

Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical en paisajes de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril y convencional en Córdoba, Colombia

Composition and vegetal structure of fragments of dry tropical forest in landscapes of extensive livestock farming under silvopastoral and conventional management in Córdoba, Colombia

JESÚS BALLESTEROS-CORREA^{1*}, LUÍS MORELO-GARCÍA¹, JAIRO PÉREZ-TORRES²

¹Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Biología. Grupo de Investigación Investigación Biodiversidad Unicórdoba. Cra. 6 # 77-305, Montería, Colombia. jballesteros@correo.unicordoba.edu.co*, lamorelog@unal.edu.co

²Pontificia Universidad Javeriana. Departamento de Biología, Laboratorio de Ecología Funcional. Unidad de Ecología y Sistemática. Cra. 7 No. 43-82. Ed. 53. Of. 406B, Bogotá D.C, Colombia. jaipez@javeriana.edu.co.

*Autor para correspondencia.

RESUMEN

La ganadería extensiva ha afectado significativamente la biodiversidad y conservación del bosque seco tropical (bs-T), hoy considerado el ecosistema más amenazado en las tierras bajas tropicales. Se analizó la composición florística, riqueza y estructura de fragmentos de bs-T asociados a sistemas de ganadería extensiva en cuatro localidades del departamento de Córdoba, Colombia. Se realizaron muestreos en cuatro parcelas de 0,1 ha/fragmento según el método de Gentry, modificado para incluir todos los individuos con $DAP \geq 1$ cm. Se determinó el índice de valor de importancia por especie (IVI), el índice de valor de importancia por familia (IVIF), y la tasa de recambio de especies. Se registraron 252 taxones de 137 géneros y 55 familias de plantas vasculares. Fabaceae (S=45) y Rubiaceae (S=19) presentaron la mayor riqueza. La riqueza taxonómica fue significativamente mayor en fragmentos de bs-T asociados al sistema silvopastoril (SSP) de ganadería extensiva, comparados con fragmentos bajo sistema convencional (SC). La tasa de recambio de especies entre SSP y SC fue de 84,5 %, con superposición de 30,8 %. En el SSP las familias Fabaceae (57,6) y Malvaceae (46,5) presentaron el mayor IVIF; las especies con mayor IVI fueron *Bactris major* (40,8) y *Guazuma ulmifolia* (29,4). Las familias Fabaceae (42,9) y Arecaceae (23,8) presentaron el mayor IVIF en fragmentos del SC; las especies con mayor IVI fueron *Cavanillesia platanifolia* (31,8) y *Ceiba pentandra* (28). Estos resultados contribuyen a entender procesos ecológicos y la importancia del SSP de ganadería extensiva como estrategia para la conservación de la biodiversidad del bs-T.

Palabras clave. Composición florística, conservación, diversidad taxonómica, paisajes ganaderos, sistema silvopastoril.

ABSTRACT

Extensive farming for livestock has significantly affected the biodiversity and conservation of the dry tropical forest (DTF), today considered the most threatened ecosystem in the tropical lowlands. We analyzed the floristic composition, richness and structure of DTF fragments

Citación: Ballesteros-Correa J, Morelo García L, Pérez-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* 41(1):224-234. doi: 10.15446/caldasia.v41n1.71320.

Recibido: 19/abr/2018 Aceptado: 28/feb/2019

associated with extensive livestock systems in four localities of the department of Córdoba, Colombia. Samples were taken in four plots of 0.1 ha/fragment according to the Gentry methodology, modified to include all individuals with a DAP ≥ 1 cm. The index of value of importance by species (IVI), the value index of importance by families (IVIF), and the rate of change of species were determined. We identified 252 plant taxa from 137 genera and 55 families. Fabaceae (S= 45) and Rubiaceae (S= 19) had the highest richness. The richness was significantly higher in fragments of DTF associated with the silvopastoral system (SSP), compared with fragments under conventional system (SC). The rate of species turnover between SSP and SC was 84.5 %, with a taxon overlap of 30.8 %. In the SSP, the families Fabaceae (57.6) and Malvaceae (46.5) had the highest IVIF; the species with the highest IVI were *Bactris major* (40.8) and *Guazuma ulmifolia* (29.4). The families Fabaceae (42.9) and Arecaceae (23.8) had the highest IVIF in SC fragments; the species with the highest IVI were *Cavanillesia platanifolia* (31.8) and *Ceiba pentandra* (28). These results contribute to understand ecological processes and the importance of the SSP of extensive cattle ranching as a strategy for the conservation of DTF biodiversity.

Key words. Conservation, floristic composition, livestock landscapes, silvopastoral system, taxonomic diversity.

INTRODUCCIÓN

El bosque seco tropical (bs-T) es un ecosistema altamente dinámico que se desarrolla en regiones cálidas entre 0–1000 m de altitud, con clima estacional que incluye un período de sequía de 4–6 meses, temperatura promedio > 24 °C y precipitación anual entre 700–2000 mm (IAvH 1995). En el Neotrópico se localiza el 67 % de los remanentes de bs-T a nivel global, y en Colombia solo persiste cerca del 3,7 % de bs-T original conformado por áreas relictuales en parches y corredores riparios estrechos (Corzo y Delgado 2012). Además, contiene muchas especies con distribución severamente restringida, alto grado de endemismo (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010) y procesos de especiación.

El bs-T es considerado único como reserva de variabilidad genética, con alto valor estratégico para la conservación de la diversidad biológica (Pizano y García 2014), y ofrece servicios ecosistémicos (SE) como captura de carbono (Andrade-Castañeda *et al.* 2017), apoyo a la productividad del suelo, ciclaje de nutrientes, producción de madera y combustible, de los que se tiene poca comprensión (Portillo-Quintero y

Sánchez-Azofeifa 2010, Casanoves *et al.* 2011). A pesar de la importancia ecológica, el bs-T enfrenta graves problemas de pérdida y fragmentación de hábitat, con alta tasa de deforestación que genera paisajes fragmentados con pequeños parches aislados de bosque secundario, rodeados de áreas de cultivos y ganadería extensiva (Collinge 2009, Ballesteros 2015).

En las regiones secas de Colombia el establecimiento de sistemas de ganadería extensiva Convencional (SC) y áreas de cultivos, han contribuido a la transformación del paisaje, a acelerar los procesos de erosión del suelo y el deterioro de su biodiversidad (Pizano y García 2014); factores que han convertido al bs-T en uno de los ecosistemas más degradados, amenazados y menos conservados del Neotrópico (Rodríguez *et al.* 2009). En tanto que, en los sistemas de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoral (SSP), se integran procesos bióticos y abióticos dinámicos, en una modalidad de agroforestería con combinaciones de especies vegetales-animales y, patrones de uso y manejo agroecológico que permite incrementar la productividad de forma sostenible y conservar la biodiversidad.

En este escenario, el establecimiento de ganadería extensiva en SSP dotados de fragmentos relictuales de bs-T, podría ampliar la cobertura vegetal e incrementar la conectividad funcional, posibilitando la supervivencia de las especies sensibles a la deforestación y pérdida de hábitat (Barrance *et al.* 2009). En este trabajo, se compara el efecto del sistema silvopastoril y sistema convencional de ganadería extensiva sobre la composición florística y estructura de fragmentos de bs-T, aportando información clave para entender mejor la dinámica y estado de conservación del bs-T en paisajes ganaderos del Caribe colombiano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en fragmentos bs-T asociados a dos sistemas de manejo: silvopastoril (SSP) y convencional (SC) de ganadería extensiva en Córdoba, región Caribe de Colombia (Fig. 1). Esta región

hace parte del cinturón árido peri-caribeño colombiano, con clima cálido tropical; temperatura promedio anual de 28 °C, precipitación promedio anual de 1300 mm con un patrón de distribución unimodal, con una época seca de diciembre-marzo y otra lluviosa de abril-noviembre (Palencia *et al.* 2006). El principal uso de la tierra es agricultura y ganadería extensiva, siendo esta región uno de los centros ganaderos más importantes de Colombia.

Recolección de datos

Durante agosto-octubre 2011 se realizaron muestreos en fragmentos de bs-T de cuatro localidades. Se evaluaron cuatro parcelas de 0,1 ha/localidad, distribuidas en forma aleatoria simple, siguiendo el método propuesto por Gentry (1982) con modificaciones de Villareal *et al.* (2004) para incluir plantas con DAP ≥ 1 cm. Se recolectaron muestras vegetales que fueron conservadas y procesadas. El material vegetal fue identificado mediante ayuda de

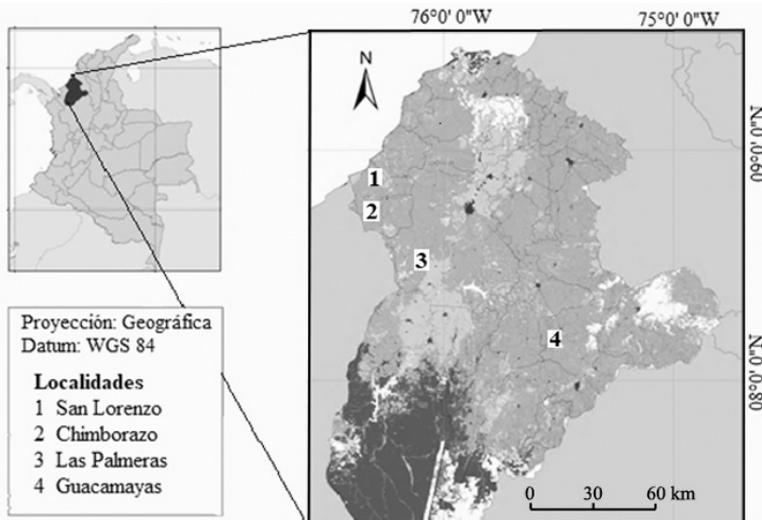


Figura 1. Localización geográfica de los fragmentos de bs-T evaluados en las fincas Las Palmeras-Montería (8°30'37"N - 76°06'13"W); San Lorenzo-Los Córdoba (8°53'20"N - 76°18'43"W); Guacamayas-Buenavista (8°11'05"N - 75°31'49"W); y Chimborazo-Canalete (8°44'32"N - 76°19'23"W) en Córdoba-Colombia.

claves taxonómicas, comparaciones con ejemplares depositados en herbarios y guías ilustradas de [Mendoza *et al.* \(2004\)](#) y las descripciones de [Gentry \(1995\)](#). Se censaron todos los individuos encontrados en cada unidad de muestreo (UP), y se midió: altura dosel, altura del fuste, altura y diámetro de la copa de los árboles, y estratificación vertical del bosque. Se registraron las características secundarias de las especies útiles en la identificación como presencia de flores, frutos, látex, exudado, olores y esencias vegetales. A los individuos censados con circunferencia a la altura del pecho (CAP) $\geq 3,14$ cm, se les registraron los datos dasométricos de altura fustal, altura de copa y altura total, diámetro de copa y hábito de crecimiento ([Mendoza-C. 1999](#)). El material recolectado se depositó en el Herbario de la Universidad de Córdoba-Montería (HUC), y copias se enviaron al Herbario Joaquín Antonio Uribe, Medellín (JAUM) y al Herbario de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá (HPUJ).

Análisis de la información

A partir de las medidas de CAP se determinó el DAP según [Franco *et al.* \(1997\)](#), y con los valores de DAP se calculó el área basal (AB) según [Lema \(2003\)](#). Se determinó la composición florística de la vegetación a partir del censo de los individuos con CAP $\geq 3,14$ cm. Se construyeron curvas de acumulación de especies ([Colwell *et al.* 2004](#)), se calculó el índice de Shannon–Wiener y el inverso de Simpson ([Magurran 2004](#)). Se calculó la riqueza taxonómica mediante la diversidad alfa verdadera; y la tasa de recambio de especies entre fragmentos del SSP y SC se midió utilizando la diversidad beta verdadera ([Jost 2006](#)). En el análisis de la estructura vegetal se tuvieron en cuenta las especies de mayor área basal (AB). Se calculó el índice de valor de importancia de las especies (IVI), se evaluó importancia ecológica de las

familias mediante el índice de valor de importancia de las familias (IVIF) según el método de [Mori *et al.* \(1983\)](#). Mediante el software PAST v. 2.17, se realizó un análisis de conglomerados para evidenciar el grado de disimilitud florística entre fragmentos asociados al SSP y SC, teniendo en cuenta el método jerárquico *Unweighted Pair-Group Arithmetic Average* (UPGMA) y el índice de Bray-Curtis ([Magurran 2004](#)). Se realizó un análisis inverso de [Kaandorp \(1986\)](#) para establecer la composición de las agrupaciones de cada localidad y determinar especies exclusivas que concentran el 100 % de su abundancia en un ensamblaje, especies características que concentran al menos el 65 % de su abundancia en un grupo y tiene una frecuencia mayor al 65 %, y especies generalistas que aparecen en todas las localidades o en la gran mayoría de ellos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición florística

Se registró un total de 3378 individuos, con un esfuerzo de muestreo que alcanzó cerca del 84 % estimado (Fig. 2). Se identificaron 252 taxones de plantas de 173 géneros y 55 familias. Las familias que presentaron la mayor riqueza taxonómica fueron Fabaceae (45), Rubiaceae (19), Bignoniaceae (12), Boraginaceae (12) y Moraceae (10). En términos de abundancia relativa fueron dominantes Malvaceae (11,66 %), Fabaceae (9,14 %), Rubiaceae (7,46 %), Boraginaceae (6,98 %) y Rutaceae (6,66 %). El género *Cordia* presentó mayor diversidad de taxones (10), seguido de *Machaerium* (6), *Senna* (5), *Pithecellobium* (4) y *Casearia* (4). El 73 % de los géneros estuvo representado por un taxon, 14 % por dos taxones y 8,5 % por tres taxones. Cerca del 60 % del total de los taxones registrados presentaron abundancias menores a cuatro individuos. En los fragmentos de bs-T del SSP, las familias Fabaceae, Boraginaceae y Apocynaceae presentaron mayor riqueza

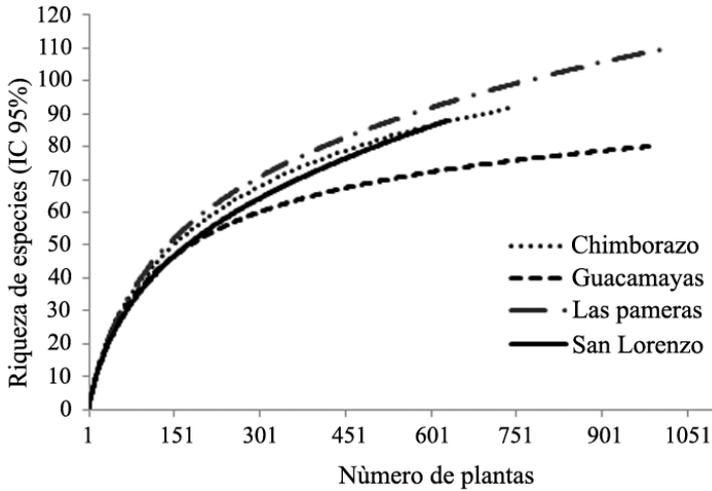


Figura 2. Curvas de acumulación de especies de plantas vasculares en los cuatro fragmentos de bs-T inmersos en matrices de ganadería extensiva en Córdoba, Colombia.

taxonómica; en tanto que, en fragmentos del SC Fabaceae y Rubiaceae presentaron mayor riqueza. Estos resultados concuerdan con estudios realizados en otras áreas de bs-T (Gentry 1995, IAvH 1998, Mendoza-C. 1999, Carrillo-Fajardo *et al.* 2007, Carbonó-Delahoza y García-Q. 2010, Coelho *et al.* 2012, Rodríguez M. *et al.* 2012, Olascuaga-Vargas *et al.* 2016), donde estas familias muestran una alta consistencia taxonómica, con una composición vegetal característica de este tipo de ecosistemas en el Neotrópico y en Colombia.

En los fragmentos de bs-T del SSP, con 1646 registros se identificaron 161 taxones de plantas, donde las familias Malvaceae (19%), Boraginaceae (12,3 %) y Fabaceae (10,8 %) fueron dominantes. En la localidad de Las Palmeras con 110 taxones registrados, *Guazuma ulmifolia* Lam., *Cordia collococca* L., *Hura crepitans* L. y *Hybanthus prunifolius* (Sculth.) Schulze-Menz presentaron la mayor abundancia relativa; y 66 especies presentaron abundancias menores a cuatro individuos. En tanto que, en San Lorenzo con 88 taxones identificados, *Guazuma ulmifolia*, *Zanthoxylum setulosum* P. Wilson y *Casearia arguta* Kunth., registran la mayor

abundancia relativa (Anexo en Material suplementario).

En los fragmentos del SC, con 1732 registros se identificaron 144 taxones de plantas vasculares siendo dominados por las familias Rubiaceae (13,2 %), Rutaceae (10,1 %) y Fabaceae (7,6 %). En Chimborazo se registraron 93 taxones con mayor abundancia relativa de *Trichilia* aff. *quadrijuga*, *Pouteria* sp., y *Bravaisia integerima* (Spreng.) Standl., y 56 especies presentaron abundancias con menos de cuatro individuos, muchas de las cuales son especies pioneras, tal como lo reporta Vargas y Ramírez (2014) en bs-T. En Guacamayas con 80 taxones registrados, *Zanthoxylum setulosum*, *Myrcia* sp1., *Trichilia* sp., *Picramnia* sp., y *Guazuma ulmifolia* fueron más abundantes, y 36 especies presentaron abundancias con menos de cuatro individuos (Anexo en Material suplementario). La diversidad en la composición taxonómica entre fragmentos de bs-T asociados al SSP y SC fue significativamente diferente (Shannon test, $P < 0,0001$, $df = 3092,1$, $t = 5,03$). Esta diversidad y abundancia taxonómica es similar a otros fragmentos de bs-T en la Región Caribe colombiana (Marulanda *et al.* 2003, Rodríguez M. *et*

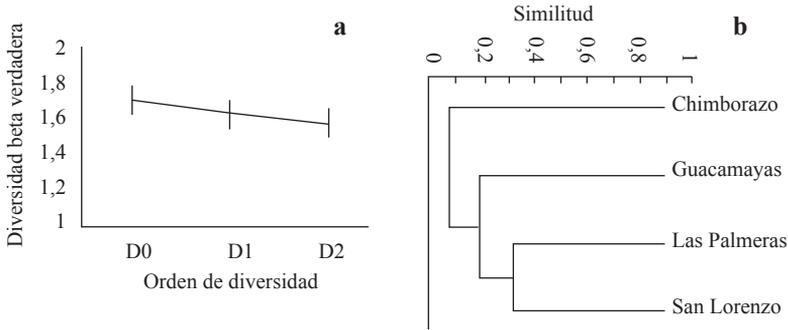


Figura 3. Análisis de diversidad y similitud taxonómica. **a.** Diversidad beta verdadera de vegetación entre fragmentos de bs-T en paisaje de ganadería extensiva bajo SSP y SC; se presentan tres medidas de diversidad beta con q (0, 1 y 2), con IC de 95 %; **b.** Análisis de agrupamiento con el coeficiente de similitud de Bray-Curtis entre los fragmentos asociados al SSP y SC de ganadería extensiva en Córdoba, Colombia.

al. 2012, Olascuaga-Vargas *et al.* 2016, Sanmartín-Sierra *et al.* 2016, Herazo Vitola *et al.* 2017), y lo encontrado puede ser resultado de la estructura horizontal de la vegetación en forma de mosaico en diferentes estados de sucesión ecológica, lo cual puede ser producto del tipo de manejo del sistema productivo, lo cual concuerda con el trabajo de García *et al.* (2014), que reportan también alta diversidad taxonómica y muchas especies raras.

La diversidad alfa verdadera (0D), fue significativamente mayor en los fragmentos del SSP con un nivel de completitud > 97 %, con una riqueza de 17 especies efectivas más que en los fragmentos del SC (Tabla 1).

Estos índices de diversidad alfa verdadera son similares a los valores reportados por Lebrija-Trejos *et al.* (2008) para otras áreas de bosque seco. Tal diferencia puede explicarse por la formación de mosaicos paisajísticos con diferentes etapas de sucesión como consecuencia del tipo de manejo, grado de aislamiento, efecto de borde, frecuencia y duración del ganado dentro de los fragmentos, historia de uso de la tierra y el grado de conservación de los fragmentos (Ballesteros 2015), entre otros, características que no se evaluaron en este trabajo, pero que pueden estar incidiendo en la composición y estructura de la vegetación. La diversidad beta verdadera o tasa de recambio de especies entre fragmentos del

Tabla 1. Diversidad alfa verdadera de plantas por localidades y sistemas de manejo en paisajes de ganadería extensiva en Córdoba. Se presentan tres medidas de diversidad: 0D , 1D , 2D ; y la completitud del muestreo, con un nivel de confianza del 95 %.

Localidades/ Manejo	N	D0 (Riqueza spp.)	D1 Exp(entropía H')	D2 (1/Simpson)	Completitud
Chimborazo	748	92±6,97	43,63±3,76	28,59±2,71	0,967
Guacamayas	984	80±5,42	35,84±2,81	18,53±2,33	0,985
Las Palmeras	1015	110±9,16	41,07±3,67	19,41±2,50	0,964
San Lorenzo	631	88±9,89	32,60±3,90	15,14±2,59	0,941
Manejo SSP	1646	161±11,55	55,25±4,27	22,19±2,90	0,967
Manejo SC	1732	144±5,75	69,25±3,37	40,11±3,78	0,986

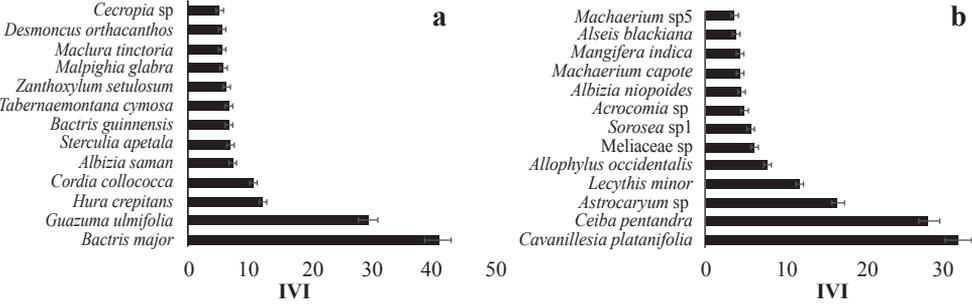


Figura 4. Índice de valor de importancia (IVI) por especies vegetales (DAP >1 cm, cuatro parcelas de 0,1 ha) en fragmentos de bs-T en matrices de ganadería extensiva con, **a.** sistema silvopastoril y **b.** sistema convencional.

SSP y fragmentos del SC fue del 84,5 % ($^{\circ}D = 1,69$ comunidades efectivas), con un solapamiento de especies del 30,8% (Fig. 3a). Una similitud del 20% en la composición taxonómica entre fragmentos del SSP y SC (Fig. 3b), sugieren que la composición vegetal entre fragmentos de bs-T es diferente, lo cual depende fundamentalmente de la historia de uso y manejo del sistema. Este resultado puede ser útil en el diseño de programas de conservación, en la medida que cada fragmento alberga un importante componente de la diversidad vegetal, lo cual es importante conservar. Esta condición en la composición florística de los fragmentos de bs-T evaluados representa un aporte significativo para la conservación de la diversidad regional de la Región Caribe colombiana.

Estructura de la vegetación

El índice de valor de importancia por especie (IVI) de plantas en los fragmentos

del SSP fue mayor para *Bactris major* (40,8), *Guazuma ulmifolia* (29,4), *Hura crepitans* (11,9) y *Cordia collococca* (10,4), especies que presentan un IVI mayor que los reportados por *Olacuaga et al.* (2016) en áreas de bs-T en otras áreas de la Región Caribe. En los fragmentos del SC las especies *Cavanillesia platanifolia* (Humb. & Bonpl.) Kunth (31,9), *Ceiba pentandra* (L) Gaertn. (28), *Astrocaryum* sp. (16,5) y *Lecithys minor* Jacq. (11,7) tuvieron el mayor IVI (Fig. 4). El índice de valor de importancia para las familias (IVIF) en los fragmentos del SSP fue mayor para Fabaceae (57,6), Malvaceae (46,5), Malpighiaceae (20,8) y Boraginaceae (20,4); mientras que, en los fragmentos del SC, Fabaceae (42,9), Arecaceae (23,8), Apocynaceae (18,8) y Euphorbiaceae (14,2) presentaron mayor IVIF (Fig. 5). Estos resultados son concordantes con los reportes de familias de plantas para ecosistemas secos tropicales (Gentry 1995, Mendoza-C. 1999, Albesiano y Rangel-Ch 2006, Carrillo-Fajardo *et al.*

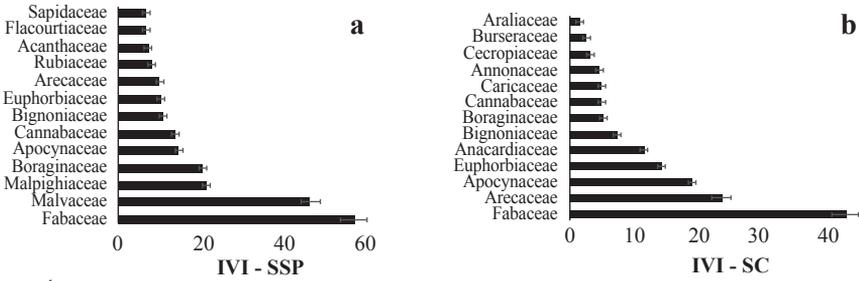


Figura 5. Índice de valor de importancia (IVIF) por familias (DAP >2,5 cm en cuatro parcelas de 0,1 ha) en fragmentos de bs-T en matrices de ganadería extensiva con **a.** sistema silvopastoril, y **b.** sistema convencional.

2007, Carbonó-Delahoz y García-Q. 2010, Rodríguez M. et al. 2012, Berdugo-Lattke y Rangel-Ch 2015, Villanueva et al. 2015, Dryflor et al. 2016, Sanmartín-Sierra et al. 2016, Olascuaga-Vargas et al. 2016, Herazo Vitola et al. 2017).

El análisis inverso de Kaandorp (Fig. 6) permitió identificar 158 especies exclusivas, distribuidas en cuatro grupos: I: Guacamayas (S = 28), II: Chimborazo (S = 40), III: Las

Palmeras (S = 51), y IV: S. Lorenzo (S = 39). Se registraron siete especies generalistas para el conjunto I-II-III-IV donde *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae) y *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (Burseraceae) presentaron la mayor dominancia. El conjunto I-III-IV, presentó seis especies generalistas *Maclura tinctoria* (L.) Stend. (Moraceae) y *Sterculia apetala* (Jacq.) H. Karst. (Malvaceae) las más abundantes. De este último conjunto se desprende un subconjunto III-IV con 20

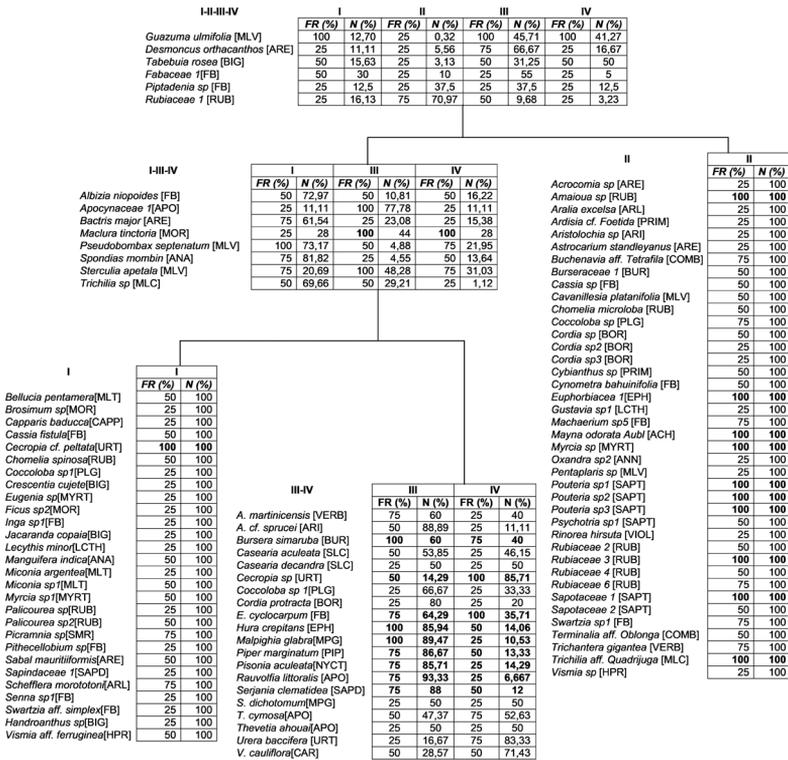


Figura 6. Análisis inverso de Kaandorp de los ensamblajes plantas vasculares en los fragmentos de bs-T Guacamayas (I), Chimborazo (II), Palmeras (III) y San Lorenzo (IV), Porcentaje del promedio de abundancia total (% N) y porcentaje de la frecuencia por ensamblaje (% Fre). Achariaceae (ACH), Acanthaceae (AC), Anacardiaceae (ANA), Annonaceae (ANN), Apocynaceae (APO), Araceae (ARA), Araliaceae (ARL), Burseraceae (BUR), Cannabaceae (CANN), Capparaceae (CAPP), Caricaceae (CAR), Cochiospermaceae (CCHL), Combretaceae (COMB), Connaraceae (CNN), Costaceae (CST), Cyclanthaceae (CYCLAN), Dilleniaceae (DLL), Euphorbiaceae (EPH), Fabaceae (FB), Flacourtiaceae (FLAC), Heliconiaceae (HCL), Hypericaceae (HPR), Lamiaceae (LMC), Lauraceae (LRC), Lecythidaceae (LCTH), Logoniaceae (LOG), Malpighiaceae (MPG), Malvaceae (MLV), Melastomataceae (MLT), Meliaceae (MLC), Moraceae (MOR), Myrsinaceae (MRS), Myrtaceae (MYRT), Nyctaginaceae (NYCT), Passifloraceae (PSS), Piperaceae (PIP), Polygonaceae (PLG), Primulaceae (PRIM), Rhamnaceae (RHN), Rubiaceae (RUB), Rutaceae (RUT), Sapindaceae (SAPD), Sapotaceae (SAPT), Simaroubaceae (SMR), Smilacaceae (SMLC), Solanaceae (SOL), Urticaceae (URT), Verveneae (VERV), Violaceae (VIOL), Vitaceae (VIT).

especies generalistas, donde *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. (Fabaceae), *Cecropia* sp. (Urticaceae) y *Hura crepitans* (Euphorbiaceae) fueron las especies más abundantes. Estos resultados confirman la alta heterogeneidad de los fragmentos evaluados, dado que solo comparten el 3,64 % de las especies registradas. Dada la pobre representación de los bs-T en áreas protegidas, cobra especial importancia la conservación de los fragmentos que persisten en las áreas de Reserva de la Sociedad Civil en los paisajes ganaderos de la región Caribe colombiana.

CONCLUSIONES

La alta diversidad de taxones de plantas encontradas y porcentaje de especies exclusivas, indican la gran importancia que tienen estos fragmentos para la conservación de la biodiversidad regional. Los fragmentos de bs-T en matrices SSP de ganadería extensiva presentan mayor diversidad vegetal frente a los fragmentos del SC, y la composición de especies depende de las actividades antrópicas y la manera como usan estos ecosistemas.

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

JBC concepción proyecto doctoral, diseño de la investigación, toma y análisis de datos, escritura del documento; LMG toma de información en campo y análisis de datos; JPT dirección del proyecto doctoral y revisión del documento.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación hizo parte del trabajo doctoral de Jesús Ballesteros en Ciencias Biológicas con la Pontificia Universidad Javeriana (Proyecto: ID5688), que también

se realizó en el marco de un proyecto de investigación sobre la diversidad faunística de áreas de reserva de la Sociedad Civil en Córdoba-Colombia, financiado parcialmente por la Oficina de Investigación de la Universidad de Córdoba. Agradecemos la participación en el trabajo de campo de Carlos González, Eva Bravo, Írian Rodiño, María Fernanda Garcés, Sheiry Rhenals. A Paul Betancur, Gustavo Gómez y Salvador Vélez por su interés y apoyo logístico en el trabajo de campo. Al Herbario de la Universidad de Córdoba-Montería (HUC), Herbario Joaquín Antonio Uribe, Medellín (JAUM) y Herbario de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá (HPUJ), por la colaboración en la identificación del material vegetal.

MATERIAL SUPLEMENTARIO

El anexo se presenta como material suplementario bajo el doi: <https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v41n1.78389>.

LITERATURA CITADA

- Albesiano S, Rangel-Ch J. 2006. Estructura de la Vegetación del Cañón del Río Chicamocha (500–1200 m) Santander, Colombia: Una Herramienta para la Conservación. *Caldasia* 28(2):307–325.
- Andrade-Castañeda HJ, Segura-Madrigal MA, Canal-Daza DS, Huertas-Gonzales A, Mosos-Torres CA. 2017. Composición florística y reservas de carbono en bosques ribereños en paisajes agropecuarios de la zona seca del Tolima, Colombia. *Rev. Biol. Trop.* 65(4):1245–1260. doi: 10.15517/RBT.V65I4.27007.
- Ballesteros J. 2015. Efecto del manejo Silvopastoril y convencional de ganadería extensiva sobre el ensamblaje de murciélagos asociados a fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. [Tesis doctoral]. [Bogotá]: Pontificia Universidad Javeriana. URL: <http://hdl.handle.net/10554/19650>

- Barrance A, Schreckenber K, Gordon J. 2009. Conservación mediante el uso: lecciones aprendidas en el bosque seco tropical mesoamericano. Londres: Editorial Overseas Development Institute.
- Berdugo-Lattke ML, Rangel-Ch JO. 2015. Composición florística del bosque tropical seco del santuario “Los Besotes” y fenología de especies arbóreas dominantes (Valledupar, Colombia). *Colomb. For.* 18(1):87–103. doi: 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2015.1.a05.
- Carbonó-Delaho E, García-Q. H. 2010. La Vegetación Terrestre en la Ensenada de Neguanje, Parque Nacional Natural Tayrona (Magdalena, Colombia). *Caldasia* 32(2):235–256.
- Carrillo-Fajardo M, Rivera-Díaz O, Sánchez-Montaña R. 2007. Caracterización florística y estructural del bosque seco tropical del Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia. *Actual. Biol.* 29(86):55–73.
- Casanoves F, Pla L, Di Rienzo J. 2011. Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. Serie Técnica Informe Técnico No. 384. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.
- Coelho MS, Almada ED, Quintino AV, Fernández GW, Santos RM, Sánchez-Azofeifa GA, Espirito Santo MMD. 2012. Floristic composition and structure of tropical dry forest different successional stages in the Espinhaco Mountains, Southeastern Brazil. *Interciencia* 37(3):190–196.
- Collinge SK. 2009. Ecology of fragmented landscapes: Foreword by Forman RT. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Colwell RK, Mao CX, Chang J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85(10):2717–2727. doi: 10.1890/03-0557.
- Corzo G, Delgado J. 2012. Escenarios Geográficos para la Restauración del Bosque seco en Colombia. Informe final de consultoría. Colombia: Universidad ICESI – Instituto Alexander von Humboldt – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Dryflor, Banda K, Delgado A, Dexter K, Linares R, Oliveira A, Prado D, Pullan M, Quintana C, Riina R, Rodríguez G., Weintritt J, Acevedo P, Abarve J, Álvarez E, Aranguren A, Arteaga J, Aymard G, Castaño A, Ceballos N, Cogollo A, Cuadros H, Delgado F, Devia W, Dueñas H, Fajardo L, Fernández A, Fernández M, Franklin J, Freid E, Galetti L, Gonto R, González R, Graveson R, Helmer E, Idárraga A, López R, Marcano H, Martínez O, Maturo H, McDonald M, McLaren K, Melo O, Mijares F, Moggi V, Molina D, Moreno N, Nassar J, Neves D, Oakley L, Oatham M, Olvera A, Pezzini F, Reyes O, Ríos M, Rivera O, Rodríguez N, Rojas A, Särkinen T, Sánchez R, Smith M, Vargas C, Villanueva B, Pennington R. 2016. Plant diversity patterns in Neotropical dry forests and their conservation implications. *Science* 353(6306):1383–1387. doi: 10.1126/science.aaf5080.
- Franco P, Betancur J, Fernández J. 1997. Diversidad florística en dos bosques subandinos del sur de Colombia. *Caldasia* 19(1–2):205–234.
- García H, Corzo G, Isaacs P, Etter A. 2014. Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de bosque seco tropical en Colombia: Insumos para su gestión. En: Pizano C, García H, editores. El bosque seco tropical en Colombia. Bogotá D.C: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. p. 228–251.
- Gentry A. 1982. Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. En: Hecht MK, Wallace B, Prance GT, editores. *Evolutionary Biology*. Boston: Springer, Boston, MA.
- Gentry A. 1995. Diversity and floristic composition of Neotropical dry forests. En: Bullock S, Mooney H, Medina E, editores. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 146–194.
- Herazo Vitola F, Mercado Gómez J, Mendoza Cifuentes H. 2017. Estructura y composición florística del bosque seco tropical en los Montes de María (Sucre-Colombia). *Ciencia en Desarrollo* 8(1):71–82. doi: 10.19053/01217488.v8.n1.2017.5912.
- [IAvH] Instituto Alexander von Humboldt. 1995. Exploración ecológica a los Fragmentos de bosque seco en el Valle del Río Magdalena (Norte del Departamento del Tolima). Villa de Leyva, Colombia: Grupo de Exploraciones Ecológicas Rápidas GEMA, IAVH.
- [IAvH] Instituto Alexander von Humboldt. 1998. El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia. Villa de Leyva, Colombia: Programa de Inventario de la Biodiversidad Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA. IAVH.
- Jost L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113(2):363–375. doi: 10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x.

- Kaandorp JA. 1986. Rocky substrate communities of the infralitoral fringe of the Boulonnais coast, NW France: a quantitative survey. *Marine Biology* 92(2):255–265. doi: 10.1007/BF00392843.
- Lebrija-Trejos E, Bongers F, Pérez-García EA, Meave JA. 2008. Successional change and resilience of a very dry tropical deciduous forest following shifting agriculture. *Biotropica* 40(4):422–431. doi: 10.1111/j.1744-7429.2008.00398.x.
- Lema A. 2003. Elementos estadísticos de dasometría y medición forestal. Medellín, Colombia: Silvano Ltda.
- Magurran AE. 2004. Measuring biological diversity. Malden, USA: Blackwell Science Ltd.
- Marulanda LO, Uribe A, Velásquez P, Montoya MA, Idárraga A, López MC, López JM. 2003. Estructura y composición de la vegetación de un fragmento de bosque seco en San Sebastián, Magdalena (Colombia). I. Composición de plantas vasculares. *Actualidades Biológicas* 25(78):17–30.
- Mendoza-C. H. 1999. Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical de región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia* 21(1):70–94.
- Mendoza H, Ramírez B, Jiménez LC. 2004. Rubiaceae de Colombia. Guía ilustrada de géneros. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Mori SA, Boom BM, de Carvalino AM, dos Santos TS. 1983. Ecological importance of Myrtaceae in an Eastern Brazilian wet forest. *Biotropica* 15(1):68–70. doi: 10.2307/2388002.
- Olascuaga-Vargas D, Mercado-Gómez J, Sánchez-Montaña LR. 2016. Análisis de la vegetación sucesional en un fragmento de bosque seco tropical en Tolúviejo-Sucre (Colombia). *Colomb. For.* 19(1):23–40. doi: 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2016.1.a02.
- Palencia G, Mercado T, Combat E. 2006. Estudio Agroclimático del Departamento de Córdoba. Montería, Colombia: Fondo Editorial Universidad de Córdoba, Montería- Colombia.
- Pizano C, García H, editores. 2014. El bosque seco tropical en Colombia. Bogotá D.C: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Portillo-Quintero CA, Sánchez-Azofeifa GA. 2010. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biol. Conserv.* 143:144–155. doi: 10.1016/j.biocon.2009.09.020.
- Rodríguez JP, Nassar JM, Rodríguez-Clark KM, Zager I, Portillo-Quintero CA, Carrasquel F, Zaambrano S. 2009. Tropical Dry Forest in Venezuela: assessing status, threats and future prospects. *Environ. Conserv.* 35(4):311–318. doi: 10.1017/S0376892908005237.
- Rodríguez M. GM, Banda-R. K, Reyes B. SP, Estupiñán González AC. 2012. Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar (Caribe colombiano). *Biota Colomb.* 13(2):7–39. doi: 10.21068/bc.v13i2.261.
- Sanmartín-Sierra DR, Angarita-Hernández DF, Mercado-Gómez JD. 2016. Estructura y composición florística del bosque seco tropical de Sanguaré-Sucre (Colombia). *Ciencia en Desarrollo* 7(2):43–56. doi: 10.19053/01217488.v7.n2.2016.4142.
- Vargas W, Ramírez W. 2014. Lineamientos generales para la restauración del Bosque Seco Tropical en Colombia. En: Pizano C, García H, editores. El bosque seco tropical en Colombia. Bogotá D.C, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). p. 252–291.
- Villanueva B, Melo O, Rincón M. 2015. Estado del conocimiento y aportes a la flora vascular del bosque seco del Tolima. *Colomb. For.* 18(1):9–23. doi: 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2015.1.a01.
- Villareal H, Álvarez M, Córdoba S, Escobar F, Fagua G, Gast F, Mendoza H, Ospina M, Umaña AM. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.