



Vegetation Composition and Structure of Tropical Dry Forest Fragments and of Two Sites with Anthropic Activity in La Dorada and Victoria, Caldas

Jhon Alexander Vargas Figueroa
Universidad del Valle

Ángela María González Colorado
Universidad del Valle

Eliana Barona Cortés
Universidad del Valle

Wilmar Bolívar García
Universidad del Valle

Recibido: March 2, 2016

Aceptado: August 22, 2016

Pag. 13-60

Abstract

The excessive degradation of the ecosystems from the tropical dry forest formation urges us immediately to carry out studies as a strategy for conserving the biodiversity in Colombia. We characterized the vegetation of fragments of these ecosystems in the Magdalena Medio basin. We defined Mining Zones (MZ), Unmanaged Silvopastoral System Zones (SZ) and Forests Zones (FZ). We randomly localized 20 transect per zone (50x2m). We sampled trees, shrubs, lianas ($DBH \geq 1$ cm), and herbs in five quadrants ($1m^2$) per transect. We completed the floristic inventory with free collections. We recorded 506 species in 90 families. Fabaceae presented the mayor specified richness in all the zones; Cyperaceae and Poaceae were the second and third richest families in MZ; Malvaceae and Euphorbiaceae were the richest species in SZ, and Rubiaceae were the richest in FZ. FZ had more species richness and more individual abundance than sites with anthropic activities. MZ does not have a defined vertical structure. SZ has a composition and vegetation structure similar to sites with early plant succession and FZ has a more complex composition and vegetation structure. FZ records much higher species richness per area unit than dry forests from the south of the Magdalena valley, but a lower one than the rainforests from the north, which makes these fragments a potential and important ecological connection point.

Keywords: plant succession, mining, silvopastoral system, Magdalena valley.

Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical y de dos zonas con actividad antrópica en La Dorada y Victoria, Caldas

Resumen

La excesiva degradación de los ecosistemas de la formación de bosque seco tropical, obliga a su inmediato estudio como estrategia para conservar la biodiversidad en Colombia. Se caracterizó la composición y estructura vegetal de fragmentos de estos ecosistemas en el Magdalena Medio, para aportar a la evaluación de su estado. Se delimitaron zonas de minería (ZM), sistema silvopastoril sin manejo (ZS) y bosque (ZB). Se ubicaron al azar 20 trayectos lineales (50x2m) por zona. Se censaron árboles, arbustos, lianas ($DAP \geq 1$ cm) y también hierbas en cinco cuadrantes ($1m^2$) por trayecto; se

completó el inventario de especies con colectas libres. Se registraron 506 especies en 90 familias. Fabaceae tuvo la mayor riqueza específica en las tres zonas. Cyperaceae y Poaceae le siguieron en ZM, mientras que en ZS fueron Malvaceae y Euphorbiaceae y en ZB Rubiaceae. ZB presentó una mayor riqueza de especies y abundancia de individuos que las zonas intervenidas. ZM no tiene una estructura vertical definida, ZS presenta una composición y estructura vegetal de sitios sucesionales tempranos y ZB tiene una composición y estructura más compleja. ZB registra una mayor riqueza de especies que bosques secos al sur del valle del Magdalena, pero menor que bosques húmedos al norte, por lo que puede ser un punto de conexión ecológico potencial importante.

Palabras clave: sucesión vegetal, minería, sistemas silvopastoriles, Valle del Magdalena.

1 Introducción

El bosque seco tropical se puede entender como una formación vegetal o un bioma forestal que ocurre en tierras bajas de zonas tropicales [46], en sitios donde se presenta una temperatura media anual por encima de los 17 °C, lluvias entre los 250 y los 2.000 mm³ anuales y una tasa anual de evapotranspiración/precipitación de menos de 1,0 [17]. Estas características climáticas tienden a ser estacionales, presentándose meses con una marcada sequía, seguidos de meses con fuertes lluvias, lo que genera una combinación de desafíos única para la supervivencia de los organismos que componen estos bosques. Dicha estacionalidad tiene como consecuencia el desarrollo de una serie de adaptaciones morfofisiológicas y comportamentales en la flora y fauna que influyen directamente en los procesos ecosistémicos de este bosque [16, 3]. Aunque los bosques secos tropicales presentan, por lo general, una riqueza de especies menor comparada con la encontrada en los bosques húmedos [12, 28, 29], la diversidad en formas de vida, en términos estructurales y fisiológicos pueden ser similares o más amplias en los primeros [29, 38]. Además, presentan procesos ecológicos que los diferencian significativamente de muchos otros bosques, como bajas tasas de crecimiento en comparación con la vegetación que crece en el trópico húmedo y ciclos reproductivos restringidos a estos ecosistemas, por lo que su fragilidad es más alta, haciéndolos más susceptibles a la perturbación [47]. También, en términos fisiológicos aproximadamente el 50% de la vegetación presente en estos ecosistemas es tolerante a la sequía [56].

Actualmente, los bosques secos tropicales presentan un alto grado de amenaza, debido a una alta pérdida de su cobertura natural en las últimas décadas [35, 48, 41, 53]. La gran mayoría de fragmentos existentes corresponden a bosques secundarios, con una presión antrópica alta debido principalmente a la ganadería y la agricultura [3]; en otros casos, pueden estar protegidos por diferentes acciones de conservación, pero se encuentran en un estado de regeneración relativamente temprano [61]. La distribución original del bosque seco en Colombia comprendía seis regiones: el Caribe, los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, los enclaves secos del norte de los Andes, los valles de los ríos Dagua y Patía en el suroccidente del país, y el piedemonte y los afloramientos rocosos de los Llanos [19]. Esta distribución presentaba un área total de 80.000 Km² [16]. En términos particulares, la región del valle del río Magdalena tiene una cobertura de bosque seco tropical actual que incluye los departamentos de Huila, Tolima, Cundinamarca y un pequeño sector al oriente del departamento de Caldas [52], la cual representa el 45,7% del área total actual en Colombia [27]. Sin embargo, la progresiva degradación de las coberturas naturales del bosque seco de esta región, supone un proceso de pérdida del tamaño, composición y

estructura de los parches, además de funciones ecológicas como la regulación hídrica, el control de erosión y la captura de biomasa, entre otros. Como consecuencia, es frecuente encontrar suelos degradados por el pisoteo del ganado y por la extracción de material de canteras donde dominan especies como la ortiga (*Cnidocolus urens*), el ortiguillo (*Acalypha macrostachya*) y el drago (*Croton schiedeanus*) [52].

De los fragmentos de bosque seco existentes en el valle del río Magdalena, se han estudiado principalmente los parches ubicados en el norte [37, 38] y sur del departamento del Tolima [63, 62], donde existen aproximadamente 31 fragmentos con un tamaño promedio de 155,5 ha [33]; los parches ubicados en la Ecorregión Estratégica de la Tatacoa (departamentos del Tolima y Huila) [20, 21] y en la zona del bajo y medio Magdalena [9, 37]. En estos sitios se tienen diferentes estudios a nivel de la composición y estructura vegetal [e.g. 30, 39, 40, 21, 22, 63, 9, 62]. En otros sitios considerados de bosque seco en este valle, particularmente en el departamento de Caldas y Magdalena, se han realizado algunos estudios sobre estructura y composición [37] y asociaciones fitosociológicas [9]. Particularmente, en el estudio florístico del bosque seco de Pizano *et al.* [52], se estudiaron 147 localidades en el valle del Magdalena, entre remanentes de bosques secos y fragmentos inmersos en mosaicos como pastizales y cultivos agrícolas. No obstante, aún quedan sitios que han sido poco explorados, tanto en términos de la fauna como de la flora que alberga. Este es el caso de ciertos fragmentos de bosque seco ubicados en el departamento de Caldas, municipios de La Dorada y Victoria, donde se tienen pequeños parches inmersos en matrices de cultivos y ganadería, los cuales además de su biodiversidad, representan una importancia a nivel de la conexión longitudinal y ecológica que ofrecen con los bosques más húmedos hacia el norte del departamento y los bosques secos del sur, en el alto Magdalena.

Con el fin de mejorar el manejo y protección del bosque seco tropical, es necesario responder a varias preguntas fundamentales, entre éstas: ¿Cuáles son los patrones ecológicos que explican la variación longitudinal y latitudinal de estos bosques en términos de la composición de especies y la estructura vegetal? [55] Es así como los estudios sobre la composición y estructura de los remanentes de este tipo de ecosistemas en matrices transformadas pueden brindar el conocimiento y las herramientas biológicas necesarias para evaluar su estado y, de este modo, implementar estrategias de conservación que permitan aumentar su representatividad en términos del tamaño de las áreas existentes de bosque seco tropical. De esta manera, el objetivo de este trabajo fue caracterizar la composición y la estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical y de dos zonas con actividad antrópica: una con un sistema silvopastoril sin manejo y la otra con actividad minera, ubicados entre los municipios de La Dorada y Victoria, departamento de Caldas, con el fin de establecer una línea base para estudios posteriores sobre el estado de los diferentes componentes biológicos de estos fragmentos y su representatividad ecosistémica en el valle del río Magdalena.

2 Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

El área de estudio se ubicó en la hacienda La Española, entre los municipios de La Dorada y Victoria, departamento de Caldas, Colombia, en el valle geográfico del río Magdalena (5° 22' 2,6" N, 74° 47' 36,6" O; 234-321 m s.n.m.) (Figura 1). El ecosistema

presente se clasifica dentro de la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T) de acuerdo con la clasificación de Holdridge [32]. De acuerdo con la estación meteorológica IDEAM - Dorada (IDEAM), ubicada en el municipio La Dorada, esta zona presenta una precipitación promedio anual de 1.590 mm³, una temperatura promedio de 30,9 °C (25,8 - 38,4 °C) y una humedad relativa promedio de 71,4%. (38,5 - 97,3%). El área es atravesada por el río Purnio, el cual desemboca en el río Magdalena. Se observan zonas con un gran deterioro del suelo y de la vegetación, producto de la actividad minera de material de arrastre y de la ganadería.

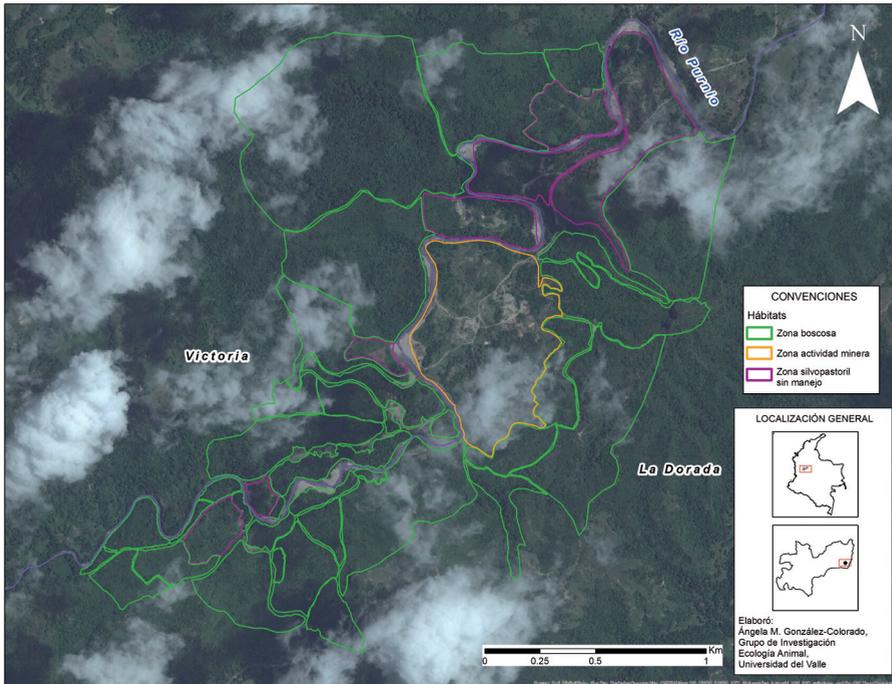


Figura 1. Ubicación del área de estudio: hacienda La Española, municipios de La Dorada y Victoria, departamento de Caldas, Colombia. Se detallan las zonas muestreadas: zona de actividad minera, zona de sistema silvopastoril sin manejo y zona de los fragmentos de bosque.

En términos históricos, la hacienda La Española fue principalmente ganadera hasta el año 1984, a partir del cual se empezaron a desarrollar actividades de explotación de material de construcción con maquinaria de manera permanente hasta el año 1992. Posteriormente, entre el año 1992 y 2008 la extracción se dio de manera esporádica y a su vez se retomó la actividad ganadera. Finalmente, desde el 2008 a la fecha la explotación de material de construcción se sigue realizando en el área y, en ocasiones, hay ganado que entra a pastar en algunas zonas de la Hacienda. No obstante, de acuerdo con estudios geomorfológicos realizados por la Alcaldía de Victoria e Hidromiel S.A., los suelos de los municipios donde se ubica la Hacienda no son aptos para la actividad agropecuaria ya que está muy limitada por las bajas precipitaciones pluviales, la alta evaporación, la poca profundidad efectiva de los suelos, las fuertes pendientes y el estado avanzado de la erosión [1].

Para evaluar la composición y estructura de la vegetación, se delimitaron tres sitios contrastantes, uno correspondiente a las zonas de fragmentos de bosque en diferentes estados

de sucesión vegetal y los otros dos correspondientes a zonas de actividad antrópica: una de actividad minera y otra de ganadería con sistema silvopastoril sin manejo.

2.1.1 Zona de actividad minera (ZM)

La zona de actividad minera tiene una extensión de 43,3 ha. Se ubica en el centro de la Hacienda e incluye las áreas construidas. Se observa un suelo parcial o totalmente desprovisto de vegetación; sitios con pérdida parcial o total de los horizontes del suelo; cárcavas de variados tamaños; sitios con vegetación herbácea dominada por pastos y ciperáceas; vegetación tipo arbustiva combinada con árboles de porte bajo (entre 5 y 10 m) y medio (entre 10 y 15 m) y escasos árboles aislados que son de dosel y de crecimiento rápido pero se encuentran relativamente jóvenes en su mayoría. También se observan sitios de pastizales inundables y pequeños cuerpos de agua (*i.e.* lagunas) que funcionan como piscinas de sedimentación usadas en el proceso de extracción del material de arrastre.

2.1.2 Zona de sistema silvopastoril sin manejo (ZS)

La zona de sistema silvopastoril sin manejo tiene una extensión de 56,6 ha. y se ubica principalmente en la parte norte de la Hacienda. Está compuesta en gran parte por un cultivo de palma de vino (*Attalea butyracea*, Arecaceae) aparentemente abandonado, mezclado con sitios de rastrojos bajos y altos de especies en su mayoría pioneras y pequeños parches relativamente boscosos. En muchos de los sitios se observa una colonización de varias lianas y bejucos de las familias *Bignoniaceae* y *Sapindaceae* con un comportamiento aparentemente invasivo. El ganado pasta principalmente en las áreas más abiertas.

2.1.3 Zona de bosque (ZB)

La zona de bosque tiene una extensión de 314,1 ha. Está compuesta por fragmentos de bosque de variados tamaños separados por caminos, carreteras destapadas y por el río Purnio. Presenta una vegetación arbórea y arbustiva muy variable, encontrándose desde áreas con una estratificación vertical relativamente definida (*i.e.* estratos herbáceo, arbustivo, arbóreo inferior, arbóreo superior y árboles emergentes), con un sotobosque altamente diverso y un dosel formado; estos en su mayoría ubicados hacia las riberas de las quebradas, hasta áreas con claros de bosque de variados tamaños sin un dosel de bosque como tal y con abundantes herbáceas heliófilas. Dentro de esta zona se encuentran varias quebradas que desembocan en el río Purnio.

2.2 Evaluación de la composición y la estructura de la vegetación

Para evaluar la composición y estructura de la comunidad vegetal en cada zona, se utilizó el método propuesto por Gentry [29] para plantas leñosas, con la modificación del DAP mínimo propuesto por Villareal *et al.* [64] y el método propuesto por Lozano-Zambrano *et al.* [36] para plantas herbáceas terrestres, modificado por los autores. En este sentido, se realizaron 20 trayectos lineales de 50 x 2 m para cada zona, distribuidos al azar, con una distancia mínima de 20 m entre cada uno, para un total de 2.000 m² (0,2 ha) muestreados para cada zona. En cada trayecto se muestreó la vegetación herbácea y leñosa, incluyendo bejucos y hierbas acuáticas. En el caso de las especies leñosas, se registraron los tallos (*i.e.*

ramas) de todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mínimo de 1 cm en el área del trayecto (*i.e.* los 100 m²). Se midió la circunferencia a la altura del pecho (CAP) con una cinta métrica, medido a 1,3 m desde la superficie del suelo y se registró la altura total y el hábito de crecimiento de cada individuo (*i.e.* árbol, arbusto o liana). En el caso de las especies herbáceas, se ubicaron cinco cuadrantes de 1 m² dentro de cada trayecto, un cuadrante cada 10 m y se muestrearon los individuos presentes; se registró el hábito de crecimiento como hierba, incluyendo las enredaderas y plantas acuáticas. Las especies donde no se podían definir individuos (*e.g.* pastos con crecimiento estolonífero) se registró sólo la presencia de la especie dentro del cuadrante.

Por cada especie registrada, se colectó por lo menos una muestra de herbario para su posterior identificación taxonómica. Para completar el inventario florístico, se realizaron recorridos libres en las diferentes zonas y se colectaron muestras de herbario fértiles de otras especies que no se registraron en los muestreos realizados o cuyas muestras de herbario colectadas no estaban fértiles, con el fin de completar las determinaciones taxonómicas. Se siguió la clasificación taxonómica del APG IV (Angiosperm Phylogeny Group) [2]. La validación de los nombres científicos se realizó siguiendo la página Web www.theplantlist.com. Los especímenes voucher fértiles se incluyeron en el Herbario CUVC de la Universidad del Valle (Tabla 1).

Tabla 1. Listado de las especies de flora registradas en las tres zonas muestreadas (actividad minera, sistema silvopastoril sin manejo y bosque), en la hacienda La Española, municipios de La Dorada y Victoria, departamento de Caldas.

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Acanthaceae	<i>Aphelandra glabrata</i> Willd. ex Nees	J.A. Vargas-Figueroa	709
Acanthaceae	<i>Blechnum pyramidatum</i> (Lam.) Urb.	-	Estéril
Acanthaceae	<i>Justicia phytolaccoides</i> Leonard	J.A. Vargas-Figueroa	982
Acanthaceae	<i>Ruellia geminiflora</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	889
Acanthaceae	<i>Ruellia tubiflora</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	727
Acanthaceae	<i>Ruellia</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	979
Alismataceae	<i>Limnocharis flava</i> (L.) Buchenau	J.A. Vargas-Figueroa	703
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	1031
Amaranthaceae	<i>Alternanthera albotomentosa</i> Suess.	J.A. Vargas-Figueroa	859
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	961
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	950
Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	J.A. Vargas-Figueroa	833
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i> (Bertero ex Kunth) Skeels	M. Llano-Almario	223
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	-	Estéril

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	984
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	-	Estéril
Annonaceae	<i>Annona squamosa</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	1035
Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp.	-	Estéril
Annonaceae	<i>Raimondia quinduensis</i> (Kunth) Saff.	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	230; 981
Annonaceae	<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill.	-	Estéril
Apocynaceae	<i>Mandevilla subsagittata</i> (Ruiz & Pav.) Woodson	J.A. Vargas-Figueroa	828
Apocynaceae	<i>Marsdenia</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	875
Apocynaceae	<i>Mesechites trifidus</i> (Jacq.) Müll.Arg.	J.A. Vargas-Figueroa	685, 799, 887
Apocynaceae	<i>Prestonia</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	1010
Apocynaceae	<i>Sarcostemma clausum</i> (Jacq.) Schult.	J.A. Vargas-Figueroa	804
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana markgrafiana</i> J.F.Macbr.	J.A. Vargas-Figueroa	823
Araceae	<i>Anthurium fendleri</i> Schott	J.A. Vargas-Figueroa	818, 856
Araceae	<i>Anthurium nymphaeifolium</i> K.Koch & C.D.Bouché	J.A. Vargas-Figueroa	857
Araceae	<i>Caladium</i> cf. <i>bicolor</i> (Aiton) Vent.	J.A. Vargas-Figueroa	1024
Araceae	<i>Dieffenbachia parlatorei</i> Linden & André	J.A. Vargas-Figueroa	695
Araceae	<i>Monstera adansonii</i> Schott	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	236; 907
Araceae	<i>Monstera spruceana</i> (Schott) Engl.	J.A. Vargas-Figueroa	812
Araceae	<i>Philodendron hederaceum</i> (Jacq.) Schott	-	Estéril
Araceae	<i>Spathiphyllum quinduense</i> Engl.	J.A. Vargas-Figueroa	954
Araceae	<i>Stenospermation</i> sp.	-	Estéril
Araceae	<i>Xanthosoma</i> cf. <i>daguense</i> Engl.	M. Llano-Almario	225
Araliaceae	<i>Dendropanax macrophyllum</i> Cuatrec.	-	Estéril
Arecaceae	<i>Astrocaryum malybo</i> H.Karst.	J.A. Vargas-Figueroa	729
Arecaceae	<i>Astrocaryum triandrum</i> Galeano-Garces, R.Bernal & F.Kahn	J.A. Vargas-Figueroa	1004

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.f.) Wess.Boer	J.A. Vargas-Figueroa	923
Arecaceae	<i>Attalea cohune</i> Mart.	J.A. Vargas-Figueroa	1000
Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	-	Estéril
Arecaceae	<i>Bactris pilosa</i> H.Karst.	J.A. Vargas-Figueroa	921
Arecaceae	<i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.	J.A. Vargas-Figueroa	1003
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	-	Estéril
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia leuconeura</i> Linden	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	275; 815
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia maxima</i> Jacq.	J.A. Vargas-Figueroa	821
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia pilosa</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	870
Aspleniaceae	<i>Asplenium</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	871
Asteraceae	<i>Acmella brachygllosa</i> Cass.	J.A. Vargas-Figueroa	925
Asteraceae	<i>Tilesia</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	1033, 1039
Asteraceae	<i>Clibadium</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	1041
Asteraceae	<i>Conocliniopsis prasiifolia</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	J.A. Vargas-Figueroa	796
Asteraceae	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	J.A. Vargas-Figueroa	914
Asteraceae	<i>Eleutheranthera tenella</i> (Kunth) H.Rob.	J.A. Vargas-Figueroa	650, 718
Asteraceae	<i>Lycoseris mexicana</i> (L.f.) Cass.	J.A. Vargas-Figueroa	665, 789, 827
Asteraceae	<i>Mikania congesta</i> DC.	J.A. Vargas-Figueroa	972
Asteraceae	<i>Pectis bonplandiana</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	763
Asteraceae	<i>Pectis linearis</i> Willd. ex Less.	J.A. Vargas-Figueroa	680
Asteraceae	<i>Pectis</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	809
Asteraceae	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	J.A. Vargas-Figueroa	771
Asteraceae	<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	J.A. Vargas-Figueroa	894
Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i> (L.) L.	J.A. Vargas-Figueroa	752
Asteraceae	<i>Vernonanthura brasiliiana</i> (L.) H.Rob.	-	Estéril
Asteraceae	Indeterminada	-	Estéril
Bignoniaceae	<i>Amphilophium magnoliifolium</i> (Kunth) L.G.Lohmann	J.A. Vargas-Figueroa	824
Bignoniaceae	<i>Bignonia aequinoctialis</i> L.	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	220; 776

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Bignoniaceae	<i>Callichlamys latifolia</i> (Rich.) K. Schum	-	Estéril
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	-	Estéril
Bignoniaceae	<i>Fridericia schumanniana</i> (Loes.) L.G.Lohmann	J.A. Vargas-Figueroa	1044
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose	J.A. Vargas-Figueroa	916
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> subesp. <i>pluvicola</i> (A.H.Gentry) S.O.Grose	-	Estéril
Bignoniaceae	<i>Handroanthus obscurus</i> (Bureau & K.Schum.) Mattos	-	Estéril
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	-	Estéril
Bignoniaceae	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O.Grose	-	Estéril
Bignoniaceae	<i>Jacaranda hesperia</i> Dugand	M. Llano-Almario	214
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	-	Estéril
Bixaceae	<i>Cochlospermum orinocense</i> (Kunth) Steud.	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	274; 1002
Boraginaceae	<i>Cordia polycephala</i> (Lam.) I.M.Johnst.	J.A. Vargas-Figueroa	645
Boraginaceae	<i>Euploca fruticosa</i> (L.) J.I.M.Melo & Semir	J.A. Vargas-Figueroa	877
Boraginaceae	<i>Tournefortia cuspidata</i> Kunth Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	712, 868
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia</i> aff. <i>tolimensis</i> L.B.Sm.	J.A. Vargas-Figueroa	835
Bromeliaceae	<i>Tillandsia fendleri</i> Griseb.	-	Estéril
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	-	Estéril
Burseraceae	<i>Protium macrophyllum</i> (Kunth) Engl.	J.A. Vargas-Figueroa	918
Cactaceae	<i>Epiphyllum</i> sp.	-	Estéril
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	J.A. Vargas-Figueroa	702
Capparaceae	<i>Capparidastrum frondosum</i> (Jacq.) Cornejo & Iltis	J.A. Vargas-Figueroa	899, 946
Capparaceae	<i>Steriphoma paradoxum</i> (Jacq.) Endl.	J.A. Vargas-Figueroa	822, 840, 945
Celastraceae	<i>Peritassa</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	936
Celastraceae	<i>Prionostemma aspera</i> (Lam.) Miers	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	273; 900
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella americana</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	995
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	1016

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Commelinaceae	<i>Tripogandra serrulata</i> (Vahl) Handlos	J.A. Vargas-Figueroa	958
Convolvulaceae	<i>Evolvulus nummularius</i> (L.) L.	-	Estéril
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	-	Estéril
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia sphaerostigma</i> (Cav.) Rusby	J.A. Vargas-Figueroa	785
Convolvulaceae	<i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz & Pav.) O'Donell	-	Estéril
Convolvulaceae	<i>Merremia umbellata</i> (L.) Hallier f.	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	218; 644
Costaceae	<i>Costus</i> sp.1	M. Llano-Almario	245
Costaceae	<i>Costus</i> sp.2	J.A. Vargas-Figueroa	855
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	853
Cucurbitaceae	<i>Psiguria</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	852
Cucurbitaceae	<i>Sicydium tamnifolium</i> (Kunth) Cogn.	J.A. Vargas-Figueroa	845
Cyclanthaceae	<i>Carludovica palmata</i> Ruiz & Pav.	M. Llano-Almario	231
Cyclanthaceae	<i>Dicranopygium</i> cf. <i>goudotii</i> Harling	J.A. Vargas-Figueroa	814
Cyperaceae	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	J.A. Vargas-Figueroa	754
Cyperaceae	<i>Cyperus iria</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	753, 769
Cyperaceae	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz.	J.A. Vargas-Figueroa	651, 734, 895
Cyperaceae	<i>Cyperus odoratus</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	767
Cyperaceae	<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	J.A. Vargas-Figueroa	768
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	-	Estéril
Cyperaceae	<i>Eleocharis elegans</i> (Kunth) Roem. & Schult.	J.A. Vargas-Figueroa	940
Cyperaceae	<i>Eleocharis montana</i> (Kunth) Roem. & Schult.	J.A. Vargas-Figueroa	762
Cyperaceae	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	J.A. Vargas-Figueroa	657
Cyperaceae	<i>Fimbristylis littoralis</i> Gaudich.	J.A. Vargas-Figueroa	755
Cyperaceae	<i>Kyllinga pumila</i> Michx.	J.A. Vargas-Figueroa	893
Cyperaceae	<i>Pycneus polystachyos</i> (Rottb.) P.Beauv.	J.A. Vargas-Figueroa	882
Cyperaceae	<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L.) Britton	J.A. Vargas-Figueroa	766
Cyperaceae	<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeckeler	-	Estéril

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Cyperaceae	<i>Rhynchospora</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	915
Cyperaceae	<i>Scleria gaertneri</i> Raddi	J.A. Vargas-Figueroa	662
Cyperaceae	<i>Scleria</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	943
Dilleniaceae	<i>Dolioscarpus nitidus</i> (Triana) Triana & Planch.	J.A. Vargas-Figueroa	830, 903
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea acanthogene</i> Rusby	J.A. Vargas-Figueroa	971
Dryopteridaceae	<i>Bolbitis serratifolia</i> (Mert. ex Kaulf.) Schott	J.A. Vargas-Figueroa	819
Ebenaceae	<i>Diospyros artanthifolia</i> Mart. ex Miq.	-	Estéril
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> cf. <i>ulei</i> O.E.Schulz	J.A. Vargas-Figueroa	866
Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	J.A. Vargas-Figueroa	673, 927
Euphorbiaceae	<i>Acalypha mutisii</i> Cardiel	J.A. Vargas-Figueroa	1019
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	686
Euphorbiaceae	<i>Alchornea costaricensis</i> Pax & K.Hoffm.	-	Estéril
Euphorbiaceae	<i>Caperonia palustris</i> (L.) A.St.-Hil.	J.A. Vargas-Figueroa	787
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus urens</i> (L.) Arthur	J.A. Vargas-Figueroa	738
Euphorbiaceae	<i>Croton fragrans</i> Kunth	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	217; 774
Euphorbiaceae	<i>Croton leptostachyus</i> Kunth	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	222; 649
Euphorbiaceae	<i>Croton schiedeanus</i> Schltldl.	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	238; 700
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia canescens</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	663
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia karsteniana</i> Pax & K.Hoffm.	J.A. Vargas-Figueroa	701
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia scandens</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	660, 775, 780
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	710
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia thymifolia</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	759
Euphorbiaceae	<i>Mabea occidentalis</i> Benth.	J.A. Vargas-Figueroa	998
Euphorbiaceae	<i>Omphalea triandra</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	1042
Euphorbiaceae	Indeterminada	-	Estéril
Fabaceae	<i>Acacia</i> sp.1	J.A. Vargas-Figueroa	1015
Fabaceae	<i>Acacia</i> sp.2	-	Estéril
Fabaceae	<i>Aeschynomene americana</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	739

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Fabaceae	<i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Dugand	-	Estéril
Fabaceae	<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	J.A. Vargas-Figueroa	1017
Fabaceae	<i>Alysicarpus vaginalis</i> (L.) DC.	J.A. Vargas-Figueroa	750
Fabaceae	<i>Andira inermis</i> (Wright) DC.	J.A. Vargas-Figueroa	976
Fabaceae	<i>Bauhinia pauletia</i> Pers.	J.A. Vargas-Figueroa	967
Fabaceae	<i>Bauhinia picta</i> (Kunth) DC.	J.A. Vargas-Figueroa	1011
Fabaceae	<i>Bauhinia</i> sp.	-	Estéril
Fabaceae	<i>Brownea enricii</i> Quinones	J.A. Vargas-Figueroa	891
Fabaceae	<i>Brownea rosa-de-monte</i> Bergius	J.A. Vargas-Figueroa	693
Fabaceae	<i>Browneopsis excelsa</i> Pittier	J.A. Vargas-Figueroa	1046A
Fabaceae	<i>Calliandra coriacea</i> (Willd.) Benth.	J.A. Vargas-Figueroa	910
Fabaceae	<i>Calliandra laxa</i> (Willd.) Benth.	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	250; 790
Fabaceae	<i>Calliandra tergemina</i> (L.) Benth.	J.A. Vargas-Figueroa	647, 671
Fabaceae	<i>Calopogonium</i> sp.	-	Estéril
Fabaceae	<i>Centrolobium yavizanum</i> Pittier	J.A. Vargas-Figueroa	992
Fabaceae	<i>Centrosema molle</i> Benth.	J.A. Vargas-Figueroa	659
Fabaceae	<i>Desmodium</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	653
Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	J.A. Vargas-Figueroa	848, 874
Fabaceae	<i>Clitoria javitensis</i> (Kunth) Benth.	J.A. Vargas-Figueroa	997
Fabaceae	<i>Dalbergia</i> sp.	-	Estéril
Fabaceae	<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	J.A. Vargas-Figueroa	704
Fabaceae	<i>Desmodium cajanifolium</i> (Kunth) DC.	J.A. Vargas-Figueroa	844
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i> DC.	J.A. Vargas-Figueroa	687
Fabaceae	<i>Desmodium triflorum</i> (L.) DC.	J.A. Vargas-Figueroa	890
Fabaceae	<i>Dioclea sericea</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	652
Fabaceae	<i>Dioclea</i> sp.1	J.A. Vargas-Figueroa	993
Fabaceae	<i>Dioclea</i> sp.2	J.A. Vargas-Figueroa	1040
Fabaceae	<i>Dussia lehmannii</i> Harms	-	Estéril

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	M. Llano-Almario	226
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	J.A. Vargas-Figueroa	736
Fabaceae	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	J.A. Vargas-Figueroa	873
Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	-	Estéril
Fabaceae	<i>Inga sapindoides</i> Willd.	-	Estéril
Fabaceae	<i>Inga</i> sp.1	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	249; 931, 956
Fabaceae	<i>Inga</i> sp.2	J.A. Vargas-Figueroa	994
Fabaceae	<i>Inga</i> sp.3	J.A. Vargas-Figueroa	1027
Fabaceae	<i>Lonchocarpus</i> sp.	-	Estéril
Fabaceae	<i>Machaerium capote</i> Dugand	J.A. Vargas-Figueroa	675, 841
Fabaceae	<i>Machaerium</i> cf. <i>inundatum</i> (Benth.) Ducke	-	Estéril
Fabaceae	<i>Machaerium goudotii</i> Benth.	J.A. Vargas-Figueroa	668, 838
Fabaceae	<i>Machaerium microphyllum</i> (E.Mey.) Standl.	-	Estéril
Fabaceae	<i>Machaerium</i> sp.1	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	215; 714, 745
Fabaceae	<i>Machaerium</i> sp.2	-	Estéril
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	658, 746
Fabaceae	<i>Mimosa somnians</i> Willd.	J.A. Vargas-Figueroa	879
Fabaceae	<i>Mimosa</i> sp.	-	Estéril
Fabaceae	<i>Mucuna mutisiana</i> (Kunth) DC.	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	224; 667
Fabaceae	<i>Ormosia colombiana</i> Rudd	J.A. Vargas-Figueroa	904, 974
Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq.	-	Estéril
Fabaceae	<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	-	Estéril
Fabaceae	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	J.A. Vargas-Figueroa	1044A
Fabaceae	<i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC.	J.A. Vargas-Figueroa	880
Fabaceae	<i>Senna bacillaris</i> (L.f.) H.S.Irwin & Barneby	M. Llano-Almario	242, 243
Fabaceae	<i>Senna macrophylla</i> (Kunth) H.S.Irwin & Barneby	J.A. Vargas-Figueroa	1028
Fabaceae	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	J.A. Vargas-Figueroa	863
Fabaceae	<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S.Irwin & Barneby	J.A. Vargas-Figueroa	912

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Fabaceae	<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	J.A. Vargas-Figueroa	740
Fabaceae	<i>Stylosanthes viscosa</i> Sw.	J.A. Vargas-Figueroa	806
Fabaceae	<i>Swartzia robiniifolia</i> Vogel	J.A. Vargas-Figueroa	851, 973
Fabaceae	<i>Swartzia simplex</i> (Sw.) Spreng.	J.A. Vargas-Figueroa	908, 937
Fabaceae	<i>Swartzia</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	985
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i> L.	-	Estéril
Fabaceae	<i>Tephrosia cinerea</i> (L.) Pers.	J.A. Vargas-Figueroa	757
Fabaceae	<i>Vigna peduncularis</i> (Kunth) Fawc. & Rendle	J.A. Vargas-Figueroa	741
Fabaceae	<i>Zapoteca microcephala</i> (Britton & Killip) H.M.Hern.	J.A. Vargas-Figueroa	1023
Fabaceae	<i>Zygia longifolia</i> (Willd.) Britton & Rose	J.A. Vargas-Figueroa	733, 905
Fabaceae	<i>Zygia</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	829
Fabaceae	Indeterminadas: 6	-	Estériles
Gentianaceae	<i>Chelonanthus alatus</i> (Aubl.) Pulle	M. Llano-Almario	248
Gentianaceae	<i>Coutoubea spicata</i> Aubl.	J.A. Vargas-Figueroa	885
Gentianaceae	<i>Voyria aphylla</i> (Jacq.) Pers.	J.A. Vargas-Figueroa	731, 782, 813
Gentianaceae	<i>Voyria pittieri</i> (Standl.) L.O. Williams	J.A. Vargas-Figueroa	783
Gesneriaceae	<i>Drymonia serrulata</i> (Jacq.) Mart	-	Estéril
Gesneriaceae	<i>Kohleria hondensis</i> (Kunth) Hanst.	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	247; 996
Gesneriaceae	<i>Kohleria</i> sp.	M. Llano-Almario	246
Haemodoraceae	<i>Xiphidium caeruleum</i> Aubl.	M. Llano-Almario	252
Heliconiaceae	<i>Heliconia</i> cf. <i>venusta venusta</i> Abalo & G.Morales	M. Llano-Almario	237
Heliconiaceae	<i>Heliconia latispatha</i> Benth	J.A. Vargas-Figueroa	807
Heliconiaceae	<i>Heliconia platystachys</i> Baker	J.A. Vargas-Figueroa	784
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	J.A. Vargas-Figueroa	791
Iridaceae	<i>Cipura paludosa</i> Aubl.	J.A. Vargas-Figueroa	743
Lamiaceae	<i>Aegiphila elata</i> Sw.	J.A. Vargas-Figueroa	928
Lamiaceae	<i>Callicarpa acuminata</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	770, 786
Lamiaceae	<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	J.A. Vargas-Figueroa	862
Lamiaceae	<i>Priva lappulacea</i> (L.) Pers.	J.A. Vargas-Figueroa	705

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Lamiaceae	<i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng.	-	Estéril
Lauraceae	<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.	-	Estéril
Lauraceae	<i>Nectandra lineata</i> (Kunth) Rohwer	J.A. Vargas-Figueroa	717
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.1	J.A. Vargas-Figueroa	1038
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.2	-	Estéril
Lauraceae	<i>Nectandra umbrosa</i> (Kunth) Mez	J.A. Vargas-Figueroa	1006
Lauraceae	<i>Ocotea cernua</i> (Nees) Mez	J.A. Vargas-Figueroa	932
Lauraceae	Indeterminadas: 3	-	Estériles
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i> sp.	-	Estéril
Lecythidaceae	<i>Gustavia verticillata</i> Miers	J.A. Vargas-Figueroa	694, 708, 772, 864
Linderniaceae	<i>Mecardonia procumbens</i> (Mill.) Small	J.A. Vargas-Figueroa	777
Lomariopsidaceae	<i>Cyclopeltis semicordata</i> (Sw.) J. Sm.	J.A. Vargas-Figueroa	990
Loranthaceae	<i>Phoradendron mucronatum</i> (DC.) Krug & Urb.	J.A. Vargas-Figueroa	1001
Lycopodiaceae	<i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Serm.	J.A. Vargas-Figueroa	965
Lygodiaceae	<i>Lygodium venustum</i> Sw.	-	Estéril
Lythraceae	<i>Cuphea hyssopifolia</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	751
Lythraceae	<i>Lafoensia acuminata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	J.A. Vargas-Figueroa	842
Malpighiaceae	<i>Adelphia</i> cf. <i>hiraea</i> (Gaertn.) W.R. Anderson	J.A. Vargas-Figueroa	1014
Malpighiaceae	<i>Bunchosia nitida</i> (Jacq.) A. Rich.	-	Estéril
Malpighiaceae	<i>Bunchosia</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	679, 696
Malpighiaceae	<i>Heteropterys</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	800
Malpighiaceae	<i>Hiraea ternifolia</i> var. <i>eglandulosa</i> Triana & Planch.	M. Llano-Almario	229
Malpighiaceae	<i>Mascagnia divaricata</i> (Kunth) Nied.	J.A. Vargas-Figueroa	1043
Malpighiaceae	<i>Tetrapterys acapulcensis</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	831
Malvaceae	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	228; 805
Malvaceae	<i>Cavanillesia platanifolia</i> (Humb. & Bonpl.) Kunth	-	Estéril

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	-	Estéril
Malvaceae	<i>Corchorus hirtus</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	861
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	M. Llano-Almario	239
Malvaceae	<i>Helicteres brevispira</i> A.Juss.	M. Llano-Almario	219
Malvaceae	<i>Herrania laciniifolia</i> Goudot	J.A. Vargas-Figueroa	781, 816, 1022
Malvaceae	<i>Luehea seemanii</i> Triana & Planch	J.A. Vargas-Figueroa	674
Malvaceae	<i>Melochia mollis</i> (Kunth) Triana & Planch.	J.A. Vargas-Figueroa	656, 722
Malvaceae	<i>Melochia parvifolia</i> (Kunth) Triana & Planch.	J.A. Vargas-Figueroa	692
Malvaceae	<i>Melochia spicata</i> (L.) Fryxell	J.A. Vargas-Figueroa	801
Malvaceae	<i>Melochia ulmifolia</i> Benth.	J.A. Vargas-Figueroa	826
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	J.A. Vargas-Figueroa	869
Malvaceae	<i>Pavonia fruticosa</i> (Mill.) Fawc. & Rendle	J.A. Vargas-Figueroa	944
Malvaceae	<i>Pavonia geminiflora</i> Moric.	J.A. Vargas-Figueroa	803
Malvaceae	<i>Peltaea sessiliflora</i> (Kunth) Standl.	J.A. Vargas-Figueroa	661, 689
Malvaceae	<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq.) Dugand	J.A. Vargas-Figueroa	953
Malvaceae	<i>Quararibea</i> sp.	-	Estéril
Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm.f.	J.A. Vargas-Figueroa	676
Malvaceae	<i>Sida glomerata</i> Cav.	J.A. Vargas-Figueroa	878
Malvaceae	<i>Sida jamaicensis</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	686A
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	699A
Malvaceae	<i>Triumfetta</i> cf. <i>acuminata</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	747
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	948
Marantaceae	<i>Calathea inocephala</i> (Kuntze) T.Durand & B.D.Jacks.	M. Llano-Almario	234
Marantaceae	<i>Calathea lutea</i> (Aubl.) E.Mey. ex Schult.	J.A. Vargas-Figueroa	707
Marantaceae	<i>Ischnosiphon leucophaeus</i> (Poepp. & Endl.) Körn.	J.A. Vargas-Figueroa	867
Marantaceae	<i>Stromanthe jacquinii</i> (Roem. & Schult.) H.A.Kenn. & Nicolson	J.A. Vargas-Figueroa	909
Melastomataceae	<i>Clidemia octona</i> (Bonpl.) L.O. Williams	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	793, 817

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Melastomataceae	<i>Clidemia quinquenervia</i> (Mill.) Almeda	J.A. Vargas-Figueroa	251; 683, 898
Melastomataceae	<i>Miconia impetolaris</i> (Sw.) D. Don ex DC.	J.A. Vargas-Figueroa	716
Melastomataceae	<i>Miconia spicellata</i> Bonpl. ex Naudin	-	Estéril
Melastomataceae	<i>Miconia trinervia</i> (Sw.) D. Don ex Loudon	J.A. Vargas-Figueroa	794
Melastomataceae	<i>Tibouchina longifolia</i> (Vahl) Baill.	J.A. Vargas-Figueroa	802
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	-	Estéril
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	J.A. Vargas-Figueroa	983
Meliaceae	<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	J.A. Vargas-Figueroa	902
Menispermaceae	<i>Cissampelos</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	847
Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	963
Moraceae	<i>Batocarpus costaricensis</i> Standl. & L.O. Williams	-	Estéril
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	-	Estéril
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber ex Ducke	-	Estéril
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	-	Estéril
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	M. Llano-Almario	235
Moraceae	<i>Ficus nymphaeifolia</i> Mill.	-	Estéril
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	-	Estéril
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	J.A. Vargas-Figueroa	682
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	-	Estéril
Moraceae	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	J.A. Vargas-Figueroa	929, 1026
Moraceae	Indeterminada	-	Estéril
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	846
Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i> L.	-	Estéril
Myrtaceae	<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	J.A. Vargas-Figueroa	662A
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> cf. <i>monticola</i> (Sw.) DC.	J.A. Vargas-Figueroa	825
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> cf. <i>splendens</i> (Sw.) DC.	-	Estéril
Myrtaceae	<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	-	Estéril
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	-	884
Myrtaceae	<i>Psidium</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	684

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	860
Nyctaginaceae	<i>Guapira</i> sp.1	-	Estéril
Nyctaginaceae	<i>Guapira</i> sp.2	-	Estéril
Ochnaceae	<i>Ouratea phaeophylla</i> Sleumer	J.A. Vargas-Figueroa	854
Onagraceae	<i>Ludwigia affinis</i> (DC.) H.Hara	J.A. Vargas-Figueroa	947
Onagraceae	<i>Ludwigia peruviana</i> (L.) H.Hara	J.A. Vargas-Figueroa	926
Orchidaceae	<i>Brassavola nodosa</i> (L.) Lindl.	-	Estéril
Orchidaceae	<i>Catasetum tabulare</i> Lindl.	-	Estéril
Orchidaceae	<i>Cyclopogon</i> sp.	-	Estéril
Orchidaceae	<i>Dimerandra</i> sp.	-	Especimen vivo
Orchidaceae	<i>Habenaria monorrhiza</i> (Sw.) Rchb.f.	-	Estéril
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	J.A. Vargas-Figueroa	938
Oxalidaceae	<i>Biophytum</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	1013
Passifloraceae	<i>Passiflora coriacea</i> Juss.	J.A. Vargas-Figueroa	643
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	711
Passifloraceae	<i>Passiflora quadrangularis</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	883
Passifloraceae	<i>Passiflora vitifolia</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	858
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	966
Passifloraceae	<i>Turnera subulata</i> Sm.	J.A. Vargas-Figueroa	744
Passifloraceae	<i>Turnera ulmifolia</i> L.	-	Estéril
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	J.A. Vargas-Figueroa	901
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	778
Piperaceae	<i>Peperomia obtusifolia</i> (L.) A.Dietr.	-	Estéril
Piperaceae	<i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth	-	Estéril
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	M. Llano-Almario	221
Piperaceae	<i>Piper</i> cf. <i>la-doradense</i> Trel. & Yunck.	J.A. Vargas-Figueroa	811
Piperaceae	<i>Piper crassinervium</i> Kunth	-	Estéril
Piperaceae	<i>Piper grande</i> Vahl	J.A. Vargas-Figueroa	810
Piperaceae	<i>Piper holtonii</i> C.DC.	J.A. Vargas-Figueroa	697
Piperaceae	<i>Piper otophorum</i> C.DC.	J.A. Vargas-Figueroa	818A

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Piperaceae	<i>Piper peltatum</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	788
Piperaceae	<i>Piper reticulatum</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	698
Piperaceae	<i>Piper tuberculatum</i> Jacq.	J.A. Vargas-Figueroa	924
Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	728, 988
Poaceae	<i>Acroceras zizanioides</i> (Kunth) Dandy	J.A. Vargas-Figueroa	941
Poaceae	<i>Andropogon</i> cf. <i>selloanus</i> (Hack.) Hack.	J.A. Vargas-Figueroa	977
Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad.	-	Estéril
Poaceae	<i>Bothriochloa pertusa</i> (L.) A. Camus	J.A. Vargas-Figueroa	888
Poaceae	<i>Bouteloua repens</i> (Kunth) Scribn. & Merr.	J.A. Vargas-Figueroa	761
Poaceae	<i>Chusquea uniflora</i> Steud.	-	Estéril
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	J.A. Vargas-Figueroa	881
Poaceae	<i>Digitaria eriantha</i> Steud.	J.A. Vargas-Figueroa	764
Poaceae	<i>Digitaria fuscescens</i> (J.Presl) Henrard	J.A. Vargas-Figueroa	756
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	J.A. Vargas-Figueroa	964
Poaceae	<i>Eragrostis maypurensis</i> (Kunth) Steud.	J.A. Vargas-Figueroa	760
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	-	Estéril
Poaceae	<i>Homolepis aturensis</i> (Kunth) Chase	J.A. Vargas-Figueroa	765, 886
Poaceae	<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	J.A. Vargas-Figueroa	1036
Poaceae	<i>Luziola subintegra</i> Swallen	J.A. Vargas-Figueroa	779
Poaceae	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	J.A. Vargas-Figueroa	808
Poaceae	<i>Olyra latifolia</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	968
Poaceae	<i>Panicum laxum</i> Sw.	J.A. Vargas-Figueroa	872
Poaceae	<i>Panicum pilosum</i> Sw.	J.A. Vargas-Figueroa	942
Poaceae	<i>Paspalum centrale</i> Chase	J.A. Vargas-Figueroa	933
Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> P.J.Bergius	J.A. Vargas-Figueroa	951
Poaceae	<i>Paspalum convexum</i> Flügge	J.A. Vargas-Figueroa	952
Poaceae	<i>Paspalum minus</i> E.Fourn.	J.A. Vargas-Figueroa	654
Poaceae	<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	J.A. Vargas-Figueroa	955
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) M.Kerguelen	J.A. Vargas-Figueroa	876
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	J.A. Vargas-Figueroa	978

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Poaceae	<i>Sporobolus pyramidalis</i> P.Beauv.	J.A. Vargas-Figueroa	655
Polygalaceae	<i>Polygala asperuloides</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	691
Polygonaceae	<i>Coccoloba obovata</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	922
Polygonaceae	<i>Coccoloba padiformis</i> Meisn.	-	Estéril
Polygonaceae	<i>Coccoloba paraensis</i> Meisn.	-	Estéril
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	678
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum phyllitidis</i> (L.) C. Presl	J.A. Vargas-Figueroa	1030
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum repens</i> (Aubl.) C. Presl	-	Estéril
Portulacaceae	<i>Portulaca grandiflora</i> Hook.	J.A. Vargas-Figueroa	688
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	962
Primulaceae	<i>Stylogyne</i> cf. <i>turbacensis</i> (Kunth) Mez	J.A. Vargas-Figueroa	917
Pteridaceae	<i>Adiantum petiolatum</i> Desv.	J.A. Vargas-Figueroa	897
Pteridaceae	<i>Adiantum</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	980
Rhamnaceae	<i>Gouania polygama</i> (Jacq.) Urb.	-	Estéril
Rubiaceae	<i>Arachnothryx</i> sp.1	J.A. Vargas-Figueroa	737
Rubiaceae	<i>Arachnothryx</i> sp.2	J.A. Vargas-Figueroa	920
Rubiaceae	<i>Chomelia microloba</i> Donn.Sm.	J.A. Vargas-Figueroa	1008, 1032
Rubiaceae	<i>Chomelia spinosa</i> Jacq.	-	Estéril
Rubiaceae	<i>Fareamea occidentalis</i> (L.) A.Rich.	J.A. Vargas-Figueroa	1005
Rubiaceae	<i>Fareamea</i> sp.	-	Estéril
Rubiaceae	<i>Galium hypocarpium</i> Sw.	-	Estéril
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	999
Rubiaceae	<i>Gonzalagunia cornifolia</i> (Kunth) Standl.	J.A. Vargas-Figueroa	672, 721
Rubiaceae	<i>Hamelia axillaris</i> Sw.	J.A. Vargas-Figueroa	1025
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	J.A. Vargas-Figueroa	681, 820, 930
Rubiaceae	<i>Hippotis mollis</i> Standl	J.A. Vargas-Figueroa	987
Rubiaceae	<i>Pentagonia macrophylla</i> Benth.	-	Estéril
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	J.A. Vargas-Figueroa	677, 906, 935, 970
Rubiaceae	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	J.A. Vargas-Figueroa	1012

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Rubiaceae	<i>Psychotria horizontalis</i> Sw.	J.A. Vargas-Figueroa	849
Rubiaceae	<i>Psychotria micrantha</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	666
Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.1	J.A. Vargas-Figueroa	726
Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.2	J.A. Vargas-Figueroa	792
Rubiaceae	<i>Richardia scabra</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	892
Rubiaceae	<i>Rondeletia pubescens</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	742, 834
Rubiaceae	<i>Rosenbergiodendron formosum</i> (Jacq.) Fagerl.	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	216; 724
Rubiaceae	<i>Simira</i> sp.1	-	Estéril
Rubiaceae	<i>Simira</i> sp.2	J.A. Vargas-Figueroa	850
Rubiaceae	<i>Spermacoce remota</i> Lam.	J.A. Vargas-Figueroa	690
Rubiaceae	<i>Spermacoce tenuior</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	758
Rubiaceae	<i>Warszewiczia coccinea</i> (Vahl) Klotzsch	J.A. Vargas-Figueroa	839, 896
Rubiaceae	<i>Wittmackanthus stanleyanus</i> (M.R.Schomb.) Kuntze	J.A. Vargas-Figueroa	1018
Rubiaceae	Indeterminadas: 4	-	Estériles
Rutaceae	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	J.A. Vargas-Figueroa	713
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	-	Estéril
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rigidum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	-	Estéril
Salicaceae	<i>Casearia aculeata</i> Jacq.	-	Estéril
Salicaceae	<i>Casearia</i> cf. <i>praecox</i> Griseb.	J.A. Vargas-Figueroa	836
Salicaceae	<i>Casearia</i> sp.1	-	Estéril
Salicaceae	<i>Casearia</i> sp.2	-	Estéril
Salicaceae	<i>Hasseltia floribunda</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	934, 1020
Sapindaceae	<i>Cardiospermum grandiflorum</i> Sw.	J.A. Vargas-Figueroa	957
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i> L.	-	Estéril
Sapindaceae	<i>Cupania</i> cf. <i>rufescens</i> Triana & Planch.	J.A. Vargas-Figueroa	865
Sapindaceae	<i>Dilodendron costaricense</i> (Radlk.) A.H.Gentry & Steyerl.	J.A. Vargas-Figueroa	975
Sapindaceae	<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth	-	Estéril
Sapindaceae	<i>Paullinia</i> cf. <i>globosa</i> Killip & Cuatrec.	J.A. Vargas-Figueroa	725
Sapindaceae	<i>Paullinia densiflora</i> Sm.	J.A. Vargas-Figueroa	913, 939

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	719
Sapindaceae	<i>Paullinia</i> sp.1	-	Estéril
Sapindaceae	<i>Paullinia</i> sp.2	J.A. Vargas-Figueroa	1009
Sapindaceae	<i>Serjania clematidea</i> Triana & Planch.	J.A. Vargas-Figueroa	670
Sapindaceae	<i>Serjania grandis</i> Seem.	M. Llano-Almario; J.A. Vargas-Figueroa	244; 664
Sapindaceae	<i>Serjania mexicana</i> (L.) Willd.	M. Llano-Almario	241
Sapindaceae	<i>Serjania</i> sp.	-	Estéril
Sapindaceae	<i>Talisia croatii</i> Acev.Rodri.	J.A. Vargas-Figueroa	1034
Sapindaceae	Indeterminada	M. Llano-Almario	227
Sapotaceae	<i>Chromolucuma rubriflora</i> Ducke	-	Estéril
Sapotaceae	<i>Pouteria multiflora</i> (A.DC.) Eyma	-	Estéril
Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E.Moore & Stearn	-	Estéril
Selaginellaceae	<i>Selaginella diffusa</i> Spring	J.A. Vargas-Figueroa	723
Selaginellaceae	<i>Selaginella erythropus</i> (Mart.) Spring	-	Estéril
Siparunaceae	<i>Siparuna sessiliflora</i> (Kunth) A.DC.	J.A. Vargas-Figueroa	795
Siparunaceae	<i>Siparuna thecaphora</i> (Poepp. & Endl.) A.DC.	J.A. Vargas-Figueroa	969
Solanaceae	<i>Cestrum</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	986
Solanaceae	<i>Physalis</i> sp.1	J.A. Vargas-Figueroa	959
Solanaceae	<i>Physalis</i> sp.2	J.A. Vargas-Figueroa	960
Solanaceae	<i>Solanum hirtum</i> Vahl	M. Llano-Almario	240
Solanaceae	<i>Solanum lanceolatum</i> Cav.	J.A. Vargas-Figueroa	646
Solanaceae	<i>Solanum mammosum</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	949
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	-	Estéril
Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp.1	J.A. Vargas-Figueroa	648, 669
Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp.2	J.A. Vargas-Figueroa	732
Urticaceae	<i>Myriocarpa</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	735
Urticaceae	<i>Myriocarpa stipitata</i> Benth.	J.A. Vargas-Figueroa	991
Urticaceae	<i>Phenax</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	919
Urticaceae	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	J.A. Vargas-Figueroa	730, 748
Urticaceae	Indeterminada	J.A. Vargas-Figueroa	699

Familia	Especie	Colector(es)	# Colección
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	J.A. Vargas-Figueroa	797
Verbenaceae	<i>Lantana</i> sp.	J.A. Vargas-Figueroa	837
Verbenaceae	<i>Petrea rugosa</i> Kunth	J.A. Vargas-Figueroa	798
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	J.A. Vargas-Figueroa	720
Violaceae	<i>Rinorea hirsuta</i> Hekking	J.A. Vargas-Figueroa	989, 1029
Violaceae	<i>Rinorea ulmifolia</i> Kuntze	J.A. Vargas-Figueroa	715, 832, 1007
Vitaceae	<i>Cissus alata</i> Jacq.	J.A. Vargas-Figueroa	706
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E.Jarvis	J.A. Vargas-Figueroa	1037
Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Schult.	J.A. Vargas-Figueroa	843
Zingiberaceae	<i>Renealmia cernua</i> (Sw. ex Roem. & Schult.) J.F.Macbr.	J.A. Vargas-Figueroa	911
Indeterminada 1	Indeterminada 1	J.A. Vargas-Figueroa	831A
Indeterminada 2	Indeterminada 2	J.A. Vargas-Figueroa	1021
Indeterminadas	Indeterminadas: 21	-	Estériles

Con el fin de evaluar el esfuerzo de muestreo realizado, se implementaron los índices de riqueza de Bootstrap y Jackknife 1 con el programa EstimateS 9.1.0 [14]. También, se calcularon los índices de diversidad de Shannon (H') [57] y de dominancia de Simpson (D) [58] para cada zona. Se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) en porcentaje para las especies leñosas por cada zona, con base en los datos de la frecuencia relativa de las especies en cada trayecto, la densidad relativa de individuos por especie y la cobertura relativa dada por el área basal de cada especie [54]. El área basal se calculó de acuerdo con la fórmula 1:

$$AB = \frac{\pi}{4}x(DAP)^2, \quad (1)$$

donde *DAP* es el diámetro a la altura del pecho expresado en metros ($DAP = CAP/\pi$). Además, se analizó la estructura horizontal de la vegetación en cada zona, mediante la distribución de clases diamétricas de los tallos (*i.e.* ramas) de cada una utilizando las fórmulas 2 y 3, descritas por Sturges [60], propuestas por Rangel & Velázquez [54] para estudios de estructura vegetal:

$$C = \frac{(X_{max} - X_{min})}{m}, \quad (2)$$

$$m = 1 + 3,3x \log(n), \quad (3)$$

donde *C* es la amplitud del intervalo, *m* es el número de intervalos, *n* el número total de tallos y *X* el parámetro a analizar, en este caso el *DAP* en cm. También se registró el área

basal acumulada de cada zona y la densidad de individuos leñosos por metro cuadrado. Por último, para determinar la similaridad de las zonas en términos de la composición de especies y su abundancia, se calculó el índice de disimilitud de Bray-Curtis [5].

3 Resultados

3.1 Composición

Se registraron 304 especies de flora, agrupadas en 65 familias, incluyendo la vegetación herbácea, a partir del muestreo de trayectos lineales, y 202 especies adicionales a partir de las colectas libres, para un total de 506 especies en 90 familias (Tabla 2). De acuerdo con este muestreo que incluyó las colectas por fuera de los trayectos, las familias con la mayor riqueza de especies total fueron *Fabaceae* (76), *Rubiaceae* (32), *Poaceae* (27), *Malvaceae* (24), *Euphorbiaceae* y *Cyperaceae* (17 cada una), *Asteraceae* y *Sapindaceae* (16 cada una), *Bignoniaceae* y *Piperaceae* (12 cada una), *Moraceae* (11) y *Araceae* (10). Con base en el muestreo de los trayectos (incluyendo los cuadrantes para plantas herbáceas), las especies con el mayor número de registros de tallos (*i.e.* ramas) en el caso de árboles, arbustos y lianas o individuos, en el caso de plantas herbáceas, fueron, en orden descendente, *Croton leptostachyus* (arbusto, *Euphorbiaceae*), *Croton fragrans* (arbusto, *Euphorbiaceae*), *Machaerium capote* (árbol, *Fabaceae*), *Eleutheranthera tenella* (hierba rastrera, *Asteraceae*), *Myrcia cf. splendens* (árbol, *Myrtaceae*), *Psychotria micrantha* (arbusto, *Rubiaceae*), *Solanum lanceolatum* (arbusto, *Solanaceae*), *Cupania americana* (árbol, *Sapindaceae*), *Rhynchospora nervosa* (hierba erecta, *Cyperaceae*) y *Desmodium incanum* (hierba erecta, *Fabaceae*).

Siguiendo con los muestreos en los trayectos lineales en la zona de actividad minera se obtuvieron 1063 registros en total (809 individuos), entre árboles, arbustos, lianas y plantas herbáceas, agrupados en 123 especies de 39 familias (Tabla 1). En promedio, se registraron 34 especies leñosas y 50 herbáceas por cada 0,1 ha de zona minera. La familia *Fabaceae* presentó el mayor número de especies (22 = 17,9 %), seguida de *Cyperaceae* (13 = 10,6 %), *Poaceae* (11 = 8,9 %), *Malvaceae* (10 = 8,1 %) y *Rubiaceae* (8 = 6,5 %) (Figura 2a). El 51,3 % de las familias estuvieron representadas por una sola especie. La especie con más registros fue un arbusto, *C. leptostachyus* (110 = 10,3 %), seguida de un árbol, *M. cf. splendens* (*Myrtaceae*) (79 = 7,4 %) y otro arbusto, *S. lanceolatum* (78 = 7,3 %) (Figura 3a). El índice de riqueza de Bootstrap indicó que se alcanzó a muestrear el 84,3 % de las especies esperadas, mientras que el índice de Jackknife indicó que se muestreó el 71,3 %.

En la zona de sistema silvopastoril sin manejo se obtuvieron 1157 registros en total (932 individuos), agrupados en 127 especies de 39 familias (Tabla 1). En promedio, se registraron 43 especies leñosas y 40 herbáceas por cada 0,1 ha de zona silvopastoril. La familia *Fabaceae* nuevamente presentó el mayor número de especies (19 = 15,0 %), seguida de *Malvaceae* (12 = 9,4 %), *Euphorbiaceae* y *Poaceae* (10 = 7,9 % cada una) y *Rubiaceae* (9 = 7,1 %) (Figura 2b). Igualmente, el 51,3 % de las familias estuvieron representadas por una sola especie. Las especies con más registros fueron dos arbustos, *C. leptostachyus* (187 = 16,2 %) y *C. fragrans* (173 = 15,0 %) y una planta herbácea, *E. tenella* (62 = 5,4 %) (Figura 3b). El índice de riqueza de Bootstrap indicó que se alcanzó a muestrear el 82,9 % de las especies esperadas, mientras que el índice de Jackknife indicó que se muestreó el 68,1 %.

En la zona de bosque se obtuvieron 1221 registros en total (877 individuos), agrupados en 201 especies de 51 familias (Tabla 1). En promedio, se registraron 106 especies leñosas y 22 herbáceas por cada 0,1 ha de zona de bosque. Una vez más, la familia *Fabaceae* presentó el mayor número de especies (29 = 14,4 %), seguida de *Rubiaceae* (15 = 7,5 %), *Euphorbiaceae*, *Malvaceae*, *Moraceae* y *Sapindaceae* (8 = 4,0 %, cada una) y *Bignoniaceae* (7 = 3,3 %) (Figura 2c). En esta zona, el 41,2 % de las familias estuvieron representadas por una sola especie. Las especies con más registros fueron un arbusto, *P. micrantha* (86 = 7,0 %) y tres árboles, *M. capote* (85 = 7,0 %), *C. americana* (*Sapindaceae*) (47 = 3,8 %) y *Piptocoma discolor* (*Asteraceae*) (39 = 3,2 %) (Figura 3c). El índice de riqueza de Bootstrap indicó que se alcanzó a muestrear el 80,6 % de las especies esperadas, mientras que el índice de Jackknife indicó que se muestreó el 64,0 %.

Tabla 2. Abundancia de tallos (AT), Área basal (AB) y Densidad de tallos por área de muestreo (De) de cada especie leñosa para cada zona estudiada. ZM: Zona de actividad minera, ZS: Zona de sistema silvopastoril sin manejo, ZB: Zona de bosque. (n=20 trayectos lineales por zona).

Especie	ZM			ZS			ZB		
	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB(m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)
<i>Acacia</i> sp.1	9	0,0155	0,0045	-	-	0,0000	-	-	0,0000
<i>Acacia</i> sp.2	-	-	0,0000	-	-	0,0000	3	0,0181	0,0015
<i>Acalypha diversifolia</i>	-	-	0,0000	1	0,0001	0,0005	25	0,0089	0,0125
<i>Acalypha</i> sp.	-	-	0,0000	1	0,0001	0,0005	8	0,0051	0,0040
<i>Aegiphila elata</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0018	0,0010
<i>Albizia saman</i>	1	0,4064	0,0005	-	-	0,0000	3	0,1711	0,0015
<i>Alchornea costaricensis</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	3	0,0217	0,0015
<i>Amphilophium magnoliifolium</i>	-	-	0,0000	5	0,0024	0,0025	-	-	0,0000
<i>Anacardium excelsum</i>	12	0,8992	0,0060	10	0,2422	0,0050	10	1,1114	0,0050
<i>Andira inermis</i>	2	0,0005	0,0010	3	0,0021	0,0015	3	0,0659	0,0015
<i>Annonaceae 1</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0535	0,0005
<i>Annonaceae 2</i>	1	0,0001	0,0005	-	-	0,0000	-	-	0,0000
<i>Apeiba tibourbou</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	12	0,1532	0,0060
<i>Aristolochia leuconeura</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	3	0,0052	0,0015
<i>Aristolochia pilosa</i>	1	0,0000	0,0005	-	-	0,0000	-	-	0,0000
<i>Asteraceae 1</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0004	0,0005
<i>Astrocaryum malybo</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	5	0,0000	0,0025
<i>Astronium graveolens</i>	7	0,0133	0,0035	3	0,0021	0,0015	24	0,0472	0,0120

Especie	ZM			ZS			ZB		
	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB(m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)
<i>Attalea butyracea</i>	2	0,4330	0,0010	25	8,8291	0,0125	2	0,5330	0,0010
<i>Bactris pilosa</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	36	0,0280	0,0180
<i>Batocarpus costaricensis</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	3	0,1685	0,0015
<i>Bauhinia picta</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	3	0,1593	0,0015
<i>Brosimum guianense</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	5	0,0089	0,0025
<i>Bunchosia nitida</i>	-	-	0,0000	4	0,0015	0,0020	-	-	0,0000
<i>Bunchosia</i> sp.	7	0,0042	0,0035	2	0,0010	0,0010	5	0,0013	0,0025
<i>Calliandra laxa</i>	2	0,0008	0,0010	-	-	0,0000	-	-	0,0000
<i>Calliandra tergemina</i>	52	0,0068	0,0260	-	-	0,0000	10	0,0100	0,0050
<i>Callicarpa acuminata</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	3	0,0006	0,0015
<i>Callichlamys latifolia</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0002	0,0005
<i>Cappariadatum frondosum</i>	-	-	0,0000	3	0,0005	0,0015	4	0,0014	0,0020
<i>Casearia aculeata</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0089	0,0010
<i>Casearia</i> cf. <i>praecox</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	8	0,0035	0,0040
<i>Casearia</i> sp.1	-	-	0,0000	-	-	0,0000	6	0,0318	0,0030
<i>Casearia</i> sp.2	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0018	0,0005
<i>Cavanillesia platanifolia</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	5	3,6684	0,0025
<i>Cecropia</i> sp.	7	0,0261	0,0035	-	-	0,0000	7	0,1399	0,0035
<i>Cedrela odorata</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0219	0,0005
<i>Ceiba pentandra</i>	-	-	0,0000	1	0,1155	0,0005	1	0,0268	0,0005
<i>Chomelia microloba</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0001	0,0005
<i>Chomelia spinosa</i>	10	0,0022	0,0050	5	0,0009	0,0025	6	0,0015	0,0030
<i>Chromolucuma ramiflora</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	3	0,0586	0,0015
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	-	-	0,0000	2	0,0006	0,0010	-	-	0,0000
<i>Clarisia racemosa</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	7	0,0041	0,0035

Especie	ZM			ZS			ZB		
	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB(m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)
<i>Clidemia octona</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0001	0,0005
<i>Cnidocolobus urens</i>	-	-	0,0000	8	0,0011	0,0040	-	-	0,0000
<i>Coccoloba obovata</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0241	0,0010
<i>Coccoloba padiformis</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0014	0,0005
<i>Coccoloba paraensis</i>	8	0,0068	0,0040	-	-	0,0000	22	0,1712	0,0110
<i>Cochlospermum orinocense</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0168	0,0005
<i>Cordia polycephala</i>	1	0,0001	0,0005	-	-	0,0000	-	-	0,0000
<i>Croton fragrans</i>	8	0,0017	0,0040	173	0,0577	0,0865	32	0,0205	0,0160
<i>Croton leptostachyus</i>	110	0,0295	0,0550	187	0,0305	0,0935	2	0,0059	0,0010
<i>Croton schiedeanus</i>	11	0,0581	0,0055	32	0,0915	0,0160	20	0,0439	0,0100
<i>Cupania americana</i>	22	0,0272	0,0110	18	0,0148	0,0090	47	0,1730	0,0235
<i>Cupania cf. rufescens</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	7	0,0378	0,0035
<i>Dalbergia sp.</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0008	0,0005
<i>Dendropanax macrophyllus</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0020	0,0005
<i>Dilodendron costaricense</i>	-	-	0,0000	5	0,0010	0,0025	6	0,6209	0,0030
<i>Dioscorea acanthogene</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	30	0,0043	0,0150
<i>Dussia lehmannii</i>	-	-	0,0000	2	0,0017	0,0010	6	0,0055	0,0030
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0,3509	0,0005	2	0,4979	0,0010	2	0,1281	0,0010
<i>Erythroxylum cf. ulei</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0006	0,0010
<i>Eschweilera sp.</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0001	0,0005
<i>Eugenia cf. monticola</i>	1	0,0000	0,0005	-	-	0,0000	6	0,0159	0,0030
<i>Euphorbiaceae 1</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0016	0,0005
<i>Fabaceae 1</i>	-	-	0,0000	1	0,0246	0,0005	4	0,0055	0,0020
<i>Fabaceae 2</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	4	0,1453	0,0020

Especie	ZM			ZS			ZB		
	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB(m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)
<i>Fabaceae 3</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	4	0,0161	0,0020
<i>Fabaceae 4</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0173	0,0010
<i>Faramea occidentalis</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	11	0,0189	0,0055
<i>Faramea sp.</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0007	0,0005
<i>Ficus insipida</i>	-	-	0,0000	1	0,1551	0,0005	1	0,0349	0,0005
<i>Ficus nymphaeifolia</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,2160	0,0010
<i>Ficus sp.</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0089	0,0005
<i>Fridericia schumanniana</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0006	0,0010
<i>Genipa americana</i>	-	-	0,0000	2	0,0008	0,0010	5	0,0010	0,0025
<i>Gouania polygama</i>	2	0,0009	0,0010	-	-	0,0000	-	-	0,0000
<i>Guapira sp.1</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0252	0,0005
<i>Guapira sp.2</i>	5	0,0015	0,0025	-	-	0,0000	-	-	0,0000
<i>Guarea guidonia</i>	13	0,0307	0,0065	14	0,0276	0,0070	20	0,1670	0,0100
<i>Guatteria sp.</i>	3	0,0027	0,0015	11	0,0069	0,0055	4	0,0150	0,0020
<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	0,0667	0,0020	11	0,1632	0,0055	2	0,0393	0,0010
<i>Gustavia verticillata</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	18	0,0091	0,0090
<i>Hamelia patens</i>	2	0,0005	0,0010	-	-	0,0000	3	0,0027	0,0015
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	-	-	0,0000	1	0,0033	0,0005	2	0,0004	0,0010
<i>Handroanthus chrysanthus sube sp. phuvicola</i>	-	-	0,0000	2	0,0006	0,0010	1	0,0002	0,0005
<i>Handroanthus obscurus</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0256	0,0005
<i>Handroanthus serratifolius</i>	-	-	0,0000	1	0,0003	0,0005	-	-	0,0000
<i>Herrania laciniifolia</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0006	0,0010
<i>Hirtella americana</i>	-	-	0,0000	3	0,0005	0,0015	-	-	0,0000
<i>Indigofera suffruticosa</i>	2	0,0005	0,0010	-	-	0,0000	-	-	0,0000
<i>Inga sapindoides</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	3	0,1020	0,0015

Especie	ZM			ZS			ZB		
	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB(m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)
<i>Inga</i> sp.	-	-	0,0000	17	0,0065	0,0085	1	0,0002	0,0005
<i>Jacaranda hesperia</i>	11	0,0346	0,0055	27	0,0695	0,0135	7	0,0081	0,0035
<i>Lafoensia acuminata</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0491	0,0010
<i>Lauraceae 1</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	3	0,0054	0,0015
<i>Lauraceae 2</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0002	0,0005
<i>Lauraceae 3</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0005	0,0005
<i>Lauraceae 4</i>	-	-	0,0000	6	0,0126	0,0030	-	-	0,0000
<i>Lonchocarpus</i> sp.	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0028	0,0005
<i>Luehea seemanii</i>	-	-	0,0000	2	0,0548	0,0010	13	4,1648	0,0065
<i>Mabea occidentalis</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	5	0,0029	0,0025
<i>Machaerium capote</i>	3	0,0040	0,0015	58	0,4459	0,0290	85	0,2623	0,0425
<i>Machaerium goudotii</i>	-	-	0,0000	14	0,0043	0,0070	4	0,0022	0,0020
<i>Machaerium microphyllum</i>	-	-	0,0000	3	0,0004	0,0015	5	0,0036	0,0025
<i>Machaerium</i> sp.1	-	-	0,0000	-	-	0,0000	4	0,0031	0,0020
<i>Machaerium</i> sp.2	2	0,0028	0,0010	-	-	0,0000	-	-	0,0000
<i>Maclura tinctoria</i>	6	0,0464	0,0030	2	0,0127	0,0010	-	-	0,0000
<i>Malvaceae 1</i>	-	-	0,0000	1	0,0001	0,0005	-	-	0,0000
<i>Melicoccus oliviformis</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,3922	0,0005
<i>Miconia impetolaris</i>	4	0,0009	0,0020	-	-	0,0000	27	0,0170	0,0135
<i>Miconia spicellata</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0004	0,0010
<i>Miconia trinervia</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	3	0,0022	0,0015
<i>Moraceae 1</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0006	0,0005
<i>Myrcia</i> cf. <i>splendens</i>	79	0,0292	0,0395	2	0,0006	0,0010	19	0,0185	0,0095
<i>Myrcia popayanensis</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	8	0,0082	0,0040
<i>Myriocarpa</i> sp.	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0003	0,0005
<i>Myriocarpa stipitata</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	6	0,0255	0,0030

Especie	ZM			ZS			ZB		
	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB(m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)
<i>Nectandra lineata</i>	-	-	0,0000	1	0,0003	0,0005	8	0,0172	0,0040
<i>Nectandra</i> sp.1	6	0,0229	0,0030	1	0,0001	0,0005	2	0,0030	0,0010
<i>Nectandra</i> sp.2	-	-	0,0000	-	-	0,0000	5	0,0538	0,0025
<i>Paullinia densiflora</i>	16	0,0040	0,0080	4	0,0009	0,0020	2	0,0009	0,0010
<i>Paullinia</i> sp.2	-	-	0,0000	-	-	0,0000	8	0,0014	0,0040
<i>Piper crassinervium</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0001	0,0005
<i>Piper grande</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0008	0,0010
<i>Piper otophorum</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0002	0,0005
<i>Piper reticulatum</i>	5	0,0015	0,0025	2	0,0020	0,0010	11	0,0057	0,0055
<i>Piper tuberculatum</i>	13	0,0033	0,0065	-	-	0,0000	-	-	0,0000
<i>Piptocoma discolor</i>	-	-	0,0000	2	0,0003	0,0010	39	0,1376	0,0195
<i>Platymiscium pinnatum</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0026	0,0005
<i>Pouteria multiflora</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0056	0,0005
<i>Pouteria sapota</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0002	0,0005
<i>Prionostemma aspera</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	6	0,0067	0,0030
<i>Pseudobombax septenatum</i>	-	-	0,0000	3	0,0607	0,0015	2	0,0043	0,0010
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	3	0,0015	0,0015	-	-	0,0000	-	-	0,0000
<i>Psidium guajava</i>	-	-	0,0000	9	0,0088	0,0045	-	-	0,0000
<i>Psychotria carthagenesis</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	7	0,0030	0,0035
<i>Psychotria micrantha</i>	5	0,0011	0,0025	5	0,0010	0,0025	86	0,0224	0,0430
<i>Psychotria</i> sp.	1	0,0001	0,0005	3	0,0005	0,0015	6	0,0021	0,0030
<i>Pterocarpus rohrii</i>	-	-	0,0000	3	0,0004	0,0015	1	0,0015	0,0005
<i>Quararibea</i> sp.	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0040	0,0010
<i>Raimondia quinduensis</i>	1	0,0001	0,0005	11	0,0346	0,0055	23	0,0277	0,0115
<i>Rinorea hirsuta</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	5	0,0023	0,0025

Especie	ZM			ZS			ZB		
	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB(m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)
<i>Rinorea ulmifolia</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	15	0,0604	0,0075
<i>Rollinia mucosa</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	7	0,0058	0,0035
<i>Rondeletia pubescens</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0002	0,0005
<i>Rosenbergiodendron formosum</i>	2	0,0002	0,0010	5	0,0022	0,0025	-	-	0,0000
<i>Rubiaceae 1</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0449	0,0010
<i>Rubiaceae 2</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	6	0,0036	0,0030
<i>Senna bacillaris</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	5	0,0007	0,0025
<i>Serjania mexicana</i>	-	-	0,0000	5	0,0011	0,0025	1	0,0003	0,0005
<i>Simira</i> sp.1	-	-	0,0000	-	-	0,0000	6	0,0068	0,0030
<i>Simira</i> sp.2	1	0,0011	0,0005	-	-	0,0000	-	-	0,0000
<i>Siparuna thecaphora</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0004	0,0010
<i>Solanum lanceolatum</i>	78	0,0418	0,0390	10	0,0065	0,0050	-	-	0,0000
<i>Spondias mombin</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0008	0,0005
<i>Steriphoma paradoxum</i>	-	-	0,0000	3	0,0005	0,0015	5	0,0072	0,0025
<i>Stylogyne</i> cf. <i>turbacensis</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0006	0,0010
<i>Swartzia robiniifolia</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	12	0,0726	0,0060
<i>Swartzia simplex</i>	3	0,0019	0,0015	-	-	0,0000	11	0,0037	0,0055
<i>Tabebuia rosea</i>	-	-	0,0000	1	0,0003	0,0005	1	0,0029	0,0005
<i>Tamarindus indica</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0002	0,0005
<i>Trema micrantha</i>	-	-	0,0000	1	0,0041	0,0005	1	0,0110	0,0005
<i>Triplaris americana</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	32	0,0911	0,0160
<i>Triumfetta</i> cf. <i>acuminata</i>	1	0,0001	0,0005	1	0,0002	0,0005	-	-	0,0000
<i>Trophis racemosa</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0005	0,0005
<i>Urticaceae 1</i>	-	-	0,0000	3	0,0005	0,0015	-	-	0,0000

Especie	ZM			ZS			ZB		
	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB(m ²)	De(Tallos/m ²)	AT	AB (m ²)	De(Tallos/m ²)
<i>Vernonanthura brasiliiana</i>	7	0,0007	0,0035	12	0,0069	0,0060	-	-	0,0000
<i>Vismia baccifera</i>	3	0,0006	0,0015	4	0,0039	0,0020	-	-	0,0000
<i>Zanthoxylum martinicense</i>	1	0,0003	0,0005	-	-	0,0000	3	0,0283	0,0015
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	12	0,0709	0,0060	5	0,0039	0,0025	3	0,0010	0,0015
<i>Zanthoxylum rigidum</i>	9	0,0212	0,0045	-	-	0,0000	4	0,1141	0,0020
<i>Zygia longifolia</i>	-	-	0,0000	-	-	0,0000	3	0,0055	0,0015
<i>Zygia</i> sp.	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0006	0,0010
Indeterminado 1	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0037	0,0010
Indeterminado 2	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0084	0,0005
Indeterminado 3	4	0,0113	0,0020	-	-	0,0000	1	0,0006	0,0005
Indeterminado 4	-	-	0,0000	1	0,0001	0,0005	4	0,0566	0,0020
Indeterminado 5	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0018	0,0010
Indeterminado 6	-	-	0,0000	-	-	0,0000	3	0,0780	0,0015
Indeterminado 7	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,4517	0,0010
Indeterminado 8	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0026	0,0005
Indeterminado 9	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0029	0,0010
Indeterminado 10	1	0,0016	0,0005	-	-	0,0000	-	-	0,0000
Indeterminado 11	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0409	0,0010
Indeterminado 12	-	-	0,0000	-	-	0,0000	3	0,0187	0,0015
Indeterminado 13	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0008	0,0005
Indeterminado 14	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0006	0,0005
Indeterminado 15	-	-	0,0000	-	-	0,0000	3	0,0074	0,0015
Indeterminado 16	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0011	0,0005
Indeterminado 17	-	-	0,0000	-	-	0,0000	5	0,0065	0,0025
Indeterminado 18	-	-	0,0000	-	-	0,0000	2	0,0016	0,0010
Indeterminado 19	-	-	0,0000	-	-	0,0000	5	0,0152	0,0025
Indeterminado 20	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0007	0,0005
Indeterminado 21	-	-	0,0000	3	0,0008	0,0015	-	-	0,0000
Indeterminado 22	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0006	0,0005
Indeterminado 23	-	-	0,0000	-	-	0,0000	3	0,0035	0,0015
Indeterminado 24	-	-	0,0000	-	-	0,0000	1	0,0046	0,0005
Total	583	2,6902	0,2915	769	11,0251	0,3845	1102	15,1138	0,5510

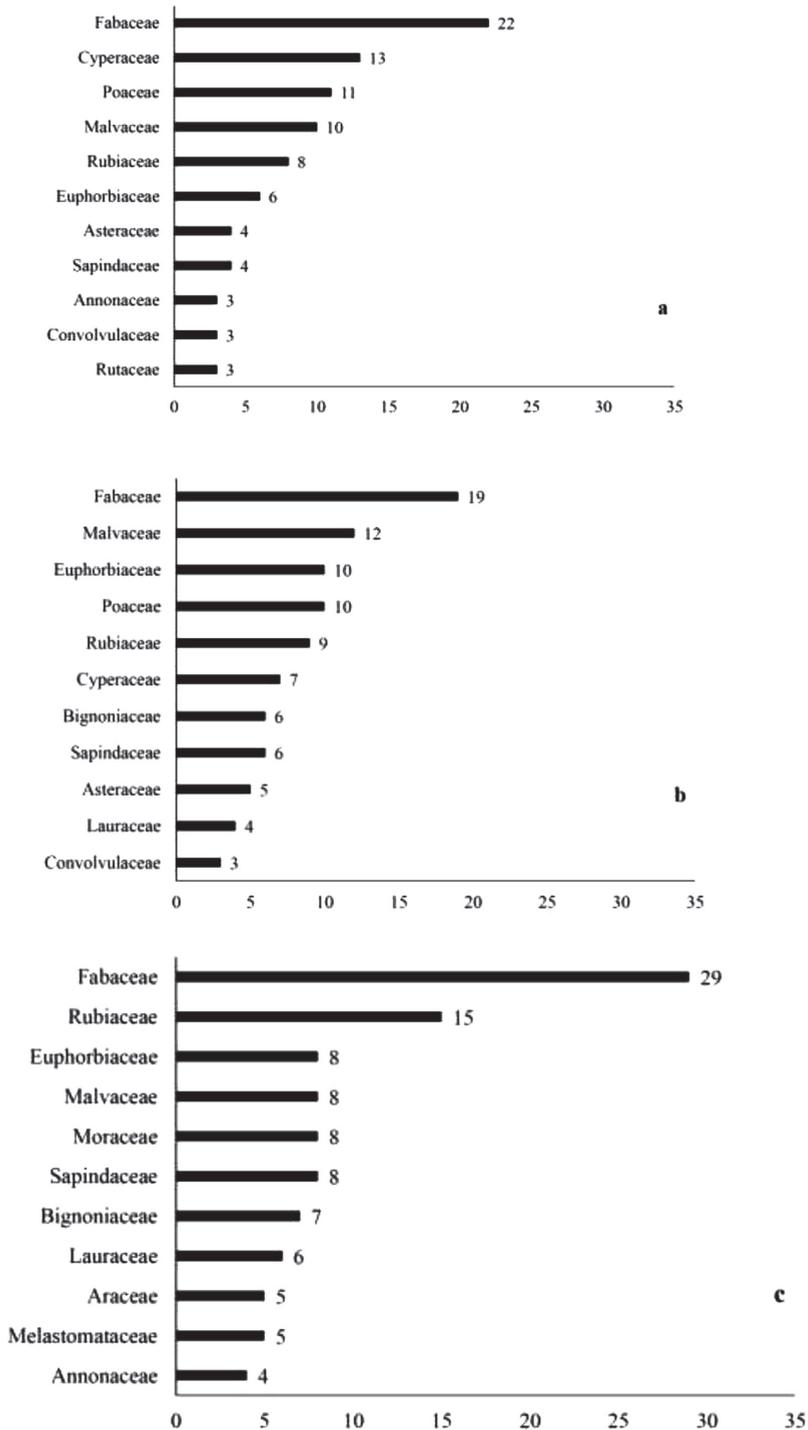


Figura 2. Familias con las mayores riquezas de especies registradas en cada zona. a. Zona de actividad minera; b. Zona de sistema silvopastoril sin manejo; c. Zona de bosque. (n=20 trayectos lineales por zona).

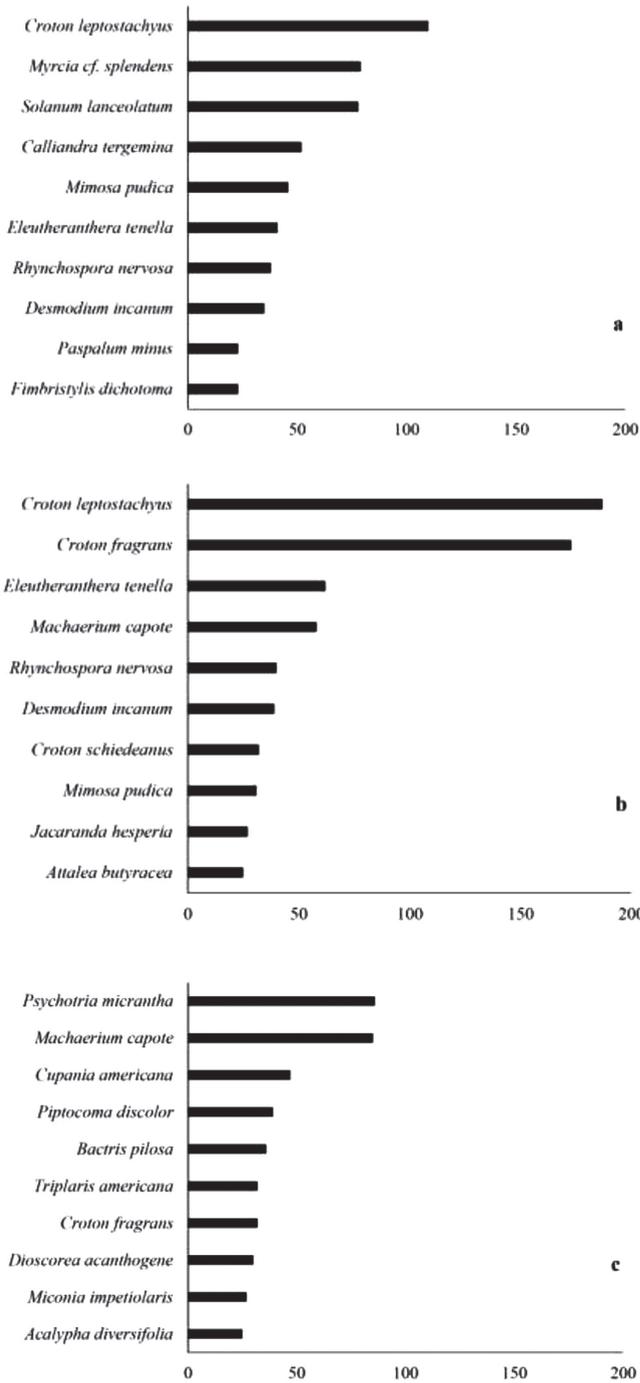


Figura 3. Especies más abundantes registradas en cada zona de muestreo. a. Zona de actividad minera; b. Zona de sistema silvopastoril sin manejo; c. Zona de bosque. (n=20 trayectos lineales por zona).

3.2 Estructura vegetal

En la zona de minería, el hábito de crecimiento predominante fue el herbáceo, con el 45,2 % de los individuos, seguido del hábito arbóreo con el 30,7 %. Los arbustos y lianas tuvieron el 22,3 % y 1,8 % de los individuos, respectivamente. La altura máxima del estrato arbustivo fue 6,8 m y del estrato arbóreo fue 24,8 m. El área basal (AB) para esta zona fue 2,69 m² en 0,2 ha muestreadas, con un árbol, el caracolí, *Anacardium excelsum* (*Anacardiaceae*) como la especie de mayor aporte (Tabla 1). En las plantas leñosas, *A. excelsum* presentó el mayor valor de IVI, seguido de dos arbustos, *C. leptostachyus* y *S. lanceolatum*, y de un árbol, *M. cf. splendens* (Figura 4a). En cuanto a la estructura horizontal, el 95,0 % de los tallos se ubicaron en la primera clase diamétrica (Figura 5), con *C. leptostachyus*, *S. lanceolatum* y *M. cf. splendens* como los más abundantes. En lo que respecta a la densidad de la vegetación leñosa, la zona minera presentó un valor de 0,2915 individuos por metro cuadrado, lo que equivale a aproximadamente 2.915 individuos por hectárea (Tabla 1). Las especies con mayores densidades fueron nuevamente *C. leptostachyus*, *S. lanceolatum* y *M. cf. splendens*, además de otro árbol, *Calliandra tergemina* (*Fabaceae*).

En la zona de sistema silvopastoril sin manejo, el hábito de crecimiento predominante fue el arbóreo, con el 43,7 % de los individuos, seguido del herbáceo con el 33,5 %. Los arbustos y las lianas tuvieron el 21,1 % y 1,6 % de los individuos, respectivamente. La altura máxima del estrato arbustivo fue 6,0 m y del estrato arbóreo 21,6 m. El área basal para esta zona fue 11,02 m², con la palma de vino, *Attalea butyracea* (*Arecaceae*), como la especie con un mayor aporte (Tabla 1). En las plantas leñosas, *A. butyracea* presentó el mayor valor de IVI, seguido de *C. leptostachyus*, *C. fragrans* y *M. capote* (Figura 4b). En lo que respecta a la estructura horizontal, el 93,0 % de los tallos se ubicaron en la primera clase diamétrica (Figura 5), de manera similar a la zona minera, con *C. leptostachyus* y *C. fragrans* como los más abundantes. En cuanto a la densidad de la vegetación leñosa, esta zona presentó un valor de 0,3845 individuos por metro cuadrado, lo que equivale a aproximadamente 3.845 individuos por hectárea (Tabla 1). La especie con mayor densidad fue nuevamente *C. leptostachyus*.

En la zona de bosque, el hábito de crecimiento predominante fue el arbóreo, con el 65,5 % de los individuos, seguido del arbustivo con el 18,8 %. Las hierbas y las lianas tuvieron aquí el 9,7 % y 6,1 % de los individuos, respectivamente. La altura máxima del estrato arbustivo fue 9,5 m y del estrato arbóreo 35,0 m, con árboles emergentes de hasta 60,0 m. El área basal para esta zona fue 15,11 m², con dos árboles, el guácimo colorado, *Luehea seemannii*, y el macondo, *Cavanillesia platanifolia* (*Malvaceae*), como las especies que más aportaron (Tabla 1). En las plantas leñosas, las especie con mayor IVI fueron igualmente *L. seemannii* y *C. platanifolia*, seguidas de los árboles *M. capote* y *A. excelsum* (Figura 4c). En lo que respecta a la estructura horizontal, igual que en las anteriores zonas, la zona de bosque presentó el 96,0% de los tallos ubicados en la primera clase diamétrica (Figura 5), con un arbusto, *P. micrantha*, y cuatro árboles, *M. capote*, *C. americana*, *Triplaris americana* (*Polygonaceae*) y *P. discolor* como los más abundantes. En cuanto a la densidad de la vegetación leñosa, la zona de bosque presentó un valor de 0,5510 individuos por metro cuadrado, lo que equivale a aproximadamente 5.510 individuos por hectárea (Tabla 1). Las especies con mayores densidades fueron en su orden *P. micrantha*, *M. capote*, *C. americana*, *T. americana* y *P. discolor*.

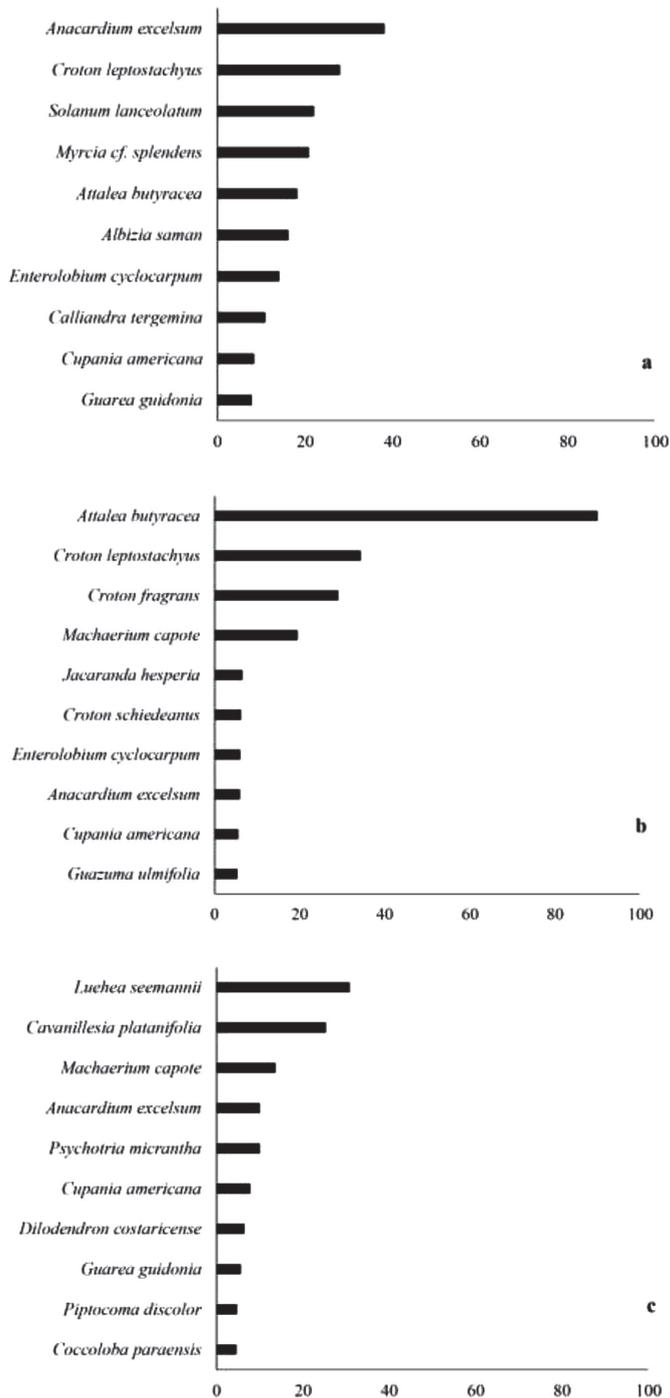


Figura 4. Especies con los mayores valores de IVI (Índice de Valor de Importancia) para cada zona estudiada. a. Zona de actividad minera; b. Zona de sistema silvopastoril sin manejo; c. Zona de bosque. (n=20 trayectos lineales por zona).

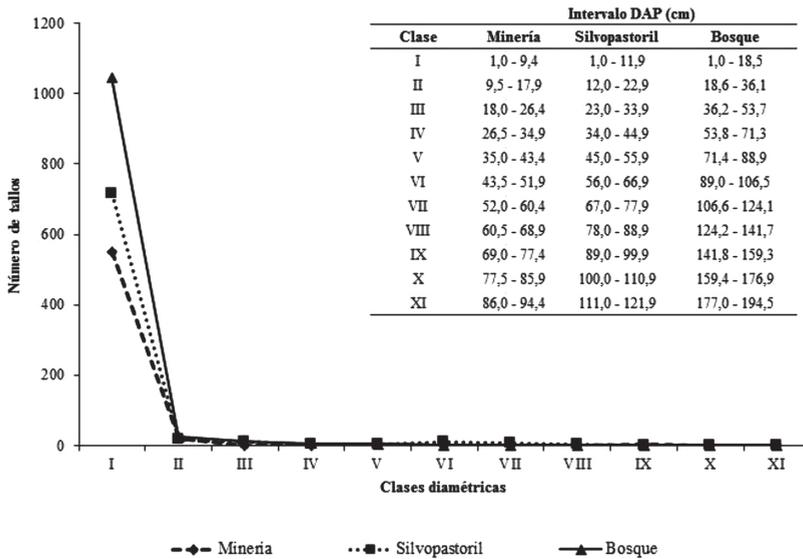


Figura 5. Distribución diamétrica de los tallos censados en las tres zonas muestreadas. a. Zona de actividad minera; b. Zona de sistema silvopastoril sin manejo; c. Zona de bosque. (n=20 trayectos lineales por zona).

3.3 Diversidad

El índice de diversidad (H') para la zona de actividad minera fue 1,73 (valor máximo = 2,10; 82,5%), y el índice de dominancia (D) fue 0,03 (valor máximo = 1,01; 3,38 %). Para la zona de sistema silvopastoril sin manejo, el índice de diversidad (H') fue 1,60 (valor máximo = 2,11; 75,7%), y el índice de dominancia (D) fue 0,06 (valor máximo = 1,01; 6,0 %). Finalmente, para la zona de bosque, el índice de diversidad (H') fue 1,99 (valor máximo = 2,32; 85,9%), y el índice de dominancia (D) fue 0,02 (valor máximo = 1,00; 1,9 %).

3.4 Similitud entre sitios

Las zonas más similares en composición de especies y abundancia de individuos por especie fueron la zona de actividad minera y la zona de sistema silvopastoril sin manejo (Bray-Curtis: 0,4729), seguidas de la zona de sistema silvopastoril sin manejo y la zona de bosque (Bray-Curtis: 0,2432), mientras que las menos similares fueron la zona de actividad minera y la zona de bosque (Bray-Curtis: 0,1918). Las especies compartidas por las tres zonas fueron de todos los hábitos de crecimiento registrados (árboles: 15, arbustos: 6, lianas: 3 y hierbas: 9) (Tabla 1). Las especies con un registro alto (más de 10) y valores similares (ca. 30 registros de diferencia como máximo) en los tres sitios fueron cuatro árboles, *A. excelsum*, *Croton schiedeanus*, *C. americana* y *Guarea guidonia* (*Meliaceae*). La abundancia del resto de especies compartidas en los tres sitios, fue más marcada en uno o dos sitios a la vez. En los sitios intervenidos respecto al bosque fueron dos árboles los de mayor registro, *Jacaranda hesperia* (*Bignoniaceae*) y *Zanthoxylum rhoifolium* (*Rutaceae*), un arbusto, *C. leptostachyus* y seis plantas herbáceas, *D. incanum*, *E. tenella*, *Fimbristylis dichotoma* (*Cyperaceae*), *Panicum laxum* (*Poaceae*), *R. nervosa* y *Spermacoce remota* (*Rubiaceae*).

Las especies que prevalecieron en los bosques respecto a las zonas intervenidas fueron un árbol, *Astronium graveolens* (*Anacardiaceae*), dos arbustos, *Piper reticulatum* (*Piperaceae*) y *P. micrantha* y una liana, *Serjania clematidea* (*Sapindaceae*). Cuatro especies fueron abundantes tanto en el bosque como en uno de los dos sitios intervenidos (ZB+ZM: *M. cf. splendens*, árbol; ZB+ZS: *C. fragrans* arbusto, *M. capote* y *Raimondia quinduensis* - *Annonaceae*, árboles).

3.5 Especies amenazadas

Se registraron en total 10 especies bajo alguna categoría de amenaza a nivel global y/o nacional y ocho especies en los listados de CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*). Todas estas especies se registraron en los fragmentos de bosque, lo que les da una importancia a estos parches como reservorios de especies clave para la conservación de la biodiversidad de los bosques secos tropicales. Una de estas especies se encuentra en categoría en peligro crítico (CR por su nombre en inglés) (*Herrania laciniifolia*, *Malvaceae*), cinco se encuentran en categoría en peligro (EN por su nombre en inglés) (*Astrocaryum malybo*, *Astrocaryum triandrum* y *Attalea cohune*, *Arecaceae*; *Cedrela odorata*, *Meliaceae*; *Swartzia robiniifolia*, *Fabaceae*) y cuatro se encuentran en categoría vulnerable (VU) (*Browneopsis excelsa*, *Fabaceae*; *Centrolobium yavizanum*, *Fabaceae*; *Gustavia verticillata*, *Lecythidaceae*; *Rinorea ulmifolia*, *Violaceae*), según la clasificación de la IUCN [6, 7, 8 44, 23, 24, 25, 50] (Figura 6).



Figura 6. Especies con categoría de amenaza registradas en la zona de bosque. a. *Astrocaryum malybo* (*Arecaceae*), EN; b. *Herrania laciniifolia* (*Malvaceae*), CR; c. *Astrocaryum triandrum* (*Arecaceae*), EN; d. *Attalea cohune* (*Arecaceae*), EN; e. *Centrolobium yavizanum* (*Fabaceae*), VU. CR: En peligro crítico, EN: En peligro, VU: Vulnerable. Fotos: Jhon A. Vargas.

4 Discusión

Las tres zonas (zona de actividad minera, zona de sistema silvopastoril sin manejo y zona de bosque) presentaron diferencias considerables tanto en la abundancia de individuos totales muestreados, como en la riqueza y composición de especies, la estructura vertical y horizontal de la vegetación, la densidad de individuos y la diversidad de especies. La zona de bosque presentó los mayores valores de riqueza, abundancia y diversidad (H') de especies en comparación con las otras dos zonas. Estos datos le otorgan a los fragmentos de bosque presentes en la Hacienda una alta importancia en términos de la conservación de la biodiversidad vegetal de los bosques secos del Magdalena Medio, debido a que se constituyen en un reservorio clave de muchas de las poblaciones de las especies vegetales registradas en este sitio, las cuales en muchos casos resultan ser exclusivas de zonas de bosque, como aquellas con grados de amenaza. Con ello, es muy probable que estos bosques estén sosteniendo, en gran parte, la fauna presente, sobre todo aquella con una dieta basada exclusivamente en ciertas especies vegetales propias de zonas boscosas.

La composición de familias registrada en cada zona dio cuenta de la alta riqueza de especies en la familia *Fabaceae*, lo que es característico de los bosques secos tropicales [32]. Sin embargo, existe una alta representatividad en número de especies de las familias *Cyperaceae* y *Poaceae* en las zonas de actividad minera y de la familia *Poaceae* en la zona de sistema silvopastoril sin manejo, hecho reportado en otro estudio de bosques secos tropicales del Caribe [45]. Otros estudios enfatizan la importancia de estas familias en la diversidad de las comunidades de los bosques secos de Colombia [27]. No obstante, la dominancia de especies herbáceas también evidencia el estado de los mismos, en términos de la estructura vertical de la vegetación, ya que las especies de estas familias se caracterizan por ser muy heliófilas (*i.e.* requieren de mucha luminosidad para establecerse y dominar en los sitios) [13]. Por lo tanto, su presencia es una confirmación de la gran incidencia de luz solar en el suelo y por ende, de una pobre o nula estructura de dosel en la mayoría de las áreas, donde probablemente abunden los claros de bosque [4]. Se evidencia por observación directa que la zona de minería ha recibido el impacto que esta actividad implica en la estructura del suelo y, por consiguiente, en la vegetación, por lo que se esperaría una abundancia de especies herbáceas de este tipo. Pero, el hecho de que en el sistema silvopastoril sin manejo se obtuviera el mismo resultado, da cuenta de que a pesar de que se presenta mayor complejidad en la estructura vertical, existe la ausencia de un dosel cerrado en este sistema. Ello tiene ciertas implicaciones a nivel del proceso de sucesión vegetal, ya que si los elementos arbóreos existentes en este sitio no ofrecen suficiente sombra para que las especies secundarias tardías se puedan establecer, es muy probable que el proceso de sucesión se vea estancado. Las especies del género *Croton* pueden ser las que principalmente tengan efectos negativos en el establecimiento de otras especies en las zonas con actividad minera y en el sistema silvopastoril sin manejo, ya que presentan una arquitectura de ramas muy abierta que al parecer permite la entrada de grandes cantidades de luz (observación personal), lo que no permite que se establezcan especies que requieran sombra. Además, las observaciones hechas en campo sobre la presencia de lianas con comportamiento aparentemente invasor es un elemento característico de etapas intermedias o tempranas de sucesión vegetal, las cuales pueden predominar en hábitats cuyo sotobosque se encuentra deteriorado por algún tipo de perturbación [4].

En cuanto a la riqueza de especies en los trayectos, la cantidad promedio de especies leñosas registradas por cada 0,1 ha de zona de bosque en la Hacienda (*i.e.* 106 especies) resulta ser mayor que la encontrada en bosques secos secundarios ubicados más hacia el sur (al norte del departamento del Tolima) donde reportan en promedio 68 especies leñosas por cada 0,1 ha, teniendo como base el mismo DAP (1 cm) [39]; si se tiene en cuenta un $DAP \geq 2,5$ cm, el valor promedio de riqueza (*i.e.* 84 especies) es más alto al valor promedio registrado por Gentry [29] en 24 cinturones de bosque seco en todo el neotrópico, el cual fue de 65 especies. También, la cantidad de especies leñosas registradas en las 0,2 ha muestreadas de bosque (*i.e.* 98 especies) es mucho mayor que la encontrada en bosques secos mejor conservados ubicados hacia el sur del Tolima, en la zona conocida como Ecorregión Estratégica de La Tatacoa, donde reportan en promedio 22 especies por cada 0,25 ha ($DAP \geq 5$ cm) [20]. En contraste, la cantidad promedio de especies leñosas encontradas por cada 0,2 ha de bosque de la Hacienda (*i.e.* 138 especies) es un tanto menor a la encontrada en bosques húmedos más hacia el norte en el departamento de Antioquia, donde reportan 145 especies leñosas en 0,2 ha de área muestreada ($DAP \geq 2,5$ cm) [30]. Los datos anteriores dan cuenta del gradiente longitudinal existente en esta zona del valle del río Magdalena, en este caso, en términos de la riqueza de especies leñosas. Este gradiente puede explicar la gran riqueza registrada en los fragmentos de bosque seco de la Hacienda en comparación con las áreas de otros bosques secos ubicadas más hacia el sur del valle, ya que esta zona de bosque seco está más cerca de los bosques húmedos que se encuentran más hacia el norte del valle, por lo que su riqueza puede estar influenciada por la encontrada en estos bosques húmedos. Prueba de ello son las especies registradas en la Hacienda que son típicas de bosque húmedo (*e.g.* *Herrania laciniifolia*, *Astrocaryum malybo*, *Gustavia verticillata*).

La zona de bosque presentó el mayor valor de área basal (AB), a pesar de registrarse menor número de individuos que en la zona de sistema silvopastoril sin manejo. Este resultado se debe en gran parte a la presencia de algunos individuos arbóreos con valores de DAP muy altos, correspondientes a las especies *L. seemannii* y *C. platanifolia*. La presencia de individuos de especies leñosas con diámetros altos en un bosque es un indicador de su estado de sucesión vegetal (*i.e.* temprano, intermedio o tardío), esto en función de la abundancia de estos individuos y del grupo ecológico de la especie (*i.e.* pioneras, secundarias tempranas, secundarias tardías o de bosque maduro). En este sentido, sitios con gran abundancia de individuos de especies leñosas de bosque maduro cuyos DAPs son altos y están presentes en diferentes estratos corresponden a bosques en estado sucesional tardío.

En el caso de los fragmentos de bosques muestreados, la abundancia de individuos de *L. seemannii* y *C. platanifolia* resultó ser menor que la abundancia total de individuos en esta cobertura; además, son especies consideradas secundarias tempranas. No obstante, la diferencia entre los valores de DAP de los individuos de estas especies y los valores del resto de individuos es amplia; por lo tanto, es probable que su presencia sea principalmente el resultado de entresacas selectivas que se han dado en el área, donde la mayoría de individuos de especies maderables son extraídos, quedando aquellos individuos muy jóvenes y/o cuya madera no representan un valor comercial, como es el caso de las especies mencionadas [22]. La dinámica de esta actividad antrópica puede ser una explicación de la estructura vegetal horizontal actual de la zona, donde la gran mayoría de individuos se ubica en la primera clase, es decir, presenta los menores diámetros y además se encuentran especies pioneras y secundarias tempranas en mayor proporción. En este sentido, se considera que el estado sucesional de estos bosques es intermedio.

Por otro lado, el índice de dominancia (D) fue bajo para las tres zonas. No obstante, este valor en las zonas con actividad minera y silvopastoril sin manejo fue mayor respecto al obtenido para la zona de bosque. Esto se debe a que en estas dos zonas tienden a dominar pocas especies, como los arbustos *Croton leptostachyus* y *Solanum lanceolatum* y el árbol *Croton fragrans*, en comparación con la zona de bosque, donde no se observó una dominancia alta de ninguna de las especies registradas. La gran abundancia de las especies de éste género en sitios con actividad antrópica da cuenta del posible comportamiento pionero de las mismas, registrado en otras especies de estos géneros [11, 59, 49]. Estas especies al parecer son capaces de colonizar sitios tan intervenidos como los de la zona minera y establecerse aun cuando el suelo ha perdido parte de los horizontes, por lo cual son indicadoras de áreas degradadas [52]. En la zona de sistema silvopastoril sin manejo, se registró una gran abundancia de individuos de palma de vino, *Attalea butyracea*. La presencia de dicha especie en esta zona es el resultado de cultivos abandonados, los cuales son típicos de gran parte de la región del valle del río Magdalena, donde se presenta una gran producción ganadera y agrícola [33]. De acuerdo con observaciones directas y con la riqueza de especies obtenida en trayectos puntuales, en sitios donde esta palma es muy abundante, el reclutamiento de otras especies al parecer es mucho menor que en sitios donde es más escasa. Por ende, la gran abundancia de esta especie en esta zona podría representar otro inconveniente en el curso natural de la sucesión vegetal.

Adicionalmente, el registro de especies compartidas entre los tres hábitats es evidencia de que los sitios presentan algún nivel de conexión, lo que potencialmente permite el movimiento de propágulos de un lado a otro, ya sea por la fauna asociada a los mismos que utiliza las tres zonas, o por otras formas de dispersión. No obstante, la mayor similitud obtenida con el índice de Bray-Curtis en composición de especies y abundancia de las mismas entre las zonas de actividad minera y el sistema silvopastoril sin manejo, permite proponer que la conexión entre estas dos zonas es mayor que la existente entre éstas y los bosques.

Finalmente, la presencia de especies vegetales en el área de estudio bajo alguna categoría de amenaza, de acuerdo con la clasificación de la IUCN, es un indicador de la importancia que representan estos fragmentos de bosque para la conservación y el mantenimiento de poblaciones viables de estas especies, ya que es uno de los criterios bajo los cuales se priorizan zonas estratégicas para la conservación de la biodiversidad nacional [31, 15]. Ejemplo de éstas es el cedro rosado, *Cedrela odorata* (*Meliaceae*), la cual está priorizada dentro de la Estrategia Nacional de Conservación de Plantas [26] y en los planes de manejo para la conservación de cinco especies maderables del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [10]. Otro ejemplo son las especies de palmas amenazadas (*i.e.* *Astrocaryum malybo*, *Astrocaryum triandrum* y *Attalea cohune*), las cuales se incluyen en los planes de conservación, manejo y uso sostenible de las palmas de Colombia del mismo ministerio [42]. Por medio de estas estrategias de conservación, se pretende garantizar la conservación *in situ* de especies amenazadas; sin embargo, la representatividad de bosque seco tropical actual en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas es muy baja (0,5 %) [27], lo que hace necesario la implementación de estrategias de conservación; como por ejemplo, la declaración de una Reserva Natural de la Sociedad Civil en el área de estudio, brindando así refugios para las poblaciones de estas especies amenazadas.

Agradecimientos

A Mario Fernando Velasco, propietario de la Hacienda La Española, por facilitar el apoyo logístico necesario para la realización de este estudio; a Martín Llano Almario por su apoyo durante la fase de campo; a Philip Silverstone, Alba Marina Torres, Ximena Londoño, Alejandro Zuluaga, Johan K. Home, Juan M. Posada, Ana I. Vázquez, J. Camilo Sánchez, Charlotte Taylor, Carolina Romero, Sussane Renner, Thomas Croat, Gloria Galeano, Lauren Raz, Pedro Acevedo, Michael Pirie y Hans-Joachim Esser por su importante ayuda en las determinaciones taxonómicas de ciertos grupos de plantas; a Viviana Londoño por sus valiosos comentarios que ayudaron a mejorar el manuscrito. Este trabajo fue cofinanciado por Ecopetrol, Corpocaldas y la Universidad del Valle en el marco del proyecto de investigación "Implementación de indicadores biológicos como herramienta para evaluar cambios en la integridad ecológica de los fragmentos de bosque seco tropical presentes en Victoria - La Dorada, Caldas" CI7945, Convenio de colaboración N° 5212085/2013.

Referencias bibliográficas

- [1] Alcaldía de Victoria e Hidromiel S.A E.S.P. (2000). *Esquema de Ordenamiento Territorial Victoria, Caldas 1999-2007. Una Victoria para todos!*. Caldas- Colombia. 209 p. Disponible en: http://www.victoria-caldas.gov.co/apc-aa-files/495052435f5052454445465f30303830/ESQUEMA_DE_ORDENAMIENTO_MUNICIPAL.pdf
- [2] Angiosperm Phylogeny Group - APG. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1-20.
- [3] Arcila, A. M., Valderrama, C. y Chacón, P. (2012). Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2), 86-101.
- [4] Benitez-Malvido, J. (2006). Effect of low vegetation on the recruitment of plants in successional habitat types. *Biotropica*, 38(2), 171-182.
- [5] Bray, J. R. y Curtis, J. T. (1957). An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27, 325-349.
- [6] Calderon, E. (1998). *Swartzia robinifolia*. *The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T38853A10153425*. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T38853A10153425.en>
- [7] Calderon, E. (1998) *Rinorea ulmifolia*. *The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T35991A9967737*. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T35991A9967737.en>

- [8] Calderon, E. (1998). *Herrania laciniifolia*. *The IUCN Red List of Threatened Species 1998:e.T38906A10154681*. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T38907A10154762.en>
- [9] Cantillo- H., y Rangel- Ch. (2011). ASPECTOS DE LA ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LA SUCESIÓN VEGETAL EN LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE NORCASIA, CALDAS Páginas 127- 144. En, J.O. Rangel (Ed.) *Colombia Diversidad Biótica XI: Patrones de la estructura y la riqueza de la vegetación en Colombia*, (pp. 127-144). Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales.
- [10] Cárdenas-López, D., Castaño-Arboleda, N., Sua-Tunjano, S., Quintero-Barrera, L., Bernal-Rodríguez, M., Guerrero-Rodríguez, S., Maniguaje-Rincón, L., Rivera-Martín, L. E., Rodríguez-Castañeda, M., Arango-Álvarez, H., Vásquez-Peinado, A. J., Cabrera-Matajira, J. C., Giraldo-Sánchez, A., González-Echeverry, J. C., Mena-Arias, A., Gutiérrez, C. A., Rivera, L. L., Morales-Velásquez, M., Pedraza, L. M. y Martínez-Villate, G. C. (2015). Planes de Manejo para la Conservación de Abarco, Caoba, Cedro, Palorosa y Canelo de los Andaquíes. Bogotá D.C.: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI.
- [11] Carvalho, F. C., Filho, J. A., García, A. R., Filho, J. M. P. y Albuquerque, V. M. (2001). Efeito de corte da parte aérea na sobrevivência do marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell.Arg.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(3), 930-934.
- [12] Ceballos, G. (1995). Vertebrate diversity, ecology and conservation in neotropical dry forest. En: Bullock S. H., Mooney, H. A. y Medina, E. (Eds.). *Seasonally dry tropical forest*. Pp: 195-220. Cambridge, Massachusetts: Cambridge University Press.
- [13] Clayton, W. D. y Renvoize, S. A. (1986). *Genera graminum: grasses of the world*. Kew bulletin additional series XIII. Lóndres: Her Majesty's Stationery Books.
- [14] Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. URL <purl.oclc.org/estimates>. Descargado el 09 de agosto de 2014.
- [15] Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca- CVC. (2007). *Construcción colectiva de las áreas protegidas del Valle del Cauca (SIDAP): Propuesta conceptual y metodológica*. Cali. 134 p.
- [16] Díaz, J. M. (2006). *Bosque seco tropical Colombia*. Cali, Colombia: Banco de Occidente, I/M Editores.
- [17] Dirzo, R., Young, H. S., Mooney, H. A. y Ceballos, G. (2011). Introduction. En: Dirzo, R., Young, H. S., Mooney, H. A. y Ceballos, G. (Eds.). *Seasonally dry tropical forests*. Pp: xi-xiii. Cambridge, Massachusetts: Cambridge University Press.

- [18] Espinal, S. y Montenegro, E. (1963). Formaciones vegetales de Colombia: memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Bogotá, D.C.: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- [19] Etter, A. (1993). Consideraciones generales para el análisis de la cobertura vegetal. Memorias del primer taller de cobertura vegetal. Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, SIG-PAFC (Sistema de Información Geográfica - Plan de Acción Forestal para Colombia).
- [20] Fernández-Méndez, F., Bernate-Peña, J. F y Melo, O. (2013). Diversidad arbórea y prioridad de conservación de los bosques secos tropicales del sur del departamento del Tolima en el valle del río Magdalena, Colombia. *Acta Biológica*, 35(99), 161-183.
- [21] Figueroa, Y. y Galeano, G. (2007). Lista comentada de las plantas vasculares del enclave seco interandino de La Tatacoa (Huila, Colombia). *Caldasia*, 29(2), 263-281.
- [22] Fournier, L. A. (2002). *Luehea seemannii* Triana & Planch. En: Vozzo, J. A. (Ed.), *Tropical tree seed manual Part II - Species description*. Pp: 553-554. Washington D.C.: USDA Forest Service.
- [23] Galeano, G y Bernal, R (2007a). Palma Estera: *Astrocaryum malybo*. En: Cárdenas L., D. y Salinas, N. R. (Eds.). *Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 2. Palmas, frailejones y zamias. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia*. Pp. 113-115. Bogotá D.C.: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
- [24] Galeano, G y Bernal, R (2007b). Guatinajo: *Astrocaryum triandrum*. En: Cárdenas L., D. y Salinas, N. R. (Eds.). *Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 2. Palmas, frailejones y zamias. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia*. Pp. 117-120. Bogotá D.C.: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
- [25] Galeano, G y Bernal, R (2007c). Mamarrón: *Attalea cohune*. En: Cárdenas L., D. y Salinas, N. R. (Eds.). *Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 2. Palmas, frailejones y zamias. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia*. Pp. 126-128. Bogotá D.C.: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
- [26] García, H., Moreno, L. A., Londoño, C. y Sofrony, C. (2010). *Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas: actualización de los antecedentes normativos y políticos, y revisión de avances*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Red Nacional de Jardines Botánicos.
- [27] García, H., Corzo, G., Isaacs, P. y 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. y García, H. (Eds.). El Bosque seco tropical en Colombia. Pp: 229 - 251. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- [28] Gentry, A. H. (1982). Patterns of neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology*, 15, 1 - 84.
- [29] Gentry, A. H. (1995). Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. En: Bullock, S. H., Mooney, H. A. y Medina, E. (Eds.). *Seasonally dry tropical forests*. Pp: 116-194. Cambridge, Massachusetts: Cambridge University Press.
- [30] Giraldo-Cañas, D. (2000). Variación de la diversidad florística en un mosaico sucesional en la cordillera central andina (Antioquia, Colombia). *Darwiniana*, 38(1-2), 33-42.
- [31] Granizo, T., Molina, M.E., Secaira, E., Herrera, B., Benítez, S., Maldonado, O., Libby, M., Arroyo, P., Ísola, S., Castro, M. (2006). Manual de planificación para la conservación de áreas, PCA . The Nature Conservancy y USAID. Quito. 206 p
- [32] Holdridge, L.R., 1967. *Life Zone Ecology*, Tropical Science Center, San José, Costa Rica.
- [33] Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). (1998). El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Programa de Inventario de la Biodiversidad. Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA.
- [34] Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2007). Descripción detallada de los suelos. Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia. 265 p
- [35] Janzen, D. H. (1988). Tropical dry forest: the most endangered major tropical ecosystem. . En: Wilson E. O. (Ed.). *Biodiversity*. Pp: 130-137. Washington, D. C.: National Academy Press.
- [36] Lozano-Zambrano, F. H. (Ed.). (2009). Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).
- [37] Marulanda, L.O., Uribe, A., Velásquez, P-, Montoya, M.A., Idárraga, A., López, M.C., López, J.M. (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.
- [38] Medina, E. (1995). Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forests. En: Bullock, S. H., Mooney, H. A. y Medina, E. (Eds.). *Seasonally dry tropical forest*. Pp: 221-242. Cambridge, Massachusetts: Cambridge University Press.

- [39] Mendoza, H. (1999). Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región del Caribe y el Valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia*, 21(1), 70-94.
- [40] Melo, O. A. (2000). Evaluación ecológica y silvicultural de los fragmentos de vegetación secundaria, ubicados en áreas de bosque seco tropical en el norte del departamento del Tolima. Ibagué (Tolima, Colombia). Ibagué, Tolima: Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad del Tolima. Informe técnico programa de investigación forestal en ecosistemas con tendencia a la aridez.
- [41] Miles, L., Newton, A. C., De Fries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V. y Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, 33(3), 491-505.
- [42] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Plan de conservación, manejo y uso sostenible de las palmas de Colombia. Textos: Galeano G., R. Bernal, Y. Figueroa Cardozo. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Universidad Nacional de Colombia.
- [43] Mitré, M. (1998). *Browneopsis excelsa*. *The IUCN Red List of Threatened Species 1998*: e.T30602A9563970. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T30602A9563970.en>
- [44] Montero, I., López Camacho, R., Cárdenas López, D. y Salinas, N. R. (2007) Cedro: *Cedrela odorata*. En: Cárdenas L., D. y Salinas, N. R. (Eds.). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: Primera parte. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Pp. 127-132. Bogotá D.C.: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- [45] Montoya, M. (1996). Ecología de poblaciones de *Attalea butyracea* (Arecaceae) y estructura de la vegetación asociada en la vereda Las Brisas (departamento de Sucre). Medellín: Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biología, Universidad de Antioquia.
- [46] Mooney, H.A., S.H., Bullock, y E. Medina. (1995). Introduction. Páginas 1-8 en S.H. Bullock, H.A. Mooney, y E. Medina, editores. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- [47] Murphy, P y Lugo, A. E. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17, 67-88.
- [48] Murphy, P y Lugo, A. E. (1995). Dry forest of Central America and the Caribbean, in *Seasonal Dry Tropical Forest*. En: Bullock, S. H., Mooney, H. A y Medina, E. (Eds.). Cambridge, Massachusetts: Cambridge University Press.

- [49] Pearson, T. R. H., Burslem, D. F. R. P., Goeriz, R. E. y Dalling, J. W. (2003). Regeneration niche partitioning in neotropical pioneers: effects of gap size, seasonal drought and herbivory on growth and survival. *Oecologia* 137(3), 456-465.
- [50] Pirie, M. D., Klitgaard, B.B y Pennington, R.T. (2009). Revision and biogeography of *Centrolobium* (Leguminosae- Papilionoideae). *Systematic Botany*, 34 (2), 345-359
- [51] Pizano, C., Cabrera, M. y García, H. (2014a). Bosque seco tropical en Colombia; generalidades y contexto. En: Pizano, C. y García, H. (Eds.). *El Bosque seco tropical en Colombia*. Pp: 37 - 47. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- [52] Pizano, C., González-M., R., González, M. F., Castro-Lima, F., López, R., Rodríguez, N., Idárraga-Piedrahita, A., Vargas, W., Vergara-Varela, H., Castaño-Naranjo, A., Devia, W., Rojas, A., Cuadros, H. y Lázaro Toro, J. (2014b). Las Plantas de los bosques secos de Colombia. En: Pizano, C. y García, H. (Eds.). *El Bosque seco tropical en Colombia*. Pp: 49 - 93. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- [53] Portillo-Quintero, C. A y Sánchez-Azofeifa, G. A. (2010). Extent and conservation of tropical dry forest in the Americas. *Biological Conservation*, 143, 144-155.
- [54] Rangel, O. y Velásquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En: Rangel, O., Lowy, P. y Aguilar, M. (Eds.). *Colombia diversidad biótica II*. Pp: 59-87. Bogotá D.C.: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.
- [55] Sánchez-Azofeifa, A., Kalacska, M., Quesada, M., Calvo-Alvarado, J., Nassa, J. y Rodríguez, J. (2005). Need for integrated research for a sustainable future in tropical dry forests. *Conservation Biology*, 19(2), 1-2.
- [56] Sánchez-Azofeifa, G. A., M. Quesada, J. P. Rodríguez, J.M. Nassar, K. E. Stoner, A. Castillo, T. Garvin, E. L. Zent, J. C. Calvo-Alvarado, M. E. R. Kalacska, L. Fajardo, J. A. Gamon, y P. Cuevas-Reyes. (2005). Research priorities for Neotropical dry forests. *Biotropica*, 37, 477-485.
- [57] Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 370-432.
- [58] Simpson, E. H. (1949) Measurement of diversity. *Nature*; pp. 163 - 688.
- [59] Souza, R. P. y Válio, I. F. M. (2001). Seed size, seed germination and seedling survival of Brazilian tropical tree species differing in successional status. *Biotropica*, 33(3), 447-457.

- [60] Sturges, H. A. (1926). The choice of a class interval. *J. l Am. Stat*, 21, 65-66.
- [61] Torres, A. M., Adarve, J. B., Cárdenas, M., Vargas, J. A., Londoño, V., Rivera, K., Home, J., Duque, O. L y González, A. (2012). Dinámica sucesional de un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2), 66- 85.
- [62] Vargas, W (2015). Una breve descripción de la vegetación, con especial énfasis en las pioneras intermedias de los bosques secos de La Jagua, en la cuenca alta del río Magdalena en el Huila. *Colombia Forestal*, 18(1): 47-70
- [63] Villanueva, B., Melo, O. y Rincón, M. (2014). Estado del conocimiento y aportes a la flora vascular del bosque seco del Tolima. *Colombia Forestal*, 18(1), 9-23.
- [64] Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A. M. Segunda edición. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá D.C.: Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Dirección de los autores

Jhon Alexander Vargas Figueroa

Grupo de Investigación Ecología y Diversidad Vegetal, Departamento de Biología,
Universidad del Valle, Cali - Colombia
lexvafi13@gmail.com

Ángela María González Colorado

Grupo de Investigación en Ecología Animal, Departamento de Biología,
Universidad del Valle, Cali - Colombia
angelamgonzalezc@gmail.com

Eliana Barona Cortés

Grupo de Investigación en Ecología Animal, Departamento de Biología,
Universidad del Valle, Cali - Colombia
eliana.barona@correounivalle.edu.co

Wilmar Bolívar García

Grupo de Investigación en Ecología Animal, Departamento de Biología,
Universidad del Valle, Cali - Colombia
wilmar.bolivar@correounivalle.edu.co