero, se determinó la composición de especies arbóreas, estructura horizontal mediante el índice de valor de importancia (IVI), estructura vertical por medio del índice de Ogawa y la distribución diamétrica.

El índice de valor de importancia (IVI) es útil para comparar la importancia ecológica de las especies y es considerado una característica importante de la vegetación estudiada (Lamprecht 1989). El IVI para los árboles dispersos se estimó mediante la sumatoria relativa de la abundancia (número de individuos por especie), dominancia (área basal de la especie respecto al área basal total) y frecuencia (número de potreros en los cuales se encontró cada especie), donde el valor máximo es 300 % (Ecuación 1-2). (Villanueva et al 2006; Serrano et al 2014).

$$IVI = Ab\% + Dm\% + Fr\% \quad (1)$$

IVI= Índice de valor de importancia

Ab= Abundancia

Dm= Dominancia

Fr= Frecuencia

$$Dm = (\pi/40000) * \sum Dap^2 \quad (2)$$

Dap= Diámetro a la altura de pecho

$$\pi = 3.1416$$

La estructura vertical se determinó mediante métodos propuestos por Ogawa et al (1965), por medio de un diagrama de dispersión de copas, en el cual los árboles representan coordenadas (grafico cartesiano) generadas por los valores de altura total para el eje (y) de las ordenadas y altura de reiteración (ramificación) en el eje (x) de las abscisas. Se analizó las distribuciones diamétricas para obtener las frecuencias de clase (Melo y Vargas 2003; Lombo et al 2011; Harvey et al 2011).

Índices de diversidad de especies

La diversidad se calculó mediante los índices de Shannon (H') y Simpson (D) (Gebrewahid y Abrehe 2019; Aryal et al 2019) (Ecuación 3-4). De acuerdo con Magurran (1988) generalmente los valores de (H') varían entre 1.5 y 3.5, raramente sobrepasan los 4.5. El índice (D) está influenciado por las especies más dominantes, donde los valores cercanos a 1.0 indican dominancia de pocas especies (Magurran 1988). Para estimar la riqueza total de los árboles dispersos se empleó el método curvas de acumulación de especies (Caballero 2019; Harvey et al 2011), en el cual el número de especies acumuladas aumentan conforme al esfuerzo de muestreo en el sitio, de esta manera la riqueza aumentará hasta alcanzar el máximo y se estabilice la asíntota.

-Índice de Shannon-Wiener (H')

$$H' = -\sum p_i \ln(p_i) \quad (3)$$

-Índice de Simpson (D)

$$D = \frac{\sum [n_i(n_i - 1)]}{N(N-1)} \quad (4)$$

Donde:

Pi= (ni/N) abundancia proporcional relativa

ni= Número de individuos de iésima especie

N= Número de individuos totales

Análisis estadístico

Se realizó análisis de estadística descriptiva, estimando la media y desviación estándar para los resultados, los índices de diversidad (Shannon-Wiener y Simpson) se calcularon con el software *Past* versión 4.02. La curva de acumulación de especies

se realizó por medio del package “BiodiversityR” con el método rarefaction, a través del software estadístico R (R Core Team 2020).

Resultados

Caracterización de los árboles dispersos

Se registró un total de 750 individuos, pertenecientes a nueve familias botánicas, 22 géneros y 28 especies, la familia con mayor representación de especies fue Fabaceae con 12. Por su parte, la familia Malvaceae obtuvo la mayor abundancia de individuos con 367, representando el 49 % del total de individuos del estudio. La densidad promedio de los árboles dispersos fue de 17.2 ± 13.7 individuos ha^{-1} , mientras el 50 % de los potreros censados presentaron valores superiores a la media, evidenciando una variación con valores entre 1.5 y 45.6 individuos ha^{-1} . Se estimó un área basal promedio de $2.69 \pm 1.76 m^2 ha^{-1}$ y los valores oscilaron entre 0.07 y 5.29 $m^2 ha^{-1}$ el 56.25 % de los potreros registraron datos superiores a la media

Estructura e importancia ecológica

El IVI permitió identificar las seis especies con mayor peso ecológico y que en su conjunto representan el 216 % del IVI total. Las especies con mayor IVI fueron *Albizia saman*, *Guazuma ulmifolia* y *Maclura tinctoria* con 82.3 %, 77.8 % y 17.2 %, respectivamente. Con relación a la abundancia, la especie arbórea *G. ulmifolia* alcanzó un 46.9 %, seguida de *A. saman* y *M. tinctoria*, con 16,5% y 7,1%. En términos de dominancia *A. saman* presentó el mayor valor con 54.5 %, seguido de *G. ulmifolia* y *Ceiba pentandra* con 18 y 5.7 % respectivamente. En cuanto a la frecuencia se encontró que las tres primeras especies con mayor peso ecológico no se diferenciaron en la presencia o ausencia en cada potrero (Fr%=12.9; 11.3; 8.9) (Tabla 1). En cuanto a las especies con menor IVI y consideradas como raras, se destacaron, *Platymiscium pinnatum*, *Lecythis minor* y *Anacardium excelsum* con 1.9%; 1.4% y 0.9 %.

Tabla 1. Composición arbórea e índice de valor de importancia (IVI) con la abundancia, dominancia y frecuencia relativa para árboles dispersos en el centro de investigación Motilonia

Familia	Especie	Individuos	Abun%	Dom %	Frec %	IVI %
Fabaceae	<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	124	16.5	54.5	11.3	82.3
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	352	46.9	18	12.9	77.8
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	53	7.1	1.3	8.9	17.2
Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex. L.f.) Wess. Boer	24	3.2	4.4	6.5	14
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	8	1.1	5.7	6.5	13.2
Boraginaceae	<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	40	5.3	0.7	5.6	11.6
Fabaceae	<i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Dugand	10	1.3	5.5	3.2	10.1
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	11	1.5	0.9	5.6	8
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	25	3.3	0.5	3.2	7
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> (Benth.) Burkart	8	1.1	2.3	3.2	6.6
Malvaceae	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H.Karst.	7	0.9	1.3	4	6.3
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	19	2.5	0.4	3.2	6.2
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	11	1.5	0.2	3.2	4.9
Fabaceae	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	7	0.9	0.1	3.2	4.3
Moraceae	<i>Ficus insípida</i> Willd.	4	0.5	1	2.4	4
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	3	0.4	1.1	2.4	4
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	6	0.8	0.6	2.4	3.8
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	8	1.1	0.2	1.6	2.8
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	11	1.5	0.4	0.8	2.7
Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> A.H. Gentry	2	0.3	0.3	1.6	2.1
Fabaceae	<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	2	0.3	0.1	1.6	1.9
Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	2	0.3	0	1.6	1.9
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	6	0.8	0.1	0.8	1.7
Lecythidaceae	<i>Lecythis minor</i>	2	0.3	0.3	0.8	1.4
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	2	0.3	0.1	0.8	1.1
Moraceae	<i>Ficus dendroica</i> Kunth	1	0.1	0	0.8	1
Fabaceae	<i>Acacia</i> sp.	1	0.1	0	0.8	1
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	1	0.1	0	0.8	0.9
Total		750	100	100	100	300

Fuente: Elaboración Propia

Estructura vertical

La altura total promedio fue 10.93 ± 3.3 m representado por el 50.87% de los individuos y la altura de reiteración promedio fue de 5.43 ± 2.1 . El diagrama de dispersión de copas presentó una distribución en puntos sin una estratificación claramente definida debido a la tendencia paralela al eje de las abscisas, que ecológicamente se asocia a estructuras de áreas boscosas homogéneas o a sucesiones tempranas, siendo esta una característica de la baja dinámica en los procesos de regeneración natural al interior de los potreros. En el diagrama se muestra un árbol emergente de *E. cyclocarpum* (Altura total 25 m) representado como un punto aislado en la parte superior (Figura 2).

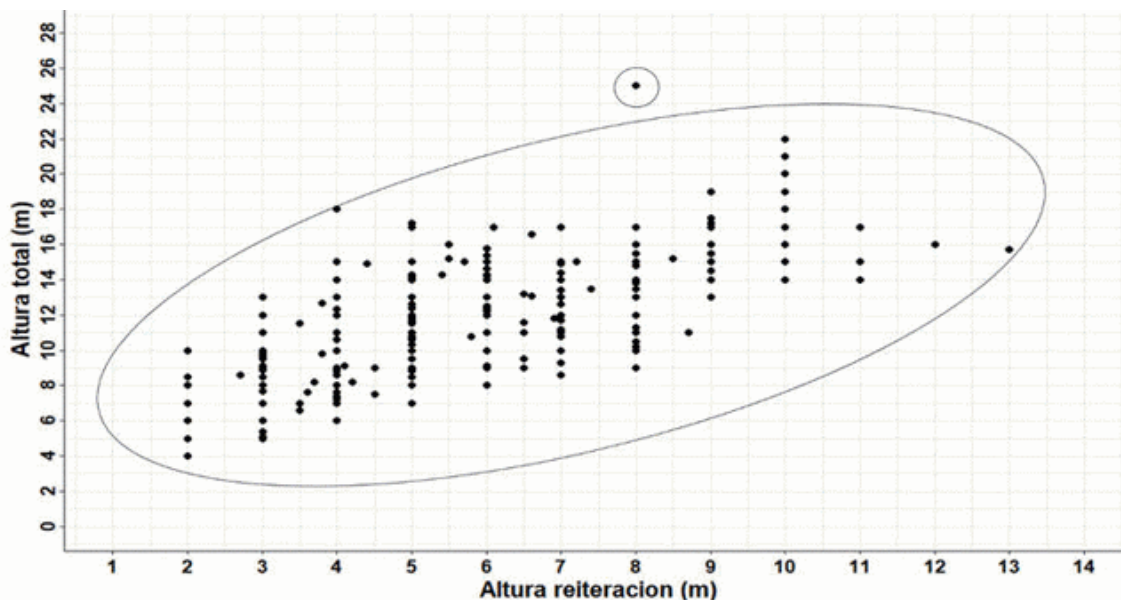


Figura 2. Diagrama de dispersión de copas para árboles dispersos en potreros en el caribe seco, colombiano
Fuente: Elaboración Propia

Distribuciones diamétricas

Se estimó un diámetro promedio de 34.2 ± 30.2 cm, los valores oscilaron entre 10 y 200 cm. Las clases diamétricas evidenciaron una distribución con tendencia en L o J invertida donde la mayor parte de los árboles dispersos se concentraron en las primeras clases, esta estructura posiblemente se asoció a los atributos morfológicos propios de las especies. Además, se observó que el 74% de los individuos se concentraron en las primeras tres clases, la especie *G. ulmifolia* presentó la mayor abundancia en las clases diamétricas (10 -20, 21 -30, 41 – 50) con el 57.12%. Mientras que en las clases diamétricas superiores (71->100 cm), *A. saman* se destaca como la especie más abundante con el 74.51% (Figura 3).

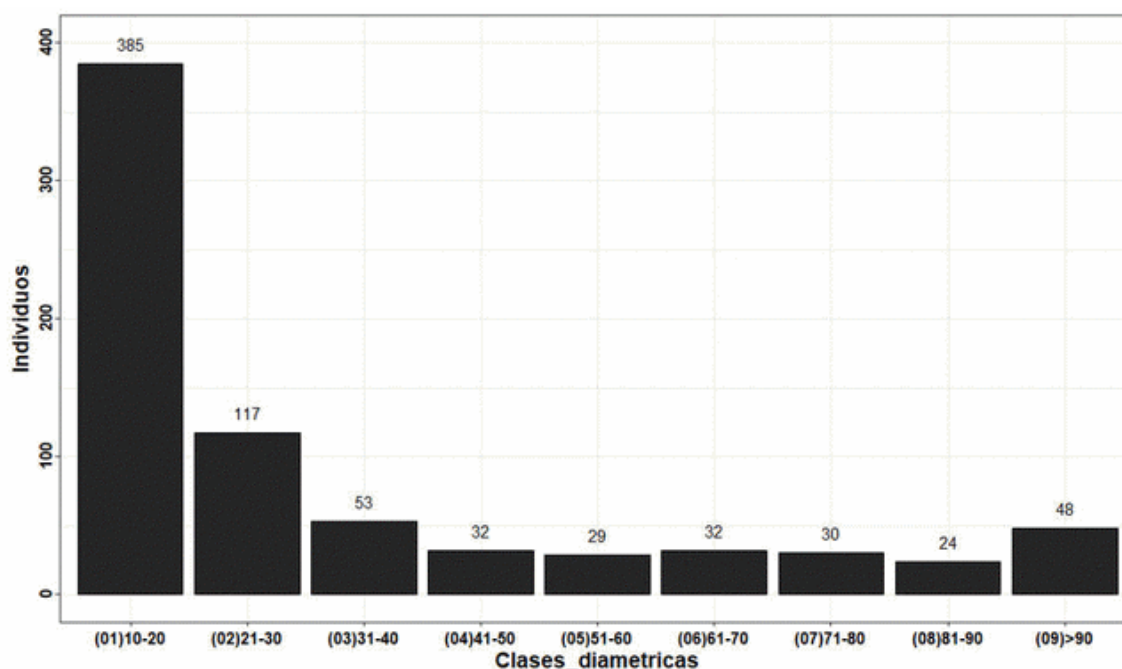


Figura 3. Distribución de las clases diamétricas de árboles dispersos en potrero en el caribe seco, colombiano
Fuente: Elaboración Propia

Índices de diversidad de especies

El valor en el índice de Shannon-Wiener (H') fue de 1.4 ± 0.4 , lo que sugiere baja diversidad ecológica concentrada en pocas especies arbóreas. Mientras, el índice de dominancia de Simpson (D) presentó un valor promedio de 0.6 ± 0.1 , resultado cercano a 1, evidenciando una tendencia a la homogeneidad en donde existe mayor abundancia y dominancia representada en pocas especies. En cuanto a la curva de acumulación de especies se observó un comportamiento asintótico, lo que indica que incrementar el número de individuos no contribuiría a obtener un aumento en el número de las especies, por tanto, el área muestreada fue apropiada para el sitio de estudio (Figura 4), es decir que la estrategia de muestreo implementada fue conveniente para caracterizar la composición y estructura arbórea de los potreros.

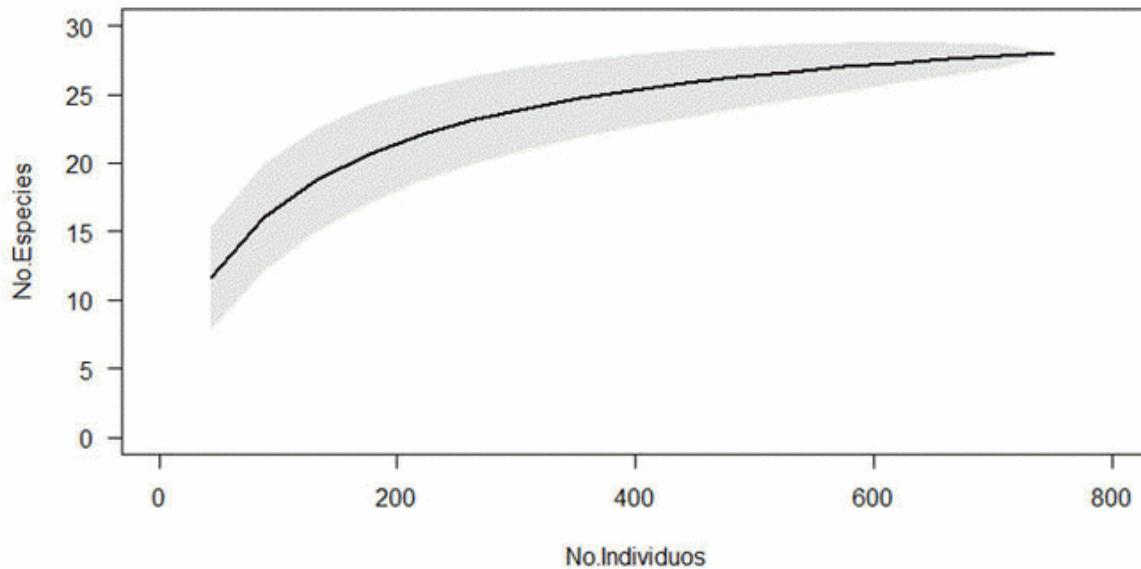


Figura 4. Curva de acumulación de especies para árboles dispersos con $Dap \geq 10$ cm en potreros.

Fuente: Elaboración Propia

Discusión

Caracterización de los árboles dispersos

En el estudio se registraron 28 especies distribuidas en potreros con árboles dispersos, esta cantidad concuerda con lo reportado por Caballero (2019) en potreros con diversa cobertura arbórea en el Valle del Río Cesar, Colombia, se destacan especies como *P. juliflora*, *Handroanthus crysanthus*, *A. saman* y *Bulnesia arborea*. Resultados similares fueron reportados en pasturas del trópico seco en el departamento del Tolima con 21 especies, siendo las más abundantes *Astronium graveolens*, *G. ulmifolia*, *Platymiscium hebestachyum* y *Chloroleucon bogotense* (Serrano et al 2014). Sin embargo, existe diferencia con los resultados obtenidos en relictos naturales de bosque seco tropical en la Región Caribe: en el municipio de Carmen de Bolívar, se hallaron 63 especies (Zuluaga y Castro 2018), en el Departamento de Córdoba, fueron reportados 252 taxones (Ballesteros-Correa et al 2019) y en seis localidades muestreadas en el departamento del Atlántico y norte de Bolívar se registraron 314 especies (Rodríguez et al 2012)

Estudios en Centro América han reportado composiciones florísticas similares de árboles dispersos en potreros para bosque seco tropical, de acuerdo con Merlo et al (2005) en paisajes fragmentados de Rivas, Nicaragua se identificaron 20 especies en potreros de alta cobertura y 17 en potrero de baja cobertura. Mientras tanto, Villanueva et al (2006) en Esparza, Costa Rica en pasturas con manejo de ganadería doble propósito registró un total de 2881 individuos, pertenecientes a 68 especies y 35 familias en un área de muestreo de 70.5 ha. En cuanto a la predominancia de las familias botánicas, Fabaceae aportó el mayor número de especies, caracterizándose por ser una familia representativa de los pastizales del bosque seco tropical, tal como lo demuestran los estudios de Merlo et al (2005) y Caballero (2019) al igual que lo reportado por IAvH (1998), Rodríguez et al (2012) y Polania (2019) en relictos conservados de bosque seco tropical en condiciones naturales. Esta condición está influenciada por su amplia distribución y diversidad en el trópico (Gentry 1995; Rodríguez et al 2012), favorecida también por su capacidad de adaptación, colonización, facilidad de propagación y crecimiento, además de ser fijadoras de nitrógeno (Pizano y García 2014; Zuluaga y Castro 2018).

La densidad de árboles (17.2 ± 13.7 individuos ha^{-1}) es similar al reportado por Harvey et al (2011) en Rivas, Nicaragua quienes encontraron 16.94 ± 5.14 individuos ha^{-1} . Por otro lado, los resultados de este estudio son superiores a los obtenidos en pasturas de bosque seco tropical en Cañas, Costa Rica donde se han realizados diversas investigaciones y los resultados

oscilan entre 7.8 a 8.6 individuos ha^{-1} (Esquivel et al 2003; Esquivel et al 2011; Chacón-León y Alice-Harvey 2013). La diferencia de densidad de árboles en potreros entre distintos estudios puede estar asociada a prácticas de manejo del sombrero al interior de las pasturas por parte del productor y núcleos de regeneración natural circundantes o al interior de los potreros (Marinidou et al 2018).

Estructura e importancia ecológica

En el presente estudio se estimó un área basal promedio ($2.69 \pm 1.76 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) superior al reportado en otros trabajos en Cañas, Costa Rica con 1.6 ± 0.2 , Rivas 1.0 ± 0.2 y Matiguas 1.3 ± 0.2 en Nicaragua (Villanueva et al 2003, Chacón-León y Alice-Harvey 2013). Se debe considerar que el alto valor de área basal en el presente estudio se debe a que se hallaron individuos de gran porte ($\text{Dap} > 70 \text{ cm}$) de la especie *A. saman*, lo cual contribuyó con el 56.9 % del área basal ha^{-1} . En cuanto a la importancia ecológica las seis especies con el mayor peso ecológico fueron *A. saman*, *G. ulmifolia*, *M. tinctoria*, *A. butyraceae*, *C. pentandra* y *C. alba*, las cuales, han sido reportadas en diversos estudios en Cañas, Costa Rica registraron abundancia y frecuencia para *G. ulmifolia* de 12.6 % y 58.8 % respectivamente (Esquivel et al 2003; Esquivel et al 2011); por otro lado, en la misma zona se registraron 64 especies de árboles en potrero y dentro de las más frecuentes estuvieron *G. ulmifolia*, *E. cyclocarpum* y *A. saman* (Restrepo et al 2004). En Rivas, Nicaragua, *G. ulmifolia*, representó el 15.2 % de la abundancia con 349 árboles inventariados en pasturas arboladas (López et al 2004). Lo anterior indica la importancia y distribución que tienen algunas especies como *A. saman* y *G. ulmifolia* en paisajes ganaderos del ecosistema de bosque seco tropical.

Para Colombia en un estudio sobre caracterización de árboles en potreros en la cuenca alta del Río Magdalena, departamento del Tolima, se estimó un IVI de 93.7 % para *A. saman* (Serrano et al 2014), en paisajes ganaderos transformados del Noreste del departamento del Cesar, se obtuvo un 65.6 % de IVI para la especie *A. saman* (Roenes y Reales 2018) y en fragmentos de bosque seco tropical asociados a sistemas silvopastoriles del departamento de Córdoba, Ballesteros-Correa et al (2019) reportaron a *G. ulmifolia* y *A. saman*, dentro de los taxones con mayores IVI, lo cual confirma la importancia ecológica dentro de los ecosistemas y agroecosistemas, pero también el valor cultural y social para los productores ganaderos al proveer bienes y servicios como madera, sombra y frutos (Cajas y Sinclair 2001).

Los frutos en el caso de *A. saman* son importantes en la región caribe colombiana, ya que proveen alimento en la época de sequía, donde la oferta de forraje disminuye, siendo utilizados en ganadería doble propósito como suplemento de los bovinos (Roncallo et al 1996; Navas et al 1999). De igual forma *G. ulmifolia* presenta usos múltiples para los productores (Cajas y Sinclair 2001; Villa-Herrera et al 2009; Harvey et al 2011), pero además, ambas especies son consideradas pioneras de larga vida o heliófitas (Delgado et al 2018), lo que indica que tiene una alta capacidad de colonización, dada su fácil adaptación y establecimiento, incluso en condiciones de poca oferta hídrica y limitaciones en los suelos, contribuyendo al aumento de la cobertura arbórea (Palma et al 2018). En cuanto a las especies con menor IVI se destacan *P. pinnatum*, *L. minor*, *A. excelsum* consideradas en peligro de extinción según el Libro rojo de plantas de Colombia (Cárdenas y Salinas 2007), lo cual sugiere que los paisajes ganaderos pueden promover la conservación y regeneración de especies en peligro (Montagnini 2011).

La estructura vertical en el estudio indica ausencia de estratificación definida, la cual está asociada a las características de desarrollo propias de las especies y una baja dinámica sucesional al interior de los potreros, limitados por el ramoneo y el pisoteo del ganado. Al analizar la estructura vertical en fragmentos de bosque seco se reportó en la mayoría de los fragmentos, tres estratos y pocos árboles emergentes (Quiroga et al 2019). Aunque existen pocos estudios que relacionan esta estructura con árboles dispersos en potrero, Lombo et al (2011) realizó una investigación sobre el estado de la cobertura arbórea en pasturas activas en dos paisajes agropecuarios en la región Andina de Colombia y la zona sur de Costa Rica donde encontró dos estratos para la región Andina y tres estratos en Costa Rica con una especie emergente.

Las tres primeras clases diamétricas (10 - 40 cm) registraron el 74 % del total de individuos, estos resultados concuerdan con estudios en Rivas, Nicaragua, en los que la mayoría de los árboles dispersos en potreros, se concentraron en las clases diamétricas inferiores (López et al 2004; Harvey et al 2011; Chacón-León y Alice-Harvey 2013), Caballero (2019) en el valle del río Cesar reportó esta tendencia, indicando un agrupamiento del 80% de los individuos en clases diamétricas menores a 40 cm. Sin embargo, en trabajos realizados en el bosque seco de Cañas- Costa Rica se evidencian potreros con árboles dispersos en donde los individuos se concentran en las clases diamétricas intermedias (30 - 60 cm) (Villanueva et al 2003; Esquivel et al 2003; Esquivel et al 2011; Harvey et al 2011). Los resultados obtenidos en este estudio pueden deberse a la eficiente capacidad de regeneración natural de las especies como *G. ulmifolia*, *M. tinctoria* y *C. alba* debido a sus características pioneras que les permiten presentar abundantes individuos en las tres primeras clases diamétricas (< 40 cm).

La diversidad presente en el área de estudio fue baja, de acuerdo con los resultados obtenidos en los índices de Shannon (H') 1.4 ± 0.4 y Simpson (D) 0.6 ± 0.1 . No obstante, el índice de Shannon es superior a lo registrado en Cañas-Costa Rica donde se reportaron valores de 0.7 a 0.82 (Villanueva et al 2003), en Rivas, Nicaragua donde se registraron 0.92 a 1.06 (López et al 2004) y en la misma zona para potreros de alta cobertura 1.1 y potreros de baja cobertura 0.9 (Merlo et al 2005). En agroecosistemas ganaderos en el valle del Río Cesar, Colombia se reportó resultados similares a los del presente estudio para

un índice de Shannon de 0.84 a 1.4 (Caballero 2019). Respecto al índice de Simpson, en Cañas, Costa Rica, se registraron valores que oscilaron entre 0.1 a 0.18 (Villanueva et al 2003) y en Rivas, Nicaragua entre 0.14 a 0.18 (López et al 2004), estos resultados son inferiores a los encontrados en este trabajo (0.6 ± 0.1), pero similares a los de Caballero (2019) quien estimó valores entre 0.5 a 0.65 en el departamento del Cesar, Colombia. Los resultados en ambos índices son complementarios y confirman que estos agroecosistemas presentan baja diversidad, teniendo en cuenta resultados superiores obtenidos en estudios sobre relictos de bosque seco tropical en condiciones naturales en Buga, Valle del Cauca, Torres et al (2012) reporto índice de Shannon de 2.8, en bosques sucesionales al norte del Tolima se obtuvo H' de 3.16 y D 0.93 (Polania 2019) y en tres estados de sucesión en un fragmento de Bosque seco Tropical en Toluviéjo, Sucre se reportaron H' entre 3.26 a 4.06 y D entre 0.94 a 0.97 (Vargas et al 2016) a pesar de que el presente estudio los resultados son inferiores, la presencia de especies catalogadas como amenazadas, demuestran que pueden constituirse en herramientas para el manejo del paisaje y contribuir a la conservación de la diversidad biológica y la provisión de servicios ecosistémicos (Renjifo et al 2009).

Conclusiones

Los agroecosistemas ganaderos con árboles dispersos en potrero presentan índices que evidencian baja diversidad en relación con los bosques secos naturales, debido a la constante intervención antrópica, sin embargo, su importancia es evidente a nivel de paisaje, al contribuir con la conservación de especies amenazadas y los procesos de regeneración natural. Además, pueden generar un impacto social positivo al favorecer con el mejoramiento de las condiciones de vida de los productores al proveer servicios ecosistémicos, tal como mejoramiento de la salud del suelo, regulación hídrica, fijación de carbono, producción de forraje y frutos, fuente de alimento para insectos polinizadores, disponibilidad de leña y madera, que son funciones y atributos, necesarios para la sostenibilidad del sistema y la protección de los recursos naturales.

Por otro lado, el mayor peso ecológico de las especies *A. saman* y *G. ulmifolia* puede atribuirse a las características ecológicas asociadas a su mayor capacidad de propagación, regeneración natural y la provisión de sombra y alimento para el ganado en las épocas más críticas del año, lo que genera preferencia por parte del productor.

La familia Fabaceae se destaca por su importancia en procesos de restauración, debido principalmente a su alta adaptación, colonización y buen crecimiento; además, sus especies son fijadoras de nitrógeno, lo que permite mejorar la composición química del suelo y por lo tanto favorecer el establecimiento y mantenimiento de las pasturas en el potrero.

Finalmente, es importante aumentar la diversidad de estos potreros con especies multipropósito reconocidas y valoradas por los productores de la región como *Aspidosperma polyneuron*, *Bulnesia arborea*, *Caesalpinia ebano*, *Peltogyne purpurea*, *Cedrela odorata*, *Pachira quinata*, *Platymiscium pinnatum*, *Sterculia apetala*, *Tabebuia rosea*, *Cordia alba*, entre otras, permitiendo la incorporación de especies arbóreas de importancia ecológica, ambiental y económica haciendo el sistema productivo ganadero más sostenible.

Agradecimientos

Los autores agradecen a AGROSAVIA y al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de Colombia por el soporte logístico y financiero en el desarrollo del proyecto Evaluación de especies arbustivas y arbóreas para uso múltiple en diferentes agroecosistemas de Colombia. Agradecen a la Dirección, área de gestión organizacional y administrativa del centro de Investigación Motilonia, al asistente de Investigación Fabio Enrique Corrales Maestre y a todos los involucrados en este trabajo.

Bibliografía

Armenteras-Pascual D, Retana-Alumbreros J, Molowny-Horas R, Roman-Cuesta R M, Gonzalez-Alonso F and Morales-Rivas M 2011 Characterising fire spatial pattern interactions with climate and vegetation in Colombia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151(3), 279-289. doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.11.002

Armenteras D, Espeltab J M, Rodriguez N and Retana J 2017 Deforestation dynamics and drivers in different forest types in Latin America: Three decades of studies (1980-2010). *Global Environmental Change*, 46, 139-147

Aryal D R, Gómez-González R R, Hernández-Nuriasmu R and Morales-Ruiz D E 2019 Carbon stocks and tree diversity in scattered tree silvopastoral systems in Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems*, 93(1), 213-227. doi.org/10.1007/s10457-018-0310-y

Ballesteros-Correa J; Morelo-García L y Perez-Torres J 2019 Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical en paisajes de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril y convencional en Córdoba, Colombia. *Caldasia* vol.41, n.1, pp.224-234. ISSN 0366-5232. doi.org/10.15446/caldasia.v41n1.71320.

Caballero A R C 2019 Sinergias y trade-offs entre servicios ecosistémicos en agroecosistemas ganaderos en el Valle del Río Cesar, departamento del Cesar – Colombia. *MAGISTER SCIENTIAE en Agroforestería y Agricultura Sostenible*. 85.

Cajas-Giron YS and Sinclair F L 2001 Characterization of multistrata silvopastoral systems on seasonally dry pastures in the Caribbean Region of Colombia. *Agroforestry systems*, 53(2), 215-225.

Cárdenas L D y Salinas N R (eds) 2007 Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: Primera parte. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 232 p.

Calle D Z, Giraldo S A M, Cardozo A, Galindo A and Murgueitio R E 2017 Enhancing Biodiversity in Neotropical Silvopastoral Systems: Use of Indigenous Trees and Palms. In: Montagnini F. (eds) *Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty*. *Advances in Agroforestry*, vol 12. Springer, Cham. https://doi-org.recursos.corpoica.org.co/10.1007/978-3-319-69371-2_17

Chacón-León M y Alice-Harvey C 2013 Reservas de biomasa de árboles dispersos en potreros y mitigación al cambio climático. *Agronomía Mesoamericana*, 24(1), 17. doi.org/10.15517/am.v24i1.9637

Delgado L D, Serrano J J, Vilchez S y Morales J P 2018 Manual para el Monitoreo ecológico y productivo de bosques secundarios latifoliados de Mesoamérica, 49 p

Ellison D, Morris C E, Locatelli B, Sheil D, Cohen J, Murdiyarso D y Gutierrez V 2017 Trees, forests and water: cool insights for a hot world. *Global Environmental Change* 43, 51-61.

Esquivel H, Ibrahim M, Harvey C A, Villanueva C, Benjamin T y Sinclair F L 2003 Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 10(39-40), 24-29.

Esquivel-Mimenza H, Ibrahim M, Harvey C A, Benjamin T and Sinclair F L 2011 Dispersed trees in pasturelands of cattle farms in a tropical dry ecosystem. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(3), 933-941.

FAO 2020 Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020- Principales resultados. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca8753es>

FAO-ADR 2019 Plan integral de desarrollo agropecuario y rural con enfoque territorial. Departamento del Cesar. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Social. https://www.adr.gov.co/servicios/pidaret/CESAR_TOMO%201.pdf

Ferraz S F B, Ferraz K M, Cassiano C C, Brancalion P H, Da Luz T A, Azevedo T N, Tambosi L R and Metzger J P 2014 How good are tropical forest patches for ecosystem services provisioning?. *Landscape Ecology* (29),187–200. doi.org/10.1007/s10980-014-9988-z

Gardner T A, Barlow J, Chazdon R, Ewers R M, Harvey C A, Peres C A and Sodhi N S 2009 Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology Letters*, 12(6), 561-582. doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01294.x

Gebrewahid Y and Abrehe, S 2019 Biodiversity conservation through indigenous agricultural practices: Woody species composition, density and diversity along an altitudinal gradient of Northern Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 5(1). doi.org/10.1080/23311932.2019.1700744

Gentry A H 1995 Diversity and floristics composition of Neotropical dry forests. *In seasonally dry tropical forests*.

Hartshorn G S 2002 Biogeografía de los bosques neotropicales. In Guariguata, M. R.; Kattan, H. (Ed). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Cartago: LUR, p.59-81.

Harvey C A, Medina A, Merlo-Sánchez D, Vilchez S, Hernández B, Sáenz J C, Maes J M, Casanoves F and Sinclair F L 2006 Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecological Applications*. 16: 261-289

Harvey C A, Villanueva C, Esquivel H, Gómez R, Ibrahim M, Lopez M, Martinez J, Muñoz D, Restrepo C, Saénz J C, Villacís J and Sinclair F L 2011 Conservation value of dispersed tree cover threatened by pasture management. *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1664-1674. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.11.004>

Holdridge L R 1967 Life zone ecology. Tropical Science Center, 206. <https://doi.org/Via10.1046/j.1365-2699.1999.00329.x>

IAvH -Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt 1998. El bosque seco tropical (Bs-T) en Colombia. Programa de Inventario de la Biodiversidad Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA-IAvH. Bogotá, Colombia.

ICA 2020 Censo agropecuario año 2020. Instituto Colombiano Agropecuario. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>

IDEAM 2019 Datos climáticos de la estación Motilonia. Agustín Codazzi-Cesar.

Jose S and Dollinger J 2019 Silvopasture: a sustainable livestock production system. *Agroforestry systems*, 93(1), 1-9.

Lamprecht H 1989 Silviculture in the tropics. Tropical forest ecosystems and their tree species-possibilities and methods for their long-term utilization (English ed., pp. 296). Germany: Nature

Linares-Palomino R, Oliveira-Filho A T and Pennington R T 2011 Neotropical seasonally dry forests: diversity, endemism, and biogeography of woody plants. In *Seasonally dry tropical forests* (pp. 3-21). Island Press, Washington, DC.

- Lombo D F, Tobar D y Villanueva C 2011** Estado de la cobertura arbórea en pasturas activas en dos paisajes agropecuarios en el neotrópico americano. *Manejo agroecológico*, 93.
- López M, Gómez R, Harvey C y Villanueva C. 2004** Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de Rivas, Nicaragua. *Encuentro* 68:114-133.
- Magurran A E 1988** Ecological diversity and its measurement. Princeton university press. 179 P.
- Marinidou E, Jiménez-Ferrer G, Soto-Pinto L, Ferguson B G y Saldívar-Moreno A 2018** Proceso de adopción de árboles en áreas ganaderas: estudio de casos en Chiapas, México. *Sociedad y ambiente*, (18), 201-230. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200765762018000300201&lng=es&tlng=es.
- Matos F A, Magnago L F, Miranda A C, Menezes L F, Gastauer M, Safar N V and Edwards D P 2020** Secondary forest fragments offer important carbon and biodiversity cobenefits. *Global change biology*, 26(2), 509-522.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT 2005** Plan de acción nacional: Lucha contra la desertificación y la sequía en Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). 40pp
- MEA 2005** Ecosystems and human well-being. Millennium Ecosystem Assessment.
- Melo O y Vargas R 2003** Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. *Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia*, 235.
- Merlo D S, Harvey C A, Grijalva A, Medina A, Vilchez S y Hernández B 2005** Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua. *Revista de biología tropical*, 53(3-4), 387-414.
- Montagnini F, Francesconi W and Rossi E (eds) 2011** Agroforestry as a tool for landscape restoration. Nova Science Publishers, New York, 201pp.
- Navas A, Restrepo C y Jiménez G 1999** Funcionamiento ruminal de animales suplementados con frutos de *Pithecellobium saman*. IV Seminario Internacional Sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Cali, Colombia, 28 al 30 de Octubre de 1999. *J. Lean*, 88-95.
- Ogawa H, Yoda K, Ogino K and Kira T 1965** Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand, II. Plant Biomass. *Nature and Life in Southeast Asia*, 4: 49-80
- Palma J M, García J M P y Islas C G R 2018** Recursos arbóreos y arbustivos tropicales: para una ganadería bovina sustentable. Universidad de Colima. Colima, México. 138p. Recuperado de http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/Recursos-arboresos-y-arbustivos-tropicales_462.pdf
- Phillips J F, Duque A J, Yepes A P, Cabrera K R, Garcia M C, Navarrete D A y Cárdenas D 2011** Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono de la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Bogotá, Colombia: IDEAM.
- Pizano C y García H 2014** El bosque seco tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá (Colombia) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Bogotá (Colombia).
- Polania Cleves, K A 2019** Biomasa aérea en estados sucesionales del bosque seco tropical en el norte del Tolima, Colombia. Thesis de Pregrado.
- Renjifo L M, Aristizábal S L, Lozano-Zambrano, F H, Vargas W, Vargas A M y Ramírez D P 2009** Diseño de la estrategia de conservación en el paisaje rural (Fase II). 85-119 p. En: Lozano-Zambrano, F. H. (ed). 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá, D. C., Colombia. 238 p.
- Rodríguez G M, Banda K, Reyes S P, y González A C E 2012** Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar Caribe colombiano. *Biota Colombiana*, 13(2)
- Torres A M, Adarve J B, Cárdenas M, Vargas J A, Londoño V, Rivera K, Home J, Duque O y González A M 2012** Dinámica sucesional de un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2).
- Tilman D, Clark M, Williams D R, Kimmel K, Polasky S y Packer C 2017** Future threats to biodiversity and pathways to their prevention. *Nature*, 546(7656), 73-81.
- Quiroga J A, Roa H Y, Melo O y Fernández F 2019** Estructura de fragmentos de bosque seco tropical en el sur del departamento del Tolima, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 23(1), 31-51.
- R Core Team 2020** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Restrepo-Sáenz C, Ibrahim M, Harvey C, Harmand J M y Morales J 2004** Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco en Cañas, Costa Rica.
- Rodríguez G M, Banda K, Reyes S P y González A C 2012** Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar (Caribe colombiano). *Biota Colombiana*, 13(2).
- Roenes-Gale J y Reales A J 2018** Importancia de los cobertores vegetales transformados para la sustentabilidad ganadera en el noreste del Cesar, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 10(1), 51. <https://doi.org/10.24188/recia.v10.n1.2018.545>

Roncallo B, Navas A y Garibella A 1996 Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. *A. Uribe (Compilador) Sistemas silvopastoriles: Alternativa para una ganadería moderna y competitiva. II Seminario Internacional. Memorias. Valledupar, Colombia*, 81-92.

Sánchez-Romero R, Balvanera P, Castillo A, Mora F, García-Barrios L E and González-Esquivel C E 2021 Management strategies, silvopastoral practices and socioecological drivers in traditional livestock systems in tropical dry forests: An integrated analysis. *Forest Ecology and Management*, 479, 118506.

Serrano J R, Andradre H J y Mora-Delgado J 2014 Caracterización de la cobertura arbórea en una pastura del trópico seco en Tolima, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 99. doi.org/10.15517/am.v25i1.14209

Vargas D O, Gomez J M y Montaña L S 2016 Análisis de la vegetación sucesional en un fragmento de bosque seco tropical en Toluviejo-Sucre (Colombia). *Colombia forestal*, 19(1), 23-40.

Villa-Herrera A, Nava-Tablada M E, López-Ortiz S, Vargas-López S, Ortega-Jimenez E y Gallardo-López F Utilización del guácimo (*guazuma ulmifolia* lam.) como fuente de forraje en la ganadería bovina extensiva del trópico mexicano. *Agroecosistemas tropicales y subtropicales*, 10 (2), 253-261. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93912989012>

Villanueva C, Ibrahim M, Harvey C y Esquivel H 2003 Tipologías de fincas con ganadería bovina y cobertura arbórea en pasturas en el trópico seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 10(39-40), 9-16.

Villanueva C, Tobar D, Ibrahim M, Casasola F, Barrantes J y Arguedas R 2006 Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica, CATIE, Turrialba (Costa Rica).

Zuluaga L y Castro E 2018 Valoración de servicios ambientales por captura de CO₂ en un ecosistema de bosque seco tropical en el municipio de El Carmen de Bolívar, Colombia. *Revista Luna Azul*, (47), 01-20.

Received 12 May 2021; Accepted 10 June 2021; Published 1 July 2021