

# EL BOSQUE SECO TROPICAL EN COLOMBIA

CAMILA PIZANO  
HERNANDO GARCÍA  
EDITORES



# EL BOSQUE SECO TROPICAL EN COLOMBIA



CAMILA PIZANO Y HERNANDO GARCÍA  
EDITORES

<i>Ceiba pentandra</i>	1
<i>Cereus hexagonus</i>	2
<i>Bromelia karatas</i>	3
<i>Hura crepitans</i>	4
<i>Bauhinia guianensis</i>	5
<i>Albizia guachapele</i>	6
<i>Icterus nigrogularis</i>	7
<i>Opuntia pittieri</i>	8
<i>Bursera simaruba</i>	9
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	10
<i>Catasetum pileatum</i>	11
<i>Epiphyllum phyllanthus</i>	12
<i>Stenocereus humilis</i>	13
<i>Thecodactylus rapicauda</i>	14
<i>Zamia muricata</i>	15
<i>Lithodytes lineatus</i>	16
<i>Heteromys anomalus</i>	17
<i>Melocactus curvispinus</i>	18
<i>Marmosa isthmica</i>	19
<i>Tabebuia rosea</i> (flor)	20
<i>Triplaris americana</i> (semilla)	21
<i>Tropidacris</i> sp.	22
<i>Cavanillesia platanifolia</i> (plántula)	23
Termitero de <i>Zootermopsis</i> sp.	24



9

24

6

7

12

6

5

4

8

10

1

2

4

11

23

11

13

15

14

21

19

16

20

22

17

18

4

1

4



**PROSPERIDAD  
PARA TODOS**



**MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE  
INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS BIOLÓGICOS  
ALEXANDER VON HUMBOLDT 2014**

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión del material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización de los titulares de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente.

**Se prohíbe la reproducción de este documento para fines comerciales.**



**ISBN: 978-958-8889-01-6**

Primera edición, 2014: 1.000 ejemplares

Impreso en Bogotá, D.C., Colombia

Documento preparado en el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt en el marco del plan operativo anual 2013 con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**RESPONSABILIDAD:** Las denominaciones empleadas y la presentación del material en esta publicación no implica la expresión de opinión o juicio alguno por parte del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Así mismo las opiniones expresadas en esta publicación no representan necesariamente las decisiones o políticas del Instituto, ni la citación de nombres o procesos comerciales constituyen un aval de ningún tipo.

**Coordinación editorial y corrección de estilo:**  
Camila Pizano

**Evaluadores:**  
Carlos Valderrama, Juan Lázaro Toro,  
Fabio Lozano y R. Toby Pennington

**Ilustración de portada:**  
Camila Pizano

**Diseño:**  
Alejandra Linero Cuéllar  
alinero@gmail.com

**Impresión:**  
Ediprint Ltda.

**CITACION SUGERIDA:** Pizano, C y H. García (Editores). 2014. El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia.

**PALABRAS CLAVE:** Biodiversidad, biología, bosque seco tropical, conservación, deforestación, ecología, transformación.

El bosque seco tropical en Colombia / editado por Camila Pizano y Hernando García --  
Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2014.

350 p.: il., col.; 16.5 x 24 cm.

Incluye bibliografía, fotografías y tablas

ISBN obra impresa 978-958-8343-97-6

ISBN obra digital 978-958-8889-01-06

1. Bosques tropicales -- conservación -- Colombia 2. Bosque seco tropical -- Colombia  
3. Biodiversidad 4. Ecología 5. Deforestación I. Pizano, Camila (Ed.) II. García,  
Hernando (Ed) III. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von  
Humboldt.

CDD: 333.7516 Ed. 23

Número de contribución: 506

Registro en el catálogo Humboldt: 14945

Catalogación en la publicación--Biblioteca Instituto Humboldt -- Nohora Alvarado



Corteza de *Bursera simaruba*  
Fotografía: Camila Pizano



Presidencia de la República

**JUAN MANUEL  
SANTOS CALDERÓN**  
Presidente de la República



MinAmbiente  
Ministerio del Ambiente  
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD  
PARA TODOS**

**LUZ HELENA  
SARMIENTO V.**  
Ministra de Ambiente y  
Desarrollo Sostenible

**PABLO VIEIRA  
SAMPER**  
Viceministro de Ambiente y  
Desarrollo Sostenible



**BRIGITTE L. G.  
BAPTISTE BALLERA**  
Directora General

**GERMÁN  
ANDRADE**  
Subdirector Científico



# GUÍA DE AUTORES

Heliconiaceae. *Heliconia platystachys*  
Fotografía: William Vargas

- Angélica Benítez  
bioangelica@gmail.com  
Fundación Panthera Colombia  
Carrera 7 # 156-78 Oficina 904  
Bogotá, Colombia
- Argelina Blanco-Torres  
argelinab@yahoo.com  
Doctorado en Ciencias Biológicas,  
Universidad Nacional de  
Colombia  
Bogotá, Colombia
- Marian Cabrera  
mariancp@gmail.com  
Universidad de Amsterdam  
Facultad de Ciencias, IBED  
Postbus 94248  
Amsterdam, Holanda
- Camilo Calderón-Acevedo  
camilo.calderon@mail.umsl.edu  
Departamento de Biología,  
Universidad de Missouri-St. Louis  
St. Louis, Missouri, USA
- Alejandro Castaño-Naranjo  
alecastulua@gmail.com  
Jardín Botánico del Valle Juan  
María Céspedes  
Tuluá, Colombia
- Francisco Castro-Lima  
bojonawi@gmail.com  
Fundación Horizonte Verde  
Villavicencio, Colombia
- Germán Corzo  
gcorzo@humboldt.org.co  
Instituto de Investigación en  
Recursos Biológicos Alexander  
von Humboldt  
Avenida Paseo Bolívar # 16-20  
Bogotá, Colombia
- Hermes Cuadros  
hcuadros2@gmail.com  
Universidad del Atlántico  
Barranquilla, Colombia
- Gabriela de Luna  
gabrieladeluna@proyectoprimate.org  
Proyecto Primates  
Bogotá, Colombia
- Wilson Devia  
wildevia@gmail.com  
Institución de Educación Superior  
Unidad Central del Valle del Cauca  
Carrera 27A # 48-144  
Tuluá, Colombia
- Angélica Díaz-Pulido  
adiaz@humboldt.org.co  
Instituto de Investigación en Recursos  
Biológicos Alexander von Humboldt  
Avenida Paseo Bolívar # 16-20  
Bogotá, Colombia
- Andrés Etter  
aetter@javeriana.edu.co  
Departamento de Ecología y  
Territorio, Facultad de Estudios  
Ambientales y Rurales,  
Pontificia Universidad Javeriana  
Bogotá, Colombia
- Francy Forero  
francy\_517@hotmail.com
- Germán Galvis  
ggal42@yahoo.es  
Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá, Colombia
- Hernando García  
hgarcia@humboldt.org.co  
Instituto de Investigación en Recursos  
Biológicos Alexander von Humboldt  
Avenida Paseo Bolívar # 16-20  
Bogotá, Colombia
- Daisy A. Gómez-Ruiz  
sakuraxli24@gmail.com  
Grupo Mastozoología y Colección  
Teriológica  
Universidad de Antioquia  
Medellín, Colombia
- Juan Pablo Gómez  
jugomez@ufl.edu  
Departamento de Biología y  
Museo de Historia Natural de la  
Florida,  
Universidad de la Florida  
Gainesville, Florida, EE.UU
- Mario Gómez-Martínez  
mjgomez@ut.edu.co  
Laboratorio de Ecoagricultura,  
Facultad de Ingeniería  
Agronómica, Universidad del  
Tolima  
Ibagué, Tolima, Colombia
- Fabio Arturo González  
fgonzalez@humboldt.org.co  
Instituto de Investigación en  
Recursos Biológicos Alexander  
von Humboldt  
Claustro de San Agustín  
Villa de Leyva, Colombia
- Iván González  
igonzaez@humboldt.org.co  
Instituto de Investigación en  
Recursos Biológicos Alexander  
von Humboldt  
Carrera 28A 15-09  
Bogotá, Colombia
- María Fernanda González  
mgonzaez@humboldt.org.co  
Instituto de Investigación en  
Recursos Biológicos Alexander  
von Humboldt  
Avenida Paseo Bolívar # 16-20  
Bogotá, Colombia
- Roy González-M.  
rgonzalez@humboldt.org.co  
Instituto de Investigación en  
Recursos Biológicos Alexander  
von Humboldt  
Avenida Paseo Bolívar # 16-20  
Bogotá, Colombia

● Victor H. Gonzalez  
victorgonzab@gmail.com  
Department of Biological Sciences,  
Southwestern Oklahoma State  
University, 100 Campus Drive,  
Weatherford, Oklahoma, 73096,  
EE.UU

● Alvaro Idárraga-Piedrahíta  
alvaro.idarraga@gmail.com  
Universidad de Antioquia  
Medellín, Colombia

● Paola Isaacs  
pisaacs@humboldt.org.co  
Instituto de Investigación en  
Recursos Biológicos Alexander von  
Humboldt  
Avenida Paseo Bolívar # 16-20  
Bogotá, Colombia

● Andrés Link  
a.link74@uniandes.edu.co  
Departamento de Biología,  
Universidad de los Andes  
Bogotá, Colombia

● Julián Llano-Mejía  
julillano17@hotmail.com  
Laboratorio de Ecoagricultura,  
Facultad de Ingeniería Agronómica,  
Universidad del Tolima  
Ibagué, Colombia

● René López  
rlopezc@udistrital.edu.co  
Facultad de Medio Ambiente y  
Recursos Naturales,  
Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas,  
Bogotá, Colombia

● Claudia Alejandra Media  
camedina@humboldt.org.co  
Instituto de Investigación en  
Recursos Biológicos Alexander von  
Humboldt  
Claustro de San Agustín  
Villa de Leyva, Colombia

● Guido Fabián Medina-Rangel  
guidofabianmedina@gmail.com  
Doctorado en Ciencias Biológicas  
Universidad Nacional de Colombia,  
Bogotá, Colombia

● Lina Mesa  
lmesa@humboldt.org.co  
Instituto de Investigación en  
Recursos Biológicos Alexander von  
Humboldt  
Avenida Paseo Bolívar # 16-20  
Bogotá, Colombia

● Carlos Arturo Navas  
carlos.a.navas2@gmail.com  
Departamento de Fisiología,  
Instituto de Biociências, Universidad  
de São Paulo,  
Universidad de São Paulo, Brasil

● Alejandra Pardo  
ruapardoma@unal.edu.co  
Universidad Nacional de Colombia,  
Bogotá, Colombia

● Esteban Payán  
epayan@panthera.org  
Director Fundación Panthera  
Colombia  
Carrera 7 # 156-78 Oficina 904  
Bogotá, Colombia

● R. Toby Pennington  
t.pennington@rbge.org.uk  
Royal Botanic Garden Edinburgh,  
20<sup>th</sup> Inverleith Row  
Edinburgh EH3 5LR,  
Reino Unido

● Camila Pizano  
mpizano@humboldt.org.co  
Instituto de Investigación en  
Recursos Biológicos Alexander von  
Humboldt  
Avenida Paseo Bolívar # 16-20  
Bogotá, Colombia

● Wilson Ramírez  
wramirez@humboldt.org.co  
Instituto de Investigación en  
Recursos Biológicos Alexander von  
Humboldt  
Avenida Paseo Bolívar # 16-20  
Bogotá, Colombia

● Scott Robinson  
srobinson@flmnh.ufl.edu  
Departamento de Biología y Museo  
de Historia Natural de la Florida,  
Universidad de la Florida  
Gainesville, Florida, EE.UU

● Nelly Rodríguez  
neraso2000@gmail.com  
Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá, Colombia

● Alicia Rojas  
aliciarojasbio@gmail.com  
Curadora Colecciones Biológicas  
CDMB  
Corporación Autónoma para  
la Defensa de la Meseta de  
Bucaramanga  
Bucaramanga, Colombia

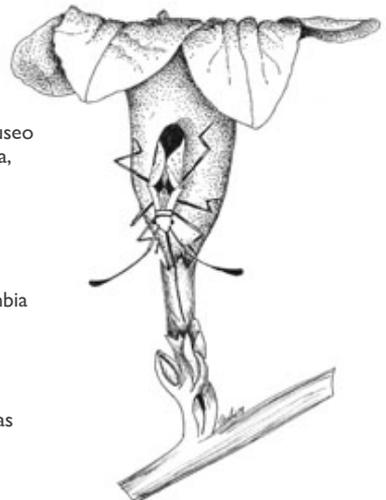
● Sergio Solari  
ssolari@matematicas.udea.edu.co  
Profesor, Instituto de Biología,  
Universidad de Antioquia  
Calle 76 # 53-108  
Medellín, Colombia

● Juan Lázaro-Toro  
jtoro@corantioquia.gov.co  
Corporación Autónoma Regional  
del Centro de Antioquia  
(CORANTIOQUIA)  
Carrera 65 # 44A-32  
Medellín, Antioquia, Colombia

● Nicolás Urbina-Cardona  
urbina-j@javeriana.edu.co  
Departamento de Ecología y  
Territorio, Facultad de Estudios  
Ambientales y Rurales,  
Pontificia Universidad Javeriana  
Bogotá, Colombia

● William Vargas  
wgvargas@icesi.edu.co  
Facultad de Ciencias Naturales,  
Universidad Icesi  
Calle 18 # 122-135  
Universidad Icesi  
Cali, Colombia

● Hernando Vergara-Valera  
hernandov@unicauca.edu.co  
Departamento de Biología,  
Universidad del Cauca  
Calle 5 # 4-70  
Popayán, Colombia



*Tabebuia rosea*  
Ilustración: Camila Pizano



# PRESENTACIÓN

////////////////////  
Bosque seco en el parque Nacional Natural Los Estoraques  
Fotografía: Camila Pizano

Históricamente el bosque tropical se ha visualizado como una selva densa, con palmas y árboles altos donde abundan las epífitas, los helechos y las enredaderas, con un sotobosque oscuro y húmedo, donde pululan los murciélagos, las aves, los reptiles y las mariposas de todos los colores. Sin embargo, esta visión no corresponde con todos los tipos de bosque tropical. De hecho el bioma “bosque tropical” abarca desde los bosques de niebla montanos hasta los matorrales cerrados subxerofíticos de los desiertos en tierras bajas. Notoriamente, dentro de estos está el bosque seco tropical (BST), originalmente uno de los más extensos en nuestro país, ya que cubría gran parte de los valles geográficos de los ríos Cauca y Magdalena, la Costa Caribe, y los Llanos Orientales; hoy a punto de desaparecer. A diferencia de su homólogo húmedo, en este bosque abundan las lianas, los cactus, los reptiles y los insectos gigantes; su dosel abierto se queda sin hojas en la época seca y explota con flores de todos los colores apenas empiezan las primeras lluvias.

El bosque seco tropical está restringido a las tierras bajas desde México hasta Bolivia y Brasil donde existe una fuerte estacionalidad de lluvias marcada por una época seca (menos de 100 mm de lluvia) de 4 a 6 meses al año. Esta estacionalidad ha resultado en una serie de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento en plantas, animales y microorganismos, para los cuales vivir en el bosque seco representa un reto. Así mismo, la combinación de esta estacionalidad climática y la actividad de los organismos que lo habitan determinan los procesos y servicios que les presta a millones de personas que dependen directa o indirectamente de este ecosistema. De particular importancia son la estabilización de los suelos, el ciclaje de nutrientes, la regulación hídrica y climática, y la provisión de alimentos y madera. El suministro de estos servicios depende del delicado balance entre uso y abuso de los ecosistemas, que además determina la prevención de la desertificación, la cual representa la principal amenaza para los ecosistemas secos de todo el planeta. De hecho en este libro se reporta que más de la mitad del área que estaba cubierta originalmente por BST en nuestro país se ha degradado hasta el punto de la desertificación. Esto prueba la fragilidad de este tipo de bosque y la urgente necesidad de conservar lo poco que queda y de restaurarlo en las zonas degradadas de donde ha desaparecido.

A pesar de que el BST es uno de los ecosistemas más amenazados de nuestro país, es muy poco lo que conocemos sobre este bosque. Mas aún, no contamos con datos biológicos, ecológicos y sociales sólidos que nos permitan diseñar herramientas que aseguren la gestión integral del BST. Por esta razón para el Instituto Humboldt el estudio del bosque seco ha sido una prioridad desde los inicios del Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental (GEMA), el cual realizó varias expediciones y estudios de inventarios de biodiversidad en el Caribe y el alto Magdalena. Hacia el año 1998, el Instituto publicó un documento que se convirtió en un referente para el país. Posteriormente, en 2012, el Instituto publicó un volumen de Biotá Colombiana con el propósito de contribuir a llenar vacíos de información científica sobre este ecosistema. Esta información es hoy fundamental

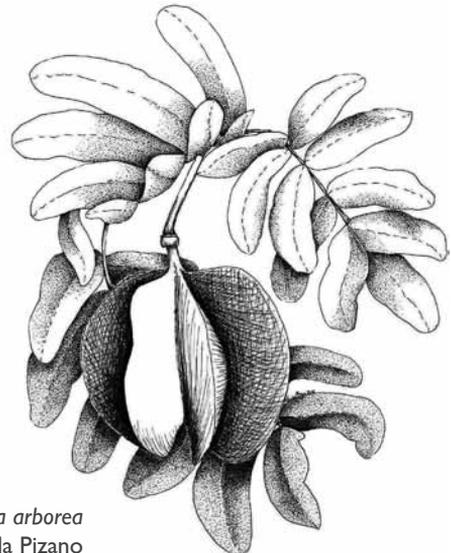


para aumentar la investigación y las actividades de conservación y restauración del bosque seco. Con este libro, “El bosque seco tropical en Colombia”, pretendemos seguir aportando a la consolidación de la base científica que sustenta su gestión integral.

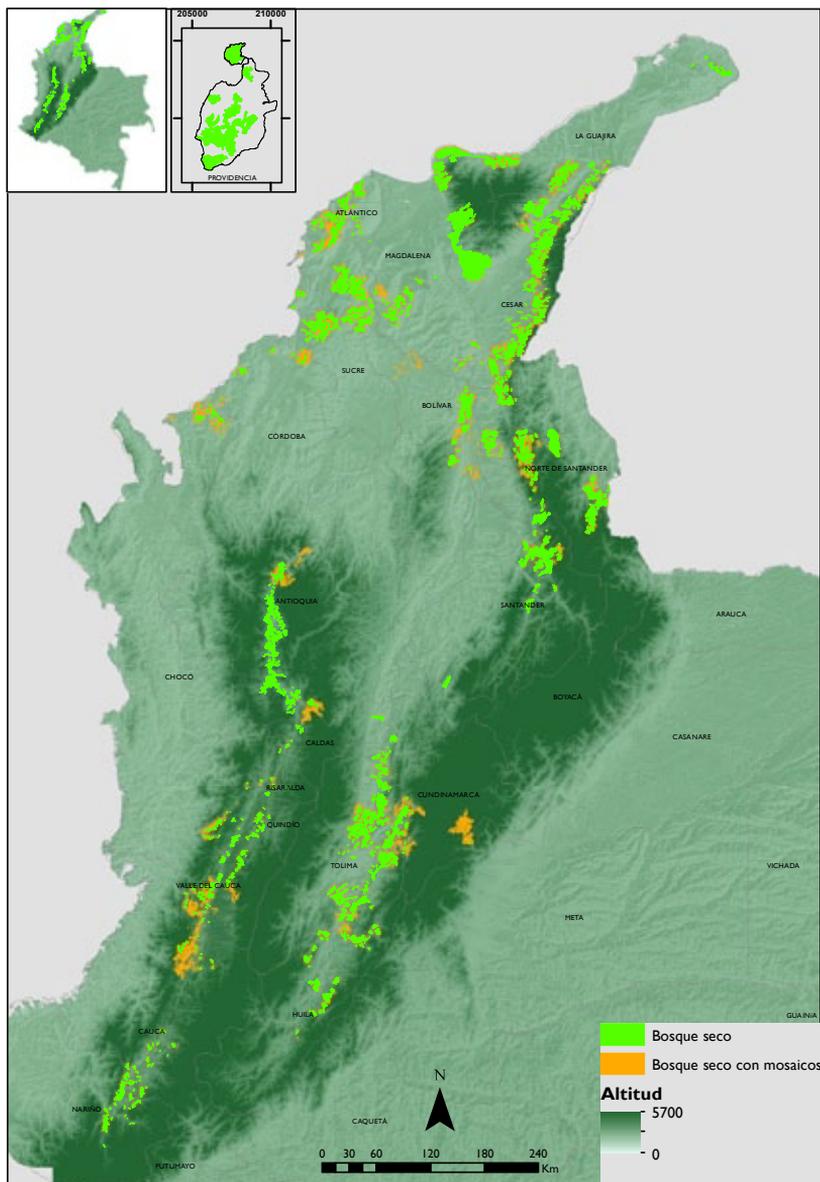
Más de cuarenta investigadores nacionales e internacionales de más de veinte instituciones contribuyeron a este libro que recoge el estado del conocimiento sobre la biodiversidad, el estado de fragmentación y transformación, y la restauración del bosque seco en Colombia. Sin duda nos quedaron por fuera investigadores e instituciones que realizan un trabajo muy valioso en el BST. Con este libro queremos extenderles la invitación a ellos y a todos los demás interesados en BST para que continúen el trabajo en este ecosistema que es clave para la conservación de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos en áreas secas de Colombia. Sobretodo porque hasta ahora empezamos a entender la importancia ecológica de estos ecosistemas.

Esperamos que este libro se convierta en una herramienta de referencia para la comunidad científica y los tomadores de decisiones que trabajan en los bosques secos de Colombia. Agradecemos a Juan Lázaro Toro, Fabio Lozano, Carlos Valderrama, y Toby Pennington por su juiciosa evaluación de este libro, a Germán Andrade por sus valiosos comentarios, y al Minsiterio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible por apoyar esta publicación.

BRIGITTE L. BAPTISTE  
DIRECTORA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS  
BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT



*Bulsera arborea*  
Ilustración: Camila Pizano



Distribución actual de coberturas de bosques seco tropical en Colombia, excluyendo el área de bosque seco de los Llanos. En verde se muestra la distribución de bosque, mientras que en anaranjado se muestran los bosques en varios estadios de sucesión inmersos en mosaicos como pastizales y cultivos agrícolas.

Actual distribution of dry tropical forests (green) and sucesional dry forests embedded in agricultural and pasture matrices (orange) in Colombia, excluding the Orinoco region.



# RESUMEN EJECUTIVO

Fabaceae. *Chamaecrista nictitans*

Fotografía: M. Gonzalez

El bosque seco tropical (BST) es considerado uno de los ecosistemas más amenazados del mundo (ver mapa), sin embargo es también uno de los menos estudiados. Colombia es un país privilegiado para estudiar el BST, ya que en nuestro país este ecosistema existe en seis regiones biogeográficas diferentes: el valle del río Patía en el sur del valle geográfico del Cauca, el valle del río Cauca, el alto y medio valle del río Magdalena, Santander y Norte de Santander, la costa Caribe, y la Orinoquía. Esto quiere decir que a pesar de que el BST comparte características similares como una fuerte estacionalidad de lluvias en estas seis regiones, los suelos y la estacionalidad climática varían, y como consecuencia su composición vegetal, animal, fungal y microbiana. Adicionalmente en Colombia se unen elementos biológicos del BST del Caribe y México en el norte, como del BST de Ecuador, Brasil y Bolivia en el sur; lo cual indica una biogeografía muy interesante.

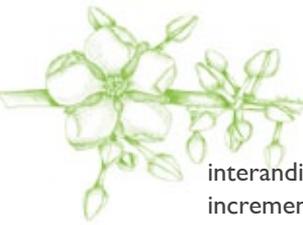
Este libro surge por la necesidad de recopilar información sobre la biología y la ecología del BST en Colombia, la cual es muy limitada a pesar de ser fundamental para asegurar la gestión integral de este ecosistema. Mas aún, dado el estado crítico de fragmentación del BST en Colombia donde se ha perdido más del 90% de este ecosistema, era necesario hacer un análisis del estado de rectualidad actual del BST en Colombia, así como recomendaciones para su restauración.

La primera parte de este libro habla sobre generalidades del bosque seco tropical, su definición, qué caracteriza a este ecosistema, y cómo los organismos que lo habitan se han adaptado a sus condiciones climáticas de sequía y lluvias (Capítulo 1).

La segunda parte del libro está dedicada a la biodiversidad asociada al bosque seco tropical en Colombia. Comprende plantas (Capítulo 2), aves (Capítulo 3), mamíferos (Capítulo 4), anfibios (Capítulo 5), escarabajos coprófagos (Capítulo 6), y abejas (Capítulo 7). En general, el conocimiento que se tiene del BST es muy limitado y desigual para estos grupos de organismos. A comparación de las plantas, los mamíferos, los anfibios y las aves, para los cuales la taxonomía está relativamente bien resuelta, la falta de información taxonómica básica de insectos como abejas y escarabajos coprófagos es un gran limitante para la investigación en estos grupos de organismos. Por ejemplo, a pesar de que estudios en otros países han demostrado que más de la mitad de las plantas del bosque seco son polinizadas por abejas, en Colombia no se ha hecho todavía ningún muestreo intensivo de abejas en el campo. De hecho el único estudio completo de abejas se hizo en

áreas de bosque húmedo tropical en el departamento de Antioquia. Lo poco que se conoce sobre abejas del BST viene de una recopilación a partir de colecciones de diferentes museos de historia natural de Estados Unidos y unas pocas colectas que se han llevado a cabo en los bosques secos aledaños a Santa Marta. El hecho de que en estos pocos muestreos se hayan descubierto no sólo 10 especies, sino también un género nuevo de abejas para Colombia, refleja el desconocimiento casi total de las abejas de los bosques secos de nuestro país. Así mismo, casi la mitad de los escarabajos coprófagos del bosque seco carecen de identificación a especie, y la verificación taxonómica ha revelado que muchas de las especies ya clasificadas son en realidad dos o más especies. Este rudimentario conocimiento sobre abejas y escarabajos coprófagos del BST hace un llamado urgente a incrementar los estudios sobre insectos en este ecosistema donde muy seguramente su diversidad es mucho mayor, y sus patrones de endemismo mucho más complejos de lo que estipulamos en este momento. Por ejemplo, en el Capítulo 3 se reporta que la mayoría de las aves de bosques secos son insectívoras, lo cual sugiere una gran abundancia de insectos en estos ecosistemas. Mas aún, hay un desconocimiento total sobre los servicios ecosistémicos de polinización, control de plagas, alimento, y ciclaje de nutrientes que prestan los insectos del bosque seco a los cultivos y zonas agrícolas que los rodean.

Los estudios sobre plantas, aves, mamíferos y anfibios de los bosques secos de Colombia son también apenas incipientes a pesar de que la taxonomía de estos organismos es mucho más sólida. Por ejemplo, el capítulo de plantas representa el primer estudio que recopila información sobre la flora del BST de las seis regiones donde ocurre este ecosistema en Colombia. Sin embargo, es evidente que en varias zonas del país esta información básica es muy pobre. A pesar de estas limitaciones, los análisis de composición florística revelan marcadas diferencias en la flora del BST en tres grandes regiones del país: el Caribe, los valles interandinos y los Llanos. Las dos primeras compartieron el 55% de las especies, lo cual soporta la hipótesis de que estas dos regiones han estado conectadas al menos durante los últimos 10,000 años. Tales resultados deben ser complementados con estudios de abundancia y no sólo presencia de especies de plantas del BST, así como de diversidad filogenética y funcional. Así mismo, no existe información sobre los procesos y servicios ecosistémicos de estabilización de suelos, ciclaje de nutrientes, y regulación hídrica y climática que proveen las plantas y los organismos de los suelos asociados a las plantas en los bosques secos del país. De manera similar, los pocos estudios que se han realizado anteriormente en aves en los bosques secos de Colombia se han limitado a hacer inventarios de especies en alguna zona particular de BST. El Capítulo 3 representa el primer estudio de comunidades completas de aves asociadas al bosque seco, con datos de presencia pero también de abundancia de especies a través de un gradiente de precipitación en toda la región del valle del Magdalena donde ocurre el BST. Los resultados hacen evidente una sorprendente y fuerte relación directa entre la precipitación y la riqueza de especies de aves, así como la presencia de especies de bosques más húmedos en el BST. Lo anterior sugiere que el agua es un factor determinante para las aves en los bosques de tierras bajas, y que hay movimientos migratorios de las aves de otros bosques al BST. Mas aún, el bajo recambio de especies de aves entre el Caribe y los valles



interandinos coincide con lo encontrado para las plantas, y recalca la necesidad de incrementar los estudios sobre la ecología y la genética poblacional de las aves del bosque seco en todas las regiones donde ocurre este bosque en Colombia.

El agua también es un factor clave para los anfibios y los mamíferos que habitan los bosques secos. El caso más extremo es el de los anfibios, los cuales dependen directamente del agua para respirar por la piel y mantener su temperatura corporal. Por esto su dispersión a nuevos tipos de hábitat es muy limitada en general. Y a pesar de que la mayoría de los anfibios dependen del agua para su reproducción, los que habitan el BST han desarrollado una serie de estrategias que les permiten colonizar, sobrevivir y reproducirse en ambientes secos donde la disponibilidad de agua es limitada y fluctuante. De ahí que los anfibios presenten altos niveles de endemismo en los ambientes secos. En Colombia sin embargo, se necesitan datos robustos sobre la distribución geográfica de las diferentes especies de anfibios para poder hacer análisis de las amenazas y vacíos de conservación. El limitado conocimiento que se tiene en el momento indica que de las 83 especies de anfibios que se conocen hasta ahora en el BST, 58 han sido evaluados por la UICN y están bajo alguna categoría de riesgo. Más del 80% de estas especies se encuentran en lugares donde se ha perdido más del 50% del BST, y lo más grave es que las áreas protegidas de BST no corresponden con las regiones de mayor riqueza de anfibios de bosque secos.

Por otro lado, algunos mamíferos de BST presentan adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permiten sobrevivir y reproducirse en este ecosistema. Otros tienen patrones comportamentales que les permiten migrar temporalmente al BST y cambiar su dieta estacionalmente. En otros países se han registrado altos niveles de endemismo de mamíferos en BST. En Colombia, donde no hay estudios del BST para todas las regiones donde existe este ecosistema, se han reportado hasta ahora tres especies endémicas de mamíferos para BST. Sin embargo, dado que Colombia es el cuarto país con mayor diversidad de mamíferos en el mundo, es posible que esta cifra cambie a medida que se incrementen los estudios en los bosques secos del país. Sobre todo porque en el país sólo se han realizado estudios localizados en pequeñas áreas geográficas o zonas muy intervenidas y para grupos específicos de mamíferos. Por eso para el capítulo de mamíferos se hizo un estudio a nivel regional que incluyó datos de presencia y abundancia de todas las especies de mamíferos presentes en varias localidades de BST en el Caribe. Se encontraron 60 especies de mamíferos asociadas a bosques secos inmersos en diferentes matrices de transformación, lo cual corresponde al 12% de la diversidad nacional y al 31% de la diversidad regional para el Caribe. Lo preocupante es que el 95% de estas especies están categorizadas bajo alguna categoría de amenaza, incluyendo a dos subespecies de primates endémicas para la región que están en peligro crítico de extinción a nivel mundial. Mas aún, hay varias especies que a pesar de estar presentes en la región, se encuentran hacinadas en pequeños fragmentos de BST donde no sólo son más susceptibles a la cacería, sino también al aislamiento genético y a las enfermedades.

Toda esta información indica que los bosques secos de Colombia se encuentran en un estado crítico de fragmentación y deterioro, y por ende su biodiversidad

corre peligro inminente de desaparecer. En los análisis espaciales realizados para este libro (Capítulo 8) se encontró que queda menos del 4% de la cobertura original de BST maduro en el país. Otro 5% corresponde a lo que se puede denominar remanentes de BST con algún grado de intervención, lo cual quiere decir que más del 90% de los bosques secos del país han sido talados. Más del 60% de estas tierras deforestadas se encuentra actualmente bajo usos agrícolas o ganaderos, y lo preocupante es que más del 70% de estas tierras presenta degradación y erosión, y más del 65% desertificación. Lo cual demuestra que la recomendación de uso del suelo para las áreas de BST por parte del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el cual propone que cerca del 60% de las tierras de BST deben ser utilizadas para la agricultura y la ganadería, deben ser revisada con urgencia. Mas aún, dada la altísima relictualidad del BST en Colombia y su baja representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (tan sólo el 5% de lo que queda de BST en el país), se deben concentrar todos los esfuerzos a proteger lo poco que queda de este ecosistema en tierras privadas. De hecho la mayoría de los estudios realizados para la publicación de este libro se llevaron a cabo en fincas donde sus respectivos propietarios protegen el bosque seco por diversas razones. Encontrar incentivos que aseguren la conservación del BST por parte de estos propietarios es la única manera de asegurar la permanencia de este ecosistema, su biodiversidad y los servicios que nos presta este bosque en Colombia.

Por otra parte, es evidente que hay una enorme necesidad de restaurar el BST y sus servicios ecosistémicos en todas las regiones donde ocurre en el país. En particular, los bosques secos estabilizan los suelos, previenen la erosión y regulan el agua, lo cual evita la desertificación y asegura la productividad de los sistemas agrícolas, ganaderos y naturales. Dada la marcada estacionalidad de lluvias del BST, la restauración de este ecosistema puede ser más difícil que la de otros tipos de ecosistemas. Para esto se dan lineamientos sobre especies de plantas claves, factores determinantes y procesos y herramientas útiles para la restauración del BST (Capítulo 9).

Este libro representa apenas el comienzo de un largo camino hacia el conocimiento y el entendimiento de la distribución, biodiversidad, cambio, restauración y servicios ecosistémicos de los bosques secos tropicales de Colombia. Esperamos que su publicación impulse tanto la investigación científica como la conservación y la gestión integral del BST en nuestro país, las cuales son imprescindibles si no queremos que el BST exista tan sólo en libros como éste.

### *EXECUTIVE SUMMARY*

Tropical dry forests (TDF) are among the most endangered, yet the least studied ecosystems in the world (see map). Colombia is a privileged country to study TDF, as this forest occurs in six different geographic regions: the valley of the Patía river in the Southwest, the Cauca valley, the mid and high Magdalena valley, Santander and Norte de Santander, the Caribbean coast and the Orinoco region. Thus, although dry forests in these six regions share certain characteristics such as a strong rain seasonality, there's variation in soils and climate that results in differences in plant,



animal, fungal, and microbial community composition. Furthermore, in Colombia there is a mixture of biological elements that have come from TDFs in the North in the Caribbean and Mexico, and the South from Ecuador, Brazil and Bolivia, which results in very interesting biogeographical patterns.

This book arises from an urgent need of compiling basic information on the biology and ecology of TDFs of Colombia, necessary to assure the sustainable management of these forests, but almost completely lacking. Furthermore, given that more than 90% of TDF in Colombia has been lost and what remains is highly fragmented, spatial analyses and restoration recommendations for dry forests in Colombia were essential.

The first part of this book contains the definition and general characteristics of TDF, in addition to generalities on how organisms have adapted to live in this ecosystem of contrasting wet and dry seasons (Chapter 1).

The second part of the book covers the biodiversity associated to TDFs in Colombia comprising plants (Chapter 2), birds (Chapter 3), mammals (Chapter 4), amphibians (Chapter 5), (Chapter 5), dung beetles (Chapter 6), and bees (Chapter 7). In general, knowledge on these different organisms is very limited and unbalanced. Compared to plants, mammals, amphibians and birds, for which the taxonomy is relatively well established, lack of basic taxonomic information on insects such as bees and dung beetles has greatly limited the study of these organisms. For example, even though studies from other countries have shown that more than half of dry forest plants are pollinized by bees, no exhaustive studies have been done on bees of TDF in Colombia. In fact the only comprehensive study on bees done in Colombia was conducted in tropical humid forests of Antioquia. The little that we know of TDF bees comes from a revision of the collections of several natural history museums in the United States and a couple of surveys done in the dry forests near Santa Marta, in the Caribbean Coast. The fact that this minor sampling effort resulted in not only 10 new species, but also a new genus of bees for Colombia, reflects our almost complete ignorance with respect to bees from TDF in the country. Similarly, almost half of TDF dung beetles have not been classified to species, and species verifications have revealed that many species already classified are really two or more species. This precarious knowledge on bees and dung beetles of TDFs rises an alarm of an urgent need to increase the studies on insects of these forests where surely species diversity is much higher, and endemism patterns are far more complex than what we currently recognize. For instance, Chapter 3 states that most birds in TDF are insectivorous, which suggests that there is a high abundance of insects in this ecosystem. Moreover, there is a complete lack of knowledge on the pollination, pest control, food, and nutrient cycling ecosystem services provided by insects of TDF to surrounding plantations and agricultural areas.

Studies on plants, birds, mammals and amphibians of dry forests of Colombia are at their infancy even though the taxonomy for these organisms is mostly resolved. For example, Chapter 2 represents the first study to compile plant species data from TDF from the six different regions where this ecosystem occurs

in Colombia. However, it is clear that even this basic information is poor in some regions of dry forests in the country. Regardless of these limitations, analyses on the floristic composition of TDF from different regions in Colombia reveal marked differences in the flora of these forests in three big areas: the Caribbean, the Cauca and Magdalena valleys, and the Llanos. The first two areas shared almost 55% of the plant species, which supports the hypothesis that these two regions have been connected for at least the last 10,000 years. However, these results must be complemented with data on abundances and not just presence of species from TDF, in addition to phylogenetic and functional diversity. Furthermore, there is not information on the ecological processes and ecosystem services such as soil stabilization, nutrient cycling, and water and climate regulation that plants and soil organisms associated with plants from TDF provide in Colombia. Likewise, the few studies previously done on birds from dry forests of Colombia have mostly consisted of species inventories from particular regions of TDF. Chapter 3 represents the first study on whole bird communities from dry forests, with data on presence but also abundance of species across a precipitation gradient in a whole region of TDF in the Magdalena valley. Results from this study show a surprising and strong direct relationship between precipitation and bird species richness, and the presence of bird species from more humid forests in TDF. This suggests that water is a critical resource for birds in lowland forests, and that there are migratory movements of birds to TDFs. Moreover, the low species turnover between the Caribbean and the Cauca and Magdalena valleys coincides with the results from plants, and calls for additional studies on the ecology and population genetics of birds of TDF in all regions where this ecosystem occurs in Colombia.

Water is also a key resource for amphibians and mammals that occur in dry forests. The most extreme case is that of amphibians, which are directly dependent on water for breathing through the skin and maintaining their body temperature. As a consequence, the dispersion of amphibians to new habitat types is generally limited. Even though most amphibians depend on water for their reproduction, those that inhabit TDF have developed a series of strategies that allow them to colonize, survive, and reproduce in dry environments where water availability fluctuates and is limited. Consequently, TDF are mostly characterized by having high amphibian endemism. In Colombia, however, robust data on the geographic distribution of amphibian species is still lacking and badly needed for detecting conservation threats and gaps. The limited knowledge that exists at the moment indicates that there are 83 amphibian species, from which 58 are under threat (IUCN), and more than 80% occur in regions where TDF has been lost in more than 50% of the territory. Most worrying is the fact that the geographical locations with the greatest amphibian species richness don't coincide with TDF protected areas.

Similar to amphibians, some mammals have acquired morphological and physiological adaptations that allow them to survive and reproduce in TDF. Others show behavioral patterns such as temporal migration and seasonal diet changes through which they utilize TDF resources only temporally when available. Studies in other countries have found high mammal endemism in TDFs. In Colombia, where



no mammal studies have been done in all dry forest regions, there are only three known endemic species of mammals. However, given that Colombia is the fourth country in mammal diversity in the world, it is possible that this number will go up as more studies are done in TDF. Specially because in Colombia studies on mammals of dry forests have been mostly done in highly degraded small geographic areas, and on specific groups of mammals. For this book, both presence and abundance of all mammal species was recorded in TDF in a big region in the Caribbean. A total of 60 mammal species were found in dry forests immersed in transformed matrices which represents 12% of all mammal species of Colombia, and 31% of species of the Caribbean region. What is alarming is that 95% of these species are threatened, including two endemic primate subspecies that are critically endangered. Moreover, there are several species that even though were recorded in the study area, live in extremely crowded populations in very small forest fragments where they are highly susceptible to hunting, genetic isolation, and disease.

All this information indicates that dry forests in Colombia are extremely fragmented and disturbed, therefore their biodiversity is under critical danger of vanishing. The spatial analyses done for this publication (Chapter 8) indicate that there's less than 4% left of the original cover of mature TDF in the country. An additional 5% of TDF remnants are left with some degree of degradation, which means that more than 90% of the national TDF have been deforested. More than 60% of these deforested lands are currently used for livestock or agriculture, and more than 70% are degraded or eroded. Moreover, more than 65% of deforested TDF lands present desertification. This indicates that the recommendation from the National Institute of Geography Agustín Codazzi (IGAC) of using TDF areas for agriculture and livestock production, needs to be urgently revised. Furthermore, given the highly fragmented state of TDF in Colombia and its extremely low representation in the national system of protected areas (only 5% of the TDF left in the country), all efforts must be allocated to protect the little dry forest left in private lands. In fact most studies done for this book took place in private farms where landowners protect dry forests for different reasons. Thus, finding incentives that will guarantee the future conservation of TDF by these and other landowners is the only way to assure the survival of this forest, its biodiversity, and the ecosystem services it provides.

On the other hand, there is an unmistakable need of restoring TDF and the ecosystem services it provides in all regions where it occurs in Colombia. In particular, dry forests stabilize soils, stop erosion, and regulate water, preventing land desertification and assuring the productivity of natural, agricultural, and livestock systems. Given the rain seasonality of dry forests, their restoration may be more challenging than that of other ecosystems. For this purpose, Chapter 9 gives guidelines on key plant species, tools, and processes that enhance their restoration.

This book represents just the beginning of a long way towards the understanding of the distribution, biodiversity, change, restoration and ecosystem services of TDF in Colombia. We hope its publication will enhance scientific research, conservation, and sustainable management of TDF in our country, which are essential if we don't want TDF to exist only in books such as this one.



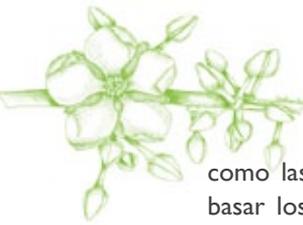
# PREFACIO

Cactaceae. *Opuntia caracasana*.  
Fotografía: Roy Gonzalez

Los ecosistemas secos cubren más de la mitad del área total de los trópicos, y sustentan a una población de casi un billón de personas que derivan su alimento, forraje y energía de estos paisajes. La vegetación en estas áreas secas toma principalmente dos formas: sabanas y bosques secos tropicales; estos últimos son considerados como los ecosistemas más amenazados en todos los trópicos. Tal es el caso en Colombia, donde sólo queda aproximadamente un 8% del área original de bosques secos, y tan sólo el 5% esta protegido en reservas, como lo muestra este libro (Capítulo 8). Dado este elevado nivel de amenaza, es desafortunado que el bosque seco tropical haya recibido mucho menos atención de parte de los científicos que los bosques húmedos tropicales.

Los libros como éste son muy importantes para compensar este desbalance. Para que la conservación sea efectiva, tiene que estar basada en un conocimiento sólido sobre la identidad taxonómica, la distribución, y la biología de los organismos. Idealmente, las áreas protegidas deberían cubrir las áreas donde hay la mayor diversidad y los más altos niveles de endemismo, y se necesita un conocimiento biológico mucho más profundo si queremos entender el destino de las áreas protegidas bajo los panoramas de amenaza de disturbios acentuados y de cambio climático global.

Este libro provee una síntesis de información biológica sobre bosques secos tropicales desde una mirada nacional para Colombia. Cubre varios grupos claves de organismos: plantas (Capítulo 2), aves (Capítulo 3), mamíferos (Capítulo 4), anfibios (Capítulo 5), escarabajos coprófagos (Capítulo 6), y abejas (Capítulo 7). En algunos casos, la conclusión más importante es que el nivel de conocimiento para estos grupos es increíblemente bajo –incluso al nivel más básico de identificación. Por ejemplo, más del 30% de los escarabajos coprófagos estudiados en los bosque secos de Colombia, no han sido identificados (Capítulo 6). Esta conclusión puede ser de cierta manera negativa, pero es importante porque recalca la necesidad continua y fundamental de la investigación taxonómica y descriptiva. En otros casos como el de las abejas (Capítulo 7), esta claro que se requiere de muchísimos más inventarios biológicos para que podamos entender la distribución de todas las especies de abejas de Colombia, y así identificar sus centros de diversidad y endemismo. Para decirlo de manera simple, es necesario realizar muchos más estudios en más remanentes de bosque seco, lo cual evidencia la necesidad de apoyar a los investigadores que tienen la capacidad de identificar organismos, así



como las colecciones biológicas y las publicaciones en las cuales se tienen que basar los investigadores para clasificar los organismos. Esta necesidad de hacer más inventarios taxonómicos no es única para Colombia o los bosques secos; el hecho de que en el siglo XXI los inventarios taxonómicos de la gran mayoría de las especies en los países tropicales estén extremadamente incompletos es un hecho que se ignora muy frecuentemente.

Para grupos de organismos como las plantas y las aves para las cuales hay un mejor conocimiento taxonómico, se necesita llevar a cabo estudios de filogenética molecular y genética poblacional que nos esclarezcan su evolución, biogeografía y conservación. Este tipo de estudios pueden demostrar, por ejemplo, si hay diversidad críptica en especies ampliamente distribuidas (e.g. Hebert et al. 2004, Pizano et al. 2011, Särkinen et al. 2011), además de esclarecer hipótesis sobre conexiones pasadas entre áreas de bosque seco que ahora están separadas. Por ejemplo, las especies que se distribuyen tanto en la costa Caribe como en los valles interandinos pueden contener altos niveles de diversidad taxonómica críptica, como se ha encontrado para las plantas de distribución amplia en los valles interandinos del Perú (Sarkinen et al. 2011). Los estudios filogeográficos de este tipo de especies pueden esclarecer además la fecha de conexión y movimientos históricos entre áreas que ahora están separadas.

Dado que el bosque seco tropical está representado en Colombia por áreas diminutas en paisajes fragmentados, la conservación de este ecosistema a largo plazo requiere de un esfuerzo significativo de restauración. Por ende, una adición muy valiosa de este libro es que nos da una visión sobre la restauración del bosque seco tropical (Capítulo 9). Hacer recomendaciones generales de restauración que se puedan aplicar a todos los bosques secos neotropicales sería imposible, dado que algunos de estos bosques parecen ser ecológicamente resilientes (como las islas del Caribe y Brasil; ver Pennington et al. 2006), mientras que otros son más frágiles y se piensa que tienen procesos sucesionales mucho más lentos que otros tipos de vegetación, probablemente por la estacionalidad en la disponibilidad de agua de estos ecosistemas (Maas y Burgos 2011). Dada la diferencia florística y ecológica de los bosques secos de Colombia (Capítulo 2) – desde las llanuras costeras y de la Orinoquía a los valles pendientes de los valles interandinos – está claro que para que la restauración sea exitosa en todo el país, se requieren estudios en las seis regiones donde existe estos bosques. La fragmentación severa del bosque seco en Colombia requiere que la conservación y restauración de este ecosistema también considere a los ecosistemas agrícolas que rodean a los fragmentos de bosque más intactos. Estas áreas agrícolas contienen especies de plantas de bosques secos como árboles aislados en los potreros, cercas vivas y bosques de galería que rodean las cuencas. Se necesitan más estudios para entender cómo estas plantas pueden facilitar el flujo de semillas y polen entre fragmentos de bosque seco, además de contribuir como fuentes de semillas para procesos naturales de sucesión.

Los bosques secos tropicales son ecosistemas amenazados en todo el neotrópico, y es muy triste que Colombia no sea la excepción, y estos

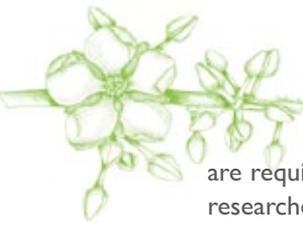
bosques estén representados por unos pocos fragmentos dispersos en paisajes transformados. Este libro desarrollado por el Instituto Alexander von Humboldt es un paso importante para fomentar el conocimiento y la conciencia sobre el estado crítico de los bosques secos tropicales en Colombia, además de hacer sugerencias positivas y constructivas sobre su investigación y conservación. Dado que las decisiones de conservación se hacen generalmente a nivel nacional, este libro es de vital importancia para sustentar un mejor futuro para estos bosques en todo Colombia. Los editores y autores deben sentirse orgullosos no sólo de haber producido una síntesis vital para la conservación de la biodiversidad de los bosques secos en Colombia, sino también un ejemplo que debe seguirse en otros países de América Latina.

### *PREFACE*

Seasonally dry areas cover more than half of the total area of the tropics, and globally support a population of almost one billion people who in many cases derive their food, fodder and energy needs from these landscapes. The vegetation in these dry areas takes two forms, savannas and seasonally dry forests, and it is the latter that are generally agreed to be the most threatened vegetation in the tropics. Such is the case in Colombia, where as outlined in this book, there is only an estimated c. 8% of the original extent of dry forests remaining, and of this remnant, only c. 5% is protected in reserves (Chapter 8). Given this level of threat, it is unfortunate that seasonally dry tropical forests have received much less attention from scientists than rain forests.

Books such as this are very important in redressing this balance. Effective conservation needs to be founded on strong baseline knowledge about the taxonomic identity, distribution and biology of organisms. Ideally, protected areas should cover centres of highest diversity and endemism, and deeper biological knowledge is needed if we are to understand the longer-term fate of protected areas in the face of environmental threats such as increased disturbance and climate change.

This book provides a synthesis of biological information about dry forests at the national level for Colombia. It covers several key groups of organisms: plants (Chapter 2), birds (Chapter 3), mammals (Chapter 4), amphibians (Chapter 5), dung beetles (Chapter 6), and bees (Chapter 7). In some cases, the main conclusion is that the level of knowledge of these groups is distressingly low - even at the basic level of identifying - for example more than 30% of dung beetles surveyed in Colombian dry forests have not been identified (Chapter 6). This conclusion may, in a sense, be negative, but it is important because it highlights the continuing, fundamental need for baseline, descriptive taxonomic research. In other cases, for example bees (Chapter 7), it is clear that far more biotic inventory work is also required if we are to understand the full distribution of species in Colombia, and therefore to pinpoint centres of diversity and endemism. Put simply, more surveys



are required in more dry forest remnants, which emphasises the need to support researchers with the ability to identify organisms, and the taxonomic collections and publications that they rely upon to conform their identifications. The need for more taxonomy and inventory is not unique to Colombia, or to dry forests; it is an often neglected fact that in the 21st century in most tropical countries the taxonomic inventory of species is woefully incomplete.

In groups of organisms such as higher plants and birds that are better known taxonomically, molecular phylogenetic and population genetic studies could be illuminating about evolution, biogeography and conservation. For example, such studies could show whether there is cryptic taxonomic diversity in widespread species (e.g. Hebert et al. 2004, Pizano et al. 2011, Särkinen et al. 2011), and could illuminate the history of hypothesised past connections between now separate areas of dry forest. For example, species that are widespread on both the Caribbean coast and in interAndean valleys may contain cryptic taxonomic diversity, a situation that has been found in plant species widespread in interAndean valleys in Peru (Särkinen et al. 2011). In addition, phylogeographic studies of such species could illuminate the timings of past connections between areas, and the directionality of historical movements.

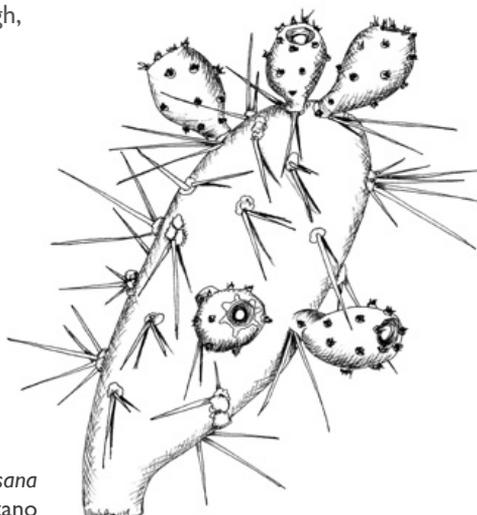
Given the tiny and fragmented areas of remaining seasonally dry tropical forest in Colombia, for long term conservation, ecosystem restoration needs to be considered. A valuable addition to this book is, therefore, the overview of restoration of tropical dry forests (Chapter 9). Making general rules about restoration that apply to all Neotropical dry forests will be difficult, as some appear to be ecologically resilient (e.g., in the Caribbean islands and Brazil; see Pennington et al., 2006), but in other cases they are more fragile and are thought to have slower successional processes than other vegetations, perhaps because of seasonal water availability (Maas y Burgos 2011). Given the ecological and floristic differences amongst Colombian dry forests (Chapter 2) – from coastal plains, to steep, interAndean valleys – it is clear that successful restoration across the country will require studies made in these different zones. The severe fragmentation of dry forest in Colombia means that conservation and restoration will also need to consider the wider agro-ecosystem that sits between remaining more intact fragments. These agricultural areas will contain dry forest plant species – for example as isolated trees in pastures, along hedge lines and along water courses. More studies are required to understand how these plants may facilitate seed and pollen flow among dry forest fragments, and how well much they can contribute as seed sources to natural processes of succession.

Dry forests are endangered throughout the Neotropics; it is a sad fact that Colombian dry forests are not unique in hanging on in a few scattered remnants. This book, developed by the Instituto Alexander von Humboldt, is an important step in raising awareness of the plight of Colombian dry forests and making positive and constructive suggestions about research and conservation. Because conservation decisions are often made at the national level, this book is a vitally

important piece of work that can underpin a better future for these neglected formations throughout Colombia. The editors and authors are to be congratulated, not just for producing a synthesis that is vital for conserving dry forest biodiversity in Colombia, but which could also serve as an example to be followed in other countries in Latin America.

R. TOBY PENNINGTON

t.pennington@rbge.org.uk  
Royal Botanic Garden Edinburgh,  
20<sup>a</sup> Inverleith Row  
Edinburgh EH3 5LR,  
Reino Unido



*Opuntia caracasana*  
Ilustración: Camila Pizano

## REFERENCIAS:

- Hebert, P.D.N., E.H. Penton, J.M. Burns, D.H. Janzen, y W. Hallwachs. 2004. Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 101: 14812—14817.
- Maas, M. y A. Burgos. 2011. Water dynamics at the ecosystem level in seasonally dry tropical forests. Páginas 141—156 en R. Dirzo, H.S. Young, H.A. Mooney, y G. Ceballos, editores. *Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation*. Island Press, Washington, D.C., EE.UU.
- Pennington, R.T., G.P. Lewis, y J.A. Ratter. 2006. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of Neotropical savannas and seasonally dry forests. Páginas 1—29 en R.T. Pennington, G.P. Lewis, and J.A. Ratter, editores. *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests*. CRC Publishers, Boca Ratón, EE.UU.
- Pizano, C., S. A. Mangan, E.A. Herre, A. H. Eom y J. W. Dalling. 2011. Above- and belowground interactions drive habitat segregation between two cryptic species of tropical trees. *Ecology* 92: 47—56.
- Sarkinen, T.E., J.L. Marcelo-Peña, A. Daza-Yomona, M. F. Simon, R.T. Pennington, y C.E. Hughes. 2011. Underestimated endemic species diversity in the dry inter-Andean valley of the Río Marañón, Northern Peru: an example from Mimosa (Leguminosae, Mimosoideae). *Taxon* 60: 139—150.



## Consideraciones históricas sobre la distribución actual del bosque seco en Colombia

*Mansoa c.f. verrucifera*  
Fotografía: Camila Pizano

Hasta los años sesenta del siglo pasado, la ciencia tenía aún un concepto bastante estático del clima y la geografía. La teoría de la deriva continental planteada por Wegener desde 1915 solo empezó a tener acogida hasta mediados del siglo pasado, y sólo desde ese entonces se empezó a reconocer que los grandes biomas que vemos hoy en el planeta son la respuesta a la dinámica misma de factores históricos tanto geológicos y climáticos, como de la ocupación del territorio por las diferentes culturas que lo han habitado.

Hace tiempo se sabe que durante la última glaciación buena parte del territorio amazónico y de la Orinoquía correspondía a sabanas y desiertos, y que esto mismo ya había ocurrido en glaciaciones anteriores. La última glaciación terminó hace aproximadamente once mil años, y desde ese momento, a partir de pequeños enclaves húmedos en el flanco oriental de los Andes y los escudos Guayanés y del Brasil, donde los **Alisios** del norte y sur chocaban y condensaban, empezó a formarse la selva que hoy conocemos. En los años 60, algunos autores pensaban que todas las regiones tropicales estaban originalmente cubiertas de bosques, los cuales se transformaron a otros tipos de ecosistemas como sabanas y desiertos por efecto antropogénico. Budowski (1956 y 1959) fue uno de los proponentes de esta teoría que tuvo gran acogida a finales de los años 50, al punto que Espinal y Montenegro (1963), autores del primer mapa ecológico de Colombia, en su nota explicativa, le atribuyen la transformación de los bosques secos de la Orinoquía en sabanas, al uso recurrente del fuego para cazar de los Cuibas y Guahibos. De hecho, en su mapa, aparecen como bosques secos las sabanas de la Orinoquía, al igual que las sabanas del alto Magdalena y la región Caribe. Esta idea del origen antropogénico de sabanas y desiertos tuvo gran aceptación en los años 50 y 60; infortunadamente los paradigmas científicos tienden a parecerse a los dogmas religiosos; se ponen de moda a través de un proceso de proselitismo basado más que en la razón, en la fe o en la autoridad y carisma de los autores, y suelen tener larga vida contra toda evidencia.

Finalmente, Tricart (1976) demostró que los médanos de Apure, Arauca y Casanare y los escarceos de arena que se extienden hasta las inmediaciones de Puerto Gaitán (Meta), no son otra cosa que dunas y arena transportada por el viento del desierto que cubrió buena parte de la Orinoquía durante el periodo glacial. En Brasil, Ab'Saber (1982) también encontró múltiples evidencias de desertificación en la Amazonia y su periferia para este mismo periodo.

## CONTEXTO GEOGRÁFICO AMERICANO

Colombia es el país más húmedo de Suramérica con un promedio de precipitación cercano a los 3.000 mm anuales (Marín 1992); circunstancia poco propicia para el desarrollo de grandes extensiones de bosque seco. Este tipo de bosque es más abundante donde la estacionalidad climática es más acentuada (a mayor distancia latitudinal del Ecuador), como es el caso de México, donde por lo menos la mitad de la península de Yucatán corresponde a este tipo de bosque, o el Chaco que comparten Paraguay, Bolivia y Argentina, donde este bosque también cubre grandes extensiones. En otras palabras, el bosque seco tropical (BST) es más abundante en el subtrópico, donde hay mayor estacionalidad que en la zona ecuatorial.

Las primeras aproximaciones para predecir la distribución del BST en el continente suramericano se centraron en el sistema de Holdridge (1967), quien, basado en la combinación de la temperatura promedio anual, la evapotranspiración y la precipitación, generó una zonificación climática (pero no una de vegetación), la cual se puede simplificar en un triángulo subdividido en hexágonos donde cada uno representa el tipo de vegetación que podría encontrarse bajo unas condiciones de clima particulares. Esta aproximación a tipos de vegetación potencial ha sido ampliamente debatida, y se ha incorporado otra información relevante en los modelos para predecir biomas. En particular, la estacionalidad climática y las características de los suelos tales como la textura, las características físico químicas, la porosidad, la profundidad del nivel freático, presencia de corazas lateríticas, aluminio y otros elementos tóxicos.

La incidencia de las características de los suelos sobre los tipos potenciales de vegetación queda en evidencia por ejemplo en los Llanos de la Orinoquía colombiana. En esta región, la precipitación se incrementa hacia el occidente, y por lo menos la mitad de las sabanas se encuentran al occidente de la **isoyeta** de 3.000 mm, y en donde debería existir bosque húmedo tropical de acuerdo a Holdridge, sólo existen sabanas ya que los suelos suelen ser aluminio-tóxicos y los subyacen **corazas lateríticas** superficiales, factores que no propician el crecimiento de ningún tipo de bosque.

Hacia el centro del sector más oriental de los Llanos hay una amplia zona con precipitaciones por debajo de 2.000 mm, pero al igual que en el sector más occidental, abunda el mismo tipo de sabanas, los mismos suelos ácidos y corazas lateríticas superficiales. Nada parecido a un bosque seco, salvo en el antiguo santuario florístico del río Ele donde los desbordes del río Arauca recubrieron de sedimentos más recientes y fértiles a las selvas de Lipa, esta extensa zona de BST que infortunadamente está siendo deforestada por la colonización espontánea.

Lo que sí es más frecuente en este sector oriental de los Llanos es la presencia de matorrales y chaparrales de *Curatella americana* y *Byrsomina crassifolia*, los cuales caracterizan a los **cerrados** y **campo sujos** del Brasil. Igual que allí crecen aprovechando el escaso sedimento eólico, ácido y nada fértil que recubre las corazas



Río Lipa, departamento de Arauca.  
Fotografía: Lina M. Mesa S.

lateríticas. Este tipo de sabana arbolada o “cerrado” cubre extensiones inmensas del Escudo Brasileño que por lo menos equivalen a dos veces el área de Colombia justo sobre el rango climático que en el sistema de Holdridge correspondería a bosque seco tropical. Hacia el nordeste donde el clima es más árido, el “cerrado” es reemplazado por matorrales espinosos xerofíticos, muy similares a los que cubren los sectores más secos de la región Caribe colombiana.

Cabe preguntarse ¿por qué en esas inmensas extensiones donde el clima es adecuado para el crecimiento de bosque seco, éste brilla por su ausencia? La razón más probable es que los suelos que recubren los escudos graníticos son ácidos, con bajo contenido de nutrientes y poca capacidad de carga. Sobre estos suelos evolucionó un tipo de vegetación adaptado sobretodo al fuego, el “**cerrado**”, que surgió hace apenas de 8 a 4 millones de años, al tiempo con el surgimiento y la expansión de los pastos  $C_4$  (Beerling y Osborne 2006, Simon et al. 2009, Edwards et al. 2010).

En la región Caribe colombiana encontramos circunstancias climáticas similares al cerrado, y aunque hay extensas regiones planas con un clima adecuado para el crecimiento de bosque seco, en vez de éste predominan las sabanas naturales tachonadas de chaparrales de *Curatella americana* y *Byrsomina crassifolia*. Como en los Llanos, los suelos de esta región son ácidos, de baja fertilidad y con corazas lateríticas superficiales, las cuales reciben nombres vernáculos locales como sabanas de Tamalameque, sabanas de Juan Angola, sabanas de los venados, sabanas de San Ángel y muchas más en el costado oriental del río Magdalena. Lo mismo se encuentra en el costado occidental, donde hay sabanas incluso en zonas donde la precipitación sobrepasa 2.000 mm como es el caso de las sabanas de Ayapel (Cortez 1983).

## DELIMITACIÓN BIOCLIMÁTICA Y GEOLÓGICA DE LOS BOSQUES SECOS DE COLOMBIA

### ***Delimitación bioclimática***

El norte de Suramérica permaneció siendo tropical durante los periodos glaciales con periodos de humedad y sequía alternativos durante el Cuaternario que causaron grandes cambios en la distribución de la vegetación boscosa y no boscosa. Los bosques se contrajeron y fragmentaron durante los periodos fríos (glaciales) y se expandieron durante los periodos inter-glaciales (Haffer 1979).

Como lo han expuesto Hernández-Camacho y Sánchez. (1992) y Hernández-Camacho et al. (1992), en Colombia hubo corredores secos de norte a sur durante el Pleistoceno que actuaron como refugios para la fauna y flora de ese entonces. Estos corredores se extendieron casi que de manera interrumpida en los diferentes valles interandinos en aquella época. Las diferentes sabanas interandinas, las áreas áridas y xerofíticas reconocibles por su tamaño y estabilidad y los fragmentos de bosques secos que existen en la actualidad, quedaron como remanentes de vegetación de estos periodos fríos y secos.

Con evidencia palinológica, van Der Hammen et al. (1973) probaron que el clima de Colombia fue muy seco en el pico de la última glaciación (21.000-13.000 años) y en el periodo El Abra (11.000-9.500 años) con base en los movimientos altitudinales que tuvo la vegetación. De esta forma se corrobora que los climas secos y húmedos corresponden a los periodos glaciales e interglaciales, respectivamente.

Los bosques secos se ubican dentro de un rango de precipitación variable que va desde los 1.000 a 2.000 mm anuales, y estas isoyetas están flanqueadas por sitios más húmedos en muchos casos y más secos hasta áridos en otros.

### ***Delimitación geológica***

La ubicación de los parches de bosque seco en Colombia está fuertemente asociada a las depresiones interandinas que se esbozan desde el Mioceno medio -Plioceno o fase eu-andina de la orogenia. Posteriormente se formaron lo que se conoce hoy en día como los valles del Magdalena, Cauca-Patía, Cesar, y Atrato, con su llanura aluvial controlada estructuralmente.

Debido a la compresión que ejercen entre sí las placas suramericana y Pacífica, todas las estructuras resultantes tienen una dirección normal norte-sur. Así se orientan las cordilleras, las depresiones interandinas y también el plegamiento. La primera fase de este plegamiento ocurrió durante el Mioceno medio y superior afectando tanto a los macizos continentales y los terrenos oceánicos, como a las coberturas sedimentarias, las cuales se terminaron de levantar con la orogenia posterior del Plioceno. La orogenia andina hizo emerger formaciones rocosas muy heterogéneas en las cuales el plegamiento formó una serie de anticlinales



(montañas) y sinclinales (cuencas) en muchos casos fallados. Éstos están hoy ubicados en la cordillera Oriental, en las depresiones interandinas, y en el extremo noroccidental de Colombia entre los terrenos Sinú-San Jacinto (Flórez 2003), determinando prácticamente el relieve que se conoce hoy en día.

En el piedemonte de estas depresiones interandinas los parches de bosque seco son muy restringidos y se encuentran longitudinalmente entre las fallas con dirección norte-sur, y en los valles transversales a estas depresiones. De esta forma se tiene que las fallas tectónicas y los plegamientos del terreno son propiciadores al establecimiento de este tipo de bosque, ya que vienen acompañadas de anticlinales y sinclinales que en conjunto moldean el terreno con escarpes pronunciados (frente de fallas), y que propician condiciones de sombra de lluvia. Los vientos alisios del norte son casi perpendiculares a la dirección de las cordilleras, por lo cual los valles transversales son preponderantes, y se caracterizan por una baja precipitación y suelos fértiles. Éstos no se lixivian fácilmente dadas las condiciones de humedad; cuando estos valles tienen cierta amplitud la sequía es más acentuada en el costado de sombra de lluvia. Los bosques secos, o lo que queda de ellos, se encuentran entonces en estos valles transversales y en los flancos de sotavento de formaciones montañosas aisladas como los Montes de María. Por la ausencia de las características mencionadas, este tipo de formación vegetal no se encuentra en el valle medio del Magdalena, en el bajo Cauca ni en el bajo San Jorge.

### ***Particularidades de algunos parches de bosque seco en Colombia***

Desde el punto de vista edáfico, el limitante principal para la existencia de bosque seco es la acidez y la baja fertilidad, además de la presencia de corazas lateríticas que impiden la penetración de las raíces, ya que muchas especies características de este tipo de bosque, como las leguminosas, tienen sistemas radiculares que profundizan en lugar de extenderse en la superficie.

Por el contrario, en climas tropicales más húmedos hay muy poca o ninguna humificación, los suelos tienden a lixiviarse y sus características dependen en forma muy directa de las de la rocas parentales de donde provienen.

De los parches de BST identificados en Colombia, las regiones que presentan rocas de mayor antigüedad (**igneas**, sedimentarias y metamórficas) del Proterozoico al Jurásico y que combinan un origen marino y continental, son Santander, Norte de Santander y Cesar. Esta región se enmarca adicionalmente en un triángulo de fallas (de rumbo y cabalgamiento) en el cual se encuentran los parches de bosque seco del nororiente de Colombia (Cesar, Magdalena, Norte de Santander y la Guajira).

Al occidente de la falla oblicua de Santa Marta – Bucaramanga, entre la ciénaga de Zapatosa y Aracataca, hay una extensa región en la que abundan rocas calcáreas y **arcillolitas** de origen marino con mantos de carbón. Esta región fue llamada por los conquistadores la región Chimila debido al nombre de la tribu de los indígenas que la poblaban. Según la crónica de Bartolomé Briones de Pedraza de 1580 (en Patiño 1983) al oriente de Tenerife (Magdalena) hubo grandes arcabucos (bosques)

que se extendían desde el río Magdalena hasta las sabanas de San Ángel. Según Bartolomé Briones de Pedraza los bosques eran también extensos en el margen occidental del río Magdalena, donde actualmente sólo se cuenta con algunos relictos boscosos en los dos márgenes del río.

Los Montes de María están sobre una serie de fallas de rumbo con dirección horizontal (norte – sur) y unos estratos que datan del Mioceno y Plioceno. Fue esta zona la que quizás contó con la mayor extensión de bosque seco de la región Caribe y probablemente donde estos bosques alcanzaron mayor porte y exuberancia, ya que los suelos derivados de arcillolitas y calcáreos de origen marino, son de gran fertilidad. La expansión del latifundio ganadero estaba a punto de exterminarlos, pero la violencia y el desplazamiento asociado a ésta hizo que grandes extensiones de tierra fueran abandonadas y el bosque se ha recuperado rápidamente. Esta es una de las zonas con mejores perspectivas para crear una reserva de bosque seco, particularmente en el sector que corresponde a los municipios de San Juan Nepomuceno y San Jacinto, donde los montes alcanzan su mayor elevación.

Por otro lado se encuentra la serranía de Perijá, cuya cima es la frontera entre Colombia y Venezuela. Su flanco oriental en territorio venezolano, contra el cual chocan los vientos alisios, está cubierto de selvas húmedas. En contraste, el flanco de sotavento en territorio colombiano, es mucho más seco. Por ejemplo, la cima en el sector de Codazzi y Becerril sobrepasa alturas de 3.000 m, y allí hay sectores de selva húmeda, pero en su base sobre el piedemonte, quedan fragmentos de BST que en los años 50 aún cubrían buena parte del piedemonte o de las hondonadas de éste y se prolongaban en la planicie sobre las vegas de los arroyos y ríos afluentes del río Cesar. Por otro lado, en algunos sectores se observa como las cimas de las cuchillas que separan las cuencas menores, donde el déficit hídrico es mayor, están cubiertas de pajonales. También la planicie aluvial del río Ariguani (al oriente de la falla de Santa Marta) afluente del Cesar, estuvo cubierta de bosques secos hasta los años 60, cuando se extrajeron de allí grandes cantidades de maderas duras para utilizarlas como durmientes de la vía férrea Santa Marta- Bogotá.

A la región del alto río Lebrija en Santander la recorre oblicuamente de oriente a noroccidente la falla de Bucaramanga, la cual se encuentra con una falla perpendicular de cabalgamiento al occidente en el sector de río Negro (Santander). Estas circunstancias hacen el **buzamiento** en dirección occidental muy abrupto, con laderas muy pendientes que son susceptibles a la erosión o que presentan fracturas que dejan expuesto lechos ígneos de lava. El río Lebrija se abre camino transversalmente a través de este sector. El bosque seco que aún queda en esta región parece existir por una topografía muy escarpada que no permite la intervención humana.



Falla de Bucaramanga recorrida por el río Lebrija, municipio de Rionegro, Santander.  
Fotografía: Lina M. Mesa S.

El periodo Terciario es evidente en la cuenca del Cauca y en el valle alto del Magdalena, donde está bien representado desde el Paleoceno al Plioceno. Sin embargo, el periodo más abundante en rocas y sedimentos fue el del Mioceno, y es muy evidente en el departamento del Tolima desde el sector de Prado hasta Honda y en el sur del río Negro en Cundinamarca. Las principales rocas susceptibles de soportar bosque seco en estos sectores son formaciones sedimentarias de origen marino como pizarras y calizas de los periodos Cretáceo y Terciario inferior (Ingeominas 1988).

Tanto el valle alto del Magdalena como el valle del Cauca están dentro del rango climático que correspondería a bosque seco, sin embargo en ninguno de los dos hay este tipo de bosque sobre sus planicies. En el caso del Magdalena las planicies son lahares, es decir acumulaciones de ceniza volcánica y barro formadas al derretirse la nieve durante las erupciones de los volcanes nevados que fluyen por los valles. Éstas se forman al consolidarse superficies planas ligeramente inclinadas no muy diferentes de aspecto de cualquier cono o abanico aluvial. Aunque muy fértil, este material también es muy poroso, lo cual hace que el freático subyacente pueda descender muchos metros durante los periodos secos, y no favorece el crecimiento de vegetación arbórea. En cambio la vegetación que se puede encontrar en esta región consiste en chaparrales, presentes por ejemplo alrededor de la población del mismo nombre (Chaparral, Tolima). Ésta se encuentra situada sobre un antiguo lahar muy lixiviado, al igual que el sector de Espinal (Tolima), situado sobre lahares cubiertos de matorrales espinosos como los de la Guajira, a pesar de tener una media anual de 1.500 mm de precipitación.



Río Lebrija, municipio de Rionegro,  
Santander.  
Fotografía: Lina M. Mesa S.

Esta región es actualmente mucho más verde gracias a los sistemas de riego desarrollados para la agricultura. Sin embargo, en el valle medio-alto del Magdalena, en el tramo de sotavento de la cordillera Oriental, sí se puede encontrar bosque seco en el sector de la carretera que conduce de Bogotá a Cambao. Éstos debieron tener una extensión considerable pero en la actualidad sólo están presentes sobre las laderas más abruptas. Hay también algunos relictos de bosque seco en los valles bajos del río Sumapaz al sur de los ríos Seco y Bogotá, entre las cuencas de los ríos Coello y Venadillo, en el sector de Melgar y en el río Negro al occidente del embalse de Chuza.

En el valle del Cauca, tal como en los lahares del Tolima, tampoco hay ni hubo bosque seco sobre las planicies. Sin embargo, por circunstancias muy diferentes, en este caso la planicie era muy anegadiza y contaba con numerosas lagunas que fueron drenadas cuando se implantó el cultivo de caña. Tampoco había grandes guaduales



sobre la planicie, ya que éstos estaban y están presentes sobre el piedemonte occidental de la cordillera central. Allí es el flanco de barlovento, el valle donde los vientos traen humedad desde el Pacífico que se condensa contra la cordillera Central. Los últimos relictos de bosque seco en esta región se encuentran entonces sobre el flanco oriental de la cordillera occidental en la reserva de Yotoco, en Lobo Guerrero y el valle del río Garrapatas; dos pequeños valles transversales que drenan hacia el Pacífico.

La representatividad del periodo Cretáceo es amplia en los parches de bosque seco desde la depresión del Cauca-Patía hasta el norte del país. Las rocas principales van desde gabros, basaltos, tobas básicas, brechas volcánicas hasta granodioritas y diques, mientras que el cuaternario está representado principalmente por terrazas y abanicos aluviales y depósitos coluviales, glaciares y flujos vulcano clásticos (Ingeominas 1988).

### **Conclusiones**

La historia geológica y climática de las áreas donde se ha establecido el bosque seco colombiano son los principales delimitadores de este tipo de formación vegetal. Por un lado, la geología determina la topografía y las características del suelo, los elementos que lo constituyen, la textura y los nutrientes presentes en él. A su vez el clima permite que condiciones de baja humedad hagan los terrenos más fértiles, ya que ante una baja lixiviación los nutrientes se conservan y el suelo puede soportar la formación de bosque.

Por desgracia muchas de las condiciones que requieren los bosques secos para prosperar son las mismas que buscaron y aún buscan los humanos para establecerse, debido a la salubridad del ambiente, la ausencia de muchas plagas presentes en zonas más húmedas (e.g. malaria y fiebre amarilla), la fertilidad del suelo y la facilidad de quema para establecer cultivos, los cuales tienen muchas menos plagas en comparación con otras áreas. Esto representa una amenaza antropogénica para estas formaciones que si bien nunca fueron demasiado extensas se han visto considerablemente reducidas. Por esta razón los frentes de las fallas tectónicas y las regiones con relieve abrupto y escarpado que son difíciles de usar por el ser humano, son determinantes para la preservación de los parches de bosque seco que aún quedan en el territorio colombiano.

### **Agradecimientos**

Al proyecto Planeación Ambiental para la Conservación en las Áreas Operativas de Ecopetrol, Instituto Alexander von Humboldt - Ecopetrol.

GERMAN GALVIS Y LINA M. MESA S.

## REFERENCIAS

- Ab'Saber, A. N. 1982. The paleoclimate and paleoecology of Brazilian Amazonia. Páginas 41–59 en G.T. Prance, editor. *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York, EE.UU.
- Beerling, D.J. y C.P. Osborne. 2006. The origin of the savanna biome. *Global Change Biology* 12: 2023-2031.
- Budowski, G. 1956. Tropical savannas, a sequence of forest felling and repeated burnings. *Turrialba* 6:23–33.
- Budowski, G. 1959. The ecological status of fire in tropical American lowlands, *Actas del 33 Congreso Internacional de Americanistas* 1:258–263. San José, Costa Rica.
- Cortez, L.A. 1983. Suelos de Sabana del norte de Colombia. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia.
- Edwards, E.J., C.P. Osborne, C.A. Stromberg, S.A. Smith, y C<sub>4</sub> Grasses Consortium. 2010. The origins of C<sub>4</sub> grasslands: integrating evolutionary and ecosystem science. *Science* 328: 587-591.
- Espinal T., L. S. y E. Montenegro. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria Explicativa sobre el mapa ecológico. Departamento Agrológico Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, Colombia.
- Flórez, A. 2003. Colombia: Evolución de sus Relieves y Modelados. Universidad Nacional de Colombia, Red de Estudios de Espacio y Territorio, RET, Unibiblos. Bogotá, Colombia.
- Haffer, J. 1979. Quaternary biogeography of tropical lowland South America. Páginas 107–140 en W. E. Duellman editor. *The South American Herpetofauna: its Origin, Evolution, and Dispersal*. Museum of Natural History, The University of Kansas, Lawrence, Kansas, EE.UU.
- Ingeominas. 1988. Mapa geológico de Colombia: escala 1: 1.500.000. Ministerio de Minas y Energía, Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. Bogotá, Colombia.
- Hernández Camacho, J. y H. Sánchez P. 1992. Biomas Terrestres de Colombia. Páginas 153–190 en G. Halffter, editor. *La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. CYTED-D. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo*. Instituto de Ecología, A.C. México. Ciudad de México, México.
- Hernández, C. J., T. Walschburger B., R. Ortiz Q. y A. Hurtado G. 1992. Origen y distribución de la biota suramericana y colombiana. Páginas 55–104 en G. Halffter, editor. *La diversidad biológica de Iberoamérica I. CYTED-D. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo*. Instituto de Ecología, A.C., México. Ciudad de México, México.
- Holdridge, L.R. 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.
- Marín R. R. 1992. Estadísticas sobre el recurso agua en Colombia. Ministerio de Agricultura, Himat. Bogotá, Colombia.
- Patiño, V.M. 1983. *Relaciones Geográficas de la Nueva Granada (siglos XVI a XIX)*. Recopilación, selección, notas y edición de Víctor Manuel Patiño. Céspedesia. Imprenta Departamental, Cali, Colombia.
- Simon, M.F., R. Grether, L.P. de Queiroz, C. Skema, R.T. Pennington, y C. E. Hughes. 2009. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106: 20359-20364.
- Tricart, J. 1976. Existencia de médanos cuaternarios en los Llanos del Orinoco. *Colombia Geográfica* 5: 69–79.
- Van der Hammen T. 1982. Paleocology of Tropical South America. Páginas 60–66 en G. T. Prance, editor. *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University press. New York, EE.UU.
- Van Der Hammen, T., J. H. Werner, y H. van Dommelen. 1973. Palynological record of the upheaval of the northern Andes: a study of the Pliocene and Lower Quaternary of the Colombia Eastern Cordillera and the early evolution of its high-Andean biota. *Review of Palaeobotany and Palynology* 16: 1–122.
- Wegener, A. 1915. Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. *Sammlung Vieweg*, 23: 94 pp.



*Cavallinesia platanifolia* en la Reserva El Ceibal en el municipio de Santa Catalina, Bolívar, en la Costa Atlántica. Fotografía: Roy Gonzalez



## **1 BOSQUE SECO TROPICAL EN COLOMBIA; GENERALIDADES Y CONTEXTO**

CAMILA PIZANO, MARIAN CABRERA, HERNANDO GARCÍA

..... pág. **36**



## **2 LAS PLANTAS DE LOS BOSQUES SECOS DE COLOMBIA**

CAMILA PIZANO, ROY GONZÁLEZ-M., MARÍA FERNANDA GONZÁLEZ, FRANCISCO CASTRO-LIMA, RENÉ LÓPEZ, NELLY RODRÍGUEZ, ÁLVARO IDÁRRAGA-PIEDRAHÍTA, WILLIAM VARGAS, HERNANDO VERGARA-VARELA, ALEJANDRO CASTAÑO-NARANJO, WILSON DEVIA, ALICIA ROJAS, HERMES CUADROS Y JUAN LÁZARO TORO

..... pág. **48**



## **3 AVES DEL BOSQUE SECO TROPICAL DE COLOMBIA: LAS COMUNIDADES DEL VALLE ALTO DEL RÍO MAGDALENA**

JUAN PABLO GÓMEZ Y SCOTT K. ROBINSON

..... pág. **94**



## **4 MAMÍFEROS DEL BOSQUE SECO, UNA MIRADA AL CARIBE COLOMBIANO**

ANGÉLICA DIAZ-PULIDO, ANGÉLICA BENÍTEZ, DAISY A. GÓMEZ-RUIZ, CAMILO A. CALDERÓN-ACEVEDO, ANDRÉS LINK, ALEJANDRA PARDO, FRANCY FORERO, A. GABRIELA DE LUNA, ESTEBAN PAYÁN, SERGIO SOLARI

..... pág. **128**



## **5 DETERMINANTES DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS ANFIBIOS EN EL BOSQUE SECO TROPICAL DE COLOMBIA: HERRAMIENTAS PARA SU CONSERVACIÓN**

J. NICOLÁS URBINA-CARDONA, CARLOS ARTURO NAVAS, IVÁN GONZÁLEZ, MARIO J. GÓMEZ-MARTÍNEZ, JULIÁN LLANO-MEJÍA, GUIDO FABIÁN MEDINA-RANGEL, ARGELINA BLANCO-TORRES

..... pág. **166**



## **6 ESCARABAJOS COPRÓFAGOS DE LA SUBFAMILIA SCARABAEINAE**

CLAUDIA ALEJANDRA MEDINA, FABIO ARTURO GONZÁLEZ

..... pág. **194**



## **7 ABEJAS DEL BOSQUE SECO TROPICAL COLOMBIANO**

VICTOR H. GONZALEZ

..... pág. **214**



## **8 DISTRIBUCIÓN Y ESTADO ACTUAL DE LOS REMANENTES DEL BIOMA DE BOSQUE SECO TROPICAL EN COLOMBIA: INSUMOS PARA SU GESTIÓN**

HERNANDO GARCÍA, GERMÁN CORZO, PAOLA ISAACS, ANDRÉS ETTER

..... pág. **228**



## **9 RESTAURACIÓN DEL BOSQUE SECO TROPICAL**

WILLIAM VARGAS L., WILSON RAMÍREZ H.

..... pág. **252**



## **ANEXOS Y GLOSARIO**

..... pág. **292**



# 1

## CAPÍTULO



Bosque seco en el valle del río Magdalena cerca a Honda. Fotografía: René López

CAPÍTULO

1

BOSQUE SECO TROPICAL EN COLOMBIA;  
GENERALIDADES Y CONTEXTO

CAMILA PIZANO, MARIAN CABRERA,  
HERNANDO GARCÍA

EL BOSQUE SECO TROPICAL

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida Holdridge, los bosques secos tropicales y subtropicales se encuentran en áreas donde la temperatura anual es mayor a 17°C, y la **evapotranspiración** supera a la precipitación, la cual está entre 250 y 2000 mm por año (Holdridge 1967, Murphy y Lugo 1986). En el amplio rango de áreas que presentan estas condiciones climáticas hay una gran variedad de ecosistemas incluyendo semi-desiertos, sabanas, y bosques semi-húmedos y húmedos (Murphy y Lugo 1986), con sus respectivas transiciones. Originalmente, de estas áreas el 40% representaba bosques de dosel cerrado y semi-cerrado, del cual el 42% era bosque seco, 33% bosque semi-húmedo, y sólo el 25% bosque húmedo (Holdridge 1967, Brown y Lugo 1982).

Se estima que quedan un poco más un millón de kilómetros cuadrados de bosque seco tropical (BST) a nivel mundial (Miles et al. 2006, Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010). Más de la mitad (54,2%) se encuentra en Sur América, y el resto del área esta dividida entre Norte y Centro América, África y Eurasia, con una pequeña proporción (3,8%) en Australasia y Asia suroriental (Miles et al. 2006). El BST en Sur América está presente en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil, con las mayores extensiones continuas en Bolivia y Brasil (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010). Se encuentra en áreas relativamente planas con suelos de fertilidad intermedia y pH moderado, que presentan una baja pérdida de nutrientes por lixiviación y desarrollo pedogénico (Ratter et al. 1978, Vargas and Allen 2008, Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010). Por estas condiciones favorables de clima y suelos, históricamente el BST ha soportado a grandes poblaciones de humanos (Ewel 1999, Sánchez-Azofeifa et al. 2005) por lo cual en la actualidad es considerado como uno de los biomas tropicales más amenazados (Janzen 1988). De hecho

“ SE ESTIMA QUE QUEDAN UN POCO MÁS UN MILLÓN DE KILÓMETROS CUADRADOS DE BOSQUES SECOS TROPICALES A NIVEL MUNDIAL. MÁS DE LA MITAD (54.2%) SE ENCUENTRA EN SUR AMÉRICA ”

los análisis espaciales demuestran que aproximadamente el 97% del BST que queda actualmente está amenazado por factores antropogénicos como la fragmentación, la expansión agrícola, la ganadería, el fuego y la minería (Miles et al. 2006, Capítulo 8); lo que antes era un bosque abundante que cubría grandes áreas discontinuas desde México hasta el norte de Argentina, ahora sólo existe en pequeños fragmentos aislados (Fajardo et al. 2005, Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010).

El bosque seco tropical (BST) es considerado un bioma dado que representa un conjunto de ecosistemas muy similares entre sí por su fisionomía y vegetación (Hernandez 1992, Toro 2004). Definir qué lo determina ha sido complejo ya que este tipo de bosque usualmente está presente en gradientes altitudinales y climáticos donde existen otros tipos de ecosistema que van desde bosques húmedos hasta sabanas y desiertos (Miles et al. 2006). En el sentido más amplio, el BST es simplemente un bioma forestal que ocurre en tierras bajas de zonas tropicales y que se caracteriza por presentar una estacionalidad marcada de lluvias con varios meses de sequía (Mooney et al. 1995). De manera alternativa, se puede definir como un tipo de vegetación que experimenta un periodo de sequía de al menos 5 o 6 meses con procesos ecológicos marcados por esta estacionalidad (Pennington et al. 2006). En un sentido más estricto, autores como Sánchez-Azofeifa et al. (2005) definen al BST como un tipo de vegetación dominado por árboles deciduos en el cual al menos el 50% de las especies vegetales presentes son tolerantes a la sequía, la temperatura anual es igual o superior a 25°C, la precipitación anual total es de 700 a 2000 mm, y hay tres o más meses de sequía (< 100 mm) al año. Así mismo, Dirzo y sus colaboradores (2011) establecen que

*Triplaris americana* en bosque seco del valle del río Magdalena  
Fotografía: Camila Pizano





Bosque seco en la reserva privada Jabirú  
en Armero-Guayabal, Tolima  
Fotografía: Camila Pizano

el BST se caracteriza por presentar una evapotranspiración potencial que supera a la precipitación, una temperatura anual promedio igual o mayor a 17°C, y una precipitación anual entre 250 a 2000 mm. En este libro se utiliza la definición más amplia de bosque seco, la cual incluye bosques de tierras bajas con una fuerte estacionalidad de lluvias.

Independiente de una definición específica, la característica más típica del bosque seco tropical es la estacionalidad marcada de lluvias que incluye varios meses de sequía (precipitación menor a 100 mm) (Gentry 1995, Pennington et al. 2009, Dirzo et al. 2011). Dicha estacionalidad limita la productividad primaria y la biodiversidad de plantas, las cuales son menos altas en este bioma que en bosques tropicales más húmedos (Pennington et al. 2000). Al mismo tiempo, esta estacionalidad ha resultado en una serie de adaptaciones morfológicas, fisiológicas, y de comportamiento de plantas, animales, hongos, y organismos del suelo, que determina los procesos ecosistémicos de estos bosques (productividad y ciclaje de agua, nutrientes y carbono) (Pennington et al. 2009, Dirzo et al. 2011). Por ejemplo, muchas plantas de BST presentan la fisiología particular de ser caducifolias, y pierden sus hojas en la estación de sequía, mientras que mantienen sus hojas en la estación de lluvias (Dirzo et al. 2011). Como consecuencia, en la época de sequía el sol penetra hasta el sotobosque y seca la hojarasca, generando una acumulación de materia orgánica en el suelo que previene la descomposición (Pennington et al. 2000). Adicionalmente, hay muchas plantas que presentan espinas y que han sincronizado su floración y fructificación a la época de sequía o de lluvias (Pennington et al. 2000).

De la misma manera que las plantas se han adaptado a las condiciones climáticas de los bosques secos tropicales, los animales también han tenido que buscar soluciones adaptativas para sobrevivir a las altas temperaturas, la limitada disponibilidad de agua, y la alta competencia que caracteriza a los bosques secos tropicales (Stoner y Timm 2011). Por ejemplo, los mamíferos de BST muestran adaptaciones fisiológicas (cambios de temperatura corporal, hibernación estacional, conservación de agua y reproducción tardía) y comportamentales (flexibilidad en la dieta, migración y cambio en la época de forrajeo y reproducción) parecidas a las de los mamíferos de los desiertos (Stoner y Timm 2004, 2011). Así mismo, algunos insectos de BST presentan mecanismos fisiológicos que les permiten reducir la pérdida de agua por respiración (Duncan et al. 2002), mientras otros modifican su dieta para alimentarse de plantas ricas en agua y así sobrevivir a las altas temperaturas y a la falta de agua en la época de sequía (Hanson 2011).

Como resultado de las presiones de selección asociadas a una estacionalidad marcada, el BST presenta niveles muy altos de **endemismo** y de **diversidad beta** (diferencia en diversidad de especies en pequeñas escalas geográficas) (Dirzo et al. 2011). Por ejemplo, en un estudio en México (Trejo y Dirzo 2002) se encontró que de 917 especies de plantas de bosque seco muestreadas en 20 localidades en el campo, el 72% estaba presente sólo en uno de los sitios, y que la similitud de especies entre sitios era de sólo el 9%. Esto quiere decir que la alta biodiversidad asociada al BST tiene una distribución geográfica restringida típica de cada localidad donde existe este bioma. La combinación de esta increíble concentración de especies endémicas y una alta biodiversidad de plantas y animales hace que los BST sean de altísima prioridad para la conservación (Dirzo y Raven 2003).

### DISTRIBUCIÓN DEL BOSQUE SECO TROPICAL EN EL NEOTRÓPICO

Los bosques secos se distribuyen en el neotrópico desde el noroccidente de México hasta el norte de Argentina y el suroriente de Brasil. Están distribuidos en unidades biogeográficas que a pesar de ser consideradas independientes (Hueck 1978, Cabrera y Willink 1980), se han definido como el mismo bioma de distribución amplia (Pennington et al. 2000, Pennington et al. 2006, Linares-Palomino et al. 2011). Según los fósiles y los datos climáticos históricos, el BST es un bioma relativamente antiguo que surgió durante el Eoceno medio en Norte América (Graham 1999, Pennington et al. 2009) y se expandió y contrajo con las variaciones climáticas del Pleistoceno (van der Hammen y Absy 1974, Haffer 1982, Prance 1982, Connor 1986, Caetano y Naciri



PNN Tayrona  
Fotografías: Paola Isaacs, Camila Pizano

2011). De hecho se piensa que el BST alcanzó su mayor extensión en Sur América durante los periodos secos de contracción de los bosques en el Pleistoceno, cuando era muy extenso en el occidente de Brasil/ Argentina y Paraguay, pero ocurría en regiones discontinuas en el resto del continente, desde la **caatinga** brasilera hasta el norte de los valles interandinos de Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia (Prado y Gibbs 1993, Prado 2000, Pennington et al. 2009, Caetano y Naciri 2011, Linares et al. 2011). Es así como el bosque seco que existe en la actualidad está representado por núcleos florísticos que son el resultado de la fragmentación y vicarianza del BST que existía durante el Pleistoceno (Pennington et al. 2000).

En total son 23 núcleos florísticos de BST que se han establecido para el neotrópico (Linares-Palomino et al. 2011). A nivel regional, estos 23 núcleos se agrupan, por similitud florística, en cuatro grandes regiones de bosque seco: el Caribe/Mesoamérica, los Andes (excluyendo a Bolivia), el sur de Sur América, y Brasil.

## BOSQUES SECOS EN COLOMBIA

Estimar la extensión actual de los bosques secos tropicales a nivel mundial y en América Latina ha sido un reto dado que el alto nivel de transformación de estos bosques dificulta la estimación de su cobertura real en base a la precipitación, variables biofísicas, y factores

relacionados con la disponibilidad de materia orgánica (Miles et al. 2006). 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 (Etter 1993). Se estima que su extensión original era de unos 80,000 km<sup>2</sup>, lo que representaba algo más del 7% del territorio nacional (Díaz 2006).

“ PARA FINALES DEL SIGO XX, EL BOSQUE SECO SE HABÍA REDUCIDO APROXIMADAMENTE EN UN 10% LOS CUALES HABÍAN SIDO REEMPLAZADOS POR PASTIZALES, CAMPOS AGRÍCOLAS Y ASENTAMIENTOS HUMANOS ”

Desde el punto de vista biogeográfico, estas seis regiones difieren en cuanto a su origen evolutivo y la composición de especies que los conforman (Pennington et al. 2009). En la región Caribe el BST está presente en la franja costera que incluye los

bosques insulares de Tierra Bomba, Islas del Rosario, San Bernardo, San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Rodríguez et al. 2012). En la región Norandina los bosques secos están en la zona norte de la cordillera Oriental en las inmediaciones de Cúcuta, los valles de Convención y Ocaña y el valle medio del río Chicamocha (Valencia-Duarte et al. 2012). Mientras tanto, el BST de la región del río Magdalena abarca las llanuras de la franja adyacente al río Magdalena en los departamentos del Huila, Cundimarca y Tolima (Figueroa y Galeano 2007). Así mismo, en el valle geográfico del río Cauca el BST está representado por los valles interandinos del río Cauca que van desde el sur del departamento del Valle del Cauca hasta Antioquia en el norte (Arcila Cardona et al. 2012, Torres G et al. 2012, Vargas 2012). Más al sur también hay bosque seco en el valle del río Patía en los departamentos de Nariño y Cauca. Finalmente, en los Llanos hay bosques caducifolios que han sido clasificados como bosque secos en el piedemonte llanero en los departamentos de Arauca y Meta (de Mera et al. 2006), y en los afloramientos rocosos del escudo Guayanés en el departamento del Vichada en lo que se conoce como el Andén Orinoqués (Espinal y Montenegro 1963, Castro-Lima 2013). Estos bosques ocurren bajo condiciones de precipitaciones mucho más altas comparadas a las otras regiones donde ocurre el BST (al menos 2,500 mm al año), sin embargo presentan estrés hídrico por ocurrir sobre suelos arenosos que no retienen la humedad (Castro 2003). Como consecuencia, comparten varias especies de plantas con el BST en otras regiones del país (de Mera et al. 2006, Castro-Lima 2013).

La distribución actual del BST está directamente relacionada con los procesos de deforestación y colonización que se han desarrollado desde las primeras ocupaciones humanas hace 14,500 años en el país



*Basiliscus basiliscus*  
Fotografía: Wilson Ramirez

(van der Hammen 1992, Etter et al. 2008). Por ejemplo, la intensificación de la agricultura en las zonas del Caribe, los Andes y el valle del Cauca hace 2000 años permitió el establecimiento de culturas fuertes y un crecimiento poblacional que resultó en la deforestación de grandes áreas de coberturas naturales incluyendo el BST (Melo 1998, Etter et al. 2008). Los registros arqueológicos demuestran que en zonas estacionales como el Caribe, los valles del Magdalena y del Cauca, y la región del Chicamocha, se utilizaban el fuego y las hachas de piedra para sembrar cultivos rotatorios por medio de tala y quema (Tovar 1993). Durante la época de la conquista la población indígena decreció significativamente, pero se dio inicio a la ganadería, la cual se expandió en el Caribe y las regiones andinas y del Orinoco (Etter et al. 2008). Esta introducción de ganado bovino a las zonas de bosque seco en la región del Caribe y los valles del Cauca y Magdalena fue la principal causa de transformación del BST (Díaz 2006). Como consecuencia, para finales del siglo XX, el bosque seco se había reducido aproximadamente a un 10%, ya que se había sido reemplazado por pastizales, campos agrícolas y asentamientos humanos (Díaz 2006).

La tendencia de rápida transformación de BST ha continuado persistentemente. En la actualidad se le suman a la agricultura y a la ganadería presiones como la minería, el desarrollo urbano y el turismo (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010), lo cual ha resultado en que el BST en Colombia no sólo este completamente fragmentado, sino

*Saguinus oedipus*  
Reserva el Ceibal, Atlántico  
Fotografía: Roy Gonzalez



que además se encuentre en estados sucesionales intermedios, rodeado por matrices de transformación (Miles et al. 2006, Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010). Esta situación pone en grave riesgo a la biodiversidad asociada al BST y por lo tanto, a los procesos ecológicos que aseguran la funcionabilidad de este bioma y a los servicios de captura de carbono, ciclaje de nutrientes, protección del suelo a la erosión, regulación de agua, polinización, control biológico de plagas y provisión de alimentos y madera que proveen los BST (Maass et al. 2005, Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010). Estos procesos y servicios ecológicos han sido muy poco estudiados en los bosques secos, particularmente en Colombia, donde la investigación en BST es apenas incipiente (Pennington 2012). Así pues, para asegurar la conservación de los bosques secos, es necesario incrementar los esfuerzos de investigación que nos permitan un mejor entendimiento sobre su ecología, funcionamiento, y valor ecosistémico (Sánchez-Azofeifa et al. 2005).

## REFERENCIAS

- Arcila-Cardona, A. M., C. Valderrama-Ardila, y P. Chacón de Ulloa. 2012. Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 13:86–101.
- Brown, S., y A. E. Lugo. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global Carbon cycle. *Biotropica* 14:161–187.
- Cabrera, A.L. y A. Willink. 1980. Biogeografía de América Latina. Washington, D.C., Organización de los Estados Americanos.
- Caetano, S. Y. y Naciri. 2011. The biogeography of seasonally dry tropical forests in South America. Páginas 23–44 en R. Dirzo, H.S.Young, H.A. Mooney, y G. Ceballos, editores. *Seasonally Dry Tropical Forest*. Island Press, Washington, DC, EE.UU.
- Castro, D.M. 2003. Ensayo sobre tipología de suelos colombianos- énfasis en génesis y aspectos ambientales. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencia* 27: 319–341.
- Castro-Lima, F. 2013. Avance del conocimiento de la flora del Andén Orinoqués en el departamento del Vichada, Colombia. *Orinoquia* 14:58–67.
- Connor, E.F. 1986. The role of Pleistocene forest refugia in the evolution and biogeography of tropical biotas. *Trends in Ecology and Evolution* 1: 165–168.
- de Mera, A. G., A. González, R. Morales, B. Oltra, y V. Orellana. 2006. Datos sobre la vegetación de los Llanos Occidentales del Orinoco (Venezuela). *Acta Botanica Malacitana* 31:97–129.
- Díaz, J.M. 2006. Bosque Seco Tropical Colombia. Banco de Occidente, I/M Editores. Cali, Colombia.
- Dirzo, R., y P. H. Raven. 2003. Global state of biodiversity and loss. *Annual Review of Environmental Resources* 28:137–167.
- Dirzo, R., H.S.Young H.A. Mooney, y G. Ceballos. 2011. Introduction. Páginas XI–XIII en R. Dirzo, H.S.Young, H.A. Mooney, y G. Ceballos, editores. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Island Press, Washington D.C., EE.UU.
- Duncan, F. D., B. Krasnov, y M. McMaster. 2002. Metabolic rate and respiratory gas-exchange patterns in tenebrionid beetles from the Negev Highlands, Israel. *The Journal of experimental biology* 205:791–798.
- Etter, A. 1993. Consideraciones generales para el análisis de la cobertura vegetal. Memorias del primer taller de cobertura vegetal. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, SIG-PAFC (Sistema de Información Geográfica-Plan de Acción Forestal para Colombia). Bogotá, Colombia.
- Etter, A., C. A. McAlpine, y H. Possingham. 2008. Historical patterns and drivers of landscape change in Colombia since 1500: a regionalized spatial approach. *Annals of the Association of American Geographers* 98:2–23.
- Ewel, J. J. 1999. Natural systems as models for the design of sustainable systems of land use. *Agroforestry Systems* 45:1–21.
- Espinal, L.S. y E. Montenegro. 1963. Formaciones vegetales de Colombia; memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Departamento Agrológico. Bogotá, Colombia.
- Fajardo, L., V. Gonzalez, J. M. Nassar, P. Lacabana, C. A. Portillo-Quintero, F. Carrasquel, y J. P. Rodríguez. 2005. Tropical dry forests of Venezuela: characterization and current conservation status. *Biotropica* 37:531–546.
- Figueroa, Y., y G. Galeano. 2007. Lista comentada de las plantas vasculares del enclave seco interandino de la Tatacoa (Huila, Colombia). *Caldasia* 29:263–281.
- Gentry, A. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. Páginas 146–194 en S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina, editores. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Haffer, J. 1982. General aspects of the Refuge Theory. Páginas 6–22 en G.T. Prance, editor. *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York, EE.UA.
- Hanson, P.E. 2011. Insect diversity in seasonally dry tropical forests. Páginas 71–84 en R. Dirzo, H.S.Young, H.A. Mooney, y G. Ceballos, editores. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Island Press, Washington D.C., EE.UU.
- Hernández, Camacho, J. 1992. Vulnerabilidad y estrategias para la conservación de algunos biomas de Colombia. Páginas 191–202 en G. Halffter, editor. *La diversidad biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana. Volumen especial*. México, D. F., México.
- Holdridge, L. R. 1967. Life Zone Ecology, Photographic supplement prepared by J.A. Tosi Jr., rev. ed. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.
- Hueck, K. 1978. Los Bosques de Sudamérica. Eschborn, Germany: Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.

- Janzen, D.H. 1988. Tropical dry forests: the most endangered major tropical ecosystems. Páginas 130-136 en E.O. Wilson, editor. *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D.C., EE.UU.
- Linares-Palomino, R., A.T. Oliveira-Filho, y R.T. Pennington. 2011. Neotropical seasonally dry forests: diversity, endemism, and biogeography of woody plants. Páginas 3-21 en R. Dirzo, H.S. Young, H.A. Mooney, y G. Ceballos, editores. *Seasonally Dry Tropical Forest*. Island Press, Washington, DC, EE.UU.
- Maass, J. M., P. Balvanera, A. Castillo, G. C. Daily, H.A. Mooney, P. Ehrlich, M. Quesada, A. Miranda, V. J. Jaramillo, F. García-Oliva, A. Martínez-Yrizar, H. Cotler, J. López-Blanco, A. Pérez-Jiménez, A. Búrquez, C. Tinoco, G. Ceballos, L. Barraza, R. Avala, y J. Sarukhán. 2005. Ecosystem services of tropical dry forests: insights from long-term ecological and social research on the Pacific Coast of Mexico. *Ecology and Society* 10:1-17.
- Melo, J.O. 1998. Historia de Colombia: la dominación española. Biblioteca Familiar de la Presidencia de la República. Bogotá, Colombia.
- Miles, L., A. C. Newton, R. S. DeFries, C. Ravilious, I. May, S. Blyth, V. Kapos, y J. E. Gordon. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33:491-505.
- 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.
- Murphy, P. G., y A. E. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review, Ecology and Systematics* 17:67-88.
- Pennington, R. T., D. E. Prado, y C. A. Pendry. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27:261-273.
- Pennington, R. T., G. P. Lewis, y J. A. Ratter. 2006. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of Neotropical savannas and seasonally dry forests. Pages 1-30 en R. T. Pennington, G. P. Lewis, y J. A. Ratter, editores. *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests*. CRC.
- Pennington, R. T., M. Lavin, y A. Oliveira-Filho. 2009. Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 40:437-457.
- Pennington, R.T. 2012. Prólogo. *Biota Colombiana* 13: 3-4.
- Portillo-Quintero, C. A., y G. A. Sánchez-Azofeifa. 2010. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation* 143:144-155.
- Prado, D. E., y P. E. Gibbs. 1993. Patterns os species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 902-927.
- Prado, D.E. 2000. Seasonally dry forests of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. *Edinburgh Journal of Botany* 57: 437-461.
- Prance, G.T. 1982. Forest refuges: evidende from woody angiosperms. Páginas 137-159 en G. T. Prance, editor. *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York, EE.UU.
- Ratter, J. A., G. P. Askew, R. F. Montgomery, y D. R. Gifford. 1978. Observations on the vegetation of Northern Mato Grosso. II. Forests and soils of the Rio Suia-Missu area. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 203:191-208.
- Rodríguez M, G. M., K. Banda- R, S. P. Reyes B, y A. C. Estupiñán González. 2012. Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar (Caribe colombiano). *Biota Colombiana* 13:7-39.
- 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.
- Stoner, K.E. y R.M. Timm. 2004. Tropical dry-forest mammals of Palo Verde: Ecology and conservation in a changing landscape. Páginas 48-66 en G.W. Frankie, A. Mata y S.B. Vinson, editores. *Biodiversity Conservation in Costa Rica: Learning the Lessons in a Seasonal Dry Forest*. University of California Press, Berkeley, EE.UU.
- Stoner, K.E. y R.M. Timm. 2011. Seasonally dry tropical forest mammals: adaptations and seasonal patterns. Páginas 85-106 en R. Dirzo, H.S. Young, H.A. Mooney, y G. Ceballos, editores. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Island Press, Washington D.C., EE.UU.
- Toro, J.L. 2004. El bosque seco tropical en Colombia. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia CORANTIOQUIA. Medellín (Sin publicar).
- Torres G, A. M., J. B. Adarve, M. Cárdenas, J. A. Vargas, V. Londoño, K. Rivera, J. Home, O. L. Duque, y Á. M. González. 2012. Dinámica sucesional de un fragmento de

bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 13:66–85.

● Tovar, H. 1993. Relaciones y visitas a los Andes (S. XVI): Región del Alto Magdalena. Vol VI de Colección de Historia de la Biblioteca Nacional. Colcultura e Instituto Colombiano de Cultura Hispánica. Bogotá, Colombia.

● Trejo, I., y R. Dirzo. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation* 11:2063–2084.

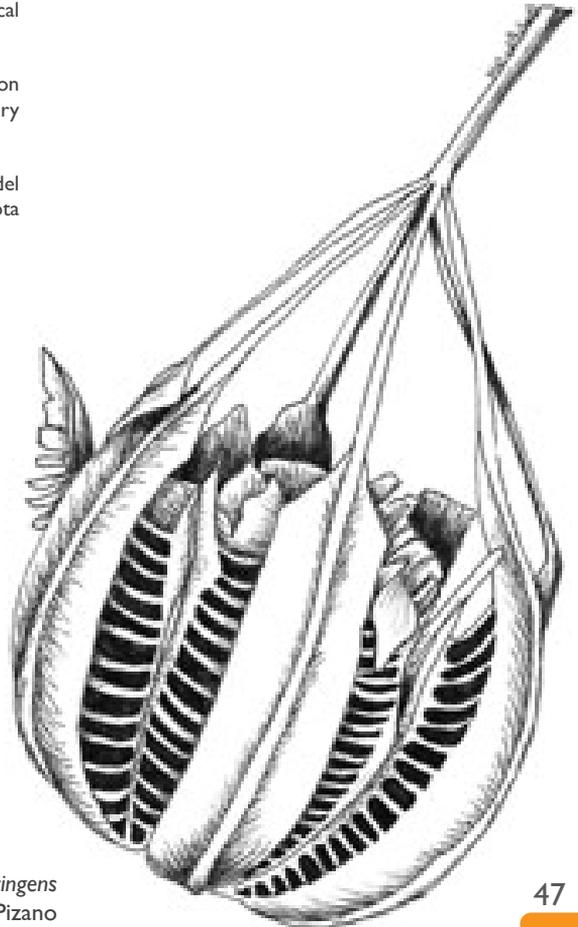
● Valencia-Duarte, J., L. N. Trujillo Ortiz, y O. Vargas Ríos. 2012. Dinámica de la vegetación en un enclave semiárido del río Chicamocha, Colombia. *Biota Colombiana* 13:40–65.

● van der Hammen, T. 1992. Historia, Ecología y Vegetación. COA-Fondo FEN-FPC Banco Popular. Bogotá, Colombia.

● van der Hammen, T. y M. L. Absy. 1974. The Pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. *Journal of Biogeography* 1: 3–26.

● Vargas, R., y E. B. Allen. 2008. Biomass and carbon accumulation in a fire chronosequence of a seasonally dry tropical forest. *Global Change Biology* 14:109–124.

● Vargas, W. 2012. Los bosques secos del Valle del Cauca, Colombia: una aproximación a su flora actual. *Biota Colombiana* 13:102–164.



*Aristolochia ringens*  
Ilustración: Camila Pizano



CAPÍTULO

2

////////////////////  
*Graffenrieda rotundifolia* (Melastomataceae)  
Fotografía: Camila Pizano

CAPÍTULO  
2

## LAS PLANTAS DE LOS BOSQUES SECOS DE COLOMBIA

CAMILA PIZANO, ROY GONZÁLEZ-M., MARÍA FERNANDA GONZÁLEZ, FRANCISCO CASTRO-LIMA, RENÉ LÓPEZ, NELLY RODRÍGUEZ, ÁLVARO IDÁRRAGA-PIEDRAHÍTA, WILLIAM VARGAS, HERNANDO VERGARA-VARELA, ALEJANDRO CASTAÑO-NARANJO, WILSON DEVIA, ALICIA ROJAS, HERMES CUADROS Y JUAN LÁZARO TORO

### INTRODUCCIÓN

#### Estudio de las plantas del bosque seco tropical en Colombia

Las plantas han sido de los organismos mejor estudiados en los bosques secos de diferentes regiones de Colombia. Se han identificado tres núcleos florísticos que incluyen el Caribe costero, los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, y los afloramientos rocosos de la región de los Llanos (Orinoquía) (Linares-Palomino et al. 2011). Estos núcleos combinan elementos florísticos de la región del norte del Caribe y Mesoamérica, de los Andes, y del sur de Sur América y Brasil (Pennington, com. pers.). Como consecuencia, la composición florística del BST en Colombia puede variar significativamente en las diferentes regiones donde se encuentra este bosque: la región Caribe, la región NorAndina que comprende Santander y Norte de Santander, los valles interandinos de los ríos Cauca y el Magdalena, el Patía (Nariño y Cauca), y los Llanos (Arauca, Casanare, Meta y Vichada).

“ LAS PLANTAS HAN SIDO DE LOS ORGANISMOS MEJOR ESTUDIADOS EN LOS BOSQUES SECOS DE DIFERENTES REGIONES DE COLOMBIA ”

La mayoría de los estudios florísticos que se han desarrollado en el BST de Colombia se han enfocado en hacer inventarios de alguna región en particular (Rodríguez et al. 2012). Por ejemplo, hay un número considerable de estudios sobre la flora del bosque seco para la costa Caribe (e.i. Mendoza 1999, Lowy 2000, Flórez y Etter 2003, Marulanda et al. 2003, Ruiz et al. 2005, Repizo y Devia 2008, Linares y Orozco 2009, Carbonó y García 2010, García y Rivera 2010, Rodríguez et al. 2012), el cañón del Chicamocha y Norte de Santander (e.g. Albesiano y Fernández 2006, Albesiano y Rangel 2006, Carrillo-Fajardo et al. 2007, Valencia-Duarte et al. 2012), el Valle del Cauca (e.g. González y Devia



Bosque seco de la Orinoquía. PNN Tuparro  
Fotografía: Camila Pizano

1995, Adarve et al. 2010, Torres et al. 2012, Vargas 2012), Tolima y Huila (Figueroa y Galeano 2007), y el valle del río Patía (Fernández-Pérez y Fernández 1992). Sin embargo, para entender cómo varía la composición florística del BST en las diferentes regiones biogeográficas de Colombia, es necesaria una mirada más general que compile información de los bosques secos de todas las regiones donde se encuentra este bioma. El propósito de este capítulo era compilar la información existente en las colecciones de herbario, publicaciones realizadas por diferentes investigadores del país, levantamientos en campo y listados de expertos, así como en talleres de expertos organizados por el Instituto Humboldt sobre diversidad florística de los bosques secos de Colombia. Con esta recopilación se pretendía evaluar el nivel de los inventarios botánicos y analizar cómo cambia la composición vegetal del BST en las diferentes regiones del país donde se encuentra, a través de tres preguntas de investigación: 1) ¿Cuál ha sido el esfuerzo de muestreo de plantas de BST en las diferentes regiones donde existe este bioma (Caribe, NorAndina, valle del Cauca, valle del Magdalena, valle del Patía, y los Llanos), y en cuáles de estas regiones hace falta incrementar el esfuerzo de muestreo?, 2) ¿Cómo varía la composición y la riqueza florística de los bosques secos entre las seis regiones biogeográficas donde se encuentra? y 3) ¿Cuáles son los valores de conservación, endemismo y riesgos de invasión de plantas de bosque seco? Es importante resaltar que para este estudio se utilizó la definición más amplia de bosque seco, es decir, un bosque de tierras bajas con una estacionalidad marcada de lluvias y varios meses de sequía (< 100 mm).

## Características de las plantas del bosque seco tropical

El factor más crítico para las plantas del BST es su estacionalidad de lluvias, dado que el agua determina la producción de hojas, la fotosíntesis, la descomposición de la materia orgánica, la producción de raíces y la dinámica de nutrientes y microorganismos en el suelo (Jaramillo et al. 2011). De ahí que las plantas de bosque seco presenten una gran variedad de patrones fenológicos que van desde las especies que no pierden sus hojas nunca (“siempre verdes”), hasta aquellas que pierden todas sus hojas durante la época de sequía o de lluvias (“caducifolias”; Frankie et al. 1974, Reich 1995, Sánchez-Azofeifa et al. 2003, Giraldo y Holbrook 2011). Estas estrategias son ventajosas porque reducen la transpiración y la respiración durante la época seca, disminuyendo la pérdida de agua (Santiago et al. 2004). En general, las especies del **dosel** pierden sus hojas durante la época seca, mientras que los árboles de altura intermedia y baja que se encuentran en el sub-dosel y en el **sotobosque** retienen sus hojas durante todo el año (Murphy y Lugo 1986, Justiniano y Fredericksen 2000). Las especies caducifolias también se caracterizan por tener hojas de vida más corta pero con mayor capacidad de fotosíntesis (Santiago et al. 2004), cuya longitud de vida coincide con la duración de la época de lluvias (Reich 1995). Otras adaptaciones a la sequía incluyen la modificación de hojas a espinas que reduce la evapotranspiración además de constituir una defensa contra los herbívoros, los tallos fotosintéticos que representan una alternativa a la pérdida estacional de las hojas, las estructuras suculentas que permiten el almacenamiento del agua, y el metabolismo de ácido crasuláceo (CAM) que permite la fijación nocturna de CO<sub>2</sub> y reduce la transpiración en el día (Killeen et al. 1998, Soriano y Ruiz 2003). Este tipo de fotosíntesis es común en grupos de plantas como los cactus y las bromelias (Reyes-García et al. 2012).

Paralelo a la estacionalidad en la producción de hojas, la floración y fructificación de la mayoría de las especies de bosque seco están determinadas por los cambios temporales en la disponibilidad de agua (Borchert 1994), y se relacionan estrechamente con los síndromes de polinización y dispersión de semillas en estos bosques. Una de las características particulares del bosque seco es que varias especies del dosel presentan floración en masa como algunos árboles del género *Tabebuia* (ahora *Handroanthus*) y varias especies de lianas de la familia Bignoniaceae (Frankie et al. 1974, Ragusa-Netto y Silva 2007). Estos patrones de floración son determinantes para los polinizadores,

“ PARALELO A LA ESTACIONALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE HOJAS, LA FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN DE LA MAYORÍA DE LAS ESPECIES DE BOSQUE SECO ESTÁN DETERMINADAS POR LOS CAMBIOS TEMPORALES EN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA ”

sin embargo no existe mucha información sobre los síndromes de polinización en los bosques secos tropicales. A pesar de esto, los estudios realizados en los bosques secos de la **caatinga** y el **cerrado** brasileiros han producido una gran cantidad de información. Por ejemplo, han detectado que casi el 70% las especies de estos bosques secos son polinizadas por insectos, en mayor cantidad abejas (32-65%), mientras

“ EN LOS BOSQUES SECOS HASTA EL 40% DE LOS ÁRBOLES Y ENTRE EL 50-90% DE LAS TREPADORAS LEÑOSAS TIENEN SEMILLAS DISPERSADAS POR EL VIENTO, MIENTRAS QUE LA MAYORÍA DE LAS ESPECIES DE BOSQUES MÁS HÚMEDOS SON DISPERSADAS POR ANIMALES ”

que aproximadamente un 10% de las especies presentan polinización por colibríes y murciélagos, respectivamente, y tan sólo el 2% son polinizadas por el viento (Silberbauer-Gottsberger y Gottsberger 1988, Oliveira y Gibbs 2000, Machado y Lopes 2004). Con excepción de la polinización por abejas que tiende a ser más alta en los bosques secos

que en los bosques húmedos, estos valores son similares para los dos bosques (Bawa et al. 1985). Por el contrario, hay diferencias marcadas en los síndromes de dispersión de semillas entre los bosques secos y más húmedos. En los bosques secos, hasta el 40% de los árboles y entre el 50-90% de las trepadoras leñosas tienen semillas dispersadas por el viento (Gentry 1995, Justiniano y Fredericksen 2000, Vargas 2012), mientras que la mayoría de las especies de bosques más húmedos son dispersadas por animales (Arbeláez y Parrado-Rosselli 2005). En el BST las frutas carnosas dispersadas por animales son comunes en la época de lluvias, mientras que las especies **anemócoras** y **autocoras** fructifican durante la época seca (Frankie et al. 1974, Ragusa-Netto y Silva 2007, Nunes et al. 2012). Así mismo, las especies dispersadas por el viento dominan el dosel del bosque, mientras que aquellas dispersadas por animales y por la gravedad son más abundantes en el sub-dosel y el sotobosque (Justiniano y Fredericksen 2000).

En los bosques secos la estacionalidad en la herbivoría es clave por la fuerte variación climática a lo largo del año y entre diferentes años (Filip et al. 1995). Durante la época seca la abundancia de insectos herbívoros disminuye, mientras que en la temporada de lluvias es elevada (Coley 1983, Coley y Barone 1996, Gerhardt 1998). Como consecuencia, hay árboles que escapan de la herbivoría perdiendo sus hojas durante la época de lluvias, y produciendo hojas nuevas durante la época seca (Aide 1992, Murali y Sukumar 1993). Estas especies también cuentan con adaptaciones para guardar agua en sus tallos y raíces, ya que producir hojas nuevas en condiciones de sequía representa un reto fisiológico. Por otro lado, muchas plantas de bosque seco cuentan con defensas estructurales contra los herbívoros como espinas, pelos, hojas rígidas,



*Cochlospermum vitifolium* (Bixaceae)  
Fotografía: Francisco Castro

minerales granulares en tejidos vegetales, y aguijones (Hanley et al. 2007). Por ejemplo, las familias Fabaceae, Rutaceae y Cactaceae presentan espinas y aguijones en sus troncos y ramas que son efectivas contra la herbivoría por parte de vertebrados (Grubb 1992) incluyendo mamíferos (Belovsky y Schmitz 1994), muchos de los cuales ahora están extintos (Janzen y Martin 1982, Lucas et al. 2000, Burns 2013). Tal es el caso de los gonfotéridos, mastodontes con probóscide como los elefantes, los osos perezosos gigantes, los gliptodóntidos, familiares de los armadillos, y varias especies de caballos (Janzen y Martin 1982, MacFadden 2006). Éstos y muchos otros mamíferos no sólo eran herbívoros, sino también dispersores de semillas de los bosques secos (Janzen y Martin 1982, Guimaraes et al. 2008).

Además de estructuras de defensa contra la herbivoría y estrategias de adaptación a la sequía, muchos árboles de bosque seco se caracterizan por tener una madera muy fina, por lo cual han sido explotados por décadas. Algunas especies de importancia maderable del BST en Colombia son *Aspidosperma polyneuron* (cumalá) hoy bajo grado de amenaza, *Guarea guidonia* (bilibili), *Platymiscium pinnatum* (crucero), *Anacardium excelsum* (caracolí), *Brosimum alicastrum* y *Brosimum guianense* (guáimaras), *Maclura tinctoria* (Dinde), *Handroanthus ochraceus* (chicalá), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Enterolobium cyclocarpum* (orejero), *Albizia guachapele* (igüá), *Samanea saman* (saman), *Jacaranda caucana* (gualanday), *Handroanthus chrysanthus* (roble amarillo), *Tabebuia rosea* (flor morado), *Pachira aquatica* (ceiba), *Genipa americana* (jagua), *Zanthoxylum rhoifolium* (tachuelo), *Cupania cinerea* (guacharaco), *Vitex cymosa* (aceituno) y *Hura crepitans* (ceiba amarilla o tronador) entre otras.



Fruto de *Pseudobombax croizatii* (Malvaceae)  
Fotografía: Camila Pizano

Finalmente, los BST presentan valores de complejidad estructural mucho más bajos, una altura de dosel de apenas un 50%, y un área basal del 30-75% comparado a los bosques más húmedos en los trópicos (Brown y Lugo 1982, Murphy y Lugo 1986, Peña-Claros et al. 2012). Por el contrario, las plantas del BST presentan una mayor proporción de biomasa radicular comparada con la biomasa de tallos y hojas que las plantas de ecosistemas más húmedos (Murphy y Lugo 1986, Vargas y Allen 2008). A nivel de diversidad de plantas, los bosques húmedos tropicales contienen el doble o más del número de especies de plantas por área que los bosques secos, principalmente por diferencias en diversidad de árboles de dosel y plantas epífitas (Janzen 1988). Sin embargo, los bosques secos presentan una alta diversidad  $\beta$  (Pennington et al. 2009, Linares-Palomino et al. 2011), lo que quiere decir que su composición florística varía significativamente a través de gradientes ambientales a una escala relativamente pequeña. Esto es evidente en Colombia, donde los bosques secos varían en las seis regiones (Tabla 2.1) donde están presentes.

## MÉTODOS

### Lista de plantas vasculares

La lista de plantas de los bosques secos de Colombia se construyó con cuatro fuentes de información: colecciones de referencia de los Herbarios Federico Medem Bogotá (FMB – IAvH), Gilberto Emilio Mahecha (UDBC – Universidad Distrital), Jardín Botánico Eloy Valenzuela (CDMB – CDMB), Jardín Botánico Juan María Céspedes (INCIVA – TULV), Herbario Dugand (DUGAND – Universidad del Atlántico), Herbario Icesi (ICESI – Universidad Icesi), Herbario Raúl Echeverry (TOLI – Universidad del Tolima), memorias de talleres y listas específicas

de los expertos botánicos en este ecosistema, y registros botánicos reportados en la literatura especializada (IAvH 1998, Mendoza 1999, Idárraga et al. 2011, Rodríguez et al. 2012, Vargas 2012, Hoyos-Gómez et al. 2013). Adicionalmente, se realizó un trabajo extensivo de campo dentro del cual se recolectaron datos de ocurrencia de especies de BST como parte de un ejercicio de verificación de coberturas de bosque seco a nivel nacional. Se verificaron un total de 558 localidades de BST en cinco regiones del país: Caribe (200), región NorAndina (75), valle del río Cauca (124), valle del río Magdalena (147), y valle del río Patía (12). En cada uno de estos puntos se recolectó información sobre el estado de relictualidad y las especies más abundantes del dosel en el BST. En total se recopilaron 33655 registros de plantas de BST. La clasificación de plantas se hizo con base en el sistema de Tryon & Tryon (1982) para el grupo de las Monilofitos y Licofitos, y APG III (2009) para las Angiospermas, *Cycas* y *Zamias*. Los nombres científicos se verificaron por medio de bases de datos especializadas como The Plant List (The Plant List, 2010), The International Plant Names Index (IPNI, 2012) y Tropicos (Tropicos, 2013).

Para cada especie se recolectó información sobre forma de crecimiento y origen (IAvH 1998, Mendoza 1999, Idárraga et al. 2011, Rodríguez et al. 2012, Vargas 2012, Hoyos-Gómez et al. 2013, en algunos casos se siguió la mención de las etiquetas del Herbario Nacional Colombiano, ICN 2004 y las referencias de la Enciclopedia de la vida, EOL 2014), categoría de amenaza y endemismo -especies exclusivas del territorio colombiano- (basado en las listas rojas preliminares de plantas vasculares de Colombia: Calderón 1998; Libros rojos de plantas de Colombia: Calderón et al. 2002, Calderón et al. 2005, García y Galeano 2006, Cárdenas y Salinas 2007, García 2007, Calderón-Sáenz 2007; Catálogo de las plantas de Colombia: Bernal et al. en prensa), priorización en ejercicios de la Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas (JBUC y Corpocaldas 2011, IAvH et al. 2012, 2013), departamento de colecta (Localidad; ICN 2004, Tropicos 2013) y registro del potencial de invasión biológica (Baptiste et al. en prensa).

### Análisis de datos

Con base en los registros y ejemplares botánicos compilados, se realizó una síntesis del estado actual del inventario de especies de los bosques secos de Colombia. Se identificaron las familias, géneros y especies, formas de crecimiento, origen y la distribución en Colombia (departamentos con áreas de bosque seco) y las especies con algún grado de amenaza, distribución restringida (endémicas para Colombia), con prioridad para la conservación y riesgos por potencial de invasión.

Para determinar la riqueza estimada de plantas del BST de Colombia para cada región biogeográfica y su relación con el estado del inventario de especies, se realizaron curvas de acumulación de especies utilizando los departamentos de colecta como el número de muestras. Dado que el departamento de Antioquia abarca las regiones del valle del Cauca y Caribe, los registros botánicos de este departamento fueron clasificados en estas dos regiones según las localidades de recolección dentro del departamento. De esta forma se generaron 26 muestras para seis regiones de bosque seco (Tabla 2.1) y se excluyeron 7 muestras donde este ecosistema no ha sido registrado (e.i, Amazonas y Chocó). Los intervalos de confianza del muestreo se estimaron utilizando la metodología de bootstrap (aleatorización de una sub-muestra; Solanas y Sierra 1992) y se calcularon diferentes estimadores de riqueza no paramétrica (Chao 1984, Colwell y Coddington 1994), los cuales determinan el número esperado de especies teniendo en cuenta aquellas que no fueron registradas durante los muestreos. Adicionalmente, se calculó el estimador Chao I, el cual indica la intensidad y el cubrimiento de inventarios (colectas botánicas) en cada región.

**Tabla 2.1.** Departamentos (muestras) por regiones geográficas de bosque seco tropical. \*Regiones con localidades donde hay especies de bosque seco tropical pero no se reporta este ecosistema.

REGIÓN GEOGRÁFICA	MUESTRA
Caribe	Antioquia-Caribe- (Ant (C)), Atlántico (Atl), Bolívar (Bol), Cesar (Ces), Córdoba (Cor), La Guajira (LGua), Magdalena (Mag), San
Nor-Andino	Andrés y Providencia (SyP), Sucre (Suc)
Patía	Norte de Santander (NSan), Santander (San)
Valle del Cauca	Cauca (Cau), Nariño (Nar)
Valle del Magdalena	Antioquia-Valle del Cauca- (Ant (VC)), Caldas (Cal), Quindío (Qui), Risaralda (Ris), Valle del Cauca (VCau)
Llanos	Boyacá (Boy), Cundinamarca (Cun), Huila (Hui), Tolima (Tol) Arauca (Ara), Casanare (Cas), Meta (Meta), Vichada (Vic)
Amazonas*	Amazonas (Ama), Caqueta, (Caq), Guainia (Gua), Guaviare (Guav), Putumayo (Put), Vaupez (Vau)
Chocó*	Chóco (Cho)

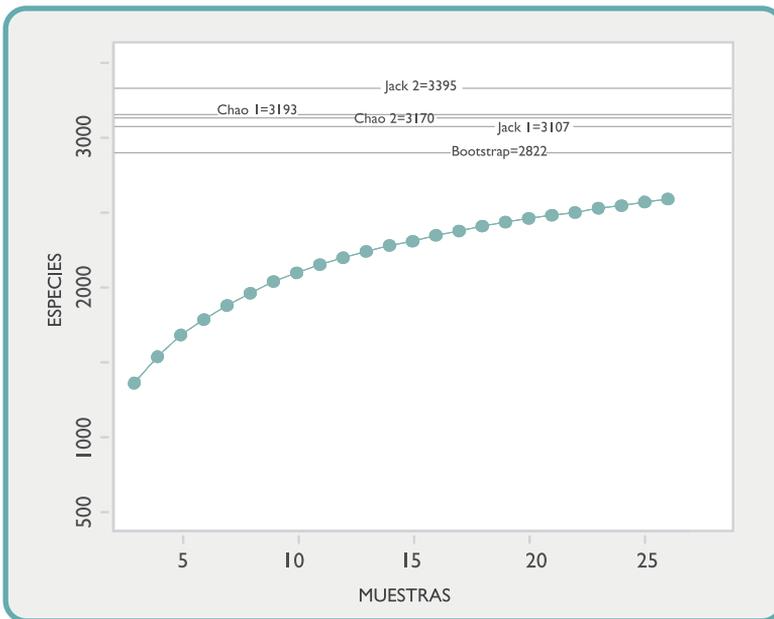
A partir de las muestras por departamento se calculó el índice de similitud Jaccard (Kent y Coker 1992) para evaluar las afinidades florísticas entre las seis regiones geográficas de bosque seco en Colombia. Un valor de 1 indica que las comunidades son completamente disímiles, mientras que un valor de 0 indica completa similitud. Con estos resultados se hizo una ordenación multidimensional con el fin de representar las distancias gráficamente e indicar disimilitudes superiores a 0.8 de acuerdo con

el valor de Jaccard. Todos los análisis fueron realizados utilizando el software estadístico R v. 3.0.2 (R Core Team, 2013) y el paquete Vegan v 2.0-8 (Oksanen, 2013)

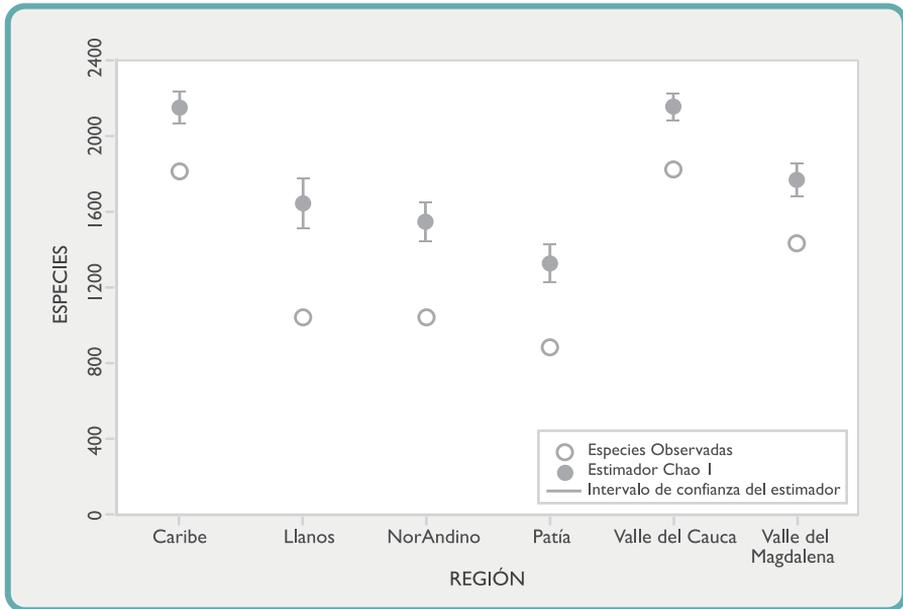
## RESULTADOS

### Registros botánicos (esfuerzo de muestreo) en seis regiones de bosque seco en Colombia

La curva de acumulación de especies indica que el nivel de conocimiento sobre la riqueza de plantas en los bosques secos de Colombia es bastante aproximado al valor esperado según los estimadores que oscilan entre 2822 y 3395 especies (Figura 2.1). Esto sugiere que ha habido un adecuado nivel de recolección de muestras botánicas en el BST a nivel nacional. Sin embargo, al evaluar los valores del estimador Chao 1 para cada una de las regiones, se encontró que las regiones Caribe y valle del río Cauca cuentan con la mejor representatividad de registros botánicos, seguidas por el valle del río Magdalena (Figura 2.2). En contraste, el muestreo la región de los Llanos es el más reducido junto con las regiones NorAndina y el Patía (Figura 2.2), lo cual resalta la necesidad de ampliar las colectas en los departamentos que conforman estas regiones.

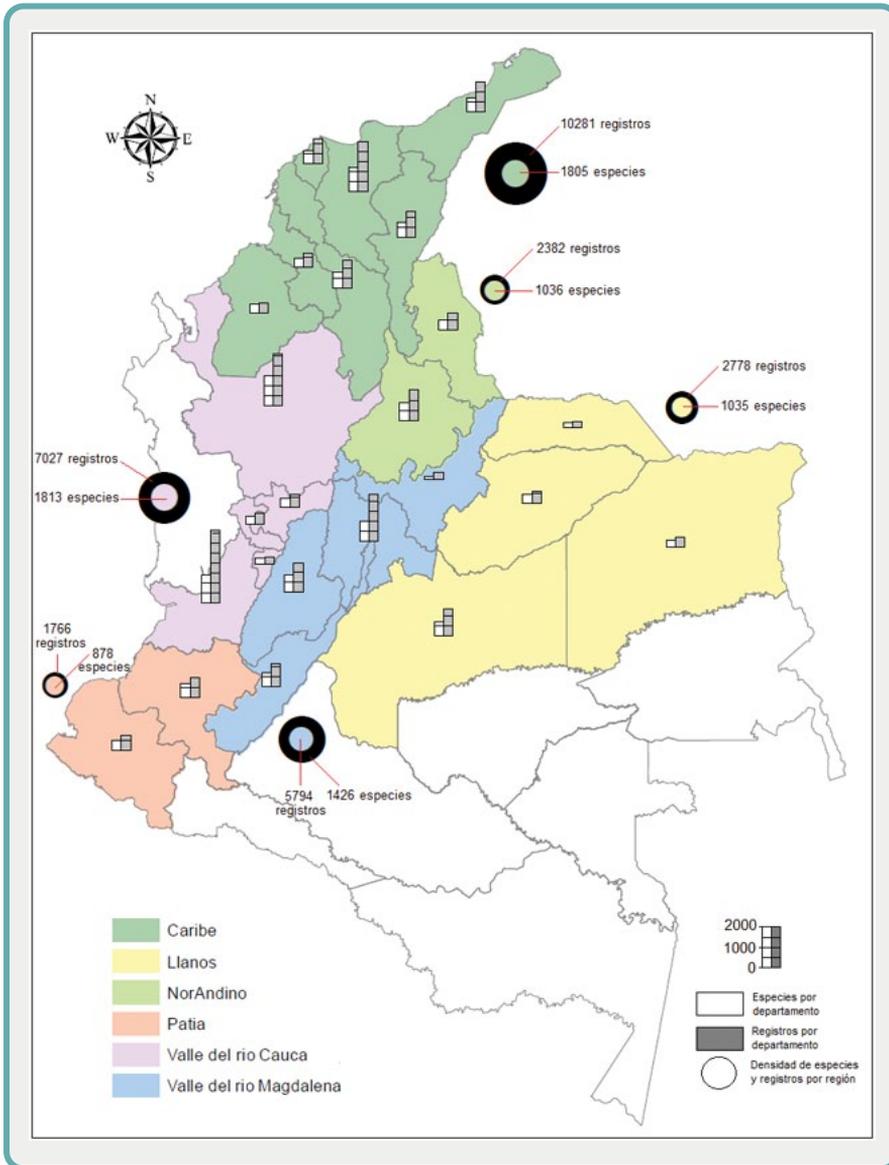


**Figura 2.1.** Curva de acumulación de especies observadas (línea verde) en bosques secos tropicales en 26 departamentos (los registros del departamento de Antioquia fueron divididos en las regiones del valle del Cauca y Caribe) o muestras, y 6 regiones de Colombia. La línea gris representa el número total de especies esperadas según cada estimador.



**Figura 2.2.** Estimador Chao I (puntos negros) y número de especies observadas (puntos blancos) para los bosques secos tropicales en 26 departamentos agrupados en 6 regiones de Colombia (los registros del departamento de Antioquia fueron divididos en las regiones del valle del río Cauca y Caribe).

El valle del río Cauca fue la región con mayor número de especies reportadas (1813), seguida por la región Caribe (1805) y el valle del río Magdalena (1426) (Figura 2.3). Estas tres regiones también han sido las mejor muestreadas. Sin embargo, hay desigualdad en el esfuerzo de muestreo dentro de los departamentos que conforman estas regiones. Por ejemplo, en la región del río Cauca los departamentos de Antioquia y Valle del Cauca han sido altamente muestreados, mientras que los muestreos han sido muy reducidos en Caldas, Risaralda y Quindío (Figura 2.3). Así mismo, en la Costa Caribe los departamentos de Antioquia, Magdalena y Atlántico han sido bien muestreados, mientras que el muestreo ha sido bajo en Córdoba y Sucre (Figura 2.3). En contraste, en las regiones de los Llanos y el valle del Patía, tanto el número de registros como el número de especies es igualmente bajo en los departamentos que conforman estas dos regiones (Figura 2.3). Por último, el esfuerzo de muestreo ha sido intermedio en el valle del río Magdalena y la región NorAndina (Figura 2.3).



**Figura 2.3.** Número total de especies (barras blancas) y registros (barras grises) por departamentos y regiones (círculos) de acuerdo con los registros botánicos en bosques secos tropicales de Colombia. Las especies reportadas en el departamento de Antioquia fueron clasificadas en las regiones Caribe o valle del río Cauca según la localidad de colecta dentro del departamento.



Fruto de *Cochlospermum vitifolium* (Bixaceae)  
Fotografía: Camila Pizano

### CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS EN LAS REGIONES DE BOSQUE SECO TROPICAL DE COLOMBIA

En total se reportaron 2569 especies de plantas vasculares distribuidas en 1049 géneros y 180 familias, de las cuales 2483 corresponden a Angiospermas (1949 Eudicotiledóneas – 78.8%, 421 Monocotiledóneas – 14.5%, 105 Magnólidas – 3.49% y 1 especie del orden Nymphaeales), 85 a Monilofitos (3.3%), 6 Licofitos (0.2%), 1 *Cycas* y 1 a *Zamia* (0.1%) (Anexo 1). La mayoría de las especies que se registraron son nativas (2327, 90.3%), no obstante, se encontraron 182 especies exóticas (7.1%) y 67 especies naturalizadas (2.6%). De la división de las Eudicotiledóneas la familia Fabaceae presentó el mayor número de especies (339), seguida de Rubiaceae y Malvaceae (106 y 101, respectivamente). En la división de las Monocotiledóneas las familias con mayor número de especies fueron Poaceae (103), Orchidaceae (81) y Araceae (45). Sin embargo, de todas las familias reportadas, Poaceae fue el grupo que presentó el mayor número de especies naturalizadas y exóticas (39), aspecto contrastante con Orchidaceae para la cual todas las especies reportadas son nativas. Por otro lado, las familias Piperaceae (38) y Lauraceae (28) fueron las familias con mayor número de especies en la división de las Magnólidas.

**Tabla 2.2.** Familias con más de veinte especies registradas en bosques secos tropicales de Colombia

División	Familia	Número de especies			
		Nativa	Naturalizada	Exótica	Total
Eudicotiledóneas	Fabaceae	304	4	31	339
	Rubiaceae	101	2	3	106
	Malvaceae	97	-	4	101
	Asteraceae	86	2	4	92
	Euphorbiaceae	86	-	4	90
	Melastomataceae	71	-	-	71
	Bignoniaceae	60	-	4	64
	Apocynaceae	50	2	5	57
	Solanaceae	45	4	4	53
	Sapindaceae	50	1	1	52
	Moraceae	43	-	8	51
	Acanthaceae	36	4	2	42
	Boraginaceae	38	2	-	40
	Convolvulaceae	39	-	-	39
	Lamiaceae	30	2	5	37
	Urticaceae	28	-	3	31
	Salicaceae	24	-	5	29
	Verbenaceae	21	3	4	28
	Cactaceae	27	-	-	27
	Myrtaceae	25	-	2	27
	Malpighiaceae	25	-	1	26
	Amaranthaceae	25	-	-	25
	Capparaceae	23	-	-	23
Rutaceae	18	-	5	23	
Primulaceae	21	-	-	21	
Monocotiledóneas	Poaceae	64	21	18	103
	Orchidaceae	81	-	-	81
	Araceae	41	1	3	45
	Bromeliaceae	41	-	1	42
	Arecaceae	30	-	7	37
Magnólicas	Piperaceae	39	-	-	39
	Lauraceae	28	1	-	29
	Annonaceae	23	-	-	23

Los géneros mejor representados por número de especies en bosques secos de Colombia fueron *Miconia*, *Ficus* e *Inga*, para la división de las Eudicotiledóneas, mientras que en las divisiones de Monocotiledóneas y Magnólidas los únicos géneros que reportaron más de quince especies fueron *Tillandsia* y *Piper* (Tabla 2.3).

**Tabla 2.3.** Géneros con más de quince especies registradas en bosques secos tropicales de Colombia

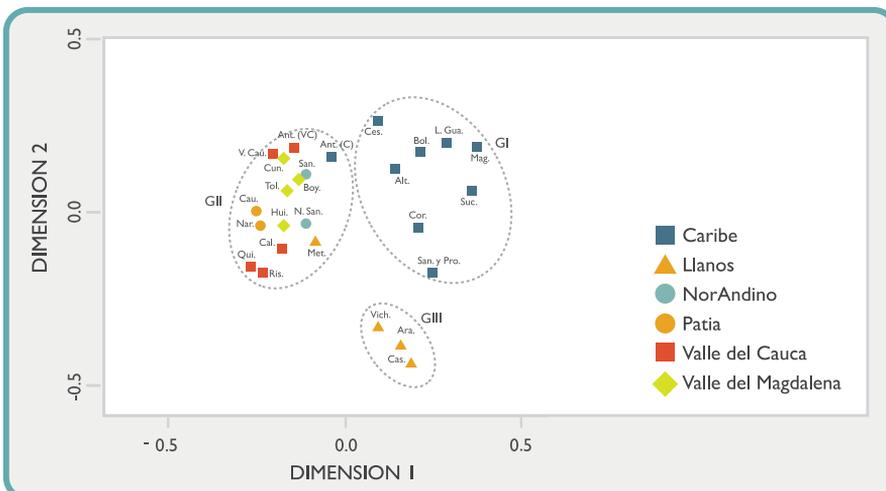
DIVISIÓN	GÉNERO	NÚMERO DE ESPECIES			
		Nativa	Naturalizada	Exótica	Total
Eudicotiledóneas	<i>Miconia</i>	33	-	-	33
	<i>Ficus</i>	23	-	7	30
	<i>Inga</i>	27	-	-	27
	<i>Solanum</i>	23	3	-	26
	<i>Senna</i>	20	2	2	24
	<i>Croton</i>	22	-	-	22
	<i>Cordia</i>	20	-	-	20
	<i>Passiflora</i>	17	-	1	18
	<i>Psychotria</i>	17	-	-	17
	<i>Sida</i>	17	-	-	17
	<i>Paullinia</i>	16	-	-	16
	<i>Erythroxylum</i>	15	-	-	15
	<i>Ipomoea</i>	15	-	-	15
	<i>Casearia</i>	12	-	3	15
Monocotiledóneas	<i>Tillandsia</i>	17	-	-	17
Magnólidas	<i>Piper</i>	26	-	-	26

La mayor concentración de registros de especies se agrupó en el hábito árboles con más de 800 especies, dentro de la cual la división de las Eudicotiledóneas (Angiosperma) predominó en esta forma de crecimiento (Tabla 2.4). Las hierbas presentes en todos los grupos y divisiones agruparon a casi 700 especies, dentro de las cuales las divisiones con mayor predominancia fueron Eudicotiledóneas y Monocotiledóneas (Tabla 2.4). Por otro lado, tres especies del género *Clusia* presentaron más de cuatro formas de crecimiento, 46 especies compartieron tres formas de crecimiento y 416 especies compartieron dos formas de crecimiento.

**Tabla 2.4.** Forma de crecimiento de las especies en los bosques secos tropicales de Colombia

Forma de crecimiento	Angiospermas				Cycas y Zamias	Licofitos	Monilofitos
	Eudicotiledóneas	Magnólicas	Monocotiledóneas	Total			
Árbol	773	62	-	835	-	-	-
Hierba	364	15	313	692	1	6	65
Arbusto	473	16	3	490	1	-	3
Liana	14	6	7	166	-	-	-
Trepadora	117	2	16	135	-	-	1
Epífita	1	3	44	48	-	-	15
Palma	-	-	35	35	-	-	-
Sufrútice	30	1	-	31	-	-	-
Cacto	25	-	-	25	-	-	-
Hemiepífita	3	-	3	6	-	-	1
Hemiepífita parasita	5	-	-	5	-	-	-
Parasita	3	-	-	3	-	-	-
Epífita parasita	2	-	-	2	-	-	-

Los análisis de afinidades florísticas para las diferentes regiones de Colombia demostraron que el bosque seco se puede dividir en tres grandes grupos bastante disímiles entre sí (Disimilitud Jaccard, DJ = 0.8; Figura 2.4). El primero (GI) reúne a los departamentos de la región Caribe (con 1746 de las 2576 especies consolidadas), el segundo (GII) a las regiones NorAndina, Patía, valle del río Cauca y valle del río Magdalena, incluyendo a Antioquia región Caribe y Meta región llanos (2143 especies), y el tercero (GIII) a los departamentos de la región Llanos (698 especies), con la mayor disimilitud con respecto los demás grupos (Figura 2.4). El porcentaje de similitud entre los grupos conformados fue de 54.9% (1414 especies) para los grupos GI y GII, y menos de un 23% para las demás combinaciones (GI-GIII= 19.2%, GII-GIII= 22.3%).



**Figura 2.4.** Ordenación multidimensional de las especies reportadas para bosques secos tropicales de Colombia según el índice de Jaccard en 26 departamentos (abreviaciones en la Tabla 2.1) y 6 regiones. Las elipses punteadas separan grupos disímiles en un DJ = 0.8.

Adicionalmente, se identificaron las especies que ocurren en todos los departamentos de cada uno de estos tres grupos, es decir, las especies más representativas para cada una de las tres regiones de BST diferenciadas según el índice de Jaccard (Tabla 2.5). Al extraer las especies exóticas y naturalizadas no se encontraron especies compartidas en las formas de vida más representativas (árbol, arbusto y hierba), con excepción del árbol *Cecropia peltata*, registrado en los grupos I y III.

**Tabla 2.5.** Registros de las especies más frecuentes (organizadas de mayor a menor frecuencia) en la totalidad de los 26 departamentos agrupados por afinidades florísticas según el índice de Jaccard. \*Excluye al departamento de Antioquia (sección Caribe) y \*\*excluye al departamento del Meta. No se consideran especies exóticas ni naturalizadas

	Grupo I (n=8)	Grupo II (n=15)	Grupo III (n=3)
Hábito	Caribe*	NorAndina, Patía, valle del río Cauca, valle del río Magdalena	Llanos**
Árbol	<i>Bursera simaruba</i> , <i>Cecropia peltata</i> , <i>Gliricidia sepium</i> , <i>Melicoccus bijugatus</i> , <i>Pithecellobium lanceolatum</i> , <i>Spondias mombin</i>	<i>Acalypha diversifolia</i> , <i>Acalypha macrostachya</i> , <i>Cecropia angustifolia</i> , <i>Inga punctata</i> , <i>Myrsine coriacea</i>	<i>Cordia alliodora</i> , <i>Casearia sylvestris</i> , <i>Nectandra cuspidata</i> , <i>Genipa americana</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Cecropia peltata</i> , <i>Senna reticulata</i> , <i>Warszewiczia coccinea</i> , <i>Triplaris americana</i> , <i>Platymiscium pinnatum</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Spondias mombin</i> , <i>Himatanthus articulatus</i> , <i>Astronium graveolens</i> , <i>Cochlospermum vitifolium</i> , <i>Apeiba tibourbou</i> , <i>Cassia moschata</i> , <i>Bixa urucurana</i> , <i>Inga alba</i> , <i>Cordia bicolor</i> , <i>Pterocarpus acapulcensis</i> , <i>Andira surinamensis</i> , <i>Brosimum lactescens</i> , <i>Copaifera pubiflora</i>
Arbusto	<i>Chomelia spinosa</i> , <i>Chromolaena</i> , <i>barranquillensis</i> , <i>Cissus verticillata</i> , <i>Crescentia cujete</i> , <i>Malvaviscus arboreus</i> , <i>Randia armata</i> , <i>Senna obtusifolia</i>	<i>Cissus verticillata</i> , <i>Piper aduncum</i> , <i>Urera baccifera</i> , <i>Baccharis nitida</i>	<i>Handroanthus chrysanthus</i> , <i>Chamaecrista nictitans</i> , <i>Clidemia capitellata</i> , <i>Miconia stenostachya</i> , <i>Miconia trinervia</i> , <i>Melochia spicata</i> , <i>Miconia albicans</i> , <i>Indigofera lespedezioides</i> , <i>Isertia haenkeana</i> , <i>Desmodium barbatum</i> , <i>Dioclea guianensis</i> , <i>Helicteres guazumifolia</i> , <i>Cochlospermum orinocense</i> , <i>Jacaranda obtusifolia</i>
Hierba	<i>Capraria biflora</i> , <i>Commelina erecta</i> , <i>Cyperus luzulae</i> , <i>Desmodium incanum</i> , <i>Eclipta prostrata</i> , <i>Lygodium venustum</i> , <i>Olyra latifolia</i> , <i>Petiveria alliacea</i> , <i>Physalis angulata</i> , <i>Rivina humilis</i> , <i>Scoparia dulcis</i> , <i>Sida acuta</i>	<i>Solanum americanum</i> , <i>Iresine diffusa</i> , <i>Blechnum occidentale</i> , <i>Galium hypocarpium</i> , <i>Pityrogramma calomelanos</i> , <i>Arthrostema ciliatum</i> , <i>Guadua angustifolia</i> , <i>Phyllanthus niruri</i>	<i>Cyperus luzulae</i> , <i>Scoparia dulcis</i> , <i>Sida rhombifolia</i> , <i>Fimbristylis dichotoma</i> , <i>Lindernia crustacea</i> , <i>Andropogon bicornis</i> , <i>Panicum laxum</i> , <i>Cyperus laxus</i> , <i>Dichorisandra hexandra</i> , <i>Lygodium venustum</i> , <i>Monstera adansonii</i> , <i>Codonanthe crassifolia</i> , <i>Aeschynomene evenia</i> , <i>Aphelandra scabra</i> , <i>Anthurium bonplandii</i> , <i>Trichocentrum cebolleta</i>

Así mismo, se registraron 644 especies (25% del total de las especies) en siete localidades donde no se reporta la presencia de bosque seco (Amazonas= 274, Caquetá= 194, Chocó= 476, Guainía= 80, Guaviare= 103, Putumayo= 174 y Vaupés=148). Por otro lado, 613 especies (en 99 familias) tienen registros botánicos en mínimo 8 departamentos de las regiones donde hay BST y están ausentes en los departamentos donde no existe este ecosistema. Las familias más representativas dentro de este grupo de especies fueron Fabaceae y Malvaceae (Tabla 2.6), y dentro de estas familias las especies presentes en el número más alto de departamentos con BST fueron *Senna reticulata*, *Gliricidia sepium*, *Senna obtusifolia*, *Platymiscium pinnatum*, *Senna occidentalis*, *Mimosa púdica*, *Pithecellobium dulce*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Indigofera suffruticosa* (Fabaceae); *Guazuma ulmifolia*, *Sida rhombifolia*, *Sida acuta*, *Ochroma pyramidale* (Malvaceae).

**Tabla 2.6.** Número de especies por familia para aquellas con mayor frecuencia en los departamentos donde se reporta bosque seco tropical y que además están ausentes en regiones donde no se reporta este ecosistema. N = 33 departamentos (las especies reportadas en el departamento de Antioquia fueron clasificadas en las regiones Caribe o valle del río Cauca según la localidad de colecta dentro del departamento).

FAMILIA APG III	NÚMERO DE ESPECIES
Fabaceae	81
Malvaceae	39
Poaceae	26
Rubiaceae	26
Apocynaceae	22
Euphorbiaceae	21
Asteraceae	20
Solanaceae	20
Piperaceae	19
Moraceae	17
Convolvulaceae	16
Bignoniaceae	14
Boraginaceae	14
Verbenaceae	13
Araceae	12
Malpighiaceae	12
Bromeliaceae	10
Melastomataceae	10
Sapindaceae	10

## ESPECIES DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN EN LOS BOSQUES SECOS DE COLOMBIA

En total hay 116 especies (4.5%) de BST clasificadas bajo alguna categoría de amenaza según los libros rojos y las listas rojas de plantas para Colombia (Anexo 1). De éstas, seis correspondientes a cuatro familias y cuatro géneros (*Aniba perutilis* –Lauraceae, *Cariniana pyriformis* –Lecythidaceae, *Eucharis caucana* –Amaryllidaceae, *Guaiacum officinale*

–Zygophyllaceae, *Oxandra espiptana* –Annonaceae y *Pitcairnia stenophylla* –Bromeliaceae) se encuentran en peligro crítico (CR), y 35 en peligro (EN= 18 especies), vulnerable (VU=12 especies) o vulnerable/en peligro (VU/EN=5 especies). Así mismo, 83 especies

de bosque seco de 36 familias son endémicas para Colombia (Anexo 1). Dentro de éstas, la familia con mayor número de endemismos fue Melastomataceae con 7 especies (*Adelobotrys hoyosii*, *Blakea podagrica*, *Henriettea goudotiana*, *Huilaea kirkbridei*, *Miconia caucana*, *Monochaetum cinereum* y *Monochaetum rotundifolium*), Orchidaceae con 7 especies (*Catasetum tabulare*, *Cattleya quadricolor*, *Epidendrum ibaguense*, *Epidendrum melinanthum*, *Microchilus madrinanii*, *Rodriguezia granadensis*, y *Sobralia virginalis*) y Acanthaceae con 6 especies (*Aphelandra barkleyi*, *Aphelandra flava*, *Aphelandra pharangophila*, *Justicia bracteosa*, *Ruellia obtusa* y *Ruellia potamophila*).

De acuerdo a tres ejercicios de priorización de plantas de BST de Colombia dentro de la Estrategia Nacional de Conservación de Plantas (ENCP), hay 91 especies de plantas de este bioma que son importantes para la conservación. De éstas, 81 especies fueron priorizadas en un sólo ejercicio de priorización, mientras que las 10 restantes fueron priorizadas simultáneamente en dos ejercicios. Entre ellas se encuentran *Andira taurotesticulata* (Fabaceae), *Cariniana pyriformis* (Lecythidaceae), *Cedrela odorata* (Meliaceae), *Hymenaea courbaril* (Fabaceae), *Parinari pachyphylla* (Chrysobalanaceae), *Peltogyne purpurea* (Fabaceae), *Sabal mauritiiformis* (Arecaceae), *Syagrus sancona* (Arecaceae) y *Xylopia ligustrifolia* (Annonaceae). Ninguna especie fue priorizada simultáneamente en los tres ejercicios de la ENCP. La familia con mayor número de especies priorizadas fue Fabaceae (8 especies) seguida por Malvaceae (4 especies), y Arecaceae, Cactaceae, Chrysobalanaceae y Lecythidaceae (3 especies cada una).

Se reportaron 23 especies que constituyen algún grado de riesgo de invasión biológica para Colombia en bosques secos, donde la familia más representativa para este grupo es Poaceae con nueve especies, seguida

“ EN TOTAL HAY 116 ESPECIES (4.5%) DE BST CLASIFICADAS BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE AMENAZA SEGÚN LOS LIBROS ROJOS Y LAS LISTAS ROJAS DE PLANTAS PARA COLOMBIA ”



de Fabaceae con cinco especies. Los géneros que representan mayor riesgo de invasión para las áreas de bosque seco del país, de acuerdo con el número de especies, son *Acacia* (3 especies, Fabaceae) y *Brachiaria* (2 especies, Poaceae). Dos especies, *Melinis minutiflora* (Poaceae) y *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae), han sido declaradas como especies invasoras en áreas naturales de Colombia.

## DISCUSIÓN

### DIVERSIDAD Y ENDEMISMO DE PLANTAS EN LOS BOSQUES SECOS DE COLOMBIA

Los bosques secos tropicales (BST) contienen aproximadamente la mitad de especies de plantas que los bosques húmedos y muy húmedos tropicales por área (Peña-Claros et al. 2012), lo cual se hizo evidente en este estudio. El total de especies que se registró para las seis regiones donde ocurre el bosque seco en Colombia fue de 2569 (Anexo 1) y el estimado total estuvo entre 2822 y 3395 (Figura 2.1). Este número de especies es bajo comparado a la riqueza de especies que se pueden encontrar en áreas pequeñas de bosques más húmedos en zonas tropicales. Por ejemplo, en un estudio en dos áreas de bosque de apenas 1.8 ha de las llanuras aluviales inundables del río Caquetá (Colombia), Londoño y Alvarez (1997) encontraron 1149 especies de plantas. Así mismo, Rudas-L y Prieto-C (1998) reportaron 1348 especies en cinco localidades de bosque húmedo dentro del parque nacional natural Amacayacu en el Amazonas (Colombia). Por otro lado, los resultados de este estudio están en línea con los encontrados en otros bosques secos. En México por ejemplo, se reportaron 1550 especies de plantas en un área de 24,000 km<sup>2</sup> donde hay bosques secos (Martínez et al. 2001, Pérez-García et al. 2012), y en un estudio de vegetación donde se establecieron parcelas de 0.1 ha en 20 localidades de BST se reportaron 917 especies (Trejo y Dirzo 2002). Sin embargo, y a pesar de que los análisis sugieren que los bosques secos de Colombia han sido relativamente bien muestreados (Figura 2.1), hay regiones de BST que han sido mucho mejor muestreadas que otras (e.g., Schmidt et al. 2005). Por ejemplo, el Caribe y el valle del río Cauca han sido las regiones mejor muestreadas, mientras que en el valle del río Magdalena los muestreos han sido menos intensivos (Figuras 2.2 y 2.3). El hecho de que el número de registros sea casi cuatro y seis veces superior al número de especies en el Caribe y el valle del río Cauca respectivamente, sugiere que los muestreos han sido muy extensivos en estas regiones (Figura 2.3). Sin embargo, hay departamentos dentro de estas regiones (e.g., Córdoba, Sucre, Caldas, Risaralda y Quindío) donde han habido muy pocos muestreos (Figura 2.3). Así mismo, los muestreos han sido limitados en

las regiones NorAndina, los Llanos, y el valle del río Patía (Figuras 2.2 y 2.3). En estas regiones han habido limitantes como problemas de orden público o inaccesibilidad a los fragmentos de bosque, mientras que las regiones bien muestreadas coinciden con la presencia de instituciones fuertes en investigación en flora (Moerman y Estabrook 2006). Así mismo, el área total de bosque y su estado de conservación varían en las diferentes regiones de BST (Capítulo 8).

“ A PESAR DE QUE LOS RESULTADOS DE DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES DE BST EN COLOMBIA SON COMPARABLES CON LOS DE OTROS ESTUDIOS, EN ESTE ESTUDIO SE ENCONTRARON NIVELES BAJOS DE ENDEMISMO ”

Por el otro lado, los resultados sobre composición florística de BST coinciden con lo encontrado por otros estudios realizados en este tipo de bosque. Por ejemplo, la familia con mayor número de especies fue Fabaceae (Tabla 2.2) con varios géneros representativos

(Tabla 2.3), y los hábitos dominantes fueron árbol y hierba (Tabla 2.4), lo cual concuerda con lo encontrado en otros estudios en bosque seco (e.g., Killeen et al. 1998, Gillespie et al. 2000, Pennington et al. 2009, Linares-Palomino et al. 2010, Linares-Palomino et al. 2011, Pérez-García et al. 2012). Así mismo, estos estudios también han reportado la importancia de otras familias como Rubiaceae, Malvaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Orchidaceae, Cactaceae, Bromeliaceae y Sapindaceae (Tabla 2.2) en los bosques secos. Sin embargo, se encontró que los géneros con mayor número de especies fueron *Miconia*, *Ficus*, e *Inga*, los cuales son más representativos de bosques más húmedos. Esto se debió a la amplia definición de BST que se utilizó para el muestreo. Cabe resaltar que hay grupos de plantas que están mejor representados que otros en las colecciones botánicas de herbario ya sea porque son más fáciles de coleccionar, porque existe el conocimiento experto en un herbario en particular (Tobler et al. 2007), o porque las plantas abundantes cuya taxonomía es bien conocida son poco colectadas por los expertos botánicos (Crawford y Hoagland 2009). Por ejemplo, las epífitas como las bromelias y las orquídeas son más fáciles de coleccionar y clasificar, y cuentan con un mayor número de expertos que las lianas y las trepadoras, las cuales tendieron a ser sub-representadas en nuestros muestreos de plantas en BST (301 especies; Tabla 2.4) comparado a lo encontrado con otros estudios (e.g., Killeen et al. 1998).

A pesar de que los resultados de diversidad y composición de especies de BST en Colombia son comparables con los de otros estudios, en este estudio se encontraron niveles bajos de endemismo. En total se reportaron 83 especies (3.2% del total de especies) de bosque seco que son endémicas para Colombia (Anexo 1), lo cual es bajo comparado a otros estudios que reportan que en 12 de 23 núcleos



*Senegalia polyphylla* (Fabaceae)  
Fotografía: Camila Pizano

de BST en Latinoamérica, más del 20% de las especies son únicas para cada región (Linares-Palomino et al. 2011), lo cual sugiere altos niveles de endemismo. Lo anterior sugiere que se requieren de estudios más detallados de presencia y abundancia de especies de plantas en todas las regiones de distribución del BST. Por ejemplo, se necesitan más estudios en las regiones de los Llanos, NorAndina, y los valles del Patía y del Magdalena. Estos estudios probablemente aumentarán los registros de plantas endémicas del BST de Colombia. Así mismo se encontraron 116 especies de BST clasificadas bajo alguna categoría de amenaza incluyendo 6 especies en peligro crítico (CR) (*Aniba perutilis*, *Cariniana pyriformis*, *Eucharis caucana*, *Guaiacum officinale*, *Oxandra espinosa* y *Pitcairnia stenophylla*), 18 especies en peligro (EN), 12 en estado vulnerable (V), y 5 especies en estado vulnerable/en peligro (Anexo 1). Otras 91 especies fueron clasificadas como importantes para la conservación en tres ejercicios de priorización de plantas de BST dentro de la Estrategia Nacional de Conservación de Plantas (Anexo 1). Esto quiere decir que a pesar del bajo endemismo de plantas en los bosques secos del país, hay un gran número de especies en estos bosques que son importantes para la conservación ya sea porque están bajo alguna categoría de amenaza, o porque las comunidades locales de BST las reconocen como tales.

### **Relaciones florísticas del bosque seco en seis regiones de Colombia**

Los estudios recientes sobre las relaciones florísticas del bosque seco tropical proponen que para América Latina hay 23 núcleos de BST que se agrupan en cuatro grandes regiones: el Caribe y Mesoamérica, los Andes (excluyendo a Bolivia), el sur de Sur América, y Brasil (Linares-



Dosel de bosque seco en el PNN Tuparro  
Fotografía: Camila Pizano

Palomino et al. 2011). Para Colombia se han propuesto tres núcleos a nivel local que incluyen el Caribe costero, los valles interandinos del Cauca y el Magdalena, y los afloramientos rocosos de la región de los Llanos (Orinoquía) (Sarmiento 1975, Linares-Palomino et al. 2011), y esto es precisamente lo que indica este estudio (Figura 2.4). Los registros de plantas de bosque seco provenientes de 26 departamentos (Tabla 2.1) se agruparon por afinidad florística en tres grandes grupos. El grupo del Caribe (GI) reunió al 68% del total de las 2576 especies consolidadas y a 8 de los 9 departamentos de esta región (Tabla 2.1, Figura 2.4) excluyendo a Antioquia Caribe, mientras que el grupo de los valles interandinos (GII) incluyó al 83% de las especies y a todos los departamentos de las regiones NorAndino, Patía, valle del Cauca y región del valle del Magdalena, incluyendo a Antioquia (Caribe) y Meta (Tabla 2.1., Figura 2.4). Finalmente, los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada de la región de los Llanos (Orinoquía) formaron un tercer grupo (GIII) con el 27% del total de las especies reportadas (Tabla 2.1, Figura 2.4). Estos resultados pueden estar sesgados por diferencias en el muestreo en las seis regiones del país donde hay BST, como se mencionó anteriormente (Figura 2.1; Hellmann y Fowler 1999, Chao y Jost 2012). Por ejemplo, el bosque seco del valle del río Magdalena y el Caribe fueron los más ricos en especies, pero también los mejor muestreados (Figuras 2.2 y 2.3). Esto contrasta con la región de los Llanos, la cual ha sido pobremente muestreada y también tiene el menor número de especies (Figuras 2.2 y 2.3). Es evidente que estos patrones deben validarse con datos de presencia y abundancia de especies tomados con un esfuerzo de muestreo comparable en las seis regiones del país donde ocurre el BST.

Por otro lado, varios estudios reportan niveles muy altos de diversidad  $\beta$  para los bosques secos de otros países (Gillespie et al. 2000, Castillo-Campos et al. 2008, Balvanera et al. 2009). Por ejemplo, Trejo y Dirzo (2002) encontraron que el 72% de las 917 especies de plantas encontradas en 20 localidades de BST en México se encontraban sólo en una localidad, y que la similitud entre localidades era de apenas el 9%. Así mismo, los análisis regionales de Linares-Palomino et al. (2011) muestran que de las 3939 especies de plantas reportadas para el BST de Latinoamérica, sólo 457 estaban presentes en 5 o más de los 23 núcleos florísticos del BST de la región. En este estudio se encontró que hay marcadas diferencias entre la flora del Caribe y los Llanos (comparten un 19% de la especies), y de los valles interandinos y los Llanos (comparten un 22% de las especies). Sin embargo, el BST del Caribe y los valles interandinos compartieron el 55% de las especies, lo cual soporta lo encontrado anteriormente por estudios realizados en estas dos regiones (e.g., Mendoza 1999), así como la hipótesis de que las plantas de bosque seco se habían diversificado y cubrían ya estas dos regiones desde el Mioceno (Pennington et al. 2000, 2004, 2006a, 2009), además de que el Caribe y los valles interandinos presentan condiciones ambientales y de suelos similares (Castro 2003). En contraste, la región de los Llanos tiene un origen Guayanés mucho más antiguo (Berrío et al. 2002, Kattan et al. 2004) además de presentar condiciones de suelos y clima muy diferentes a las demás regiones del país (Sarmiento y Pinillos 2002, Castro 2003). El hecho de que el departamento del Meta se agrupara con los departamentos de los valles interandinos indica una similitud florística entre los bosques secos del piedemonte llanero, de donde provienen las muestras de BST para este departamento, y los bosques secos de los valles interandinos. Esto puede indicar que la historia evolutiva del piedemonte llanero fue más cercana a la de los valles interandinos que a la de los Llanos de origen guayanés (Berrío et al. 2002, Kattan et al. 2004), pero se requiere de mayor información para confirmarlo.

“ EN ESTE ESTUDIO SE ENCONTRÓ QUE HAY MARCADAS DIFERENCIAS ENTRE LA FLORA DEL CARIBE Y LOS LLANOS (COMPARTEN UN 19% DE LA ESPECIES), Y DE LOS VALLES INTERANDINOS Y LOS LLANOS (COMPARTEN UN 22% DE LAS ESPECIES). SIN EMBARGO, EL BST DEL CARIBE Y LOS VALLES INTERANDINOS COMPARTIERON EL 55% DE LAS ESPECIES ”

Estos resultados de similitud florística entre las tres regiones identificadas de bosque seco indican niveles medios de diversidad  $\beta$  para los BST de Colombia. Sin embargo, es necesario recolectar más información sobre la presencia y abundancia de especies tanto para zonas donde los muestreos en bosques secos han sido pobres (e.g. los Llanos), como en regiones donde no existe el BST, pero sí especies de este bioma (e.g. región del Amazonas).

## QUÉ CARACTERIZA AL BOSQUE SECO EN COLOMBIA?

Colombia es un país privilegiado para estudiar el BST porque este bosque ocurre en seis regiones que difieren en su historia biogeográfica y presentan elementos florísticos que vienen de los bosques secos tanto del norte como del sur (Pennington, com. personal). Estas regiones también difieren en cuanto a condiciones ambientales, suelos, topología

“ EN ESTE ESTUDIO, LAS ESPECIES CON EL MAYOR NÚMERO DE REGISTROS PARA EL BST DIFIRIERON TANTO EN LAS SEIS REGIONES MUESTREADAS, COMO EN LAS TRES GRANDES REGIONES DONDE OCURRE ESTE TIPO DE BOSQUE, DE ACUERDO CON ESTUDIOS REALIZADOS EN OTRAS REGIONES ”

e historia de disturbio, lo cual debería resultar en comunidades boscosas de composición contrastante (Jha y Singh 1990, Killeen et al. 1998, Gillespie y Walter 2001, Sagar y Singh 2006, Peña-Claros et al. 2012). A pesar de esta heterogeneidad, el BST se debería poder caracterizar por un conjunto de especies que sólo ocurren en este ecosistema

(Murphy y Lugo 1986, Killeen et al. 1998, Pennington et al. 2009). En este estudio, las especies con el mayor número de registros para el BST difirieron tanto en las seis regiones muestreadas (ver recuadros), como en las tres grandes regiones donde ocurre este tipo de bosque (Tabla 2.5), de acuerdo con estudios realizados en otras regiones (Jha y Singh 1990, Killeen et al. 1998). De hecho hay tan sólo una especie abundante de árbol que ocurre en todas las localidades tanto en la costa Caribe como en los Llanos (Tabla 2.5). Esto quiere decir que las especies nativas más representativas o frecuentes en los bosques secos son diferentes para las tres regiones, a pesar de que éstas compartan especies exóticas y naturalizadas. Lo cual levanta una alarma, dado que varias especies exóticas y naturalizadas presentes en los BST de Colombia, tales como los pastos *Melinis minutiflora* y *Eichhornia crassipes*, están dentro de las especies exóticas más invasoras a nivel mundial (Hoffmann et al. 2004, Global Invasive Species Database 2014), y en algunos casos tiene la capacidad de generar alteraciones al ecosistema limitando la capacidad de regeneración de especies nativas, tal como lo reportan Hoffmann et al. (2004) para *Melinis minutiflora* en el cerrado de Brasil.

Sin embargo, tan sólo 613 especies (24% del total) encontradas en BST están ausentes en regiones donde no existe este bosque (Tabla 2.6) (e.g. Amazonas), mientras que el 25% (644) de las especies se colectaron tanto en localidades de BST como en localidades donde no se reporta este ecosistema. Esto quiere decir que no hay un conjunto de especies que caracterice al bosque seco tropical de Colombia como tal (Vargas 2012). No obstante, varios estudios han sugerido que hay una diversidad funcional, es decir, un conjunto de características que demuestran la respuesta de las plantas a condiciones ambientales y

procesos ecosistémicos, que es única para cada tipo de bosque (Messier et al. 2010, Chaturvedi et al. 2011). En particular, las plantas de BST presentan estrategias fisiológicas que les permiten sobrevivir a la fuerte estacionalidad en la disponibilidad de agua, la alta radiación solar, y la alta evaporación que se presenta en este bosque (Borchert 1994, Poorter y Markesteijn 2008, Lebrija-Trejos et al. 2010, Messier et al. 2010, Sterck et al. 2011). Como consecuencia, la heterogeneidad geográfica en la intensidad y duración de la sequía estacional del BST se debe reflejar en una heterogeneidad de mosaicos de rasgos funcionales que demuestren diferencias en las adaptaciones de las plantas a la aridez (Borchert 1994, Chaturvedi et al. 2011).

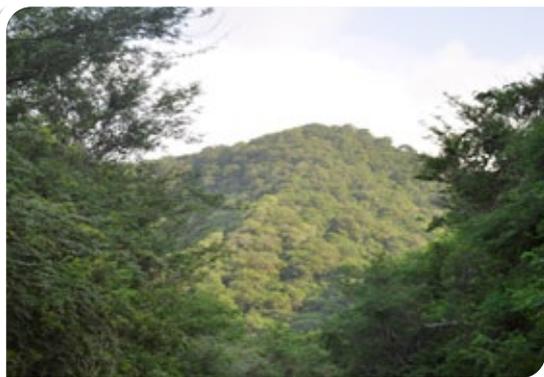
Los rasgos funcionales que son determinantes para las plantas de los bosques secos son aquellos relacionados con el control del agua y la temperatura tanto en las hojas (área foliar, área foliar específica, concentración de clorofila, densidad, caducifolia, forma, contenido de masa y nitrógeno, conductancia estomática, potencial de agua, etc.) como en el tronco (densidad de madera, área y conductancia de los vasos conductores y anatomía de la madera, etc.), la velocidad de crecimiento, y las estrategias de defensa contra los herbívoros (e.g., espinas y exudados) (Lebrija-Trejos et al. 2010, Chaturvedi et al. 2011, Wörbes et al. 2013). Sin embargo, hacen falta estudios que recopilen información sobre rasgos funcionales de las plantas de BST y de cómo estos rasgos pueden predecir cambios en el medio ambiente y la composición florística de estos bosques (Chaturvedi et al. 2011). Tales estudios son fundamentales para obtener una visión completa sobre la ecología, la composición y función de los bosques secos tropicales (Lavorel y Garnier 2002, McGill et al. 2006, Westoby y Wright 2006, Messier et al. 2010). Más aún, son críticos para entender y predecir la respuesta y adaptabilidad del BST al cambio climático y a las constantes presiones antropogénicas que transforman a estos bosques.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los Herbarios FMB, UDBC, CDMB, TULV, DUGAND, ICESI y TOLI por la colaboración frente a la consulta de registros botánicos y listados taxonómicos de BST. Un agradecimiento especial a Juan Pablo Gómez por su asesoría en análisis estadísticos, a Paola Piñeros y Rodrigo Barbelo por la organización y estandarización de los datos de la lista de plantas de bosques secos de Colombia, a Carolina Castellanos por las imágenes de las plantas de bosques secos y a R. Toby Pennington por la revisión de este capítulo. Las fuentes de financiación para este estudio fueron JRS Biodiversity Foundation, Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ecopterol.

## LA COSTA CARIBE

### HERMES CUADROS Y ÁLVARO IDÁRRAGA



Los bosques secos del Caribe. Fotografía: Hermes Cuadros

El Caribe es la región donde se encuentran las áreas remanentes más grandes de BST en manchas boscosas de hasta 6000 ha que van desde el nivel del mar hasta 650 msnm. En esta región se encuentran los relictos de bosque seco en mejor estado de conservación (Rodríguez et al. 2012) incluyendo el Parque Nacional Natural Tayrona, y el Santuario de Fauna y Flora Los Colorados. Desde el punto de vista biogeográfico, el bosque seco de esta región combina elementos del norte como México y el Caribe costero, como especies que se desarrollaron sobre una matriz húmeda que va

del oeste al este. De hecho hay muchas especies de esta región que erosionaron desde los Andes provenientes del Pacífico. Estas a su vez provenían desde la Amazonia, y cruzaron hacia el norte de Colombia donde fueron posteriormente influenciadas por la regresión marina y los desplazamientos de los Andes, la Sierra Nevada de Santa Marta y el río Magdalena. Por ejemplo, en la Serranía de San Lucas, hay un piedemonte estacionalmente seco y localidades húmedas que recuerdan al Pacífico con robledales de *Colombobalanus excelsa* y *Quercus humboldtii*, y especies como *Alibertia patinoi* y *Handroanthus billbergii* en los extremos de humedad.

Las especies arbóreas más características del bosque seco en el Caribe son *Cavanillesia platanifolia*, *Astrocaryum malybo*, *Aspidosperma polyneuron*, *Peltogyne purpurea*, *Swietenia macrophylla*, *Pereskia guamacho*, *Brosimum alicastrum*, *Ampelocera macphersonii*, *Handroanthus impetiginosus*, *Bulnesia arborea*, *Elaeis oleífera*, *Pseudobombax septenatum* y *Pterygota colombiana*, para mencionar sólo unas pocas. En la zona costera de la planicie del Caribe, donde el bosque está representado en pequeños relictos que presentan colinas bajas y están sometidas a una fuerte intervención, las especies más comunes son el almendro (*Terminalia catappa*), el icaco (*Chrysobalanus icaco*), el uvito (*Coccoloba uvífera*), el cedro (*Cedrela odorata*) y el matarratón (*Glicícidia sepium*). En las últimas décadas también se observan grandes áreas reforestadas principalmente con teca (*Tectona grandis*), una especie exótica utilizada por el alto valor comercial de su madera.

## LA REGIÓN NORANDINA

ALICIA ROJAS

En la región NorAndina los bosques secos se encuentran asociados al valle medio del río Chicamocha en Santander, y a las inmediaciones de Cúcuta y los valles de Convención y Ocaña en Norte de Santander. En general, los bosques secos que existen todavía en esta región se han conservado porque están presentes en áreas de grandes pendientes. Aquí se encuentra una de las formaciones emblemáticas del bosque seco en el país; el cañón de río Chicamocha, el cual presenta una elevada aridez y está dominado por una cobertura subxerofítica de matorrales. En esta zona hay especies endémicas claves como la Ceiba barrigona (*Cavanillesia chicamochaë*), el cacao indio (*Zamia encephalartoides*) y dos especies de cactus (*Melocactus pescaderensis* y *Melocactus guanensis*) que tienen un área de distribución muy reducida y una baja densidad poblacional. A diferencia de la ceiba barrigona, la zamia y los cactus no fueron detectadas ni en colecciones de herbario, ni en el campo en este estudio. Otras especies de cactus (*Stenocereus griseus*, *Cereus hexagonus*, *Opuntia caracasana* y *Opuntia dillenii*) y dos arbustos (*Lippia origanoides* y *Cnidoscolus tubulosus*) son comunes porque son resistentes al estrés hídrico y a la herbivoría por parte del ganado caprino. Las cabras consumen la mayoría de las especies nativas, lo cual ha contribuido a la homogenización de la cobertura vegetal y a la predominancia de especies tóxicas como la especie exótica *Calotropis procera*.



Relicto de bosque seco secundario en el municipio de Girón. Especie dominante *Cavanillesia chicamochaë*. Fotografía: Alicia Rojas

El BST en esta región se encuentra también en los cañones de otros tres ríos: En el cañón del río Suratá se destacan especies arbóreas emergentes como *Bursera simauruba*, *Pseudobombax septenatum*, *Astronium graveolens*, *Calliandra purdiei*, *Plumeria pudica*, *Calliandra pittierii* y *Acrocomia aculeata*. La especie *Zamia muricata*, al igual que un buen número de especies de orquídeas epifitas como *Laelia splendida*, *Brassavola nodosa* y especies rupícolas como *Epidendrum ibaguensis* también están presentes. Mientras tanto, en el cañón del río Lebrija las especies emergentes más características son *Xylopia aromatica*, *Bursera simaruba*, *Plumeria pudica*, *Clusia multiflora*, *Cordia alliodora*, *Calliandra purdiei*, *Furcraea cabuya*, *Hura crepitans*, *Piptocoma discolor*, *Bauhinia picta*, *Psidium guineense*, *Bactris gasipaes* var. *chichagui*, *Sabal mauritiiformis*, *Muntingia calabura*, *Guazuma ulmifolia*, *Casearia grandiflora*, *Ficus insipida*, *Luehea speciosa* y *Machaerium capote*. Así mismo, en las áreas próximas al río se observan especies como *Carludovica palmata* y *Heliconia latispatha*, y en áreas escarpadas con rocas de gran tamaño *Brassavola nodosa*. Finalmente, en el río Cáchira el bosque seco se caracteriza por especies como *Byrsonima crassifolia*, *Calliandra purdiei*, *Calliandra pittierii*, *Furcraea cabuya*, *Albizia carbonaria*, *Platymiscium pinnatum*, *Wigandia urens* y *Machaerium microphyllum*.

## VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO CAUCA

WILLIAM VARGAS, ALEJANDRO CASTAÑO Y ÁLVARO IDÁRRAGA



Bosque seco en la margen izquierda del río Cauca, en jurisdicción del municipio de Olaya. Fotografía Á. Idárraga.

El bosque seco del valle geográfico del río Cauca se distribuye en los piedemontes de la cordillera Occidental y al norte de la Central, en las tierras onduladas del norte del departamento, y varios enclaves entre los que sobresalen los de los ríos Dagüa y Garrapatas en la cordillera Occidental, y Nima y Amaime en la Central. En esta región la zona plana o el valle geográfico se caracterizaba por una vegetación de humedales y bosques inundables, mientras que los bosques secos eran abundantes en el piedemonte. Sin embargo, ambos tipos de cobertura han desaparecido en un 94% de sus coberturas originales (CVC 2007), y en estudios recientes se determinó que el BST en esta región

sólo permanece en fragmentos que varían entre 1 y 330 ha (Vargas 2012). De hecho la mayoría de los parches se encuentra entre 1 y 9 ha, y los pocos fragmentos con un área mayor a 100 ha están muy dispersos (Arcila-Cardona et al. 2012). A pesar de esto, los bosques secos de esta región son los más diversos del país (Figuras 2.2 y 2.3) (Idárraga et al. 2011, Vargas 2012). Muchas de estas especies se han dispersado en el valle geográfico gracias a la transformación de estas tierras y a la construcción de infraestructuras que limitan las inundaciones. De hecho la flora actual de la zona plana es una mezcla entre especies propias, especies de los bosques secos, especies cultivadas y especies invasoras. La flora del bosque seco del valle geográfico del Cauca, a diferencia de otras regiones, no está dominada por un grupo en particular de plantas, sino que se caracteriza por una mezcla de especies entre las que sobresalen las familias Fabaceae, Moraceae, Lauraceae, Salicaceae, Rutaceae, Malvaceae, Annonaceae, Capparaceae, Meliaceae, Sapindaceae, Anacardiaceae y Myrtaceae (Anexo 1). Pocos remanentes de bosque se encuentran en buen estado de conservación, y la pérdida de especies es considerable. Por ejemplo, al menos 80% de los árboles de esta región se encuentran amenazados nacional o regionalmente, especialmente por la deforestación, la degradación del hábitat, la sobreexplotación y la pérdida de dispersores.

En el valle del río Cauca se combinan elementos del Pacífico que se cueñan desde las montañas de la cordillera Occidental con aquellos propios del bosque seco. Esta combinación genera ecotonos de gran valor para la conservación de algunas especies de árboles, hierbas terrestres y grupos de epífitas como orquídeas y bromelias de BST. Por ejemplo, en los bosques secos de esta región hay cerca de 100 especies de orquídeas, las cuales provienen de otras formaciones boscosas más húmedas. En esta región el bosque seco está presente en seis subregiones: el cañón bajo del río Cauca, el piedemonte de la cordillera Central, el piedemonte de la cordillera Occidental, la cuenca alta del río Cauca, y las cuencas de los ríos Dagüa y Garrapatas (Tabla 1). En estas subregiones se destacan especies típicas de bosque seco como el igüa (*Albizia guachapele*), la palma real o palma cuezco (*Attalea butyracea*), el tachuelo (*Zanthoxylum* spp.), la guadua (*Guadua angustifolia*), el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), el algarrobo (*Hymenaea courbaril*), el balso (*Ochroma pyramidale*), el guamo (*Inga edulis*), el velero (*Senna spectabilis*), el carbonero (*Calliandra pittieri*), *Ocotea veraguensis* y *Acacia pennatula*.

## VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO CAUCA

WILLIAM VARGAS, ALEJANDRO CASTAÑO Y ÁLVARO IDÁRRAGA

Tabla 1. Lista de especies representativas en los bosques secos de cinco subregiones del valle geográfico del río Cauca.

Cañón bajo del río Cauca	Piedemonte de la cordillera Central	Piedemonte de la cordillera Occidental	Cuenca alta del río Cauca	Ríos Dagüa y Garrapatas
<i>Achatocarpus nigricans</i>	<i>Acacia pennatula</i>	<i>Calliandra pittieri</i>	<i>Calliandra pittierii</i>	<i>Acacia pennatula</i>
<i>Acrocomia aculeata</i>	<i>Albizia guachapele</i>	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	<i>Casearia sylvestris</i>	<i>Armatocereus humilis</i>
<i>Albizia guachapele</i>	<i>Myrsine pinnata</i>	<i>Ficus benjamina</i>	<i>Croton gossypifolius</i>	<i>Bactris gasipaes</i> var. <i>Chichagüi</i>
<i>Astronium graveolens</i>	<i>Andira inermis</i>	<i>Guadua angustifolia</i>	<i>Cupania americana</i>	<i>Calliandra pittieri</i>
<i>Attalea butyracea</i>	<i>Attalea amygdalina</i>	<i>Inga edulis</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Cnidioscolus tubulosus</i>
<i>Bactris gasipaes</i> var. <i>Chichagüi</i>	<i>Attalea butyracea</i>	<i>Melocactus curvispinus</i> subsp. <i>loboguerreroi</i>	<i>Genipa americana</i>	<i>Croton gossypifolius</i>
<i>Bursera simaruba</i>	<i>Brosimum alicastrum</i>	<i>Quararibea cordata</i>	<i>Guadua angustifolia</i>	<i>Guadua angustifolia</i>
<i>Quadralla indica</i>	<i>Citharexylum kunthianum</i>	<i>Senna spectabilis</i>	<i>Guarea guidonia</i>	<i>Hylocereus</i> sp.
<i>Cedrela odorata</i>	<i>Croton gossypifolius</i>	<i>Tecoma stans</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Opuntia pittieri</i>
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	<i>Erythrina poeppigiana</i>	<i>Toxicodendron striatum</i>	<i>Hymenaea courbaril</i>	<i>Pilosocereus colombianus</i>
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Guadua angustifolia</i>	<i>Trichanthera gigantea</i>	<i>Inga edulis</i>	<i>Senna spectabilis</i>
<i>Erythrina poeppigiana</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	<i>Miconia albicans</i>	<i>Trema micrantha</i>
<i>Ficus insipida</i>	<i>Machaerium capote</i>		<i>Miconia minutiflora</i>	
<i>Guadua angustifolia</i>	<i>Ocotea veraguensis</i>		<i>Myrcia popayanensis</i>	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Spondias mombin</i>		<i>Myrsine guianensis</i>	
<i>Gyrocarpus americanus</i>	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>		<i>Ochroma pyramidale</i>	
<i>Hymenaea courbaril</i>	<i>Zanthoxylum verrucosum</i>		<i>Oreopanax acerifolius</i>	
<i>Muntingia calabura</i>			<i>Oreopanax cecropifolius</i>	
<i>Ochroma pyramidale</i>			<i>Psidium guajava</i>	
<i>Ocotea veraguensis</i>			<i>Sapindus saponaria</i>	
<i>Opuntia elatior</i>			<i>Senna spectabilis</i>	
<i>Platymiscium pinnatum</i>				
<i>Rhipsalis</i> spp.				
<i>Syagrus sancona</i>				
<i>Tillandsia recurvata</i>				
<i>Wigandia urens</i> var. <i>caracasana</i>				
<i>Zanthoxylum</i> spp.				

## VALLE GEOGRÁFICO DEL RIO MAGDALENA

### NELLY RODRÍGUEZ Y RENÉ LÓPEZ



Paisaje fragmentado con relictos de bosque seco en el sector de Aipe (Tolima). Fotografía: René López y Nelly Rodríguez.

Los bosques secos del valle del Magdalena están en los departamentos de Huila, Tolima, Cundinamarca y un pequeño sector al oriente del departamento de Caldas, en un área de aproximadamente 130,000 ha. Sólo un 36% de esta área son bosques de galerías y arbustales en diferentes estados de conservación que se distribuyen de manera dispersa, donde el mayor número de remanentes se encuentran en los municipios de Alpujarra, Coyaima, Piedras y Coello (Departamento de Tolima) y Aipe (Departamento de Huila). La superficie restante está ocupada por mosaicos de pastos para la ganadería, cultivos, y áreas naturales que corresponden a vegetación secundaria y que varían significativamente en cuando a distribución espacial, estado sucesional,

forma y tamaño.

Las presiones más significativas sobre estos parches de bosque seco son la ganadería, la presencia de cultivos de arroz y el fuego. Los componentes arbóreos más importantes son la palma cuezco (*Attalea butyracea*), el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), el igüa (*Albizia guachapele*), el samán (*Samanea saman*), el carbonero (*Calliandra pittieri*), el ciruelo de perro (*Malpighia glabra*), el bilibili (*Guarea guidonia*), balso (*Ochroma pyramidale*), capote (*Machaerium capote*), *Cordia dentata* y *Sesbania grandiflora*, entre otras. La regeneración natural en el BST de esta región es limitada por la presencia del ganado que evita los procesos de sucesión. La progresiva degradación de las coberturas en sus componentes arbóreos y arbustivos supone un proceso de pérdida de la composición, tamaño y estructura de los parches. 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 pelá (*Vachellia farnesiana*), el cuji (*Pithecellobium dulce*), el angarillo (*Chloroleucon mangense*), el ortiguillo (*Acalypha macrostachya*) y *Croton schiedeanus*, las cuales son indicadores de áreas degradadas.

Los bosques de galería están asociados a los pequeños afluentes de los ríos Magdalena, Paches, Paguey y Negro en Cundinamarca, Loro, Aipe, Bache y Ceiba en Huila, y Cabrera, Anchique, Chipalo y Coello en Tolima. Estos se encuentran muy degradados y presentan una vegetación secundaria de baja altura con especies emergentes aisladas de bosques secos. Las especies más comunes en el dosel de estos bosques son el caracolí (*Anacardium excelsum*), el igüa (*Albizia guachapele*), el bilibili (*Guarea guidonia*), los yarumos (e.g., *Cecropia peltata*), *Trichilia pallida* y *Guazuma ulmifolia*. En estos remanentes de bosque no sólo se ha perdido la composición y la estructura, sino también funciones ecológicas como la regulación hídrica, el control de erosión y la captura de biomasa, entre otros. Un componente muy importante y característico de las riberas en esta región es la presencia de plantas trepadoras (lianas o bejucos). Por ejemplo, un registro importante para esta zona es la presencia de la orquídea *Vanilla odorata*, de un género de importancia comercial que tiene más de 110 especies distribuidas en las zonas bajas de los trópicos (Soto-Arenas 1999).

En las áreas de colinas y pendientes fuertes en condiciones más drástica de sequía son comunes los arbustos y varias cactáceas. Estos juegan el papel fundamental de frenar los procesos de erosión del suelo. Por ejemplo, Shachak et al. (1998) demostraron que la reducción en la cobertura arbustiva aumenta el lavado de nutrientes y la desertificación en zonas áridas y semiáridas, por lo que la remoción de la vegetación arbustiva por acción antropogénica puede acelerar dramáticamente los procesos erosivos. Estos arbustales se encuentran generalmente compuestos por especies como el chaparro (*Curatella americana*), el peralejo (*Byrsonima crassifolia*), y el sembé (*Xylopia aromatica*), así como árboles de carnefiambre (*Roupala montana*), varias especies del género *Eugenia* (Myrtaceae) y bejucos de la familia Apocynaceae.

## VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO PATÍA

HERNANDO VERGARA



**Figura 1.** Panorámica del valle del Patía. Pastizales para ganadería, árboles esparcidos y remanentes boscosos. Fotografía: Hernando Vergara-Varela.

En el valle del río Patía las áreas de bosque seco se localizan en los municipios de Patía, Bolívar y Mercaderes en el departamento del Cauca. Estas son áreas más o menos planas, de moderada altitud y cubiertas por pasturas de origen antropogénico o rastrojos secundarios. El BST de esta región sólo queda en relictos situados cerca de las riberas de las quebradas y en pequeñas extensiones en áreas planas, ya que la vegetación original ha sido en muchos casos quemada, y de todas maneras substituida por cultivos y pastizales para la ganadería. Según el Ministerio del Ambiente (2000), estas áreas secas del departamento del Cauca son altamente propensas a la desertificación debido a la pérdida de sus coberturas boscosas.



**Figura 2.** Remanente de bosque seco tropical en el sitio La Pachuca, Municipio de Patía. Fotografía: Hernando Vergara.

Muchos de los remanentes de bosque seco en el Patía se ubican entre los 500 y 800 msnm., y su vegetación está estructuralmente definida por la cobertura y la altura de los árboles. En el gradiente latitudinal de norte a sur del Cauca a Nariño, la vegetación de la cobertura densa, semi-densa o abierta de árboles altos va desapareciendo para dar lugar a una vegetación de arbustales y matorrales. Se pueden identificar dos grandes clases de cobertura: una dominada por pastizales debido a las intervenciones, y otra por el componente arbóreo y arbustivo. Las especies *Citharexylum kunthianum*, *Pithecelobium dulce*, *Coutarea hexandra* y *Lanthoxylum caribaeum* caracterizan la vegetación de los bosques densos y abiertos, mientras que *Zanthoxylum fagara*, *Eugenia sp.* y *Guazuma ulmifolia* son típicas de la vegetación riparia con presencia de orquídeas como *Prosthechea livida*. Finalmente, la vegetación de pastizales se caracteriza por tener árboles esparcidos de *Dichanthium aristatum* y *Desmodium incanum*. Otras especies presentes en el valle son *Cassia grandis*, *Crescentia cujete*, *Bromelia karatas*, *Annona muricata*, *Croton hibiscifolius*, *Calliandra pittieri* y *Cupania latifolia*. Así mismo, al sur del valle se identifica una vegetación de tipo arbustivo caracterizada por la presencia de *Handroanthus chrysanthus* y *Pithecelobium lanceolatum*.

## REGIÓN DE LOS LLANOS

FRANCISCO CASTRO-LIMA Y MARIA FERNANDA GONZÁLEZ



Bosques caducifolios del piedemonte llanero, Arauca.  
Fotografía: María Fernanda González

Los bosques secos de la región Orinoquia no son visibles en el mapa de distribución del BST para Colombia. Sin embargo, hay una gran similitud entre el BST del Caribe y algunas formaciones de la Orinoquia como los bosques caducifolios del piedemonte llanero, las Selvas del Lipa y los afloramientos rocosos con vegetación esclerófila y caducifolia del Andén Orinoqués del departamento del Vichada (Espinal y Montenegro 1963). Todas estas formaciones presentan ambientes secos y xerofíticos muy poco estudiados. Esta similitud no se debe a los índices de precipitación, que son bastante diferentes entre el Caribe y la Orinoquia, sino

a las condiciones del suelo. Los bosques de la Orinoquia presentan suelos con baja capacidad de retención de agua y en algunos casos, capas de arena, arcilla o rocas que hacen imposible el flujo hídrico entre la superficie y los acuíferos (Castro 2003). Estas condiciones edafológicas y geológicas hacen que la flora de estos bosques se mantenga en un constante estrés hídrico debido al déficit de agua, generando respuestas adaptativas como la caducifolia y el desarrollo de raíces capaces de acumular agua durante la época seca.

Los bosques caducifolios del piedemonte se encuentran principalmente en los departamentos de Arauca y Casanare, donde crecen entremezclados con las sabanas y los bosques siempre verdes del piedemonte (Figura 1). Presentan especies típicas de bosque seco como *Sapindus saponaria*, *Attalea butyracea*, *Spondias mombin*, *Calliandra purdiei*, *Swartzia trianae*, *Machaerium biovulatum*, *Platymiscium pinnatum*, *Cedrela odorata*, *Miconia minutiflora*, *Cochlospermum vitifolium*, *Astronium graveolens*, *Pterocarpus acapulcensis*, *Sorocea sprucei*, *Brosimum alicastrum*, *Handroanthus chrysanthus*, *Ceiba pentandra*, *Ochroma pyramidale*, *Pseudobombax septenatum*, *Cereus hexagonus*, *Cecropia peltata*, *Curatella americana*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Albizia guachapele*, *Maclura tinctoria*, *Triplaris americana*, *Guazuma ulmifolia*, *Bactris guineensis*, *Bactris major*, *Cordia gerascanthus*, *Pachira quinata*, *Dolichandra unguis-cati*, *Bursera simaruba*, *Crateva tapia*, *Coccoloba caracasana*, *Trichilia martiana*, *Cordia panamensis*, *Cyrtocarpa velutinifolia*, *Clitoria hermannii*, *Clitoria dendrina*, *Senegalia polyphylla*, *Dolichandra uncata*, y *Cordia bicolor*.

## REGIÓN DE LOS LLANOS

FRANCISCO CASTRO-LIMA Y MARIA FERNANDA GONZÁLEZ

Las Selvas del Lipa se encuentran en el departamento de Arauca, y están formadas por una combinación de bosques húmedos y secos. Estos bosques son de gran interés ya que además de ser caducifolios, son inundados por los ríos Ele y Lipa durante la época de lluvias. Presentan especies típicas de BST como *Sapindus saponaria*, *Attalea butyracea*, *Spondias mombin*, *Pachira quinata*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia gerascanthus*, *Bursera simaruba*, *Luehea seemannii*, *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra* y *Ruprechtia ramiflora*. Por otro lado, los bosques secos del Vichada son bosques asociados a los afloramientos rocosos del escudo Guayanés, y están representados por bosques deciduos o semideciduos ubicados en las bases y las cimas de las rocas (tepuyes), y por parches de vegetación casmofítica dispersos por todo el afloramiento. Los bosques deciduos o semideciduos son únicos y su composición florística es particularmente diversa debido a la composición química y física del suelo. De hecho el suelo ubicado en la base de los tepuyes presenta mayores contenidos de Ca, Mg, K y P, y baja saturación de aluminio comparados a los de las sabanas (Castro-Lima 2010). Algunos de estos bosques presentan dominancia de especies como *Attalea maripa*, *Syagrus orinocensis*, y *Anadenanthera peregrina*, y algunas especies típicas de bosque seco como *Handroanthus chrysanthus*, *Handroanthus ochraceus*, *Hymenaea courbaril*, *Allophylus racemosus* y *Pterocarpus acapulcensis*. La vegetación casmofítica se presenta en parches o matorrales esclerófilos o simplemente como especies dispersas por los afloramientos que se establecen directamente en la roca desnuda en sitios donde se acumula el suelo y la materia orgánica, como en las grietas formadas por la meteorización. Las especies típicas de bosque seco que se encuentran en estos bosques son *Plumeria inodora* y *Waltheria berteroi*, entre otras.



Bosques caducifolios del piedemonte llanero, Arauca.  
Fotografía: María Fernanda González



Bosques caducifolios y semicaducifolios en la base del tepuy, Vichada.  
Fotografías: Francisco Castro.



Bosques caducifolios y semicaducifolios en la cima del tepuy, Vichada.  
Fotografía: Francisco Castro

## PLANTAS DEL BOSQUE SECO TROPICAL

Las plantas de los bosques secos de Colombia: guía ilustrada.

Fotografías: 1. A. Idarraga, 2. C. Castellanos, 3. C. Pizano, 4. F. Castro,  
5. M. González, 6. R. González, 7. R. López, 8. W. Vargas



Acanthaceae.  
*Ruellia tuberosa* <sup>6</sup>



Achariaceae.  
*Carpotroche grandiflora* <sup>3</sup>



Amaryllidaceae.  
*Eucharis caucana* <sup>8</sup>



Anacardiaceae.  
*Anacardium excelsum* <sup>9</sup>



Anacardiaceae.  
*Tapirira guianensis* <sup>8</sup>



Annonaceae.  
*Annona purpurea* <sup>2</sup>



Apocynaceae.  
*Plumeria inodora* <sup>8</sup>



Apocynaceae.  
*Plumeria pudica* <sup>8</sup>



Apocynaceae.  
*Rauvolfia tetraphylla* <sup>2</sup>



Apocynaceae.  
*Tabernaemontana amygdalifolia* <sup>2</sup>



Apocynaceae.  
*Tabernaemontana cymosa* <sup>8</sup>



Araceae.  
*Anthurium caucavallense* <sup>8</sup>



Araceae.  
*Anthurium cubense* <sup>8</sup>



Araceae.  
*Acoelorrhaphe wrightii* <sup>6</sup>



Araceae.  
*Attalea amygdalina* <sup>8</sup>



Araceae.  
*Attalea butyracea* <sup>7</sup>



Araceae.  
*Bactris gasipaes* <sup>8</sup>



Araceae.  
*Bactris guineensis* <sup>8</sup>



Araceae.  
*Bactris major* <sup>5</sup>



Araceae.  
*Sabal mauritiformis* <sup>8</sup>



Arecaceae.  
*Syagrus sancona*<sup>8</sup>



Aristolochiaceae.  
*Aristolochia ringens*<sup>6</sup>



Aristolochiaceae.  
*Aristolochia maxima*<sup>5</sup>



Asteraceae.  
*Cosmos caudatus*<sup>6</sup>



Asteraceae.  
*Lycoseris trinervis*<sup>6</sup>



Bignoniaceae.  
*Jacaranda caucana*<sup>8</sup>



Bignoniaceae.  
*Jacaranda copaia*<sup>8</sup>



Bignoniaceae.  
*Jacaranda obtusifolia*<sup>3</sup>



Bignoniaceae.  
*Martella obovata*<sup>8</sup>



Bixaceae.  
*Cochlospermum orinocense*<sup>4</sup>



Bixaceae.  
*Cochlospermum vitifolium*<sup>6</sup>



Boraginaceae.  
*Bourreria cumanensis*<sup>2</sup>



Boraginaceae.  
*Cordia gerascanthus*<sup>6</sup>



Boraginaceae.  
*Cordia lutea*<sup>8</sup>



Boraginaceae.  
*Cordia sebestena*<sup>8</sup>



Bromeliaceae.  
*Bromelia karatas*<sup>7</sup>



Bromeliaceae.  
*Bromelia pinguin*<sup>7</sup>



Bromeliaceae.  
*Pitcairnia maidifolia*<sup>5</sup>



Bromeliaceae.  
*Tillandsia pruinosa*<sup>5</sup>



Burseraceae.  
*Bursera graveolens*<sup>6</sup>



Burseraceae.  
*Bursera simaruba*<sup>6</sup>



Burseraceae.  
*Protium guianense*<sup>6</sup>



Cactaceae.  
*Armatocereus humilis*<sup>8</sup>



Cactaceae.  
*Melocactus curvispinus*<sup>8</sup>



Cactaceae.  
*Melocactus mazelianus*<sup>7</sup>



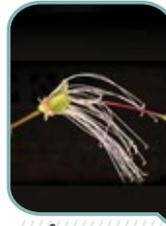
Cactaceae.  
*Opuntia caracasana* <sup>6</sup>



Cactaceae.  
*Pereskia guamacho* <sup>8</sup>



Capparaceae.  
*Belencita nemorosa* <sup>2</sup>



Capparaceae.  
*Cappariastrum cuatrecesanum* <sup>8</sup>



Capparaceae.  
*Cappariastrum frondosum* <sup>8</sup>



Capparaceae.  
*Crateva tapia* <sup>8</sup>



Capparaceae.  
*Cynophalla amplissima* <sup>2</sup>



Capparaceae.  
*Cynophalla verrucosa* <sup>2</sup>



Capparaceae.  
*Quadrella indica* <sup>2</sup>



Chrysobalanaceae.  
*Chrysobalanus icaco* <sup>6</sup>



Clusiaceae.  
*Clusia major* <sup>6</sup>



Clusiaceae.  
*Clusia rosea* <sup>3</sup>



Clusiaceae.  
*Garcinia madruno* <sup>8</sup>



Compositae.  
*Lycoseris mexicana* <sup>1</sup>



Cyclanthaceae.  
*Carludovica palmata* <sup>8</sup>



Dilleniaceae.  
*Curatella americana* <sup>3</sup>



Dilleniaceae.  
*Davilla nitida* <sup>3</sup>



Euphorbiaceae.  
*Croton caracasanus* <sup>8</sup>



Euphorbiaceae.  
*Croton leptostachyus* <sup>8</sup>



Euphorbiaceae.  
*Hura crepitans* <sup>2</sup>



Euphorbiaceae.  
*Jatropha gossypifolia* <sup>6</sup>



Euphorbiaceae.  
*Sapium glandulosum* <sup>2</sup>



Fabaceae.  
*Abrus precatorius* <sup>6</sup>



Fabaceae.  
*Brownea ariza* <sup>1</sup>



Fabaceae.  
*Caesalpinia andreana* <sup>8</sup>



Fabaceae.  
*Centrosema pubescens*<sup>8</sup>



Fabaceae.  
*Chamaecrista nictitans*<sup>5</sup>



Fabaceae.  
*Machaerium capote*<sup>3</sup>



Fabaceae.  
*Mimosa albida*<sup>8</sup>



Fabaceae.  
*Peltogyne purpurea*<sup>8</sup>



Fabaceae.  
*Prithcellobium lanceolatum*<sup>2</sup>



Fabaceae.  
*Swartzia robinifolia*<sup>8</sup>



Fabaceae.  
*Swartzia simplex*<sup>2</sup>



Fabaceae.  
*Vachellia collinsii*<sup>6</sup>



Fabaceae.  
*Vachellia farnesiana*<sup>6</sup>



Fabaceae.  
*Zygia inaequalis*<sup>2</sup>



Gesneriaceae.  
*Drymonia serrulata*<sup>8</sup>



Heliconiaceae.  
*Heliconia platystachys*<sup>5</sup>



Lamiaceae.  
*Vitex cymosa*<sup>7</sup>



Lamiaceae.  
*Vitex orinocensis*<sup>3</sup>



Lecythidaceae.  
*Gustavia speciosa*<sup>8</sup>



Lecythidaceae.  
*Gustavia superba*<sup>8</sup>



Lecythidaceae.  
*Lecythis minor*<sup>8</sup>



Malpighiaceae.  
*Bunchosia diphylla*<sup>2</sup>



Malpighiaceae.  
*Byrsonima crassifolia*<sup>3</sup>



Malpighiaceae.  
*Byrsonima spicata*<sup>6</sup>



Malvaceae.  
*Apeiba tibourbou*<sup>2</sup>



Malvaceae.  
*Byttneria aculeata*<sup>8</sup>



Malvaceae.  
*Cavanillesia chicamocha*<sup>6</sup>



Malvaceae.  
*Ceiba pentandra*<sup>8</sup>



Malvaceae.  
*Helicteres*  
*guazumifolia* <sup>8</sup>



Malvaceae.  
*Malvaviscus*  
*arboreus* <sup>8</sup>



Malvaceae.  
*Pachira*  
*aquatica* <sup>7</sup>



Malvaceae.  
*Pseudobombax*  
*croizatii* <sup>3</sup>



Malvaceae.  
*Sterculia*  
*apetala* <sup>8</sup>



Marantaceae.  
*Stromanthe*  
*jacquinii* <sup>7</sup>



Marantaceae.  
*Thalia*  
*geniculata* <sup>5</sup>



Melastomataceae.  
*Grafenriedia*  
*rotundifolia* <sup>3</sup>



Meliaceae.  
*Trichilia*  
*acuminata* <sup>2</sup>



Meliaceae.  
*Trichilia*  
*appendiculata* <sup>8</sup>



Meliaceae.  
*Trichilia*  
*carinata* <sup>6</sup>



Meliaceae.  
*Trichilia*  
*hirta* <sup>6</sup>



Meliaceae.  
*Trichilia*  
*oligofoliolata* <sup>6</sup>



Meliaceae.  
*Trichilia*  
*pallida* <sup>8</sup>



Moraceae.  
*Maclura*  
*tinctoria* <sup>2</sup>



Muntingiaceae.  
*Muntingia*  
*calabura* <sup>2</sup>



Myrtaceae.  
*Eugenia*  
*acapulcensis* <sup>6</sup>



Myrtaceae.  
*Myrcia*  
*popayanensis* <sup>3</sup>



Ochnaceae.  
*Ouratea*  
*nitida* <sup>6</sup>



Onagraceae.  
*Ludwigia*  
*peruviana* <sup>6</sup>



Orchidaceae.  
*Brassavola*  
*nodosa* <sup>8</sup>



Orchidaceae.  
*Cyrtopodium*  
*paniculatum* <sup>3</sup>



Orchidaceae.  
*Encyclia*  
*leucantha* <sup>6</sup>



Orchidaceae.  
*Epidendrum*  
*calanthum* <sup>3</sup>



Orchidaceae.  
*Epidendrum*  
*ibaguense* <sup>6</sup>



Orchidaceae.  
*Galeandra beyrichii*<sup>8</sup>



Orchidaceae.  
*Sobralia virginalis*<sup>6</sup>



Passifloraceae.  
*Passiflora capsularis*<sup>5</sup>



Passifloraceae.  
*Passiflora coriacea*<sup>8</sup>



Passifloraceae.  
*Passiflora foetida*<sup>5</sup>



Passifloraceae.  
*Passiflora serrulata*<sup>6</sup>



Poaceae.  
*Guadua angustifolia*<sup>8</sup>



Polygonaceae.  
*Ruprechtia ramiflora*<sup>2</sup>



Primulaceae.  
*Stylogyne turbacensis*<sup>2</sup>



Rubiaceae.  
*Genipa americana*<sup>8</sup>



Rubiaceae.  
*Hamelia patens*<sup>8</sup>



Rubiaceae.  
*Posoqueria coriacea*<sup>7</sup>



Rubiaceae.  
*Randia armata*<sup>6</sup>



Rubiaceae.  
*Randia dioica*<sup>2</sup>



Rubiaceae.  
*Simira cordifolia*<sup>6</sup>



Rutaceae.  
*Esembeckia alata*<sup>6</sup>



Rutaceae.  
*Zanthoxylum caribaeum*<sup>6</sup>



Salicaceae.  
*Laetia corymbulosa*<sup>8</sup>



Sapindaceae.  
*Paullinia alata*<sup>6</sup>



Sapindaceae.  
*Sapindus saponaria*<sup>6</sup>



Simaroubaceae.  
*Quassia amara*<sup>2</sup>



Smilacaceae.  
*Smilax spinosa*<sup>8</sup>



Solanaceae.  
*Solanum fallax*<sup>8</sup>



Urticaceae.  
*Cecropia peltata*<sup>2</sup>



Violaceae.  
*Hybanthus prunifolius*<sup>6</sup>



## REFERENCIAS

- Adarve, JA M Torres, J Home, JA Vargas, K Rivera, OL Duque, M Cárdenas, V Londoño y AM González. 2010. Estructura y riqueza florística del PNR El Vínculo, Buga, Colombia. *Cespedesía* 32: 21-36
- Aide, T. M. 1992. Dry season leaf production: an escape from herbivory. *Biotropica* 24:532-537.
- Albesiano, S., y J.L. Fernández. 2006. Catálogo comentado de la flora vascular de la franja tropical (500-1200m) del cañón del río Chicamocha (Boyacá-Santander, Colombia). Primera Parte. *Caldasia* 28: 23-44.
- Albesiano, S., y J. O. Rangel. 2006. Estructura de la vegetación del Cañón del río Chicamocha, 500-1200m; Santander, Colombia: Una herramienta para la conservación. *Caldasia* 28: 307-325.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of Linnean Society* 16:105-121.
- Arbeláez, M.V., y A. P. Rosselli. 2005. Seed dispersal modes of the sandstone plateau vegetation of the middle Caquetá river region, Colombian Amazonia. *Biotropica* 37:64-72.
- Arcila-Cardona, A., C. Valderrama-Ardila y P. Chacón-Ulloa. 2012. Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 13: 86-101.
- Balvanera, P., E. Lott, G. Segura, C. Siebe, y A. Islas. 2009. Patterns of  $\beta$ -diversity in a Mexican tropical dry forest. *Journal of Vegetation Science* 13:145-158.
- Baptiste, M.P., D. Cárdenas, L. Bello, J. Cárdenas, S. Sua, y M. Londoño-Murcia. En prensa. Áreas susceptibles a la invasión de plantas de alto riesgo en Colombia. En: *Reporte Sobre Estado y Tendencias de la Biodiversidad Continental en Colombia 2014*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: 2014. Bogotá, Colombia (en prensa).
- Bawa, K. S., D. R. Perry, y J. H. Beach. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I. Sexual systems and incompatibility mechanisms. *American Journal of Botany* 72:331-345.
- Belovsky, G. E., y O. J. Schmitz. 1994. Plant defenses and optimal foraging by mammalian herbivores. *Journal of Mammalogy* 75:816-832.
- Bernal, R., G. Galeano, A. Rodríguez, H. Sarmiento y M. Gutiérrez. 2013. Nombres Comunes de las Plantas de Colombia. Recuperado el 14 de octubre de 2013 de <http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/>
- Bernal, R., R.S. Gradstein. y M. Celis. En prensa. Catálogo de las plantas de Colombia. XX: *Regnum Vegetabile*.
- Berrio, J. C., H. Hooghiemstra, H. Behling, P. Botero, y K. Van der Borg. 2002. Late-Quaternary savanna history of the Colombian Llanos Orientales from Lagunas Chenevo and Mozambique: a transect synthesis. *The Holocene* 12:35-48.
- Bickford, D., D. J. Lohman, N. S. Sodhi, y P. Ng. 2007. Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 22: 148-155.
- Borchert, R. 1994. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology* 75:1437-1449.
- Brown, S., y A. E. Lugo. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global Carbon cycle. *Biotropica* 14:161-187.
- Burns, K. C. 2013. Are there general patterns in plant defence against megaherbivores. *Biological Journal of the Linnean Society* 1-11.
- Calderón, E. 1998. Listas rojas preliminares de plantas vasculares de Colombia, incluyendo orquídeas. Bogotá: IAVH. En línea: [http://www.humboldt.org.co/conservacion/plantas\\_amenazadas.htm](http://www.humboldt.org.co/conservacion/plantas_amenazadas.htm)
- Calderón, E., G. Galeano y N. García, editores. 2002. Libro rojo de plantas fanerógamas de Colombia, Vol. 1, Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecythidaceae, serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Calderón, E., G. Galeano y N. García, editores. 2005. Libro rojo de plantas de Colombia, Vol. 2, Palmas, Frailejones y Zamias, serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.
- Calderón-Sáenz, E., editor. 2007. Libro rojo de plantas de Colombia, Vol. 6, Orquídeas (Primera Parte), serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.
- Carbonó, E. y H. García. 2010. La vegetación terrestre en la ensenada de Neguanje, Parque Nacional Natural Tayrona (Magdalena, Colombia). *Caldasia* 32: 235-256.
- Cárdenas, D. y N.R. Salinas, editores. 2007. Libro rojo de plantas de Colombia, Vol. 4, especies maderables amenazadas (Primera parte), serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.

- Carrillo-Fajardo, M., O. Rivera-Díaz y R. Sánchez-Montaño. 2007. Caracterización florística y estructural del bosque seco tropical del Cerro Tasajero, San José del Cúcuta (Norte de Santander), Colombia. *Actualidades Biológicas* 29: 55-73.
- Castillo-Campos, G., G. Halffter, y C. E. Moreno. 2008. Primary and secondary vegetation patches as contributors to floristic diversity in a tropical deciduous forest landscape. *Biodiversity and Conservation* 17:1701-1714.
- Castro, D.M. 2003. Ensayo sobre tipología de suelos colombianos-énfasis en génesis y aspectos ambientales. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas* 27:319-341.
- Castro-Lima, F. 2010. Avance del conocimiento de la flora del Andén Orinoqués en el departamento del Vichada, Colombia. *Orinoquia* 14: 58-67.
- Chao, A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics* 11:265-270.
- Chao, A., y L. Jost. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology* 93:2533-2547.
- Chaturvedi, R. K., A. S. Raghubanshi, y J. S. Singh. 2011. Plant functional traits with particular reference to tropical deciduous forests: a review. *Journal of Biosciences* 36:963-981.
- Coley, P. D. 1983. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs* 53:209-233
- Coley, P.D., y J.A. Barone. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27: 305-335.
- Colwell, R.K. y J.A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 345:101-118.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC. Plan de acción trienal 2007-2009. Santiago de Cali, Colombia.
- Crawford, P. H. C., y B. W. Hoagland. 2009. Can herbarium records be used to map alien species invasion and native species expansion over the past 100 years? *Journal of Biogeography* 36:651-661.
- Dick, C. W., K. Abdul-Salim, y E. Bermingham. 2003. Molecular systematic analysis reveals cryptic tertiary diversification of a widespread tropical rain forest tree. *American Naturalist* 162:691-703.
- EOL-Enciclopedia of life. 2014. Global access to knowledge about life on Earth. Recuperado el 3 de enero de 2014 de <http://www.eol.org>
- Espinal, L.S. y E. Montenegro. 1963. Formaciones vegetales de Colombia; memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Departamento Agrológico. Bogotá, Colombia.
- Fernández-Pérez, A y S. I. Fernández. 1992. Contribución al estudio florístico de la hoya hidrográfica del río Patía. *Novedades Colombianas, Nueva Época* 5: 27-44.
- Figueroa, Y., y G. Galeano. 2007. Lista comentada de las plantas vasculares del enclave seco interandino de la Tatacoa (Huila, Colombia). *Caldasia* 29:263-281.
- Filip, V., R. Dirzo, J. M. Maass, y J. Sarukhán. 1995. Within-year and among-year variation in the levels of herbivory on the foliage of trees from a Mexican tropical deciduous forest. *Biotropica* 27:78-86.
- Flórez, C.A., y A. Etter. 2003. Caracterización ecológica de las islas Múcura y Tintipán, archipiélago de San Bernardo, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Volumen XXVII, Número 104.*
- Frankie, G. W., H. G. Baker, y P. A. Opler. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62:881-919.
- García, J.D., y O. Rivera. 2010. Composición florística del bosque de Agüil (Aguachica, Cesar) con anotaciones sobre su estructura. Páginas 575-601 en J.O. Rangel, editor. *Colombia Diversidad Biótica VIII: Media y baja montaña de la serranía de Perijá*. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, Colombia.
- García, N. y G. Galeano, editores. 2006. Libro rojo de plantas de Colombia, Vol. 3, Las bromelias, las labiadas y las pasifloras, serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.
- García, N., editor. 2007. Libro rojo de plantas de Colombia, Vol. 5, Las magnoliáceas, las miristicáceas y las podocarpáceas, serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Corantioquia, Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.
- Gentry, A. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. Páginas 146-194 en S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina, editores. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.



- Gerhardt, K. 1998. Leaf defoliation of tropical dry forest tree seedlings – implications for survival and growth. *Trees* 13:88–95.
- Gillespie, T. W., A. Grijalva, y C. N. Farris. 2000. Diversity, composition, and structure of tropical dry forests in Central America. *Plant Ecology* 147:37–47.
- Gillespie, T.W., y H. Walter. 2001. Distribution of bird species richness at a regional scale in tropical dry forest of Central America. *Journal of Biogeography* 28:651–662.
- Giraldo, J.P. y N.M. Holbrook. 2011. Physiological mechanisms underlying the seasonality of leaf senescence and renewal in seasonally dry tropical forest trees. Páginas 129–140 en R. Dirzo, H.S. Young, H.A. Mooney, y G. Ceballos, editores. *Seasonally Dry Tropical Forest*. Island Press, Washington, DC, EE.UU.
- Global Invasive Species Database. 2014. Invasive Species Specialist Group (ISSG) of the IUCN Species Survival Commission. Recuperado el 14 de octubre de 2013 de <http://www.issg.org/>
- González, S.D. y W. Devia. 1995. Caracterización fisionómica de la flora de un bosque seco secundario en el corregimiento de Mateguarda, Tulúa-Valle. *Cespedesia* 20: 35–65.
- Grubb, P. J. 1992. A positive distrust in simplicity-lessons from plant defences and from competition among plants and among animals. *Journal of Ecology* 80: 585–610.
- Guimaraes, P. R. J., M. Galetti, y P. Jordano. 2008. Seed dispersal anachronisms: rethinking the fruits extinct megafauna ate. *PLoS One* 3:e1745.
- Hanley, M. E., B. B. Lamont, M. M. Fairbanks, y C. M. Rafferty. 2007. Plant structural traits and their role in anti-herbivore defence. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8:157–178.
- Hellmann, J. J., y G. W. Fowler. 1999. Bias, precision and accuracy of four measures of species richness. *Ecological Applications* 9:824–834.
- Hoffmann, W.A., V. M. P. C. Lucatelli, F. J. Silva, I. N. C. Azevedo, M. da S. Marinho, A. M. S. Albuquerque, A. de O. Lopes y S. P. Moreira. 2004. Impact of the invasive alien grass *Melinis minutiflora* at the savanna-forest ecotone in the Brazilian Cerrado. *Diversity and Distributions* 10: 99–103
- Holdridge, L. R. 1967. *Life Zone Ecology*, Photographic supplement prepared by J.A. Tosi Jr., rev. ed. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.
- Hoyos-Gómez, S.E., A. Idárraga, J. Betancur, y A. Upegui, A. 2013. *Costa y bosque: plantas del Chocó Darién-Caribe: Guía ilustrada*. Corporación Fragmentos. Medellín, Colombia.
- IAvH -Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 1998. *El bosque seco tropical (Bs-T) en Colombia*. Programa de Inventario de la Biodiversidad Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA-IAvH. Bogotá, Colombia.
- IAvH -Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia & Universidad de los Llanos. 2012. *Memorias encuentro regional para la priorización de especies vegetales en la Orinoquia*, Noviembre 12 y 13 de 2012. IAvH, RNJBC, ULLanos. Villavicencio, Colombia.
- IAvH -Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia & Jardín Botánico de la Quinta de San Pedro Alejandrino. 2013. *Memorias encuentro regional para la priorización de especies vegetales en el Caribe*. IAvH, RNJBC, JBQSPA. Santa Marta, Colombia.
- ICN -Instituto de Ciencias Naturales-. 2004, en actualización. *Herbario virtual colombiano: Colecciones en línea*. Recuperado el 14 de octubre de 2013 de <http://www.biovirtual.unal.edu.co>
- Idárraga P, A., R. del C. Ortiz, R. Callejas, y M. Merello. 2011. Lisado de las plantas vasculares del departamento de Antioquia. Páginas 127–923 en A. Idárraga, R. del C. Ortiz, R. Callejas, y M. Merello, editores. *Flora de Antioquia: Catálogo de las Plantas vasculares. Vol. II. Programa Expedición Antioquia-2013. Series Biodiversidad y Recursos Naturales*. Universidad de Antioquia, Missouri Botanical Garden y Oficina de planeación departamental de la Gobernación de Antioquia. Editorial D'Vinni, Bogotá, Colombia.
- IPNI. 2012. *The International Plant Names Index*. Recuperado el 14 de octubre de 2013 de <http://www.ipni.org/>
- Janzen, D. H. 1988. Tropical dry forests; the most endangered major tropical ecosystems. Páginas 130–136 en E.O. Wilson, editor. *Biodiversity*. National Academy Press. Washington, D.C., EE.UU.
- Janzen, D. H., y P. S. Martin. 1982. Neotropical anachronisms - the fruits the gomphotheres ate. *Science* 215:19–27.
- Jaramillo, V.J., A. Martínez-Yrizar y R.L. Sanford, Jr. 2011. Primary productivity and biogeochemistry of seasonally dry tropical forests. Páginas 109–128 en R. Dirzo, H.S. Young, H.A. Mooney, y G. Ceballos, editores. *Seasonally Dry Tropical Forest*. Island Press, Washington, DC, EE.UU.
- JBUC -Jardín Botánico de la Universidad de Caldas y Corpocaldas. 2011. *Informe del taller regional para la conservación de plantas amenazadas, Eje Cafetero*. JBUC, Corpocaldas. Manizales, Colombia.
- Jha, C. S., y J. S. Singh. 1990. Composition and dynamics of dry tropical forest in relation to soil texture. *Journal of Vegetation Science* 1:609–614.

- Justiniano, M. J., y T. S. Fredericksen. 2000. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. *Biotropica* 32:276–281.
- Kattan, G. H., P. Franco, V. Rojas, y G. Morales. 2004. Biological diversification in a complex region: a spatial analysis of faunistic diversity and biogeography of the Andes of Colombia. *Journal of Biogeography* 31:1829–1839.
- Kent, M. y Coker, P. 1992. *Vegetation description and analysis. A practical approach*. CRC Press, Florida, EE.UU.
- Killeen, T. J., A. Jardim, F. Mamani, y N. Rojas. 1998. Diversity, composition and structure of a tropical semideciduous forest in the Chiquitanía region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 14:803–827.
- Kress, W. J., y J. H. Beach. 1994. Flowering plant reproductive systems. Páginas 161–182 en L. A. McDade, K. S. Bawa, H. Hespenehede, y G. Hartshorn, editores. *La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. Chicago University Press, Chicago, EE.UU.
- Lavorel, S., y E. Garnier. 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology* 16:545–556.
- Lebrija-Trejos, E., E. A. Pérez-García, J. A. Meave, F. Bongers, y L. Poorter. 2010. Functional traits and environmental filtering drive community assembly in a species-rich tropical system. *Ecology* 91:386–398.
- Linares, J. R., y M. Orozco. 2009. Estado del bosque seco tropical e importancia relativa de su flora leñosa, islas de la Vieja Providencia y Santa Catalina, Colombia, Caribe suroccidental. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 33: 5–16.
- Linares-Palomino, R., L. P. Kvist, Z. Aguirre-Mendoza y C. Gonzales-Inca. 2010. Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests. *Biodiversity Conservation* 19: 169–185.
- Linares-Palomino, R., A. T. Oliveira-Filho, y R. T. Pennington. 2011. Neotropical seasonally dry forests: diversity, endemism, and biogeography of woody plants. Páginas 3–21 en R. Dirzo, H. S. Young, H. A. Mooney, y G. Ceballos, editores. *Seasonally Dry Tropical Forest*. Island Press, Washington, DC, EE.UU.
- Loiselle, B. A., P. M. Jørgensen, T. Consiglio, I. Jiménez, J. G. Blake, L. G. Lohmann, y O. M. Montiel. 2008. Predicting species distributions from herbarium collections: does climate bias in collection sampling influence model outcomes? *Journal of Biogeography* 35: 105–116.
- Londoño, A. C., y E. Alvarez. 1997. Composición florística de dos bosques (tierra firme y varzea) en la región de Araracuara, Amazonía colombiana. *Caldasia* 19:431–463.
- Lowy, P. 2000. Flora vascular terrestre del archipiélago de San Andrés y Providencia. *Biota Colombiana* 1:109–124.
- Lucas, P. W., I. M. Turner, N. J. Dominy, y N. Yamashita. 2000. Mechanical defences to herbivory. *Annals of Botany* 86:913–920.
- MacFadden, B. J. 2006. Extinct mammalian biodiversity of the ancient New World tropics. *Trends in Ecology and Evolution* 21:157–165.
- Machado, I. C., y A. V. Lopes. 2004. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. *Annals of Botany* 94:365–376.
- Martínez, E., M. Sousa y C. H. Ramos-Álvarez. 2001. Listados florísticos de México XXII. Región de Calakmul, Campeche. Universidad Autónoma de México, México, D.F., México.
- Marulanda, L. O., A. Uribe, P. Velásquez, M. A. Montoya, A. Idárraga, M. C. López y J. M. López. 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: 17–30.
- McGill, B. J., B. J. Enquist, E. Weiher, y M. Westoby. 2006. Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in Ecology and Evolution* 21:178–185.
- Mendoza, C. H. 1999. Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el Valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia* 21:70–94.
- Messier, J., B. J. McGill, y M. J. Lechowicz. 2010. How do traits vary across ecological scales? A case for trait-based ecology. *Ecology Letters* 13:838–848.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2000. *Desertificación y la sequía. Primer informe nacional de implementación de la Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación y la sequía*. Bogotá, Colombia.
- Moerman, D. E., y G. F. Estabrook. 2006. The botanist effect: counties with maximal species richness tend to be home to universities and botanists. *Journal of Biogeography* 33:1969–1974.
- Murali, K. S., y R. Sukumar. 1993. Leaf flushing phenology and herbivory in a tropical dry deciduous forest, Southern India. *Oecologia* 94:114–119.
- Murphy, P. G., y A. E. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17:67–88.
- Nunes, Y., G. R. da Luz, y L. L. Braga. 2012. Phenology of tree species populations in tropical dry forests of Southeastern Brazil. Páginas 125–142 en X. Zhang, editor. *Phenology and Climate Change*. Intech, Croatia.

- Oksanen, J., G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P.R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M.H.H. Stevens y H. Wagner. 2013. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-8. En línea: <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Oliveira, P.E. y P.E. Gibbs. 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora* 195: 311–329.
- Pennington, R. T., D. E. Prado, y C. A. Pendry. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27:261–273.
- Pennington, R.T., M. Lavin, D. E. Prado, C. A. Pendry, S. K. Pell, y C. A. Butterworth. 2004. Historical climate change and speciation: neotropical seasonally dry forest plants show patterns of both Tertiary and Quaternary diversification. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 359:515–538.
- Pennington, R. T., G. P. Lewis, y J. A. Ratter. 2006a. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of Neotropical savannas and seasonally dry forests. Pages 1–30 in R. T. Pennington, G. P. Lewis, and J. A. Ratter, editors. *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests*. CRC.
- Pennington, R.T., J.E. Richardson, y M. Lavin. 2006b. Insights into the historical construction of species-rich biomes from dated plant phylogenies, phylogenetic community structure and neutral ecological theory. *New Phytologist* 172: 605–616.
- Pennington, R. T., M. Lavin, y A. Oliveira-Filho. 2009. Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 40:437–457.
- Peña-Claros, M., L. Poorter, A. Alarcón, G. Blate, U. Choque, T. S. Fredericksen, M. J. Justiniano, C. Leaña, J. Carlos Licón, W. Pariona, F.E. Putz, L. Quevedo, y M. Toledo. 2012. Soil effects on forest structure and diversity in a moist and a dry tropical forest. *Biotropica* 44:276–283.
- Pérez-García, E. A., J. A. Meave, y S. R. S. Cevallos-Ferriz. 2012. Flora and vegetation of the seasonally dry tropics in Mexico: origin and biogeographical implications. *Acta Botanica Mexicana* 100:149–193.
- Poorter, L., y L. Markesteijn. 2008. Seedling traits determine drought tolerance of tropical tree species. *Biotropica* 40:321–331.
- R Core Team. 2013. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. En línea: <http://www.R-project.org/>
- Ragusa-Netto, J., y R. R. Silva. 2007. Canopy phenology of a dry forest in western Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 67: 569–575.
- Reich, P. B. 1995. Phenology of tropical forests: patterns, causes, and consequences. *Canadian Journal of Botany* 73:164–174.
- Repizo, A.A. y C. A. Devia. 2008. Árboles y arbustos del valle seco del río Magdalena y de la región Caribe colombiana: su ecología y usos-Guía de campo. Pontificia Universidad Javeriana y Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (Cardique). Bogotá, Colombia.
- Reyes-García, C., M. Mejía-Chang, y H. Griffiths. 2012. High but not dry: diverse epiphytic bromeliad adaptations to exposure within a seasonally dry tropical forest community. *The New Phytologist* 193:745–754.
- Rodríguez M, G. M., K. Banda- R, S. P. Reyes B, y A. C. Estupiñán González. 2012. Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar (Caribe colombiano). *Biota Colombiana* 13:7–39.
- Rudas-L, A., y A. Prieto-C. 1998. Análisis florístico del parque nacional natural Amacayacu e Isla Mocagua, Amazonas (Colombia). *Caldasia* 20:142–172.
- Ruiz, J., M.C. Fandiño y R.L. Chazdon. 2005. Vegetation structure, composition and species richness across a 56-year chronosequence of dry tropical forest on Providencia Island, Colombia. *Biotropica* 37:397–407.
- Sagar, R., y J. S. Singh. 2006. Tree density, basal area and species diversity in a disturbed dry tropical forest of northern India: implications for conservation. *Environmental Conservation* 33:256–262.
- Sánchez-Azofeifa, M.E. Kalaczka. M. Quesada, K.E. Stoner, J.A. Lobo y P. Arroyo-Mora. 2003. Tropical dry climates. Páginas 121–137 en M.D. Schwartz, editor. *Phenology: An Integrative Environmental Science*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda.
- Santiago, L. S., K. Kitajima, S. J. Wright, y S. S. Mulkey. 2004. Coordinated changes in photosynthesis, water relations and leaf nutritional traits of canopy trees along a precipitation gradient in lowland tropical forest. *Oecologia* 139: 495–502.
- Sarmiento, G. 1975. The dry plant formations of South America and their floristic connections. *Journal of Biogeography* 2:233–251.
- Sarmiento, G., y M. Pinillos. 2002. Patterns and processes in a seasonally flooded tropical plain: the Apure Llanos, Venezuela. *Journal of Biogeography* 28:985–996.
- Schmidt, M., H. KrefT, A. Thiombiano, y G. Zizka. 2005. Herbarium collections and field data-based plant diversity maps for Burkina Faso. *Diversity Distributions* 11:509–516.

- Shachak, M., Sachs, M. y Moshe, I. 1998. Ecosystem management of desertified shrublands in Israel. *Ecosystems* 1: 475–483.
- Silberbauer-Gottsberger, I. y G. Gottsberger. 1988. A polinização de plantas do Cerrado. *Revista Brasileira de Biologia* 48: 651–663.
- Solanas, A. y V. Sierra. 1992. Bootstrap: fundamentos e introducción a sus aplicaciones. *Anuario de Psicología* 55:143–154.
- Soriano, P.J. y A. Ruiz. 2003. Arbustales xerófilos. Páginas 696–715 en M. Aguilera, A. Azocar y E. González, editores. *Biodiversidad en Venezuela*. Leipzig Alemania, Alemania.
- Soto-Arenas, M.A., 1999. Filogeografía y recursos genéticos de las vainillas de México. Instituto Chinoín AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. J101. México D.F., México.
- Sotuyo, S., A. Delgado-Salinas, M.W. Chase, G.P. Lewis, y K. Oyama. 2007. Cryptic speciation in the *Caesalpinia hintonii* complex (Leguminosae: Caesalpinioideae) in a seasonally dry Mexican forest. *Annals of Botany* 100:1307–1314.
- Sterck, F., L. Markesteijn, F. Schieving, y L. Poorter. 2011. Functional traits determine trade-offs and niches in a tropical forest community. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108:20627–20632.
- Stevens, P.F. 2010. Angiosperm Phylogeny Website. Recuperado el 15 de octubre de 2013 de <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
- The Plant List. 2010. The Plant List: a working list of all plant species (versión 1). Recuperado el 14 de octubre de 2013 de <http://www.theplantlist.org/>
- Tobler, M., E. Honorio, J. Janovec, y C. Reynel. 2007. Implications of collection patterns of botanical specimens on their usefulness for conservation planning: an example of two neotropical plant families (Moraceae and Myristicaceae) in Peru. *Biodiversity and Conservation* 16:659–677.
- Torres, A.M., J. B. Adarve, M. Cárdenas, J. A. Vargas, V. Londoño, K. Rivera, J. Home, O. L. Duque y A. M. González. 2012. Dinámica sucesional de un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 13: 66–85.
- Trejo, I., y R. Dirzo. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation* 11:2063–2084.
- Tropicos. 2013. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Recuperado el 14 de octubre de 2013 de <http://mobot.mobot.org/>
- Tryon, R.M., y Tryon, A.F. 1982. *Ferns and Allied Plants With Special Reference to Tropical America*. Springer-Verlag, New York, EE.UU
- Valencia-Duarte, J., L. N. Trujillo-Ortiz y O. Vargas-Ríos. 2012. Dinámica de la vegetación en un enclave semiárido del río Chicamocha, Colombia. *Biota Colombiana* 13: 40–59.
- Vargas, R., y E. B. Allen. 2008. Biomass and carbon accumulation in a fire chronosequence of a seasonally dry tropical forest. *Global Change Biology* 14:109–124.
- Vargas, W. 2012. Los bosques secos del Valle del Cauca, Colombia: una aproximación a su flora actual. *Biota Colombiana* 13:102–164.
- Westoby, M., y I. J. Wright. 2006. Land-plant ecology on the basis of functional traits. *Trends in Ecology & Evolution* 21:261–268.
- Worbes, M., S. Blanchart, y E. Fichtler. 2013. Relations between water balance, wood traits and phenological behavior of tree species from a tropical dry forest in Costa Rica -a multifactorial study. *Tree Physiology* 33:527–536.



*Pithecellobium dulce*  
Ilustración: Camila Pizano



CAPÍTULO

3

*Galbula ruficauda*  
Fotografía: Camila Pizano

CAPÍTULO

3

AVES DEL BOSQUE SECO TROPICAL DE  
COLOMBIA: LAS COMUNIDADES DEL VALLE  
ALTO DEL RÍO MAGDALENA  
JUAN PABLO GÓMEZ Y SCOTT K. ROBINSON

INTRODUCCIÓN

La diversidad de aves en los bosques secos de la región del neotrópico es baja en comparación con los bosques más lluviosos. Por ejemplo, a pesar de que los bosques secos de Centro y Sur América poseen aproximadamente 650 especies de aves, el mismo número se puede encontrar en tan sólo una localidad de la región occidental de la Amazonia (Stotz et al. 1996). Sin embargo, los patrones de diversidad regional son diferentes entre los bosques secos y los bosques húmedos. Las grandes regiones de bosque seco en el neotrópico tienen una baja similitud entre ellas, sugiriendo que la diversidad regional es comparable o más alta que en las zonas de bosque húmedo tropical. De hecho, ninguna de las grandes regiones de bosque seco en el neotrópico contiene más de la tercera parte del total de especies de bosque seco neotropical. Adicionalmente, no hay dos regiones de bosque seco que compartan más de la mitad de las especies de aves (Stotz et al. 1996), lo cual quiere decir que en estos bosques hay una alta **diversidad beta**.

Las aves que habitan el bosque seco tropical (BST) generalmente no están especializadas a este tipo de bioma (Stotz et al. 1996). La mayoría tienen la facultad de usar una variedad de ecosistemas como zonas abiertas, cultivos e inclusive bosques montanos y bosques húmedos. Es posible que esta baja especialización al bosque seco tropical se deba a que este tipo de bioma es ecológicamente un intermedio entre las zonas áridas y los bosques húmedos (Murphy y Lugo 1986).

El **endemismo** de los bosques secos en el neotrópico no es muy elevado en comparación con otras regiones como los Andes tropicales o el bosque atlántico en Brasil (Cracraft 1985, Stattersfield et al. 1998). De hecho sólo dos regiones de bosque seco tropical sobresalen por su alto endemismo: el valle del río Marañón (Perú) y el **cerrado** en el

“ LAS GRANDES REGIONES DE BOSQUE SECO EN EL NEOTRÓPICO TIENEN UNA BAJA SIMILITUD ENTRE ELLAS, SUGIRIENDO QUE LA DIVERSIDAD REGIONAL ES COMPARABLE O MÁS ALTA QUE LAS ZONAS DE BOSQUE HÚMEDO TROPICAL ”



*Euphonia concinna*  
Fotografía: Neil Díaz

sur de Sur América (Cracraft 1985, Cardoso da Silva 1997, Stattersfield et al. 1998). El valle del río Marañón posee por lo menos 22 especies de rango restringido y de éstas, 11 son endémicas para este valle. Este valor es elevado considerando que el área total de esta región es de aproximadamente 11.000 km<sup>2</sup> (Cracraft 1985, Stattersfield et al. 1998). En Colombia, el endemismo de aves en el BST no es muy alto en comparación con el valle del río Marañón, sin embargo existen por lo menos 30 especies y subespecies de rango restringido de las cuales seis son endémicas para Colombia (Tabla 3.1; Hilty y Brown 1986, Restall et al. 2007).

## BIOGEOGRAFÍA

La avifauna del bosque seco tropical en Colombia está distribuida en seis regiones biogeográficas: región Caribe, valle alto del río Magdalena, valle del río Cauca, valle del Patía, región NorAndina y Orinoquía. La región Caribe comprende los bosques secos de la planicie del Caribe colombiano, las costas y el norte de Venezuela. Es tal vez la región que posee la mayor riqueza y número de especies endémicas en Colombia (Tabla 3.1). Para los propósitos de este análisis, se tomaron en cuenta las regiones secas del norte de Venezuela y de Colombia como una única región biogeográfica, debido a su historia evolutiva y similitud en la avifauna. Adicionalmente, los análisis principales de avifauna y otros componentes faunísticos y de la flora sugieren que estas regiones han estado conectadas por un tiempo prolongado (Cracraft 1985, Stotz et al.

1996, Stattersfield et al. 1998, Olson et al. 2001, Werneck et al. 2011). Las demás regiones están separadas por los Andes y están compuestas por los lechos de los tres principales valles interandinos en Colombia: valle del Cauca, valle del Magdalena y valle del Patía. Los valles del río Dagua en el Cauca y del río Chicamocha en Santander son otras dos regiones de bosque seco de importancia para Colombia. En estas ocurren especies endémicas como *Thryophilus nicefori* y *Amazilia castaneiventris*; sin embargo por estar ubicadas principalmente en elevaciones superiores a los 1000 metros, se han excluido de esta discusión.

La región Caribe de Colombia y Venezuela comprende principalmente la planicie del Caribe colombiano, las zonas bajas de la Sierra Nevada de Santa Marta y del Perijá, y se extiende hacia el oriente a las zonas de bosque seco del norte de Venezuela y algunas islas del Caribe (Cracraft 1985, Stattersfield et al. 1998, Olson et al. 2001). La avifauna está compuesta por especies principalmente endémicas de esta región y elementos compartidos con la región de los bosques secos de Centro América y de las islas del Caribe (Cracraft 1985, Stattersfield et al. 1998). El bosque seco en el valle del río Magdalena está distribuido principalmente en los departamentos del Huila, Tolima y Cundinamarca. Está aislado de la región del Caribe por los bosques húmedos del valle medio del Magdalena y de las demás regiones de bosque seco en Colombia por la Cordillera Central. Su avifauna está principalmente compuesta por elementos de la región Caribe y Centro América, aunque su cercanía con los bosques húmedos del valle medio del Magdalena permite la dispersión de algunas especies de origen chocono o típicas de bosque húmedo tropical. El valle del río Cauca, ubicado entre las cordilleras Central y Occidental, comprende los departamentos de Antioquia, Risaralda, Caldas, Quindío, Valle del Cauca y Cauca. Al igual que el valle del Magdalena, la avifauna de este valle está principalmente compuesta por especies de la región Caribe y Centro América, aunque la influencia de la región chocona y del Nechí es mucho menor. Por otro lado, la región del valle del río Patía está ubicada en el sur de Colombia en el departamento del Cauca. La composición de la avifauna de esta región es una mezcla de aves de los valles del Magdalena, Cauca y la región Caribe además de aves de zonas altas y algunas especies que se encuentran distribuidas en la región de Tumbes en el suroeste de Ecuador y noroeste de Perú (Haffer 1967a, b). Finalmente, en la región de la Orinoquía los bosques secos se encuentran en el piedemonte llanero de los departamentos de

“ EN COLOMBIA, EL EDEMISMO DE AVES EN EL BST NO ES MUY ALTO EN COMPARACIÓN CON EL VALLE DEL RÍO MARAÑÓN, SIN EMBARGO EXISTEN POR LO MENOS 30 ESPECIES Y SUBESPECIES DE RANGO RESTRINGIDO DE LAS CUALES SEIS SON ENDÉMICAS PARA COLOMBIA ”

**Tabla 3.1.** Listado de especies y subespecies endémicas para cada una de cuatro regiones de bosque seco tropical en Colombia. Las especies resaltadas en negrilla son especies que no son exclusivas de los bosques pero que utilizan frecuentemente los recursos de este tipo de bosque.

	Valle del Patía	Valle del Cauca	Valle del Magdalena	Caribe
<i>Crypturellus erythropus</i>			x	x
<b><i>Chauna chavaria</i></b>				<b>x</b>
<i>Ortalis ruficauda ruficauda</i>				x
<b><i>Ortalis columbiana</i></b>		<b>x</b>	<b>x</b>	
<i>Ortalis garrula</i>				x
<b><i>Crax alberti</i></b>			<b>x</b>	<b>x</b>
<i>Patagioenas corensis</i>				x
<i>Tachornis furcata</i>				x
<i>Chlorostilbon gibsoni</i>			x	x
<i>Lepidopyga goudoti</i>			x	x
<i>Lepidopyga lilliae</i>				x
<i>Leucippus fallax</i>				x
<i>Hypnelus ruficollis</i>			x	x
<i>Picumnus cinnamomeus</i>				x
<i>Picumnus granadensis</i>		x		
<i>Synallaxis candei</i>				x
<i>Sakesphorus melanonotus</i>				
<i>Todirostrum viridanum</i>				x
<i>Inezia tenuirostris</i>				x
<i>Myiarchus apicalis</i>		x	x	
<i>Myiarchus venezuelensis</i>				x
<i>Hylophilus aurantiifrons</i>				
<i>Thryophilus sernai</i>		x		
<i>Campylorhynchus nuchalis</i>				x
<i>Thraupis glaucocolpa</i>				x
<i>Ammodramus savannarum</i>	x	x		
<i>Coryphospingus pileatus rostratus</i>			x	x
<i>Tiaris bicolor</i>			x	x
<i>Arremonops tocuyensis</i>				x
<i>Saltator orenocensis rufescens</i>				x
<i>Cardinalis phoeniceus</i>				x
<i>Icterus icterus ridgwayi</i>				x
<i>Euphonia concinna</i>			x	

Arauca y Meta (de Mera et al. 2006), y en los afloramientos rocosos o “tepuyes” en el departamento del Vichada (Espinal y Montenegro 1963, Castro-Lima 2013). A pesar de representar una importante porción del territorio nacional, la información acerca de las aves de la Orinoquía es limitada (Defler y Rodríguez 1998, Bravo y Naranjo 2006, Umaña et al. 2007). Se tiene información sobre colecciones de aves realizadas a finales del siglo XX por Eugene André y la familia Cherrie (Cordoba-Cordoba 2009). Algunos estudios recientes de la región de Caño Limón en Arauca sugieren que la avifauna de la Orinoquía está asociada con las regiones de Zulia en Venezuela y la región de los bosques secos del Magdalena y del Caribe (Rojas y Piragua 2000), además de que los BST de esta región son de alta importancia para las aves migratorias (Piragua y Rojas 2000, Bravo y Naranjo 2006, Ocampo-Peñuela 2010). Sin embargo, y a pesar de que esta región es de reconocida importancia para las aves locales y migratorias, todavía se desconocen los patrones generales de la avifauna de la Orinoquía (Bravo y Naranjo 2006). Sobre todo, hay apenas listados de especies de aves para diferentes tipos de hábitat en la región (e.g., Umaña et al. 2007), pero no existen todavía estudios que se hayan especializado en los bosques secos de esta región.

“ TODOS ESTOS PATRONES DE DIFERENCIACIÓN REPORTADOS DESDE MEDIADOS DEL SIGLO PASADO SUGIEREN QUE ES IMPORTANTE INCREMENTAR LA CANTIDAD DE ESTUDIOS TAXONÓMICOS DE AVES DE BOSQUE SECO ”

Stattersfield y colaboradores (1998) consideran solamente dos regiones principales de endemismo para aves de bosque seco: la región Caribe y la región de los valles interandinos. Sin embargo, Cracraft (1985), en un análisis de las regiones de endemismo del norte de Suramérica, concluyó que solamente el valle del Magdalena y la región Caribe son zonas importantes de endemismo y diversificación de aves. El recambio de las **comunidades** entre estas cuatro regiones es bajo. El valle del río Patía es el que posee tal vez un mayor aislamiento y recambio taxonómico en comparación con las otras regiones.

Según Cracraft (1985) la región Caribe posee 20 taxones que son endémicos para esta región entre los cuales están las especies endémicas *Cardinalis phoeniceus* y *Leucippus fallax*. También incluye varias subespecies que son morfológicamente diferenciables de otras poblaciones de la misma especie como por ejemplo *Icterus icterus ridgwayi* (Tabla 3.1). En la actualidad, se reconocen 21 especies y tres subespecies endémicas para esta región (Tabla 3.1; Stattersfield et al. 1998, Restall et al. 2007). Para la región del valle del Magdalena, Cracraft (1985) reconoce 25 taxones endémicos, sin embargo en este estudio se reportaron tan sólo 10 debido a que algunas de las subespecies ya



*Hypnelus ruficollis*  
Fotografía: Camila Pizano

no se reconocen como subespecies o taxones endémicos para la región (Tabla 3.1). Formalmente solamente se reconoce una especie restringida; *Euphonia concinna*. *Myiarchus apicalis* y *Ortalis columbiana* son las otras dos especies endémicas para Colombia que habitan el valle del Magdalena, pero estas especies están compartidas bien sea con el valle del Cauca o la región Caribe. Finalmente, los valles del río Cauca y del Patía poseen tan sólo cinco, y una especie endémica, respectivamente (Stattersfield et al. 1998, Restall et al. 2007).

El aparente aislamiento ecológico de las mayores regiones de bosque seco tropical en Colombia sugiere que estas regiones deberían tener un alto nivel de endemismo. Sin embargo, los factores históricos indican que los valles interandinos de Colombia y la región del Caribe estuvieron conectados a través de corredores de bosque seco que se generaron en los periodos de glaciación en el pleistoceno tardío (Haffer 1967b, Werneck et al. 2011). Si esta hipótesis es cierta, el aislamiento de las mayores regiones de bosque seco en Colombia data tan sólo de los últimos 10.000 años durante los cuales el clima ha sido relativamente estable y similar a como lo conocemos actualmente (Alley et al. 1997). Esta hipótesis explicaría también la alta afinidad biogeográfica que existen entre los valles interandinos, la región Caribe y el valle del río Patía en el sur de Colombia.

La descripción de una nueva especie de cucarachero (Familia Troglodytidae) en la región del valle del Cauca, *Thryophilus sernai*, genera dudas sobre el estatus taxonómico de otros taxones y sugiere que es importante realizar una revisión taxonómica profunda de algunas de las

especies que habitan los bosques secos tropicales de Colombia (Lara et al. 2012). Esta descripción es consistente con patrones previamente descritos por Chapman (1917), Miller (1947, 1952) y Haffer (1967a, b), quienes reportan **variación clinal** en algunas especies de aves que habitan el valle seco del Magdalena. Haffer (1967b), a partir de especímenes colectados originalmente por F. Chapman en su expedición a principios del siglo XX, reporta que los especímenes de *Nystalus radiatus* que habitan la región del bosque seco del valle del Magdalena son más pálidos y tienen un barrado menos intenso que los individuos colectados en la región húmeda del valle medio del Magdalena y en el Chocó. Este patrón sugiere una variación clinal consistente con la regla de Gloger (Zink y Remsen 1986, Burt y Ichida 2004), la cual establece que las aves que se encuentran en hábitats con humedad relativa alta tienen un mayor contenido de melanina en las plumas debido a que la melanina protege las plumas contra el desgaste por bacterias y hongos asociados con la humedad (Zink y Remsen 1986, Burt y Ichida 2004). Las poblaciones de *Manacus manacus* también muestran una variación clinal donde las poblaciones más cercanas al Urabá tienen la garganta más amarilla, mientras que las poblaciones de las regiones secas del valle del Magdalena tienen la garganta blanca (Haffer 1967b).

Adicionalmente, Miller (1952) describió una subespecie de *Coryphospingus pileatus* durante sus expediciones a la región de Villa Vieja en los alrededores de la quebrada la Venta. Miller encontró que los individuos de *Tolmomyias sulphurescens* de la región de la quebrada la Venta son morfológicamente más similares a las poblaciones de la Amazonia pero el plumaje se parece más al de las poblaciones del valle del Cauca y valle del Magdalena. Todos estos patrones de diferenciación reportados desde mediados del siglo pasado sugieren que es importante incrementar la cantidad de estudios taxonómicos de aves de bosque seco. La utilización de métodos moleculares en conjunto con análisis morfológicos, comportamentales y de caracteres que sean seleccionados sexualmente pueden ayudar a esclarecer la diversidad real de aves en los bosques secos tropicales de Colombia (Lara et al. 2012).

## EL ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LA AVIFAUNA DEL BOSQUE SECO TROPICAL EN COLOMBIA

El estudio de la avifauna del bosque seco tropical en Colombia se remonta a finales del siglo XIX cuando los ornitólogos Goodfellow y Hamilton realizaron una expedición a la región del valle del río Patía. Sin embargo, los especímenes de esta región fueron perdidos durante las expediciones de estos mismos ornitólogos en la región del norte



*Coryphospingus pileatus*  
Fotografía: Juan Pablo López

de Ecuador (Chapman 1917, Negret 1992). Hubo otra expedición de George K. Cherrie y su esposa a la región de Maipures de lo que hoy es el Parque Nacional Natural Tuparro (Vichada) entre 1898 y 1899 en la cual registraron 87 especies de aves (Umaña et al. 2007). A principios del siglo XX, Frank Chapman, primer curador de Ornitología del Museo Americano de Historia Natural, lideró la colección más grande de especímenes que se había hecho en Colombia hasta el momento. Esta expedición proporcionó suficiente información sobre la distribución de la avifauna en Colombia para que se construyeran las primeras guías de aves de Colombia (Chapman 1917, Cordoba-Cordoba 2009). Durante estas expediciones, Chapman y su equipo realizaron colecciones en el valle del Cauca, la zona norte del bosque seco del valle del Magdalena, y diferentes localidades del departamento del Meta. Chapman encontró patrones de endemismo en estas regiones y a partir de estas colecciones se describieron variaciones en subespecies y especies que habitan los valles interandinos y Los Llanos de Colombia.

Posteriormente como producto de las expediciones de Chapman, otros ornitólogos de Estados Unidos centraron sus intereses en Colombia y así, a mediados del siglo XX, Aldryn Miller, curador del Museo de Zoología de Vertebrados de la Universidad de California en Berkeley, realizó la más completa colección de especímenes en la región del valle alto del Magdalena. En 1947, Miller publicó el primer artículo sobre la avifauna de esta región reportando 130 especies representadas en 380 especímenes que se encuentran depositados en el Museo de Zoología de Vertebrados de la Universidad de California en Berkeley

(Miller 1947). En 1952 el mismo Miller, a partir de una expedición adicional al valle alto del Magdalena, reportó que el listado completo de la avifauna de los bosques secos del valle del Magdalena era de 192 especies, de las cuales 17 son especies o subespecies endémicas de esta región (Miller 1952).

Hasta ese momento la avifauna del bosque seco del Patía se mantenía casi desconocida a pesar de los primeros esfuerzos de Goodfellow y Hamilton (Goodfellow 1901). Las expediciones de Chapman nunca tuvieron en cuenta el valle del Patía y Miller se enfocó en describir minuciosamente las comunidades del valle del Magdalena. El único que realizó algunas expediciones a esta región fue Federico Carlos Lehman, quien colectó alrededor de 50 especímenes que se encuentran depositados en el Instituto de Ciencias Naturales y el Museo de Historia Natural del Cauca (Negret 1992). A mediados de 1960 Haffer realizó tal vez la primera expedición minuciosa al valle del Patía, durante la cual colectó 165 especímenes que se encuentran depositados en el Museo Zoológico de Munich, Alemania (Haffer 1986). Más recientemente, el ornitólogo Álvaro José Negret, director del Museo de Historia Natural del Cauca ubicado en Popayán, realizó algunas expediciones al valle del Patía. Con base en estas expediciones, Negret publicó en 1992 un trabajo sobre la avifauna de la región a partir de las colecciones de Haffer y Lehman de mediados del siglo XX, reportes de avistamientos existentes en la literatura y la colección más completa de especímenes de la zona que se encuentra en el Museo de Historia Natural del Cauca en Popayán (Negret 1992).

La avifauna de la región Caribe se conoce gracias a que muchas de las expediciones se enfocaron a regiones cercanas a los puertos y a zonas pobladas por las facilidades de acceso. Por esta razón, el grupo de Chapman realizó algunas expediciones en la zona de los puertos de Cartagena y Barranquilla colectando algunos especímenes depositados principalmente en el Museo Americano de Historia Natural en Nueva York (Chapman 1917, Cordoba-Cordoba 2009). Sin embargo, Chapman no hizo una descripción detallada de la avifauna de la región Caribe y sólo hace mención a algunas especies únicas y su afinidad con la región del valle alto del Magdalena (Chapman 1917). Otros grupos de ornitólogos interesados en la avifauna de la Sierra Nevada de Santa Marta realizaron algunas expediciones a las zonas más bajas en las cercanías de Valledupar, Riohacha y el sureste de la Sierra Nevada (Carriker Jr. y Todd 1922).

Hacia la década de los años 40 una expedición de A. Wetmore, M. Carriker y F.C. Lehman realizó una colección de especímenes en la península de la Guajira desde Riohacha hasta Nazaret y Maicao, de los cuales se describieron algunas subespecies. Los especímenes de

esta expedición se encuentran depositados actualmente en el Instituto de Ciencias Naturales en la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá. Durante la misma época, Armando Dugand realizó inventarios puntuales sobre la avifauna de la región Caribe, publicando una serie de documentos sobre la avifauna de esta región (Dugand 1939a, b, 1940a, b, c). Sin embargo, la información de la avifauna de la península de la Guajira se limitaba a las exploraciones de Wetmore, Carriker y Lehman, y es mejor conocida por extrapolaciones de las expediciones al Caribe venezolano. En el año 1961 Haffer realizó una expedición a la península de la Guajira durante la cual colectó 40 ejemplares de 23 especies que se encuentran depositados en la colección del Instituto de Ciencias Naturales (Haffer 1961). Posteriormente, el mismo Haffer, en colaboración con el ornitólogo colombiano José Ignacio Borrero, publicó una revisión de la avifauna de la región de la serranía de San Jacinto que contribuyó al conocimiento general de la avifauna de la región Caribe de Colombia aunque esta serranía no se caracteriza por tener bosque seco (Haffer y Borrero 1965). Posterior a estas expediciones de mediados del siglo XX, algunos trabajos sobre la ecología de aves, y en especial en la serranía de la Macuira (Guajira), incrementaron el conocimiento de la avifauna del bosque seco tropical en la región Caribe (Marinkelle 1970, Andrade y Mejia 1988).

En 1998 el Instituto Alexander von Humboldt (IAvH) realizó una revisión sobre el estado del conocimiento de la fauna y la flora del bosque seco tropical en la cual se revisaron los trabajos mencionados aquí, además de trabajos realizados por el Instituto en las regiones del Caribe y del valle del Magdalena (IAvH 1998). Sin embargo, la conclusión

*Ammodramus savannarum caucae*  
Fotografía: Juan Pablo López



de esta revisión fue que el estado del conocimiento de la avifauna del bosque seco tropical en Colombia era incompleto. Es posible que este documento haya motivado el interés de los investigadores sobre la avifauna de los bosques secos en Colombia, ya que a partir de este año y en la primera década del siglo XXI se han publicado varios trabajos sobre las aves del bosque seco tropical en Colombia. Los mayores avances se han realizado en las regiones del valle del Magdalena y del valle del Patía de donde en la actualidad se conocen listados relativamente completos sobre la avifauna (Ayerbe-Quiñones et al. 2005, Losada-Prado y Molina-Martínez 2011). Esto es interesante ya que en el documento de 1998 el IAvH reportó que el mayor número de publicaciones hasta ese momento eran para la región Caribe, mientras que había muy pocos para las regiones de los valles de los ríos Patía y Magdalena. A partir de este año el patrón de publicaciones se ha invertido, pues actualmente es más factible encontrar estudios de inventarios de aves provenientes de los valles interandinos que de la región Caribe. Sin embargo, algunos estudios demuestran que existe un interés en el monitoreo continuado de la avifauna de la región Caribe en especial en la zona del valle del río Sinú (Estela y López-Victoria 2005).

“MUY POCOS ESTUDIOS SE HAN CENTRADO EN REALIZAR ANÁLISIS ESPECÍFICOS SOBRE LA ECOLOGÍA DE LAS COMUNIDADES DE BOSQUE SECO Y HASTA EL MOMENTO NO SE CONOCE CUÁL ES LA CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN DE ESTAS COMUNIDADES, NI EL IMPACTO QUE PUEDA TENER LOS FACTORES DE DEFORESTACIÓN Y CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA AVIFAUNA DE ESTE BIOMA.”

En el valle del Patía se realizaron una serie de inventarios y revisiones bibliográficas que concluyeron en la publicación de un listado de aves del departamento del Cauca por parte del grupo de Estudios en Geología, Ecología y Conservación de la Universidad del Cauca (Ayerbe-Quiñones et al. 2005, Ayerbe-Quiñones y Ramírez-Chaves 2005). En éste reportan que el valle del río Patía posee 212 especies de aves de bosque seco de las cuales seis se encuentran en alguna categoría de amenaza. Por su parte, el Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima ha realizado múltiples inventarios en la región del bosque seco del valle del Magdalena. Este grupo también publicó una recopilación de todos los inventarios de aves realizados hasta el momento en el departamento del Tolima y reportaron un total de 297 especies (Losada-Prado y Molina-Martínez 2011). Hasta el momento la avifauna del bosque seco del valle geográfico del río Cauca está pobremente estudiada. En especial el límite norte del valle donde recientemente se describió la especie endémica de cucarachero mencionado previamente. Este patrón sugiere que se debe comenzar a explorar el valle del río Cauca con mayor detalle para así incrementar el conocimiento sobre esta región.

Un patrón para resaltar es que el conocimiento que se tiene sobre la avifauna del bosque seco tropical en Colombia se ha basado principalmente en inventarios y listados de aves de regiones o localidades específicas. Tan sólo se han realizado unos cuantos trabajos que describen la ecología de las aves de los bosques secos tropicales en Colombia que relacionen factores del paisaje con la diversidad de las especies (Andrade y Mejía 1988, e.g. Sanchez-Clavijo 2005, Losada-Prado y Molina-Martínez 2011). Muy pocos estudios se han centrado en realizar análisis específicos sobre la ecología de las comunidades de bosque seco y hasta el momento no se conoce cuál es la capacidad de recuperación de estas comunidades, ni el impacto que pueda tener los factores de deforestación y cambio climático sobre la avifauna de este bioma.

## EL CASO DE LAS AVES DEL VALLE DEL MAGDALENA

Actualmente se tiene un buen conocimiento sobre la avifauna del valle del Magdalena, y en especial para el departamento del Tolima (Losada-Prado y Molina-Martínez 2011). Sin embargo, para la región del Huila y la zona seca del municipio de Villa Vieja, los estudios de Miller son los únicos trabajos que existen documentando la avifauna de esta región (Miller 1947, 1952). Más aún, a pesar de que en algunos de los trabajos se utilizan metodologías para estimar la abundancia relativa de las especies, ninguno de ellos describe la comunidad desde el punto de vista ecológico, ni los patrones de dominancia de las especies. Una excepción es el trabajo de Losada-Prado y Molina-Martínez (2011), quienes recopilaron todos los trabajos llevados a cabo en el departamento del Tolima y realizaron una descripción de las características de riqueza y distribución de especies en familias y categorías ecológicas.

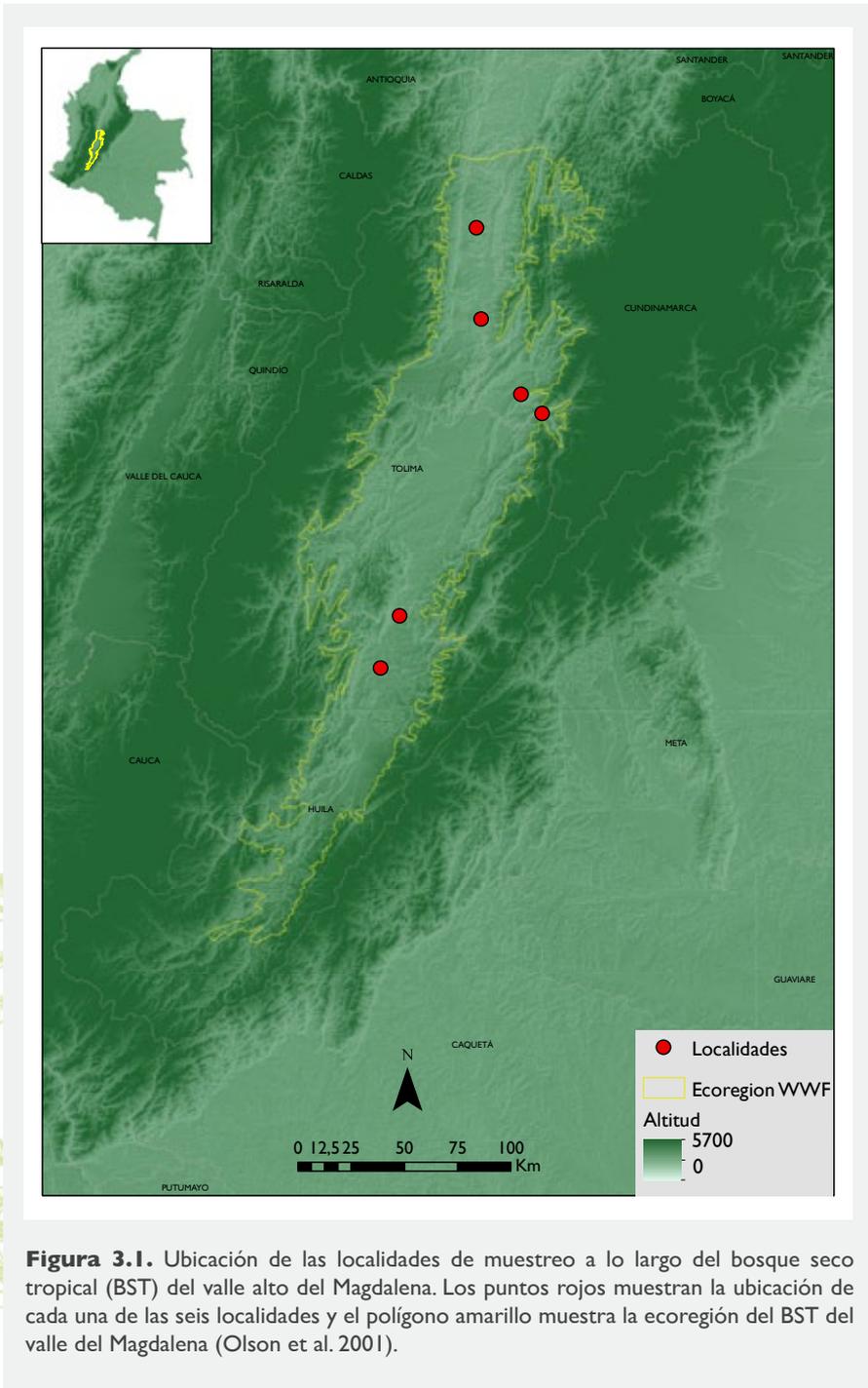
Con el fin de contribuir al conocimiento de la avifauna del valle del Magdalena, aquí se reportan los patrones de abundancia de especies y estimadores de riqueza y de diversidad que tienen en cuenta la abundancia relativa de las especies presentes en los bosques secos de esta región. Adicionalmente se realizó un análisis de dominancia de especies en la comunidad y un análisis por gremios tróficos. Durante los meses de mayo a agosto de 2012 y enero a agosto de 2013 se visitaron seis localidades de bosque seco distribuidas a lo largo del gradiente de precipitación del valle del Magdalena (Figura 3.1), en donde se llevaron a cabo puntos de conteo y capturas con redes de niebla. Dado que las tasas de captura con redes de niebla fueron muy bajas, se presentan los análisis basados solamente en los puntos de conteo.



*Icterus nigrogularis*  
Fotografía: Camila Pizano

## MÉTODOS

Las localidades visitadas están ubicadas en los departamentos de Huila, Tolima y Cundinamarca y fueron en general fincas privadas donde los propietarios han hecho grandes esfuerzos por preservar los fragmentos de bosque seco presentes en esta región. Las localidades muestreadas de sur a norte fueron: Bateas, Potosí, Boquerón, Mana Dulce, Venadillo (Los Limones) y Jabirú (Figura 3.1). En todas las localidades hay bosque seco tropical con una precipitación anual que varía entre 1200 y 1700 mm en la región estudiada, y el promedio de temperatura es de 27 °C (Hijmans et al. 2005). Las localidades de Bateas y Potosí corresponden a las localidades más secas, ya que están ubicadas en el extremo sur y sur occidental del desierto de la Tatacoa. La localidad con mayor precipitación es Jabirú, puesto que al noroccidente de esta localidad se encuentra una zona de transición entre el bosque húmedo del valle medio del Magdalena y el bosque seco tropical. La localidad de Los Limones (Venadillo) está ubicada en el bosque seco del departamento del Tolima muy cerca de la ribera del río Magdalena. Finalmente, las localidades de Boquerón y Mana Dulce están ubicadas en el piedemonte de la cordillera Oriental. En cada una de las localidades se ubicaron entre 13 y 36 puntos de conteo para un total de 160 puntos, los cuales se trató que cubrieran principalmente las áreas de bosque. De esta manera, los análisis estuvieron enfocados a las aves que utilizan el bosque seco sin incluir otros elementos del paisaje típicos de esta región. Entre estos se encuentran los pastos para la ganadería, las zonas inundables del río Magdalena y las lagunas y pantanos permanentes y estacionales. Aunque estos paisajes contribuyen en gran medida a la diversidad de la avifauna del bosque seco, el objetivo de este estudio



era determinar los patrones de diversidad y dominancia de especies de la avifauna típica del bosque seco tropical. Adicionales a los puntos de conteo se realizaron observaciones ad hoc de algunas de las especies y el listado completo de la avifauna de esta región está reportado en el Anexo 2.

Los puntos de conteo realizados fueron de radio variable, y en un periodo de diez minutos se registraron todos los individuos observados y escuchados en un punto determinado. Para cada individuo se estimó la distancia a la cual se encontraba y la altura a la cual se encontraba si el individuo era registrado visualmente. Adicionalmente, se realizaron grabaciones de 10 minutos de duración para cada punto de conteo con el fin de corroborar posteriormente la identificación y la cuantificación de los individuos en cada punto. Los puntos estaban separados entre sí por 200 m mínimo con el fin de asegurar su independencia. Los puntos de las localidades de Mana Dulce, Venadillo y Jabirú fueron replicados en dos temporadas bien sea en años diferentes o en el mismo año. En estos casos, tomamos el máximo número de individuos de una especie registrado en el punto de conteo como la estimación de los individuos en este punto en particular.

Los análisis se hicieron principalmente sobre el total de individuos contados en las seis localidades, sin embargo para las curvas de acumulación y los análisis de dominancia se utilizó también cada una de las localidades. Se calcularon curvas de acumulación de especies, el estimador de riqueza de Chao I y su intervalo de confianza, y los índices exponenciales de Shannon e inverso de Simpson utilizando el programa EstimateS v 9.1.0 para MacOSX (Colwell 2013). El estimador de riqueza de Chao I estima el número de especies esperado en la comunidad basado en el número de especies que están representadas por uno y dos individuos. El estimador calcula la probabilidad de que el siguiente individuo muestreado corresponda a una especie nueva (Chao 1987). Si la muestra está compuesta principalmente por especies con uno y dos individuos, esta probabilidad es más alta y por lo tanto el estimador también es más alto. Con el fin de realizar comparaciones entre localidades se estandarizó el índice de Chao I al menor número de individuos registrado en las localidades (Colwell et al. 2004). Los índices exponencial de Shannon ( $\exp(\text{shn})$ ) e inverso de Simpson ( $1/\text{Simp}$ ) han sido utilizados como indicadores del número efectivo de especies. Estos índices contienen información de la distribución de abundancia de especies en el sentido en que el valor del índice representa el número de especies que tendría la comunidad si todas las especies estuvieran representadas por el mismo número de individuos (Jost 2006). De esta forma la interpretación de los índices es más sencilla además de dar información adicional sobre la distribución de abundancia



de las especies. Adicionalmente se calculó el número de individuos y de especies por hectárea a partir de la estimación de la distancia a cada uno de los individuos durante los puntos de conteo. Los intervalos de confianza para el promedio de especies e individuos por hectárea están basados en la distribución Poisson.

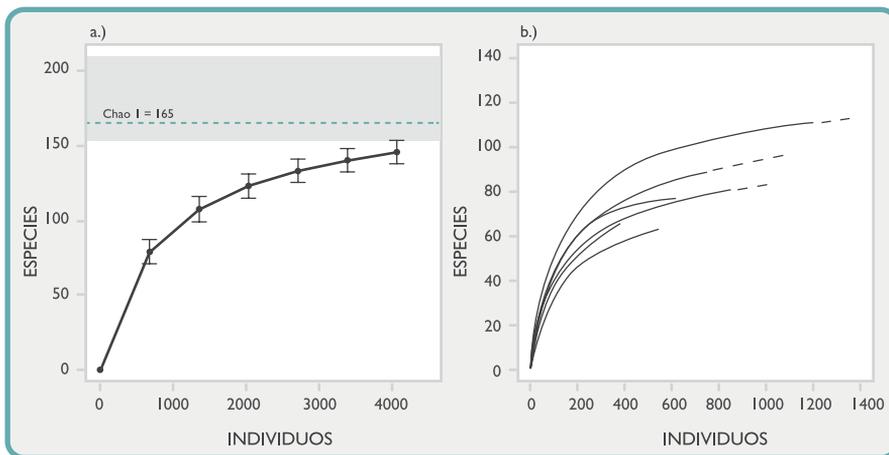
Además de los anteriores análisis, se exploró si existía una relación entre la precipitación de la localidad y la riqueza de especies encontrada. Para esto se realizó un análisis de correlación de Spearman con el fin de probar la hipótesis de que la riqueza de especies está asociada con el nivel de complejidad del hábitat y más específicamente con una medida indirecta, la precipitación. Debido a que existe una relación positiva entre la precipitación y la complejidad del hábitat (Stotz et al. 1996, Hurlbert 2004), se realizó una prueba de una cola para saber si la correlación entre la riqueza y la precipitación era positiva. Se efectuaron dos análisis independientes: uno utilizando el número total de especies encontrado en cada localidad, y otro utilizando el estimador de Chao I estandarizado al número menor de individuos encontrado en las localidades.

Para los análisis de gremios tróficos, sensibilidad al impacto antropogénico y preferencias de hábitat, se crearon categorías basadas en las bases de datos de Parker y colaboradores (1996) y Karr y colaboradores (1990). Utilizando esta información se estimó el porcentaje de especies y de individuos en cada gremio trófico, sensibilidad al impacto antropogénico y preferencia de hábitat (Anexo 3). Finalmente, se ajustaron cinco modelos de distribución de abundancia de especies para la comunidad total y en cada una de las localidades por separado (modelos y métodos complementarios en los Anexos 4 y 5).

Los modelos difieren principalmente en el nivel de homogeneidad en la abundancia entre las especies (Motomura 1932, Preston 1948, MacArthur 1957, 1960, Frontier 1985, Wilson 1991) (Anexo 4). La interpretación de estos modelos permite hacer inferencias sobre los mecanismos que controlan la abundancia de las especies en las comunidades (Frontier 1985, Wilson 1991). Una comunidad dominada por pocas especies podría ser el resultado de una fuerte **selección** por el ambiente que sólo permite que las especies que están bien adaptadas a éste tengan una abundancia alta. Una comunidad que sea más homogénea podría indicar una reducción en la intensidad de los factores de selección, lo cual resulta en un mayor número de especies abundantes que están bien adaptadas a un ambiente particular.

## RESULTADOS

Durante los puntos de conteo se registraron un total de 4060 individuos pertenecientes a 145 especies y 33 familias de aves. Teniendo en cuenta las observaciones adicionales a los puntos, se encontraron 227 especies distribuidas en 48 familias. Este listado incluye hábitats adicionales a los bosques como algunos hábitats acuáticos y pastizales de ganadería. Las curvas de acumulación de especies tanto para el bosque seco en general como para la mayoría de las localidades alcanzaron la **asíntota** sugiriendo que el muestreo tiene una buena representatividad (Figura 3.2).



**Figura 3.2.** Curvas de acumulación de especies para **a)** el bosque seco del valle del Magdalena y **b)** cada una de las localidades de muestreo extrapolada a 36 muestras. La línea punteada en el panel **a** se refiere al promedio del estimador de Chao I mientras que en el panel **b** se refiere a la porción de la curva que fue extrapolada a 36 muestras a partir de los datos observados. La región sombreada con gris indica el intervalo de confianza del estimador de Chao I y las barras de error indican el error del muestreo estimado por medio de simulaciones de los datos con los mismos parámetros de los datos observados.

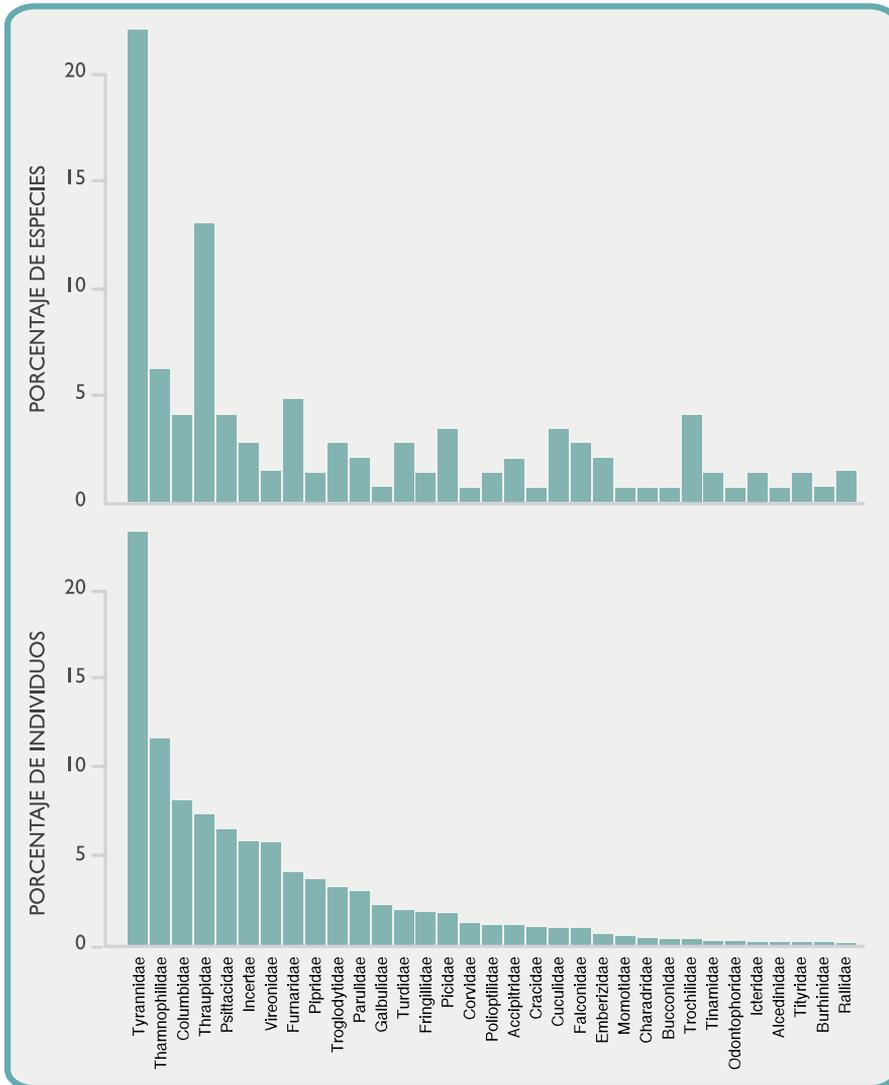
Sin embargo, el número de especies que se encontraron utilizando el hábitat de bosque en esta región fue de 145. El estimador de riqueza de Chao I sugiere que el bosque seco del valle del Magdalena puede tener en promedio 165 especies con un máximo de 201 y un mínimo de 152. Los índices de diversidad exponencial de Shannon e inverso de Simpson resultaron en valores de 74,6 y 53,7 respectivamente. En promedio se encontraron ocho individuos y seis especies por hectárea pero pueden ocurrir hasta 12 individuos y nueve especies según lo indican los intervalos de confianza (Tabla 3.2).

Las únicas dos curvas de acumulación que no alcanzaron la asíntota para las localidades individuales fueron las de Venadillo y Boquerón (Figura 3.2b). En Bateas se encontró el menor número de especies y Mana Dulce el mayor, sin embargo no hubo diferencias significativas entre la riqueza estimada por el estimador de Chao I (Tabla 3.2). De acuerdo con el índice de Shannon, la localidad más diversa fue Mana Dulce y la menos diversa fue Bateas. Consistentemente, el índice de Simpson indica que Mana Dulce fue la localidad más diversa pero en este caso, la localidad de Venadillo fue la menos diversa.

**Tabla 3.2.** Resumen de los parámetros de cada una de las localidades y el total del bosque seco del valle del Magdalena. Los valores entre paréntesis indican los extremos bajo y alto de los intervalos de confianza para los promedios de especies e individuos por hectárea y el estimador de Chao I.

LOCALIDAD	PUNTOS	ESPECIE (SPP)	SPP/HA	INDIVIDUOS (IND)	IND/HA	CHAO I	EXP(SHN)	I/SIMP
Bateas	36	63	3 (6,2)	544	5 (8,3)	61 (53,87)	34.55	23.52
Potosí	31	81	6 (10,4)	885	10 (14,6)	73 (63,104)	50.04	37.16
Mana Dulce	33	111	9 (13,6)	1206	13 (17,9)	98 (86,131)	72.07	54.72
Boquerón	13	64	5 (8,3)	240	6 (9,4)	78 (69,104)	42.62	31.44
Venadillo	21	67	4 (7,2)	404	6 (10,4)	79 (65,121)	37.18	23.49
Jabirú	26	89	7 (10,4)	781	10 (14,7)	75 (68,98)	56.58	40.71
Total	160	145	6 (9,3)	4060	8 (12,5)	165 (152,202)	74.59	53.65

La familia con mayor riqueza y abundancia fue la familia Tyrannidae con 32 especies y aproximadamente el 25% del total de individuos registrados (Figura 3.3). La segunda familia con mayor número de especies fue Thraupidae, pero la segunda más abundante fue Thamnophilidae. El resto de familias son más o menos consistentes en la posición que ocupan según el número de especies y abundancia. La excepción son las familias Trochilidae y Furnaridae, que presentan pocas especies pero con abundancia elevada.



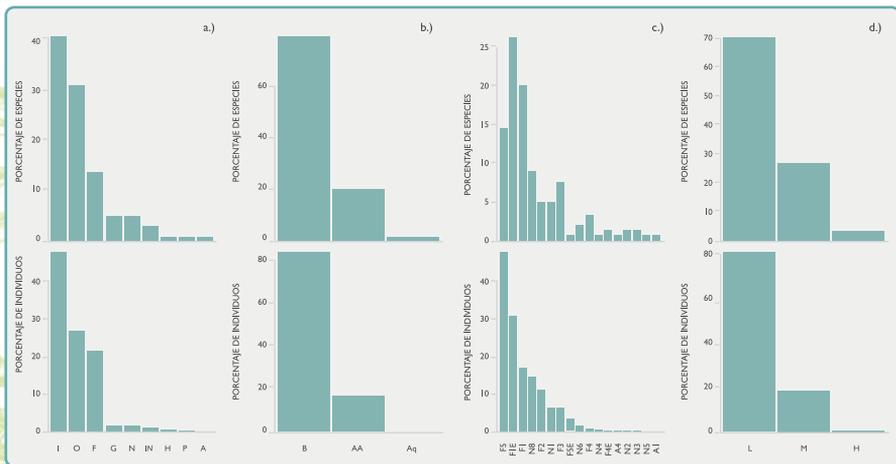
**Figura 3.3.** Diagramas de barras mostrando el orden de las familias de acuerdo con el porcentaje del número total de especies y de individuos que cada una mostró durante el muestreo.

El análisis de gremios tróficos, tipo de hábitat y sensibilidad al impacto humano revelaron que la mayoría de especies pertenecen a especies insectívoras que son típicas de borde de bosque húmedo tropical con baja sensibilidad al impacto humano (Figura 3.4). Los patrones de abundancia muestran en general una concordancia con los patrones de riqueza de especies por categoría, sin embargo hay una diferencia en la categoría de hábitat específico para el cual las especies típicas de bosques secos tuvieron la mayor abundancia (Figura 3.4c).

El análisis de correlación indicó una relación significativa entre precipitación y número de especies encontradas en cada localidad ( $S = 6$ ,  $p = 0.01$ ,  $r = 0.89$ ). Sin embargo, la correlación entre el estimador de Chao1 estandarizado y la precipitación no fue significativa y el coeficiente de correlación resultó ser mucho menor ( $S = 26$ ,  $p = 0.3$ ,  $r = 0.25$ ; Figura 3.5). Los modelos de distribución de abundancia de especies de la comunidad indican que la comunidad de aves de BST esta dominada por pocas especies. Sin embargo, localmente, cada una de las localidades tiene un patrón diferente que va desde una alta dominancia de pocas especies en el sur a una alta homogeneidad de la abundancia en el norte (Anexos 4 y 5).

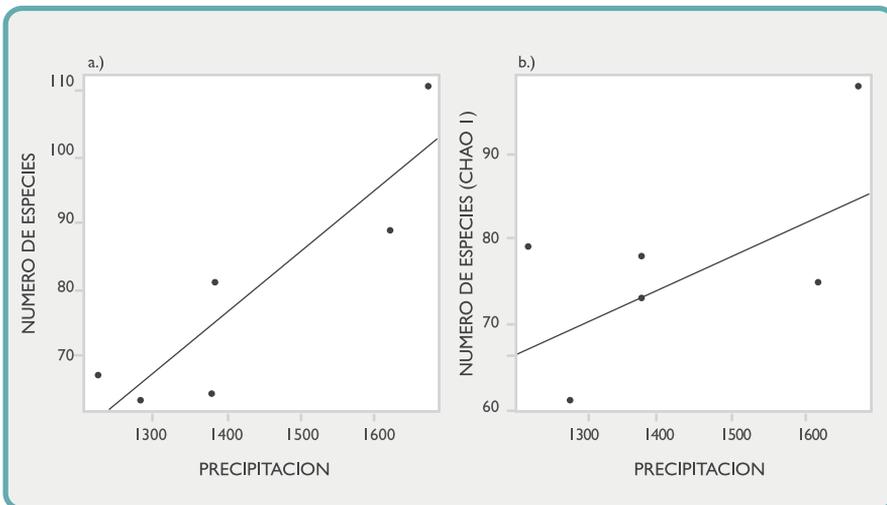
### DISCUSIÓN

En este estudio se reportan por primera vez los patrones de diversidad de aves para seis localidades de bosque seco tropical en el valle del Magdalena en Colombia. Aunque otros estudios han realizado un importante trabajo en recopilar información de la distribución y patrones de riqueza de especies (Sanchez-Clavijo 2005, Losada-Prado y Molina-Martinez 2011), no se conoce ningún trabajo que hasta el momento haya realizado un estudio sobre los patrones de abundancia de especies en la esta región. Adicionalmente, se provee una ampliación considerable en la distribución de cuatro especies que fueron registradas en algunas o todas las localidades durante la duración de este estudio.



**Figura 3.4.** Diagramas de barras mostrando por orden de importancia a las aves según a) categorías de dieta, b) tipo de hábitat, c) tipo de hábitat específico y d) sensibilidad al impacto antropogénico siguiendo la categorización por Karr et al. (1990) y Parker et al. (1996). El panel de arriba de cada una de las figuras corresponde al porcentaje de especies por categoría y el de abajo al porcentaje de individuos. Las categorías se pueden encontrar en el Anexo 3.

El registro de *Crypturellus erythropus* en la localidad de Jabirú amplía la distribución de este tinamú de bosque húmedo del valle medio del Magdalena al bosque seco del valle alto del Magdalena. Sin embargo, este tinamú ha sido registrado previamente en los alrededores de Mariquita (O. Laverde comm. pers.), la cual se encuentra solamente a 10 km al norte de la localidad de Jabirú. *Furnarius leucopus* es otra de las especies que amplía su distribución del valle medio del Magdalena a la región sur del valle. Aunque este hornero está asociado con humedales y pantanos estacionales, ocasionalmente usa el interior del bosque, especialmente cerca a las quebradas. Por lo tanto no es sorprendente encontrar esta especie en los pastizales y humedales estacionales del valle Alto del Magdalena. Sería interesante determinar si es una especie que en temporada de lluvias migra del valle Medio al Alto a medida que los pantanos y humedales estacionales se forman en las regiones más secas.



**Figura 3.5.** Relación positiva entre precipitación y a) número de especies y b) estimador de Chao 1 para cada una de las localidades del estudio.

Hay otras dos especies que se reportaron por primera vez en el valle alto del Magdalena; *Hylophilus aurantiifrons* y *Dromococcyx phasianellus*. *Hylophilus aurantiifrons* es una especie típica de los bosques secos del norte de Colombia y su registro en la localidad de Venadillo amplía su distribución por los menos en 500 km. Sin embargo, sólo se registró un grupo de esta especie en uno de los censos de esta localidad, por lo que puede tratarse de algunos individuos dispersos fuera de la distribución original, mas no de una población establecida. El caso de *Dromococcyx phasianellus* es interesante porque se ha registrado consistentemente desde el año 2011 en la localidad de Mana Dulce por parte de este grupo. En Colombia su distribución típica se restringe a la región Caribe,

Urabá y Nechí. Nuestro grupo ha registrado esta especie en la región noroccidental del valle medio del Magdalena en el cañón del río Alicante en el municipio de Maceo y en los Municipios de Yondó y Remedios en el departamento de Antioquia. Sin embargo, la localidad de Mana Dulce esta aproximadamente a 300 km al sur oriente del cañón del río Alicante y al lado opuesto del río Magdalena. Es posible que esta especie se haya dispersado desde las poblaciones del piedemonte llanero a través del paso bajo de Andalucía de la cordillera de los Andes. De hecho Miller (1947) sugirió que la similitud de la avifauna y los patrones morfológicos de las poblaciones de la región de la quebrada la Venta y la avifauna y poblaciones del piedemonte Amazónico podía ser explicada por su cercanía al paso de Andalucía. Mana Dulce y Boquerón son las únicas localidades del piedemonte en las cuales se realizó este estudio, pero sería interesante investigar las afinidades de las localidades del piedemonte más cerca de esta zona baja de la cordillera Oriental.

### PATRONES DE RIQUEZA Y DIVERSIDAD

El total de especies registradas para las localidades de muestreo en el valle del Magdalena fue inferior a la reportada previamente (227 vs. 297 reportadas en Losada-Prado y Molina-Martinez 2011). Sin embargo, el presente trabajo se enfocó en las áreas de bosque, y tan sólo se reportaron especies de otros elementos del paisaje ocasionalmente. Por lo tanto, el listado presentado (Anexo 2) no debe ser tomado como referencia para todas las especies que ocupan el valle alto del Magdalena, aunque sí puede ser tomado como referencia para las especies de bosque y borde de bosque. Se estimó que en promedio, el número total de especies que utilizan el bosque en esta región es de 160. Este número es elevado puesto que se estima que 174 especies usan la totalidad del bosque seco tropical en el norte de Sur América (Stotz et al. 1996).

La riqueza observada en los bosques del valle del Magdalena es comparable con la riqueza de especies en otros bosques secos en el neotrópico (Herzog and Kessler 2002). Por ejemplo, en los bosques secos de Bolivia hay en promedio 65 – 156 especies de aves (Herzog and Kessler 2002), mientras que las localidades individuales en el Magdalena contienen de 63 a 111 especies. Este patrón sugiere una similitud en los mecanismos que controlan la riqueza de las especies en este tipo de bosque, ya que biogeográficamente los bosques secos en el neotrópico se encuentran aislados y comparten sólo una pequeña proporción de especies, lo cual reduce la probabilidad de que esta similitud se deba a la dispersión de especies entre las diferentes regiones (Stotz et al. 1996, Werneck et al. 2011). Es interesante resaltar la fuerte correlación entre el número de especies y la precipitación (Figura 3.5), lo cual sugiere que los factores abióticos y bióticos indirectamente controlados por la



*Hypnelus ruficollis*  
Fotografía: Juan Pablo López

precipitación pueden explicar el ensamblaje de las comunidades de aves de bosque seco. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el tamaño de muestra tiene una fuerte influencia sobre esta relación y por lo tanto es necesario seguir explorando esta relación en un mayor número de localidades. Adicionalmente, es necesario considerar otros factores que puedan explicar la variación en la riqueza de especies. Por ejemplo, la diversidad en los estados sucesionales de cada una de las comunidades, su cercanía con otras regiones biogeográficas (i.e. la cordillera de los Andes) y la diversidad de hábitats pueden contribuir a explicar las diferencias en la riqueza de especies que se encontró a lo largo del gradiente de precipitación.

Con respecto a las categorías de dieta, la mayoría de las especies e individuos encontrados fueron clasificados como insectívoros, y la minoría fueron clasificados como frugívoros (Figura 3.4). Esto se puede deber a la baja oferta de frutos en los bosques secos (Murphy y Lugo 1986), lo cual evita que las especies frugívoras de bosque húmedo, abundantes en los bosques del Magdalena Medio, se muevan hacia el bosque seco. La mayoría de especies e individuos encontrados fueron especies típicas de bosque, lo cual no es sorprendente debido a que los puntos de conteo fueron seleccionados para representar principalmente este hábitat. Sin embargo, vale la pena resaltar la elevada proporción de especies e individuos que habitan áreas abiertas. Aparentemente, estas especies tienen la facultad de usar el interior del bosque o por lo menos los bordes de los bosques secos tropicales. El mayor número de

especies encontradas en el bosque se debió a que varias especies típicas de bosque húmedo tropical se encontraron dentro del bosque seco, aunque el mayor número de individuos pertenecía a especies típicas de BST. Este desacoplamiento entre la riqueza y la abundancia de especies en este nivel de preferencia de hábitat sugiere que hay una diferencia en los mecanismos que regulan la abundancia y la dispersión de las especies.

“ESTE PATRÓN SUGIERE UNA SIMILITUD EN LOS MECANISMOS QUE CONTROLAN LA RIQUEZA DE LAS ESPECIES EN ESTE TIPO DE BOSQUE, YA QUE BIOGEOGRÁFICAMENTE LOS BOSQUES SECOS EN EL NEOTRÓPICO SE ENCUENTRAN AISLADOS Y COMPARTEN SÓLO UNA PEQUEÑA PROPORCIÓN DE ESPECIES, LO CUAL REDUCE LA PROBABILIDAD DE QUE ESTA SIMILITUD SE DEBA A LA DISPERSIÓN DE ESPECIES ENTRE LAS DIFERENTES REGIONES”

El bosque seco del valle del Magdalena limita al norte con el bosque húmedo tropical del Magdalena Medio, lo cual puede resultar en que muchas especies típicas del bosque húmedo se dispersen hacia regiones de bosque seco, a pesar de que su abundancia esté regulada por los factores de selección que imponen los bosques secos. Si la abundancia de las especies es una medida indirecta de la aptitud de la especie a adaptarse a condiciones particulares, las especies que están bien adaptadas a los

fuertes factores de selección de este tipo de bosque pueden mantener poblaciones con un mayor número de individuos (Sokol et al. 2011). Finalmente, consistente con estudios previos y con las predicciones basadas en la capacidad de las especies de bosque seco para adaptarse a cambios en el ambiente, la mayoría de las especies presentes en el bosque seco del valle del Magdalena presentaron una baja sensibilidad al impacto humano (Stotz et al. 1996, Losada-Prado y Molina-Martinez 2011).

### ESTADO Y CONSERVACIÓN DE LAS AVES EN LOS BST DE COLOMBIA

Vale la pena mencionar las cinco especies que poseen una alta sensibilidad al impacto humano, ya que estas especies también resultaron tener una baja abundancia en comparación con especies de las otras categorías: *Aramides cajaneus*, *Patagioenas plumbea*, *Myrmeciza immaculata*, *Dendrocincla fuliginosa* y *Campylorhamphus trochilrostris*. Aunque estas especies no se encuentran en ninguna categoría de amenaza, los bosques secos del Magdalena están protegidos únicamente por iniciativas y esfuerzos de la población civil. La ONG “Bird Life International” a través de su programa de AICA (áreas de importancia para la conservación de las aves), reconocen en esta región del valle del Magdalena tan sólo un área ubicada entre los municipios de Nilo y Melgar que consta de 20.000 ha, la cual no cuenta con ningún estatus de protección en Colombia



*Myiarchus apicalis*  
Fotografía: Diego Calderón F.

(Franco et al. 2009). Esta área está delimitada por la presencia de dos especies endémicas (*Myiarchus apicalis* y *Euphonia concinna*) que son relativamente comunes a lo largo de su distribución y han demostrado una alta tolerancia al impacto antropogénico (ver Anexo 2). Sin embargo, dado que el objetivo es minimizar las tasas de extinción, es importante hacer seguimiento a la dinámica poblacional de las especies que demuestran una alta sensibilidad al impacto humano y presentan bajas abundancias en localidades con altos niveles de transformación antropogénica. Éstas pueden proveer información sobre los bosques que debemos conservar para evitar alteraciones en las comunidades ecológicas.

Los estudios de conservación sugieren que la preservación de la diversidad genética es importante para la conservación de las especies bajo futuros escenarios de cambio climático (Crandall et al. 2000). La extinción local de algunas poblaciones puede disminuir la capacidad de las especies a adaptarse a los cambios del ambiente (Moritz et al. 2002). Más aún, algunas poblaciones del valle alto del Magdalena son entidades evolutivas independientes que tienen el potencial de convertirse en especies endémicas (Gómez J.P. et al, datos no publicados). Por tanto, la conservación de estas poblaciones no sólo preserva la diversidad genética de las especies, sino también los procesos evolutivos que ocurren a diferentes escalas (Smith et al. 2001). El apoyo de las entidades gubernamentales a la población civil que por iniciativa propia ha decidido preservar los últimos relictos de bosque seco en esta región de Colombia, puede promover la conservación y la preservación de las poblaciones de estas especies de aves.

Debido a que los criterios de identificación de AICA están basados principalmente en especies de rangos restringidos, ninguna de las zonas estudiadas cumple con los criterios de denominación (Devenish et al. 2009). Adicionalmente, el Libro Rojo de Aves de Colombia incluye tan sólo una de las especies encontradas durante este estudio: *Crypturellus columbianus*, una especie “Casi Amenazada”, que desde la publicación del libro rojo en el 2002 cambió su estatus taxonómico y actualmente se encuentra reconocida como una población de *Crypturellus erythropus*. En este sentido, el BST del valle del Magdalena no parece tener una alta

importancia para la conservación de las aves, según criterios AICA. Sin embargo, la biogeografía de esta región sugiere que está aislada de otras regiones de BST en Colombia y Sur América impidiendo el movimiento de individuos de diferentes especies hacia fragmentos de bosques en el valle del Magdalena. Si consideramos que este potencial aislamiento puede dar origen a especies endémicas en el futuro

“ EL APOYO DE LAS ENTIDADES GUBERNAMENTALES A LA POBLACIÓN CIVIL QUE POR INICIATIVA PROPIA HA DECIDIDO PRESERVAR LOS ÚLTIMOS RELICTOS DE BOSQUE SECO EN ESTA REGIÓN DE COLOMBIA, PUEDE PROMOVER LA CONSERVACIÓN Y LA PRESERVACIÓN DE LAS POBLACIONES DE ESTAS ESPECIES DE AVES ”

a través de la evolución independiente de sus poblaciones, entonces los remanentes de bosque en esta región se convierten en piezas claves para la preservación de estos procesos evolutivos.

Generalmente se sugiere que las prioridades de conservación se concentren en zonas de alta riqueza de especies, como en este caso las localidades como Mana Dulce y Jabirú. Sin embargo consistente con lo anterior, localidades como Bateas y Potosí, al encontrarse en regiones con condiciones abióticas excepcionales en la región, son de alta importancia para conservar los procesos ecológicos y evolutivos que ocurren naturalmente. De esta forma es importante que las decisiones de conservación no se tomen exclusivamente teniendo en cuenta la presencia de especies endémicas, de rango restringido o de una alta riqueza de especies. La dinámica poblacional de las especies y el cambio de las comunidades a lo largo del tiempo también son indicadores claves de las localidades de alta importancia de conservación. Las aves presentes en estas localidades pueden tener servicios ecosistémicos importantes como el control biológico de plagas para cultivos, la dispersión de semillas y la polinización de cultivos. Los cambios en la estructura de la comunidad de aves debido a la transformación o a la baja protección de los remanentes de bosque puede tener efectos inesperados a través de desbalances en las cadenas tróficas.

Las comunidades de aves del BST del valle del Magdalena presentan un alto desbalance entre las especies dominantes y las especies raras.



*Thryophilus sernai*  
Fotografía: Diego Calderón F.



*Picumnus cinnamomeus*  
Fotografía: Juan Pablo López

En otras palabras, hay pocas especies muy abundantes en la comunidad y el resto son especies raras. Esto sugiere que las comunidades están compuestas principalmente por especies generalistas o pioneras que no requieren de muchas condiciones para establecer poblaciones (Frontier 1985, Wilson 1991). Una posible explicación a este fenómeno es que existe una alta variación en la temperatura y humedad diaria dentro de los fragmentos de bosque. De esta forma, las especies que los habitan deben ser especies generalistas adaptadas a una variedad de condiciones diferentes. Muchas especies migran hacia los bosques secos pero pocas logran establecer poblaciones con altos números de individuos. Los índices de diversidad sugieren independientemente que hay un alto desbalance en la comunidad. El número efectivo de especies es por lo menos la mitad del número total de especies estimado para la comunidad.

A escala más local, existen diferencias en la importancia de factores abióticos sobre la composición de las comunidades. Lo más evidente es que en el sur las localidades presentan una precipitación mucho más baja que las localidades del norte. Si se asume que la precipitación tiene un efecto directo sobre la productividad de los bosques, ésta debería tener un efecto directo sobre los patrones de abundancia de las especies. En el caso del valle del Magdalena, las comunidades más al sur tienden a estar compuestas por pocas especies abundantes y muchas raras, mientras que en regiones más al norte existe una mayor homogeneidad en la abundancia de las especies. Esto sugiere que las condiciones de las localidades del sur del valle imponen filtros más fuertes para el establecimiento de poblaciones que sólo pocas especies pueden

sobrepasar. Mientras tanto, los filtros en las localidades del norte son más permeables, permitiendo que haya un mayor número de especies con una alta abundancia, o que las especies presentes en la comunidad presenten una abundancia mucho más homogénea. Este último patrón ha sido encontrado principalmente en comunidades de bosque húmedo donde se piensa que los filtros impuestos por el medio ambiente son mucho menos fuertes que en otras zonas (Preston 1948, Frontier 1985, Wilson 1991, McGill et al. 2007).

Es posible que la cercanía de las localidades de bosque seco tropical y el bosque húmedo en el Magdalena Medio en el valle determine los patrones de dispersión entre estas localidades. Las poblaciones que no están bien adaptadas a las condiciones de sequía pueden tener una mayor abundancia que sea comparable con especies bien adaptadas porque hay dispersión de individuos desde fuentes como el bosque húmedo. En este sentido las poblaciones de algunas especies de aves comunes en Jabirú y Venadillo podrían ser consideradas como **poblaciones sumidero**, que no podrían mantener su alta abundancia en caso de que se les impidiera el movimiento entre los diferentes tipos de bosque (Pulliam 2000). Otra posible explicación es que estas localidades y en especial la localidad de Jabirú, se encuentran en una región de transición, donde las presiones de selección impuestas por el bosque seco son mucho menos intensas, equilibrando la abundancia de las especies típicas de bosque húmedo. Esto puede ser consistente con los patrones de lluvia en la localidad de Jabirú, en donde hay una zona más estacional con menores valores de precipitación y otra con menor estacionalidad y mayor precipitación (P. Pizano, com. pers.).

## CONCLUSIONES

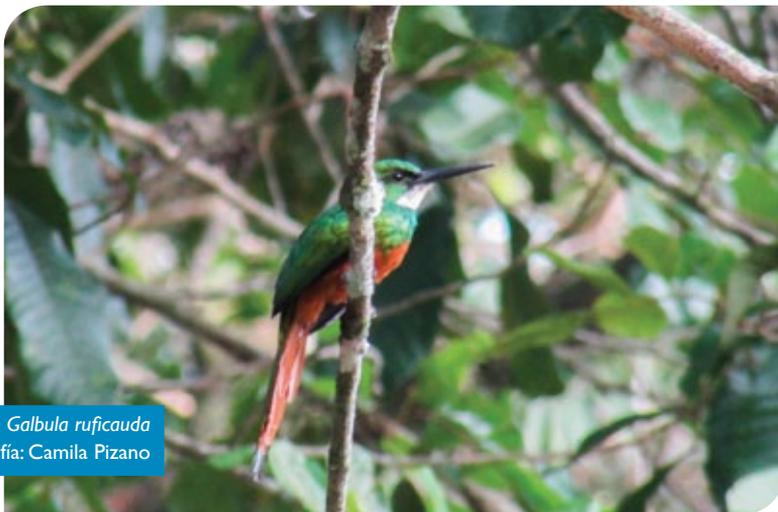
La avifauna del bosque seco tropical en Colombia es diversa a pesar de tener bajos niveles de endemismo característicos de otras regiones de bosque seco en el neotrópico. El conocimiento acerca de la avifauna de estos tipos de bosque ha incrementado sustancialmente desde el año 1998 cuando el IAvH publicó su última revisión de literatura del bosque seco tropical. De hecho el esfuerzo de muchos grupos independientes ha producido una importante cantidad de información acerca de la distribución de la avifauna y los patrones de riqueza. Sin embargo, es necesario incrementar el número de estudios sobre la ecología y la genética poblacional de las aves del bosque seco en Colombia para poder tomar más y mejores decisiones sobre la conservación de estas regiones que se encuentran en alto grado de amenaza. El bajo recambio de especies entre las diferentes regiones de bosque seco en Colombia sugiere una conexión entre las regiones hace relativamente poco tiempo.



*Ortalis ruficauda*  
Fotografía: Juan Pablo López

Esto es consistente con la hipótesis de que estas regiones estuvieron conectadas durante la última glaciación hace aproximadamente 10.000 años (ver Capítulo 2).

Con el fin de aportar al conocimiento de la ecología de las comunidades de aves de bosque seco, se llevó a cabo un análisis de composición de estas comunidades en seis localidades en el valle alto del Magdalena. Se encontraron ampliaciones de la distribución de algunas especies típicamente distribuidas en el Caribe o Nechí, y se hizo un análisis de los patrones de abundancia de la comunidad. Los resultados muestran que los bosques del valle alto del Magdalena tienen una riqueza comparable a otros bosques en el neotrópico, además de que los patrones de abundancia de las especies son típicos para las comunidades donde existe un alto desbalance entre las especies abundantes y las especies raras. Esto es consistente con una selección fuerte por parte de factores ambientales que promueve la abundancia de pocas especies bien adaptadas a condiciones particulares, además de predecir el cambio en las distribuciones de abundancia de especies a medida que la precipitación aumenta y las presiones de selección se hacen menos intensas. Sin embargo, es difícil diferenciar esta explicación del aumento en la dispersión de especies de bosque seco por simple distancia geográfica entre las localidades de bosque seco y húmedo. Dentro de los bosques estudiados se encontraron algunas especies de rango restringido y otras que merecen un análisis más detallado sobre su estatus taxonómico y su categorización. Adicionalmente, algunas de las localidades estudiadas presentan condiciones climáticas



*Galbula ruficauda*  
Fotografía: Camila Pizano

particulares, poco frecuentes en otros lugares de Colombia. Por estos motivos, la población civil de esta región merece un apoyo institucional para continuar con la conservación de la diversidad biológica y de los procesos ecológicos y evolutivos que ocurren en los bosque secos de esta región.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer principalmente a los propietarios de las localidades estudiadas que sin ánimo de lucro han realizado inmensos esfuerzos para conservar los pocos fragmentos de bosque seco que aún quedan en esta región de Colombia. Adicionalmente, todos los propietarios nos brindaron una colaboración excepcional en términos de la logística del proyecto. Queremos agradecer especialmente a Cesar García y demás propietarios de la Hacienda Bateas, Humberto Llara, a los propietarios de Remansos de Sumapaz en el Boquerón, a Constanza Mendoza y Esteban Lara en Mana Dulce, a los propietarios de la Hacienda los Limones y a la Familia Pizano de la Hacienda Jabirú. Nuestras fuentes de financiación fueron National Geographic, Sigma Xi, American Museum of Natural History y Wilson Ornithological Society. A J. Llano, A. Morales-Rozo, E. Ortiz y J. Sandoval por su ayuda en el campo y logística durante el proyecto y J. Norrell por su ayuda en la digitalización de los datos.

## REFERENCIAS

- Alley, R. B., P. A. Mayewski, T. Sowers, M. Stuiver, K. C. Taylor, y P. U. Clark. 1997. Holocene climatic instability: a prominent, widespread event 8200 yr ago. *Geology* 25:483–486.
- Andrade, G. I., y C. A. Mejía. 1988. Cambios estacionales en la distribución de la avifauna terrestre en el parque nacional natural Macuira, Guajira, Colombia. *Trianea* 1.
- Ayerbe-Quiñones, F., J. P. Lopez-Ordoñez, M. F. Gonzalez-Rojas, F. A. Estela, M. B. Ramirez-Burbano, J. V. Sandoval-Sierra, y L. G. Gomez-Bernal. 2005. Aves del departamento del Cauca - Colombia. *Biota Colombiana* 9:77–132.
- Ayerbe-Quiñones, F., y H. Ramirez-Chaves. 2005. Primeros registros de *Ammodramus savannarum caucacae* (Emberizidae) en el valle alto del Patía, suroccidente de Colombia. *Ornitología Colombiana* 6:82–85.
- Bravo, G.A. y L.G. Naranjo. 2006. Estado del conocimiento sobre aves terrestres en Colombia. En M.E. Chaves y M. Santamaría, editores. Informe Nacional Sobre el Avance en el Conocimiento y la Información de la Biodiversidad 1998–2004. Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Burt, E. H., y J. M. Ichida. 2004. Gloger's rule, feather-degrading bacteria, and color variation among song sparrows. *Condor* 106:681–686.
- Cardoso da Silva, J. M. 1997. Endemic bird species and conservation in the Cerrado region, South America. *Biodiversity and Conservation* 6:435–450.
- Carriker Jr., M. A., y W. E. Todd. 1922. The birds of the Santa Marta region of Colombia: a study in altitudinal distribution. *Ann Carnegie Museum* 14:1–611.
- Castro-Lima, F. 2013. Avance del conocimiento de la flora del Andén Orinoqués en el departamento del Vichada, Colombia. *Orinoquia* 14:58–67.
- Chao, A. 1987. Estimating the Population-Size for Capture Recapture Data with Unequal Catchability. *Biometrics* 43:783–791.
- Chapman, F. 1917. The distribution of Bird-life in Colombia. A contribution to a biological survey of South America. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 36:1–729.
- Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples.
- Colwell, R. K., C. X. Mao, y J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85:2717–2727.
- Cordoba-Cordoba, S. 2009. Historia de la ornitología colombiana: sus colecciones científicas investigadores y asociaciones. *Boletín SAO* 19:1–26.
- Cracraft, J. 1985. Historical biogeography and patterns of differentiation within South American avifauna: areas of endemisms. *Ornithological Monographs* 36:49–84.
- Crandall, K.A., O. R. P. Bininda-Emonds, G. M. Mace, y R. K. Wayne. 2000. Considering evolutionary processes in conservation biology. *Trends in Ecology and Evolution* 15:290–295.
- de Mera, A. G., A. González, R. Morales, B. Oltra, y V. Orellana. 2006. Datos sobre la vegetación de los Llanos Occidentales del Orinoco (Venezuela). *Acta Botanica Malacitana* 31:97–129.
- Defler, T. y J.V. Rodríguez. 1998. La fauna de la Orinoquia. En D. Fajardo, C. Domínguez, J. Molano, O. Rangel, T. Defler, J.V. Rodríguez, I. Cavellier, A. Gómez, H. Publio, G. Barona, M. Mejía, M. E. Romero, H.L. Díaz, O. Aguilar, C. Galeano y L. Pérez. Colombia Orinoco. Editorial del Fondo FEN, Bogotá, Colombia.
- Devenish, C., D. F. Diaz Fernandez, R. P. Clay, I. Davidson, y I. Yopez Zabala. 2009. Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. *BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16)*, Quito, Ecuador.
- Dugand, A. 1939a. Aves de la región Magdalena-Caribe. Primera parte. Introducción y clave sinóptica artificial de los órdenes y subórdenes de la región Magdalena-Caribe. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 2:524–542.
- Dugand, A. 1939b. Aves de la región Magdalena-Caribe. Segunda parte. Formas características de la región Magdalena-Caribe y catálogo de las especies y subespecies por familias. Tinamiformes, Colymbiformes, Galliformes, Gruiformes, Caradriformes, Columbiformes, Anseriformes, Ciconiformes. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 3:47–65.
- Dugand, A. 1940a. Aves de la región Magdalena-Caribe. Segunda parte (continuación). Catálogo de las especies y subespecies por familias. Passeriformes (conclusión). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 4:25–37.
- Dugand, A. 1940b. Aves de la región Magdalena-Caribe. Segunda parte (continuación). Catálogo de las especies y subespecies por familias. Passeriformes (parte). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 3:373–384.

- Dugand, A. 1940c. Aves de la región Magdalena-Caribe. Segunda parte (continuación). Catálogo de las especies y subespecies por familias. Pelecaniformes, Cathartiformes, Falconiformes, Psittaciformes, Cuculiformes, Strigiformes, Caprimulgiformes, Micropodiformes, Trogoniformes, Coraciformes, Piciformes. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 3:212–238.
- Estela, F. A., y M. Lopez-Victoria. 2005. Aves de la parte baja del río Sinú, Caribe colombiano; inventario y ampliaciones de distribución. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras 34:7–42.
- Espinal, L.S. y E. Montenegro. 1963. Formaciones vegetales de Colombia; memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Departamento Agrológico. Bogotá, Colombia.
- Franco, A. M., C. Devenish, M. C. Barrero, y M. H. Romero. 2009. Colombia. Páginas 135–148 en C. Devenish, D. F. Diaz Fernandez, R. P. Clay, I. Davidson, y I. Yezpez Zabala, editores. Important Bird Areas Americas - Priority for biodiversity conservation. BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16), Quito, Ecuador.
- Frontier, S. 1985. Diversity and structure in aquatic ecosystems. *Oceanography and Marine Biology: Annual Review* 23:253–312.
- Goodfellow, W. 1901. Results of an ornithological journey through Colombia and Ecuador. *Ibis* 43:300–319.
- Haffer, J. 1961. Notas sobre la avifauna de la península de la Guajira. *Novedades Colombianas: Nueva Época* 1:374–394.
- Haffer, J. 1967a. Speciation in Colombian forest birds west of the Andes. *American Museum Novitates* 2294.
- Haffer, J. 1967b. Zoogeographical notes on the “nonforest” lowland bird faunas of northwestern South America. *Hornero* 10:315–333.
- Haffer, J. 1986. On the avifauna of the upper Patía valley, southwestern Colombia. *Caldasia* 15:71–75.
- Haffer, J., y J. I. Borrero. 1965. On the birds of northern Colombia. *Revista de Biología Tropical* 13:29–53.
- Herzog, S. K., y M. Kessler. 2002. Biogeography and composition of dry forest bird communities in Bolivia. *Journal Fur Ornithologie* 143:171–204.
- Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones, y A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965–1978.
- Hilty, S. L., y W. L. Brown. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton University press, Princeton, NJ, EE.UU.
- Hurlbert, A. H. 2004. Species-energy relationships and habitat complexity in bird communities. *Ecology Letters* 7:714–720.
- IAvH. 1998. El Bosque seco Tropical en Colombia. I. Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, editor, Bogotá, Colombia.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113:363–375.
- Karr, J. R., S. K. Robinson, J. G. Blake, y O. Bierregaard. 1990. Birds of four neotropical forests. In A. W. Gentry, editor. *Four Neotropical Rainforests*. Yale University Press, New Haven, Connecticut, EE.UU.
- Lara, C. E., A. M. Cuervo, S. V. Valderrama, D. Calderon, y C. D. Cadena. 2012. A New Species of wren (Troglodytidae: *Thryophilus*) from the dry Cauca river canyon, Northwestern Colombia. *Auk* 129:537–550.
- Losada-Prado, S., y Y. Molina-Martinez. 2011. Avifauna del bosque seco tropical en el departamento del Tolima (Colombia): análisis de la comunidad. *Caldasia* 33.
- MacArthur, R. H. 1957. On the relative abundance of bird species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 43:293–295.
- MacArthur, R. H. 1960. On the relative abundance of species. *American Naturalist* 94:25–36.
- Marinkelle, C. J. 1970. Birds of the Serranía de Macuira, Guajira Peninsula, Colombia. *Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient.* 4: 15-34
- McGill, B. J., R. S. Etienne, J. S. Gray, D. Alonso, M. J. Anderson, H. K. Benecha, M. Dornelas, B. J. Enquist, J. L. Green, F. L. He, A. H. Hurlbert, A. E. Magurran, P. A. Marquet, B. A. Maurer, A. Ostling, C. U. Soykan, K. I. Ugland, y E. P. White. 2007. Species abundance distributions: moving beyond single prediction theories to integration within an ecological framework. *Ecology Letters* 10:995–1015.
- Miller, A. H. 1947. The tropical avifauna of the upper Magdalena valley, Colombia. *The Auk* 64:351–381.
- Miller, A. H. 1952. Supplementary data on the tropical avifauna of the arid upper Magdalena valley of Colombia. *The Auk* 69:450–457.
- Moritz, C., J. L. Patton, C. J. Conroy, J. L. Parra, G. C. White, y S. R. Beissinger. 2002. Impact of a century of climate change on small-mammal communities in Yosemite National Park, USA. *Science* 322:261–264.
- Motomura, I. 1932. A statistical treatment of associations. *Japanese Journal of Zoology* 44:379–83.

- Murphy, P. G., y A. E. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17:67–88.
- Negret, A. J. 1992. Avifauna del valle del Patía. *Novedades Colombianas: Nueva Epoca* 5:45 - 65.
- Ocampo-Peñuela, N. 2010. El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia. *Orinoquia* 14: 188–200.
- Olson, D. M., E. Dinerstein, E. D. Wikramanayake, N. D. Burgess, G. V. N. Powell, E. C. Underwood, J. A. D'Amico, I. Itoua, H. E. Strand, J. C. Morrison, C. J. Loucks, T. F. Allnutt, T. H. Ricketts, Y. Kura, J. F. Lamoreux, W. W. Wettengel, P. Hedao, y K. R. Kassem. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *Bioscience* 51:933–938.
- Parker III, T. A., D. F. Stotz, y J. W. Fitzpatrick. 1996. Ecological and Distributional databases for neotropical birds en D. F. Stotz, T. A. Parker III, J. W. Fitzpatrick, y D. K. Moskovitz, editores. *Neotropical Birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, EE.UU.
- Preston, F. W. 1948. The commonness and rarity of species. *Ecology* 29:254-283.
- Pulliam, H. R. 2000. On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters* 3:349–361.
- Remsen, J. V., C. D. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J. F. Pacheco, J. Pérez-Eman, M. B. Robbins, F. G. Stiles, D. F. Stotz, y K. J. Zimmer. 2013. A classification of the bird species of South America. *American Ornithologist Union*.
- Restall, R., C. Rodner, y M. Lentino. 2007. *Birds of Northern South America: an identification guide*. Yale University Press, New Haven, Connecticut, EE.UU.
- Rojas, R. y W. Piragua. 2000. Afinidades biogeográficas y aspectos ecológicos de la avifauna de Caño Limón, Arauca, Colombia. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* 15: 1–26.
- Sanchez-Clavijo, L. M. 2005. Estudio comparativo de la avifauna en tres remanentes de bosque seco tropical en el valle del río Magdalena: efectos del tamaño, el contexto de paisaje y la estacionalidad climática. *Universidad Javeriana, Bogotá D.C.*
- Smith, T. B., S. Kark, C. J. Schneider, R. K. Wayne, y C. Moritz. 2001. Biodiversity hotspots and beyond: the need for preserving environmental transitions. *Trends in Ecology and Evolution* 16:431–431.
- Sokol, E. R., E. F. Benfield, L. K. Belden, y H. M. Valett. 2011. The assembly of ecological communities inferred from taxonomic and functional composition. *American Naturalist* 177:630–644.
- Stattersfield, A., M. J. Crosby, A. J. Long, y D. C. Wege. 1998. *Endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation*. BirdLife International, Cambridge Reino Unido.
- Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. P. III, y D. K. Moskovitz. 1996. *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, EE.UU.
- Umaña, A. M., M. Álvarez, y J. E. Parra. 2007. Aves. Páginas 123–139 en H. Villarreal-Leal y J. A. Maldonado-Ocampo, editores. *Caracterización Biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (Sector Noroeste)*, Vichada, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Werneck, F. P., G. C. Costa, G. R. Colli, D. E. Prado, y J. W. Sites. 2011. Revisiting the historical distribution of seasonally dry tropical forests: new insights based on palaeodistribution modelling and palynological evidence. *Global Ecology and Biogeography* 20:272–288.
- Wilson, J. B. 1991. Methods for fitting dominance diversity curves. *Journal of Vegetation Science* 2:35–46.
- Zink, R. M., y J. V. Remsen. 1986. Evolutionary processes and patterns of geographic variation in birds. *Current Ornithology* 4:1–69.



Plántula de *Capparis* sp. en el sotobosque del bosque seco tropical.

Ilustración: Camila Pizano



CAPÍTULO

4

*Saguinus oedipus*  
Fotografía: Roy González

CAPÍTULO

4

MAMÍFEROS DEL BOSQUE SECO, UNA  
MIRADA AL CARIBE COLOMBIANO

ANGÉLICA DIAZ-PULIDO, ANGÉLICA BENÍTEZ, DAISY A. GÓMEZ-RUIZ, CAMILO A. CALDERÓN-ACEVEDO, ANDRÉS LINK, ALEJANDRA PARDO, FRANCY FORERO, A. GABRIELA DE LUNA, ESTEBAN PAYÁN, SERGIO SOLARI

INTRODUCCIÓN

Colombia es el cuarto país en biodiversidad de mamíferos en el mundo, y cuenta con 492 especies registradas de las cuales 42 son **endémicas** (Solari et al. 2013). Los murciélagos (Orden: Chiroptera) y los roedores (Orden: Rodentia) son los grupos de mamíferos con mayor riqueza de especies en el país con 198 y 122 especies respectivamente. Así mismo, Colombia es reconocida como uno de los países con mayor riqueza de primates en el mundo (31 spp.; Solari et al. 2013), precedida sólo por Brasil, China y Madagascar (Defler 2004).

La riqueza de especies y la diversidad de las **comunidades** de mamíferos en el bosque seco son en general menores que la de los bosques húmedos. Parte de la fauna asociada a los bosques secos cuenta con adaptaciones morfológicas y/o fisiológicas que aseguran su supervivencia y reproducción dentro de este bioma. Otras en cambio, tienen adaptaciones en su comportamiento para sobrevivir a los cambios estacionales de este bosque, como patrones de “migración” en búsqueda de comida y refugio y/o adaptaciones de dieta con una estacionalidad que cambia de acuerdo a la disponibilidad de recursos (Ceballos 1995). Es por esto que a pesar de que los bosques secos no son tan diversos como los bosques más húmedos, suelen contar con una amplia gama de especies endémicas. Por ejemplo, el bosque seco mexicano cuenta con 26 especies de fauna silvestre endémica y el bosque seco del Chaco tiene 22 especies endémicas (Ceballos 1995). No obstante, en Colombia tan sólo se han registrado hasta el momento tres especies de mamíferos endémicas del bosque seco: *Marmosa xerophila*, *Myotis nesopolus* y *Rhogeessa minutilla*. Sin embargo, es importante recalcar que el estudio en los bosques secos del país ha sido muy pobre (GEMA 1998). De hecho los estudios existentes para el bosque seco colombiano se han limitado a pequeñas

“LOS MURCIÉLAGOS (ORDEN: CHIROPTERA) Y LOS ROEDORES (ORDEN: RODENTIA) SON LOS GRUPOS DE MAMÍFEROS CON MAYOR RIQUEZA DE ESPECIES EN EL PAÍS CON 198 Y 122 ESPECIES RESPECTIVAMENTE”

extensiones geográficas o zonas muy intervenidas, y en general han sido de corto tiempo. Por lo tanto, actualmente no existen inventarios completos de mamíferos para todas las ecoregiones de bosques seco del país. Mas aún, muchos estudios no se han publicado y se requiere ampliar el conocimiento de la historia natural de la mayoría de las especies que habitan en los bosques secos del país. Dentro de estos estudios se destaca el trabajo sobre diversidad de pequeños mamíferos realizado por Adler y colaboradores (1997), y en los últimos años algunos trabajos de grado realizados en la zona de Piscilago en Cundinamarca (Fernández-Ruiz 2005) y en el Caribe colombiano por la Universidad de Antioquia, como los de Gómez-Ruiz (2010), Calderón-Acevedo (2012) y Osorio (2012), entre otros.

En el presente capítulo se recopila y analiza parte de la información colectada en la región Caribe durante los últimos años a través de diversas metodologías. El propósito era construir el primer listado de mamíferos del bosque seco del Caribe colombiano, discutir algunos **parámetros poblacionales** básicos y proponer una serie de escenarios para la conservación de los mamíferos en el bosque seco del Caribe colombiano.

## MÉTODOS

### ÁREAS DE ESTUDIO

#### ANTIOQUIA .....

##### **Municipios de Necoclí y Turbo**

Los municipios de Necoclí y Turbo se encuentran ubicados en el noroccidente de Antioquia a orillas del mar Caribe, en la margen oriental del golfo de Urabá, al extremo de la serranía del Abibe (Figura 4.1). Mientras Necoclí está localizado en el extremo norte del departamento, constituyendo parte de la costa Caribe, Turbo bordea la mayor parte del golfo de Urabá. Las áreas de muestreo se encuentran en la zona rural de los corregimientos Las Changas (Necoclí; coordenadas planas X 329189,0 Y 899771,0) y Alto Mulatas (Turbo; coordenadas planas X 326795,0 Y 945470,0), e incluyen fragmentos de bosque seco tropical (maduro y secundario), zonas de cultivo (principalmente arroz, pero también algunas hortalizas), y potreros que surgen irregularmente según se incrementan las áreas de cultivo o construcción de viviendas. En general, el paisaje se compone de un mosaico semi-árido con pequeños parches de bosque dispersos entre zonas abiertas y alto impacto por la actividad humana.





*Panthera onca*  
Fotografía: Panthera Colombia

## ATLÁNTICO .....

### ***Municipio de Puerto Colombia***

El municipio de Puerto Colombia hace parte del área metropolitana de Barranquilla (Figura 4.1). El área de muestreo (coordenadas planas X 520335,0 Y 121901,0) consistió de relictos de bosque seco que presentan un alto grado de intervención por encontrarse inmersos en el casco urbano de la ciudad y estar rodeados de industrias y fábricas. Sin embargo, la presencia de algunas especies particulares de mamíferos invita a realizar estudios adicionales para preservar estos fragmentos de bosque. Estos relictos de bosque se encuentran de cierta forma protegidos por algunas fábricas y empresas que procuran conservarlos, pero los residuos sólidos (basuras) de las zonas residenciales aledañas representan una fuerte amenaza para la fauna local.

## CESAR .....

### ***El Copey***

El municipio de El Copey está localizado en el noroccidente del Cesar (coordenadas planas X 621034,0 Y 1127122,0; Figura 4.1). Esta zona se caracteriza por un clima cálido y seco, y presenta una precipitación por debajo de los 1.200 mm/año, distribuidos entre abril y noviembre. Mayo y octubre son los meses más lluviosos (promedio: 150 y 210, respectivamente) (IDEAM et al. 2007). En este estudio se trabajó en diez veredas del municipio ubicadas en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, entre los 172 y 939 msnm. En esta región los ojos de agua son las únicas zonas que se mantienen protegidas de la



*Puma concolor*  
Fotografía: Panthera Colombia

tala y quema que practican los pobladores locales con el fin de preparar los suelos para las actividades de ganadería intensiva y los cultivos como maíz, yuca, ñame y plátano. Como resultado de las actividades antropogénicas, los ecosistemas naturales del área de estudio han sido altamente modificados.

### **Curumaní**

El municipio de Curumaní se encuentra ubicado en la zona de los valles de los ríos Cesar y Magdalena (Figura 4.1). La zona de muestreo está ubicada en cercanías del cerro Champán, en una zona fragmentada con relictos aislados de bosque seco dentro de grandes matrices de sabanas destinadas para la ganadería (coordenadas planas X 650286,0 Y 1019020,0). Por su cercanía a la zona de El Copey, el clima y el régimen de lluvias de esta área de muestreo es muy similar (ver descripción arriba).

### **El Paso**

El municipio de El Paso está localizado en el occidente del Cesar (Figura 4.1). Esta zona se caracteriza por un clima cálido y seco, tiene una precipitación media de 1.500 mm/año, y dos periodos de lluvias correspondientes a mayo-julio y agosto-noviembre. El área de estudio (coordenadas planas X 634789,0 Y 1058274,0) se encuentra entre los 20 y 50 msnm en un mosaico de pastizales, rastrojos, bosques secundarios y playones de los ríos Cesar y Ariguaní, los cuales alimentan el complejo cenagoso de Zapatosa.

MAGDALENA .....

**Puente Ariguaní**

El corregimiento de Puente Ariguaní está localizado en el municipio de Ariguaní al nororiente del Magdalena y en los límites con Cesar (Figura 4.1). Esta zona está caracterizada por un clima cálido y seco, y presenta una precipitación media de 1.700 mm/año, distribuida entre mayo y noviembre. El área de estudio (coordenadas planas X 615115,0 Y 1087255,0) se encuentra ubicada entre los 47 y 82 msnm en un mosaico de humedales (jagüeyes), pastizales con rastrojo, cultivos de pancoger, bosques en regeneración, bosques secundarios, bosque ripario del río Ariguaní y plantaciones de Melina.

SUCRE .....

**Reserva Natural Sanguaré**

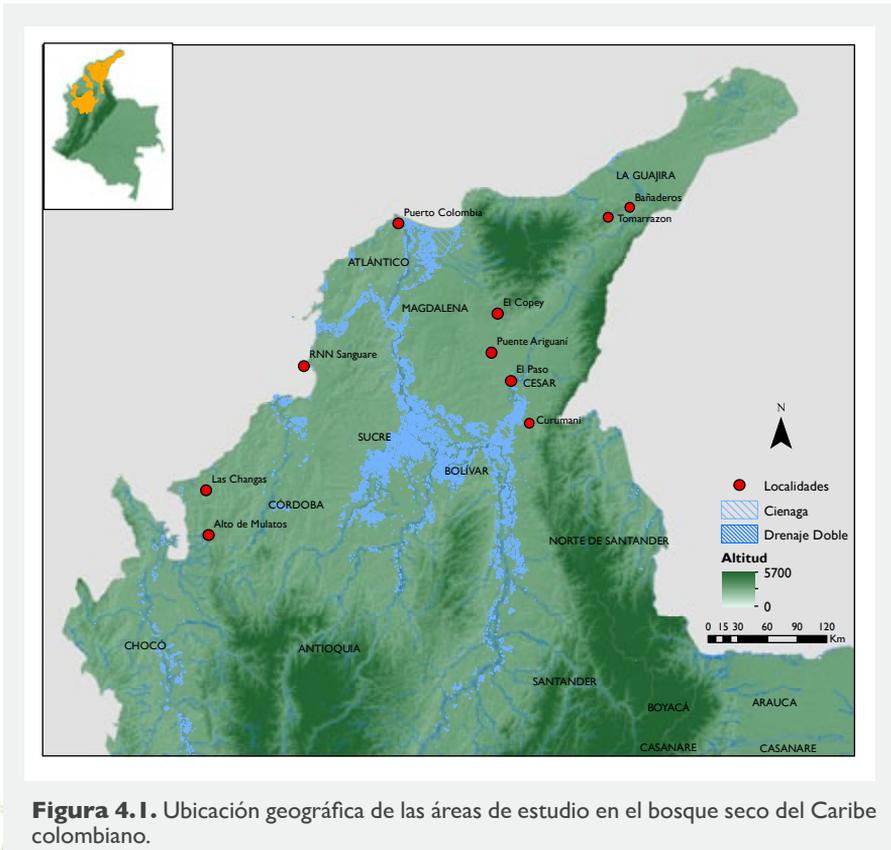
La reserva natural Sanguaré es un área protegida de carácter privado que está ubicada en la zona costera del Caribe colombiano en el extremo norte del golfo de Morrosquillo en el Municipio de San Onofre (coordenadas planas X 425224,0 Y 107290,0; Figura 4.1). Allí confluyen diversos sistemas marinos como manglares, praderas y lagunas costeras, junto con sistemas terrestres como bosque seco tropical, sabanas y lagunas de agua dulce, lo cual le otorga a esta zona una gran riqueza biológica. Se le define como sabana xerofítica-semiseca con periodos de sequía entre diciembre y abril, y julio y septiembre, periodos durante los cuales aproximadamente el 70% de la vegetación pierde su follaje. La precipitación anual es de 1.000 mm y se distribuye en dos periodos húmedos de abril a mayo, y de octubre a noviembre. La evapotranspiración potencial promedio anual es de 1.749 mm. La temperatura promedio es de 27° C, con una máxima de 38°C y una mínima de 24°C (Sánchez-Páez y Álvarez-León 1997).

GUAJIRA .....

**Bañaderos y Tomarrazón**

La serranía de Los Bañaderos ha sido identificada por Corpoguajira como un área potencial para la conservación y se encuentra incluida dentro de las áreas prioritarias para la conservación bajo la denominación general de “bosques y arbustales de la serranía de Bañaderos” (Galindo et al. 2009). Además esta región representa un punto estratégico de conexión con la Sierra Nevada de Santa Marta en el eje de conservación. La primera fase de muestreo (coordenadas planas X 72545,0 Y 122086,0; 676 m.s.n.m; Figura 4.1) se llevó a cabo en el corregimiento de Tomarrazón (municipio de Riohacha, Guajira) en las veredas Los Gorros

y Marimondas en las fincas “La Coca” “La Esperanza” “El Cumbre” y “Santa Helena”. El segundo muestreo se llevó a cabo en el municipio de Hatonuevo en la finca “Los Quemados” (coordenadas planas X 743442,0 Y 1231320,0; 875 msnm; Figura 4.1).



### MUESTREO DE MAMÍFEROS PEQUEÑOS (ROEDORES Y MARSUPIALES)

El muestreo de pequeños mamíferos se realizó en el Urabá antioqueño y en Puerto Colombia. En Urabá (municipios de Necoclí y Turbo) se muestreó tanto en zonas de alteración humana (e.g. cultivos) como en parches de bosque primario y secundario por cinco días consecutivos por mes durante un año consecutivo (julio a diciembre de 2010 y enero a julio del 2011). Para capturar especies pequeñas y medianas se emplearon trampas Sherman y Tomahawk en los bosques, mientras que en los cultivos se utilizaron sólo trampas Sherman. Estas fueron revisadas y cebadas cada mañana (ver Barnett y Dutton 1995).



*Heteromys cf. anomalus*  
Fotografía: Daisy A. Gómez



*Dasypus novemcinctus*  
Fotografía: Panthera Colombia

*Marmosa isthmica*  
Fotografía: Daisy A. Gómez



El diseño del muestreo se planteó en base a la distribución de transectos en fragmentos de bosque y sobre los bordes de los cultivos. Cada transecto incluía un total de 20 trampas y se utilizó por cinco días consecutivos para un esfuerzo total de 100 trampas por mes. Las zonas de muestreo se intercalaron hasta lograr seis meses en cada una (Alto de Mulatos en Turbo y Las Changas en Necoclí). El muestreo durante el periodo 2010-2011 culminó con un total de 60 días de muestreo y 1.200 trampas utilizadas (100 trampas/mes, para un total de 12 meses). El muestreo en Puerto Colombia siguió los mismos métodos usados en el Urabá antioqueño, empleando 50 trampas Sherman por noche, y completando, luego de ocho días, un esfuerzo de 400 trampas-noche.

### MUESTREO DE MAMÍFEROS VOLADORES

Los mamíferos voladores se muestrearon en la reserva natural Sanguaré, donde se emplearon diversas metodologías para maximizar el número de especies encontradas. Estos métodos de captura se estandarizaron para comparar resultados entre las estaciones climáticas y coberturas vegetales presentes. Se emplearon cuatro redes de niebla tipo japonés tomando como unidad de esfuerzo una red de 6 m, por lo que una red de 12 m equivale a dos unidades de esfuerzo. Las redes se abrieron desde las 17:30 horas hasta la 01:00 horas del día siguiente y fueron revisadas cada 20 minutos. En los casos en los cuales fue posible, se incluyeron la observación y captura manual de murciélagos en sus refugios dentro de los métodos de registro. En total se realizaron tres



*Artibeus planirostris*  
Fotografía: Camilo Calderón



*Rynchonycteris naso*  
Fotografía: Camilo Calderón

salidas de campo con un tiempo promedio de muestreo de dos semanas por salida (totalizando seis semanas) distribuidas a lo largo de las estaciones secas y lluviosas. Esta estandarización brinda más flexibilidad al muestreo en cuanto al esfuerzo realizado en las zonas de interés, así como entre las diferentes estaciones climáticas.

La reserva cuenta con una zonificación de cinco áreas (Sanín 2010): zona de conservación, ocupada por un paisaje o una comunidad natural, animal o vegetal ya sea en estado primario o que está evolucionando naturalmente; zona de amortiguamiento y manejo especial, para la protección de cuerpos de agua (principalmente); zona de agroecosistemas dedicada a la producción agropecuaria sostenible; zonas de recuperación, donde se realiza reforestación y cuidado de los suelos, y zona de infraestructura y uso intensivo, donde se encuentran las casas de habitación, restaurantes, hospedajes, establos, galpones, bodegas, viveros, senderos, vías, miradores, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias y de saneamiento básico e instalaciones para la educación, recreación y deporte. Para este estudio se definieron dos zonas de acuerdo al estado de sucesión e intervención: (a) intervención, la cual agrupaba las zonas de infraestructura y uso intensivo, parte de la zona de amortiguamiento y manejo especial y agroecosistemas, y (b) regeneración, la cual agrupaba la zona de conservación y recuperación, así como una porción de la zona de amortiguamiento. En cada una de estas zonas se empleó un esfuerzo de muestreo similar a fin de compararlas y lograr una muestra representativa de los microhábitats disponibles.

### MUESTREO DE MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES

Se realizaron dos muestreos de mamíferos medianos y grandes por medio de **cámaras trampa** (fototrampeo). El primero se hizo en tres áreas de estudio (El Copey, Puente Ariguani y El Paso), mientras que el segundo se realizó en la reserva Sanguaré. En el primer caso se

establecieron 30 estaciones de muestreo sencillas durante dos meses, cumpliendo con el supuesto de **población** cerrada y un esfuerzo de muestreo mayor a las 1000 trampas/noche. Las estaciones fueron ubicadas a una distancia promedio de 1 km en zonas donde los pobladores locales señalaron evidencias de presencia de jaguar y sus presas para optimizar la probabilidad de captura. Cada estación de muestreo estaba conformada por una cámara trampa de operación continua (24 horas) y un intervalo entre fotografías de 30 segundos (Carbone et al. 2001, Silver et al. 2004).

En el municipio de El Copey las cámaras fueron ubicadas en distintos tipos de hábitat como pastizales altos, bosques riparios y bosques secundarios. Con el fin de aumentar la probabilidad de

detectar las especies, la mayoría de las cámaras fueron instaladas cerca a los ojos de agua. En Puente Ariguaní las cámaras fueron ubicadas en humedales, bosques en regeneración, rastrojos, pastizales, bosque ripario, y plantaciones de Melina y Tolúa. Finalmente, en El Paso las cámaras fueron ubicadas en pastizales, bosque secundario y bajos riparios.

A diferencia del muestreo sistemático y concentrado de las tres áreas mencionadas, en la reserva Sanguaré se emplearon dos transectos de 1,8 y 2,7 km de longitud donde se instalaron seis y nueve estaciones de huellas cada 0,3 km (Conner et al. 1983). Esta es la distancia adecuada para considerarlos como réplicas independientes al muestrear carnívoros de tamaño medio (Roughton y Sweeny 1982, Acosta-J. y Simonetti 2004). En cada punto se instaló una estación de olor (huellero) cebada con atrayentes comerciales (Carman's Superior Animal Lures). Una visita se definió como una o más huellas de una especie por estación (Carroll et al. 1999), pues no había forma de asegurar que varias huellas de una misma especie correspondan a individuos diferentes. En cada punto de muestreo se tomaron datos por doce días durante dos temporadas que corresponden climáticamente a una época seca (febrero 2010) y una húmeda (mayo 2010).

Para un segundo muestreo en la reserva (2011 a 2013) se seleccionaron cinco puntos por cada cobertura vegetal (bosque palmavinal, arbuzal y herbazal) para un total de 15 en el área de estudio. En cada cuadrante se instaló una estación que consistía de una cámara trampa y una estación de olor. Durante siete salidas de campo entre los meses de marzo 2011 y septiembre de 2013 se llevó a cabo un muestreo sistemático donde se emplearon entre 10 y 17 cámaras trampa ubicadas en senderos con diferentes coberturas vegetales

“ EN GENERAL LAS ESPECIES FUERON REGISTRADAS CON MAYOR FRECUENCIA DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIA, RESALTANDO LA IMPORTANCIA QUE TIENE EL AGUA EN TÉRMINOS DE LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE SECO TROPICAL ”

(fragmentos de bosque, potreros y zonas de regeneración) y con indicios de la presencia de mamíferos. El diseño incluyó muestreos en época seca y húmeda para un esfuerzo total de 1.520 trampas-noche. Las cámaras se programaron para tomar videos de 30 seg. (Tasco, Bushnell) o series de tres fotografías (Reconyx). Las estaciones de olor fueron revisadas y activadas diariamente, mientras las cámaras trampa permanecieron activas las 24 horas del día, programadas para tomar videos de 30 seg., con intervalos de 15 seg. entre capturas.

### MUESTREO DE PRIMATES

Los primates fueron estudiados por medio de dos muestreos; uno rápido para confirmar la presencia de especies (Curumaní), y uno más largo (Tomarrazón y Bañaderos, Guajira) para estimar la densidad poblacional y la estructura de la población de los grupos de primates. Para ambos estudios los recorridos se realizaron de 6:00 a 11:00 y 14:00 a 18:00 a una velocidad constante haciendo paradas cada 100 m con una duración de 10 minutos. Se empleó el método de transectos lineales para estimar la densidad poblacional de la comunidad de primates (Peres 1999, Buckland et al. 2001). Para el registro de los datos se tomaron en cuenta aspectos relacionados con el día de la colecta, la actividad de las especies observadas y la distancia perpendicular de los individuos detectados con respecto al transecto. Se estableció la composición social de las especies registrando el número total de individuos del grupo o subgrupo y a ser posible la categoría de edad y sexo de cada uno. Se utilizaron tres categorías para edad: adultos, juveniles e infantiles. Los individuos que no se alcanzaron a determinar se registraron como indeterminados.

## VARIACIÓN DE TAMAÑOS POBLACIONALES EN ESPACIO Y TIEMPO

### ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE MAMÍFEROS PEQUEÑOS

En los análisis de riqueza y diversidad se combinaron roedores y marsupiales por igual, pues esta metodología es apropiada para ambos grupos. Sin embargo, el esfuerzo empleado en términos de noches de muestreo no permite establecer parámetros de abundancia absoluta. El éxito de captura expresado a menudo como el número de individuos capturados por 100 noches-trampa se utiliza ampliamente para estimar abundancia relativa (Emmons 1984, Ochoa 2000). Para lograr resultados comparables se debe estandarizar la técnica de captura en cuanto al tipo de trampa (Sherman y Tomahawk), los cebos, la ubicación de las trampas (en líneas o cuadrículas, distancia entre trampas, estrato vegetal) y el número de noches consecutivas con la misma ubicación.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE MAMÍFEROS VOLADORES

Se calculó el esfuerzo total de muestreo como horas-red totales para luego hallar el éxito de captura, el cual toma en cuenta el número de individuos totales capturados respecto al esfuerzo de muestro expresándose como: (individuos/horas-red totales) x 100. Se analizaron las abundancias relativas de las especies registradas en cada salida, las cuales reflejan la variación en el número de capturas debido a la época del año.

Se usó el programa EstimateS versión 9.1 (Colwell et al. 2012) para obtener los estimadores paramétricos y no paramétricos que se ajustaran mejor a los datos así como para aplicar los índices inverso de Simpson ( $C_{inv}$ ) y exponencial de Shannon ( $eH'$ ) para estimar la diversidad del **ensamblaje**, y Morisita-Horn ( $C_{2N}$ ) para evaluar la similitud entre muestreos. El índice inverso de Simpson ( $C_{inv}$ ) se utiliza como interpretación de la diversidad, siendo una medida intuitiva y robusta que es independiente de la riqueza de especies (Feinsinger 2001, Barboza-Márquez 2007, Kunz y Parsons 2009). El índice exponencial de Shannon ( $eH'$ ) da un peso en proporción a la abundancia relativa de cada especie, sin importar si las especies son raras o abundantes (Jost 2006, 2007). Con el fin de comparar las áreas de “regeneración” e “intervención” se calculó el índice de similitud Morisita-Horn ( $C_{2N}$ ), el cual es influenciado por la riqueza de especies y el tamaño de la muestra, sin embargo es el adecuado para examinar la complementariedad o similitud entre los ensamblajes locales de especies (Moreno 2000, Kunz y Parsons 2009).

“ EL ESFUERZO EMPLEADO EN TÉRMINOS DE NOCHES DE MUESTREO NO PERMITE ESTABLECER PARÁMETROS DE ABUNDANCIA ABSOLUTA ”

Las curvas de acumulación de especies (rarefacción) representan el número de especies acumulado en el tiempo o por unidad de esfuerzo (p.e., días, noches, trampas); el valor indica si la comunidad está bien muestreada en cada uno de los sitios de estudio (Moreno 2000, Aguirre et al. 2006). Debido a que se cumple con la mayoría de supuestos de este modelo (Jiménez-Valverde y Hortal 2003), se usó la Ecuación Clench para estimar la riqueza de especies. Esta ecuación también permite encontrar el número esperado de especies, así como la proporción de la fauna muestreada y el número de muestras (noches de muestreo) necesarias para lograr el número esperado de especies.

Ecuación Clench **ES= ax + bx**

Dónde: **a** es la ordenada al origen, la intercepción en el eje y representando la tasa de incremento de la lista al inicio de la colección, **b** representa la pendiente de la curva, y **x** es el número acumulativo de

muestras. Estas funciones de acumulación de especies basadas en un modelo adecuado de los métodos de colecta permiten la predicción de la riqueza específica (Moreno 2000).

### ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES

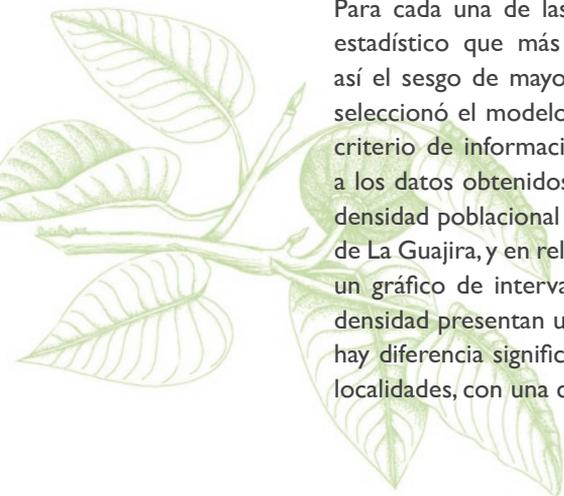
A partir de los resultados del fototrampeo se realizaron análisis de riqueza, diversidad y abundancia relativa en cada una de las áreas de estudio. En los análisis de riqueza y diversidad no se consideraron las especies arbóreas (primates y ardillas) porque el fototrampeo no es considerado una metodología apropiada para proporcionar parámetros demográficos de este grupo de especies. Las curvas de rarefacción fueron construidas a partir de los índices de estimadores de riqueza y diversidad de Simpson usando el software EstimateS 9.1 (Colwell et al. 2012).

La abundancia relativa entendida como una representación de la tasa de captura de imágenes fue calculada a partir de la relación entre el número de fotografías independientes de cada especie y el esfuerzo de muestreo por un factor de corrección con la siguiente fórmula (Carbone et al. 2001, O'Brien et al. 2003):

$$\text{Número de fotografías independientes/Esfuerzo de muestreo}$$

### ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE PRIMATES

Para el análisis de datos de la densidad poblacional de la comunidad de primates, se empleó el programa DISTANCE 6.0 (Thomas et al. 2006). Para cada una de las especies en cada localidad se utilizó el modelo estadístico que más se ajustara a los datos (Tabla 4.1) corrigiendo así el sesgo de mayor detección de individuos cerca del transecto. Se seleccionó el modelo que tuviera el menor error y el menor valor del criterio de información de **Akaike (AIC)** relacionado con el ajuste a los datos obtenidos (Buckland et al. 2001). Para la comparación de la densidad poblacional en las dos zonas de muestreo en el departamento de La Guajira, y en relación con el registro de otras localidades, se realizó un gráfico de intervalo de confianza (IC). Cuando dos estimativos de densidad presentan un solapamiento mayor a 25%, se considera que no hay diferencia significativa entre las densidades poblacionales de ambas localidades, con una confiabilidad del 95% (Cumming et al. 2007).



**Tabla 4.1.** Modelos con el menor AIC (DISTANCE 6.0) que mejor se ajustaron a los datos obtenidos a través de los muestreos de primates en Curumaní.

Zona de Estudio	DATOS	MODELO	AIC
Tomarrazón	<i>Ateles hybridus</i>	Uniforme con expansión polinómica simple	46,14
	<i>Alouatta seniculus</i>	Uniforme con expansión polinómica simple	25,42
Bañaderos	<i>Ateles hybridus</i>	Hazart rate con expansión polinómica coseno	427,82
	<i>Alouatta seniculus</i>	Uniforme con expansión polinómica simple	428,85

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

A partir de la información de las diez áreas de estudio se consolidó el primer listado general de mamíferos del bosque seco del Caribe colombiano que incluye nueve órdenes, 26 familias y 60 especies de mamíferos (Tablas 4.2 y 4.3). Estas corresponden al 12% de la diversidad nacional y al 31% de los mamíferos del Caribe colombiano. El principal limitante de este consolidado es que no se provee información para todos los grupos de mamíferos (pequeños/grandes, terrestres/voladores) en todas las áreas de estudio, y que no se utilizaron los mismos métodos de muestreo en todas las localidades donde se trabajó. Por lo anterior sólo se pudieron análisis comparativos entre las localidades donde se utilizaron los mismos métodos de estudio.

**Tabla 4.2.** Diversidad taxonómica de mamíferos del bosque seco del Caribe colombiano.

ORDEN	FAMILIAS	ESPECIES
Didelphimorphia	1	4
Cingulata	1	1
Pilosa	1	2
Chiroptera	5	25
Carnivora	5	11
Artiodactyla	2	2
Primates	2	4
Rodentia	8	10
Lagomorpha	1	1
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>60</b>

**Tabla 4.3.** Listado de todas las especies de mamíferos registradas en el bosque seco del Caribe colombiano clasificadas según la categoría de amenaza global (IUCN 2013) y la categoría de amenaza nacional (MAVDT 2010). No todos los grupos de mamíferos fueron muestreados en todas las áreas de estudio. Los mamíferos pequeños (roedores y marsupiales) fueron muestreados en los corregimientos de Alto de Mulatos (Turbo, Antioquia) y Las Changas (Necoclí, Antioquia) (1), y en Puerto Colombia (Barranquilla, Atlántico)(2). Los mamíferos voladores fueron estudiados en la reserva Natural Sanguaré (San Onofre, Sucre) (3). Los mamíferos medianos y grandes se muestrearon en El Copey (Cesar) (4), Puente Ariguaní (Ariguaní, Magdalena) (5), El Paso (Cesar) (6) y la reserva Natural Sanguaré (San Onofre, Sucre) (3). Los primates se estudiaron en Curumaní (Cesar) (7), y Bañaderos y Tomarrazón (La Guajira) (8).

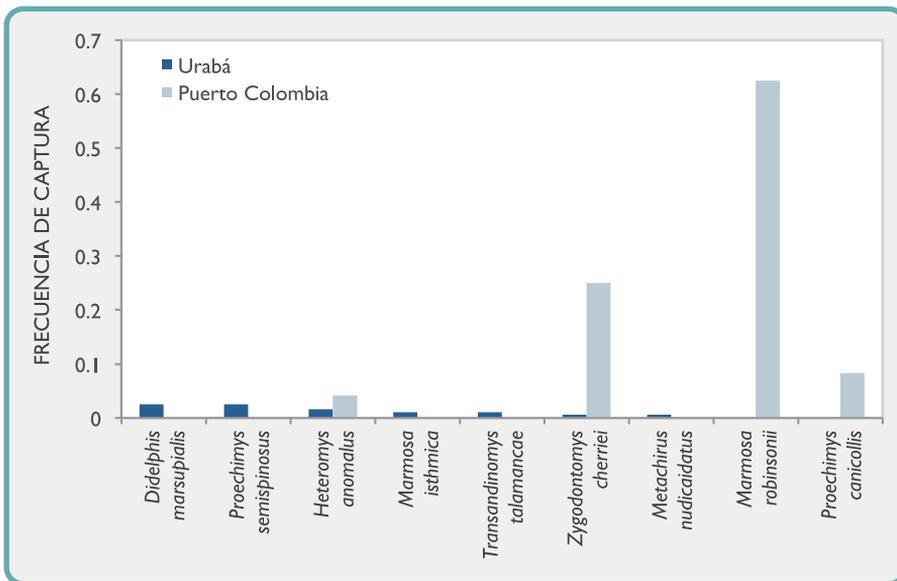
ESPECIE	CATEGORÍA DE AMENAZA GLOBAL	CATEGORÍA DE AMENAZA NACIONAL	ÁREAS DE ESTUDIO									
			1	2	3	4	5	6	7	8		
<b>DIDELPHIMORPHIA</b>												
<b>Didelphidae</b>												
<i>Didelphis marsupialis</i>	LC	LC	X		X	X	X	X				
<i>Marmosa isthmica</i>	-	-	X									
<i>Marmosa robinsoni</i>	LC	LC		X								
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	LC	LC	X									
<b>CINGULATA</b>												
<b>Dasypodidae</b>												
<i>Dasypus novemcinctus</i>	LC	LC			X	X	X	X				
<b>PILOSA</b>												
<b>Myrmecophagidae</b>												
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	VU	VU					X	X				
<i>Tamandua mexicana</i>	LC	LC			X	X	X	X				
<b>CHIROPTERA</b>												
<b>Emballonuridae</b>												
<i>Rhynchonycteris naso</i>	LC	LC			X							
<i>Saccopteryx bilineata</i>	LC	LC			X							
<i>Saccopteryx leptura</i>	LC	LC			X							
<b>Molossidae</b>												
<i>Molossus molossus</i>	LC	LC			X							
<b>Noctilionidae</b>												
<i>Noctilio albiventris</i>	LC	LC			X							
<i>Noctilio leporinus</i>	LC	LC			X							
<b>Phyllostomidae</b>												
<i>Artibeus planirostris</i>	LC	LC			X							
<i>Carollia brevicauda</i>	LC	LC			X							
<i>Carollia castanea</i>	LC	LC			X							

ESPECIE	CATEGORÍA DE AMENAZA GLOBAL	CATEGORÍA DE AMENAZA NACIONAL	ÁREAS DE ESTUDIO							
			1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Carollia perspicillata</i>	LC				X					
<i>Desmodus rotundus</i>	LC				X					
<i>Glossophaga longirostris</i>	DD			X						
<i>Glossophaga soricina</i>	LC				X					
<i>Macrophyllum macrophyllum</i>	LC				X					
<i>Micronycteris schmidtorum</i>	LC				X					
<i>Mimon crenulatum</i>	LC				X					
<i>Phyllostomus discolor</i>	LC				X					
<i>Phyllostomus hastatus</i>	LC				X					
<i>Sturnira lilium</i>	LC				X					
<i>Tonatia saurophila</i>	LC				X					
<i>Uroderma bilobatum</i>	LC				X					
<b>Vespertilionidae</b>										
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	LC				X					
<i>Lasiurus ega</i>	LC				X					
<i>Myotis riparius</i>	LC				X					
<i>Rhogeessa io</i>	LC				X					
<b>CARNIVORA</b>										
<b>Canidae</b>										
<i>Cerdocyon thous</i>	LC				X	X	X	X		
<b>Felidae</b>										
<i>Leopardus pardalis</i>	LC				X	X	X	X		
<i>Panthera onca</i>	NT					X				
<i>Puma concolor</i>	LC	VU			X	X		X		
<i>Puma yagouaroundi</i>	LC				X	X	X			
<b>Mephitidae</b>										
<i>Conepatus semistriatus</i>	LC					X		X		
<b>Mustelidae</b>										
<i>Eira barbara</i>	LC				X	X	X	X		
<i>Galictis vittata</i>	LC						X			
<i>Lontra longicaudis</i>	DD							X		
<b>Procyonidae</b>										
<i>Procyon cancrivorus</i>	LC				X	X	X	X		
<i>Procyon lotor</i>	LC				X					

ESPECIE	CATEGORÍA DE AMENAZA GLOBAL	CATEGORÍA DE AMENAZA NACIONAL	ÁREAS DE ESTUDIO							
			1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ARTIODACTYLA</b>										
<b>Cervidae</b>										
<i>Mazama sanctaemartae</i>	-				X	X	X	X		
<b>Tayassuidae</b>										
<i>Pecari tajacu</i>	LC				X	X				
<b>PRIMATES</b>										
<b>Aotidae</b>										
<i>Aotus griseimembra</i>	VU									X
<b>Atelidae</b>										
<i>Alouatta seniculus</i>	LC							X	X	X
<i>Ateles hybridus hybridus</i>	CR	CR						X	X	X
<b>Cebidae</b>										
<i>Cebus albifrons cesarae</i>	LC				X	X	X			X
<b>RODENTIA</b>										
<b>Caviidae</b>										
<i>Hydrochoerus isthmius</i>	DD				X		X	X		
<b>Cricetidae</b>										
<i>Transandinomys talamancae</i>	LC			X						
<i>Zygodontomys cherriei</i>	-			X	X					
<b>Cuniculidae</b>										
<i>Cuniculus paca</i>	LC				X	X	X	X		
<b>Dasyproctidae</b>										
<i>Dasyprocta punctata</i>	LC				X	X	X	X		
<b>Echimyidae</b>										
<i>Proechimys canicollis</i>	LC				X					
<i>Proechimys semispinosus</i>	LC			X						
<b>Erethizontidae</b>										
<i>Coendou prehensilis</i>	LC				X					
<b>Heteromyidae</b>										
<i>Heteromys anomalus</i>	LC			X	X					
<b>Sciuridae</b>										
<i>Sciurus granatensis</i>	LC				X					
<b>LAGOMORPHA</b>										
<b>Leporidae</b>										
<i>Sylvilagus floridanus</i>	LC				X	X	X	X		

## MAMÍFEROS PEQUEÑOS

Con los muestreos realizados en Urabá (2010-2011) se alcanzó un éxito de captura global de 0,1, es decir una captura cada 10 trampas-noche. Las especies más abundantes fueron el roedor *Proechimys semispinosus* y el marsupial *Didelphis marsupialis*, con 30 capturas cada una entre las dos localidades. La mayoría de estas capturas ocurrió en fragmentos de bosque, con menos del 10% en zonas de cultivo o cercanía a domicilios. Un segundo grupo estuvo constituido por el roedor *Heteromys anomalus*, el marsupial *Marmosa isthmica*, y el roedor *Transandinomys talamancae* (Figura 4.2). Las capturas de estas especies se concentraron mayormente en la época seca, posiblemente porque los cultivos presentaban sus picos de maduración y los fragmentos de bosque poco perturbados mantenían condiciones óptimas de cobertura de vegetación y humedad relativa, influenciando la fuente de recursos y la dispersión de los individuos. Una observación adicional, lograda al incorporar datos de colectas en años previos (2008-2009), es que el roedor *Zygodontomys cherriei* era extremadamente abundante durante la época de cosechas en los cultivos cerca a estos dos poblados, pero fue menos común en el muestreo reciente.



**Figura 4.2.** Frecuencia de captura de las especies de pequeños mamíferos no voladores asociados a cultivos y pequeños relictos de bosque en el Urabá antioqueño (barras azules) y Puerto Colombia (barras grises) por medio de trampas Sherman y Tomahawk. Dado que el esfuerzo de muestreo fue diferente en las dos localidades, los resultados no son comparables.



*Cuniculus paca*  
Fotografía: Panthera Colombia.



*Conepatus semistriatus*  
Fotografía: Panthera Colombia

Adicionalmente, Osorio (2012) realizó un análisis morfométrico sobre el ensamblaje de roedores para establecer la correlación entre morfología y separación ecológica entre especies. Los resultados demuestran una correspondencia entre preferencias alimenticias, tamaño y hábitat, que resulta en una segregación ecológica a pesar de la baja riqueza de especies.

El éxito de capturas acumulado en Puerto Colombia alcanzó 0,12 individuos/trampa-noche, para una diversidad acumulada de cuatro especies (Figura 4.2). La especie más abundante fue el marsupial *Marmosa robinsoni*, con una abundancia relativa mayor al de las restantes especies combinadas.

### MAMÍFEROS VOLADORES

Durante las tres temporadas del muestreo se capturaron 256 murciélagos (24 spp.), con un esfuerzo de 18.300 horas-red totales y un éxito de captura de 1,39 individuos/horas-red. Las curvas de acumulación se calcularon usando un total de 267 individuos, pues se incluyeron 11 individuos adicionales de *Rhynchonycteris naso* que fueron avistados en un refugio, mas no capturados en redes. La familia Phyllostomidae fue la mejor representada (14 especies) con seis especies de la subfamilia Phyllostominae, tres de Carollinae y Stenodermatinae, y una de Desmodontinae y Glossophaginae. La familia Vespertilionidae incluyó un miembro de la subfamilia Myotinae y tres de la subfamilia Vespertilioninae. La familia Emballonuridae fue representada con tan sólo tres especies, y las familias Noctilionidae y Molossidae aportaron dos y una especie respectivamente (Tabla 4.3). La especie dominante

fue *Artibeus planirostris* con 96 individuos, a la cual le siguió *Carollia perspicillata* con 52 individuos. Otras siete especies fueron registradas sólo una vez durante los muestreos.

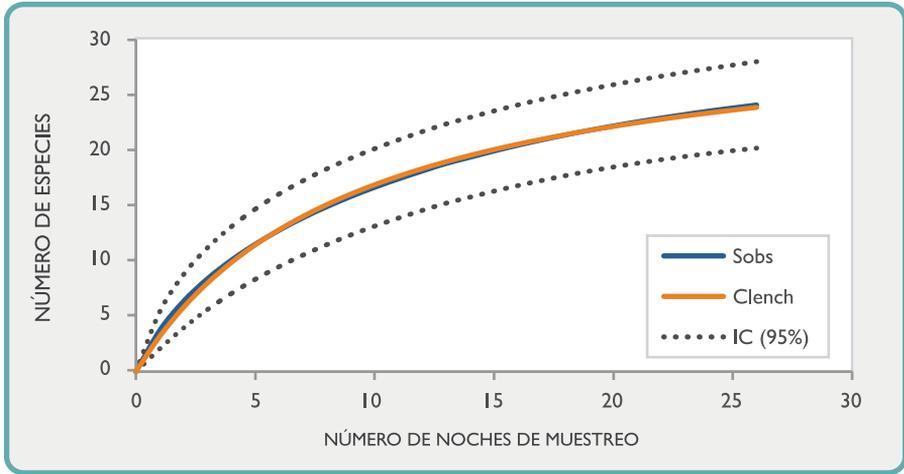
Se calcularon los índices de diversidad para el total de los tres muestreos para todo el ensamblaje, y los valores del índice inverso de Simpson y el del exponencial de Shannon (Tabla 4.4). También se hizo el cálculo de los tres índices para cada muestreo temporal y para las dos zonas (intervención y regeneración) dentro de la reserva (Tabla 4.4).

**Tabla 4.4.** Índices de diversidad de mamíferos voladores Simpson ( $C_{inv}$ ) y exponencial de Shannon ( $eH'$ ) para el ensamblaje de murciélagos para las épocas de sequía y de lluvias, y para zonas con diferentes grados de intervención antropogénica en la reserva Sanguaré.

	Alpha	$C_{inv}$	$eH'$
Total	6,39	0,18	9,49
Época de muestreo			
Marzo 2011 (seco)	0,9	0,29	5,39
Julio 2011 (lluvia)	0,83	0,23	6,61
Marzo 2012 (seco)	1,38	0,10	11,34
Grado de intervención antrópica			
Regeneración	4,33	0,19	7,33
Intervención	0,96	0,18	8,74

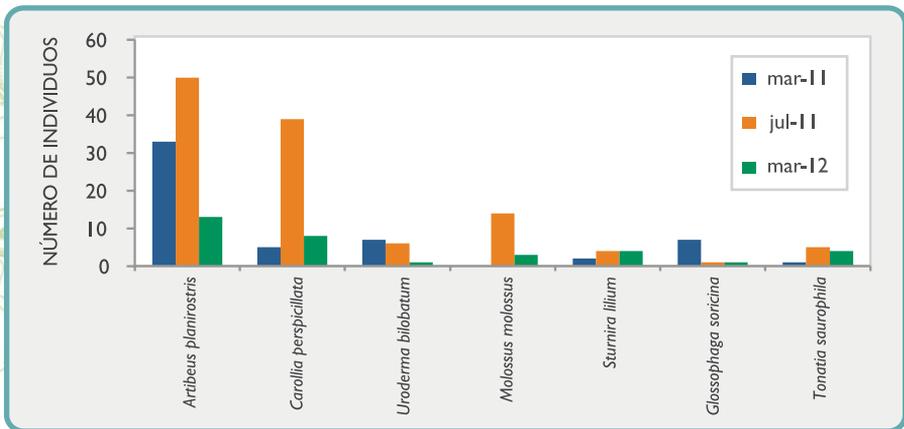
El valor del índice de similitud Morisita-Horn para las dos zonas dentro de la reserva fue alto ( $C_{2N} = 0,858$ ), lo cual indica que son muy similares en cuanto a sus ensamblajes particulares, a pesar de las diferencias en el número de especies observadas en la zona de regeneración (15 spp.) e intervenida (20 spp.).

Al estimar la curva de acumulación de especies con la Ecuación Clench (Figura 4.3) para todo el ensamblaje, se encontró que los datos se ajustaban satisfactoriamente al modelo ( $R^2 = 0,9996$ ), y los parámetros  $a$  (3,539920) y  $b$  (0,110445) permitieron encontrar el número esperado de especies ( $n = 32$ ). Además, el porcentaje de especies muestreado (74,87 %, 24 especies) está dentro de lo aceptable para un inventario de este tipo ya que el número de muestras o noches de muestreo necesario para alcanzar un 95% de las especies en el muestreo ( $n_{95}$ ) sería de 172.



**Figura 4.3.** Curva de acumulación de especies para el ensamblaje de murciélagos capturados con redes de niebla en la reserva natural Sanguaré. En la gráfica se muestran el número estimado de especies basado en lo observado (Sobs) con intervalos de confianza del 95% (IC) y los estimadores paramétricos (Ecuación Clench).

Se observaron cambios en la abundancia del ensamblaje a lo largo de las temporadas de sequía y de lluvias, ya que se capturaron casi el doble de individuos durante alguna de las temporadas secas. Sin embargo, no se observó un patrón general para todas las especies del ensamblaje en cuanto a su abundancia relativa en relación con la temporada (Figura 4.4). Tampoco se encontró un patrón respecto a los estados reproductivos, pues no hay diferencias significativas en cuanto al número de individuos en algún estado reproductivo particular y la temporada climática.



**Figura 4.4.** Abundancias de las especies de mamíferos voladores mejor representadas a lo largo del muestreo en la reserva Sanguaré. Los muestreos de marzo de 2011 y 2012 se realizaron durante la época de sequía, mientras que los de julio 2011 se hicieron durante la época de lluvias. Los muestreos se llevaron a cabo con redes de niebla.

Estos resultados son comparables con los reportados por otros estudios realizados en el Caribe colombiano en los departamentos de Córdoba y otras localidades de Sucre. Las áreas muestreadas en este estudio comparten de 8 a 13 especies con los estudios en Córdoba (Ballesteros et al. 2007, Calonge et al. 2010) y 15 especies con los estudios en Sucre (Sampedro et al. 2007, Cabrera-Durán 2011). Estos últimos estudios tienen una mayor afinidad pues son más cercanos al área de investigación, sin embargo hay diferencias que radican en la detección de especies por diferencias en la metodología utilizada, además del registro de una especie de dudosa identificación para la cual se recomienda revisar exhaustivamente las colecciones realizadas hasta el momento. En ese sentido, y dado que se colectaron ejemplares para comparar con colecciones de referencia, nuestra aproximación aumentó la certeza de la identificación de especies.

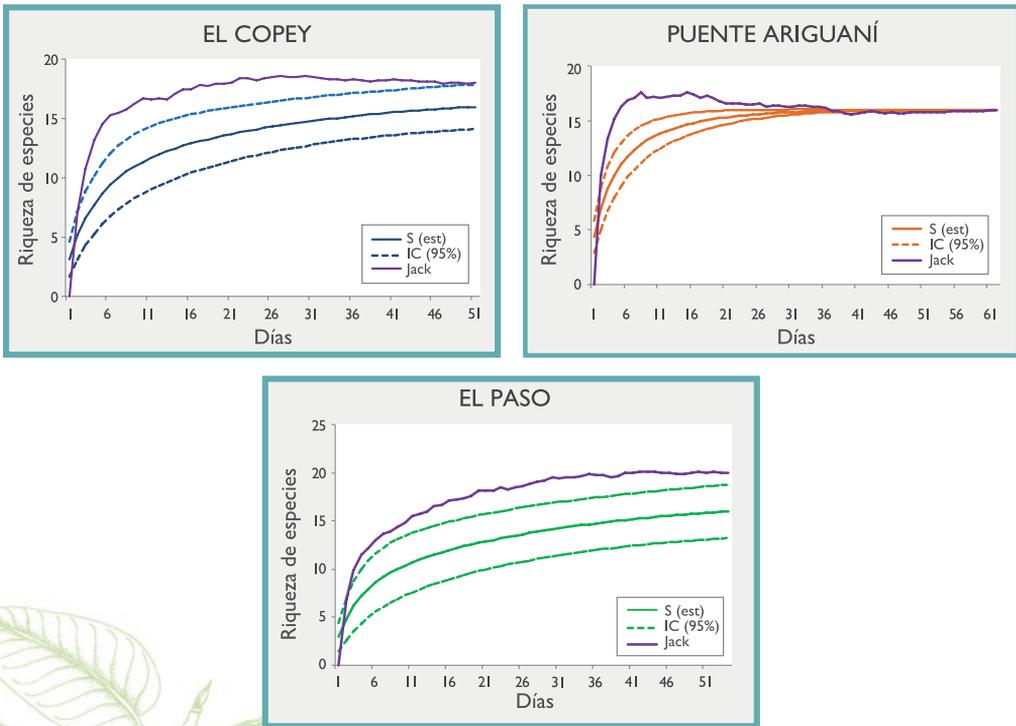
### MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES

Los muestreos de mamíferos medianos y grandes se hicieron de manera sistemática en El Copey, Puente Ariguaní y El Paso (Tabla 4.5). En la reserva Sanguaré los muestreos se realizaron durante un periodo de casi dos años (marzo 2011 a agosto 2013), pero el esfuerzo total de muestreo es comparable con el muestreo en las otras tres localidades (Tabla 4.5). Sin embargo por esta diferencia los datos de la reserva Sanguaré no se incluyeron en los análisis comparativos.

**Tabla 4.5.** Muestreo de mamíferos medianos y grandes en cuatro localidades del Caribe colombiano. El esfuerzo de muestreo se midió en cámaras-noche, y no fue continuo en la reserva Sanguaré, donde los muestreos se extendieron durante dos años.

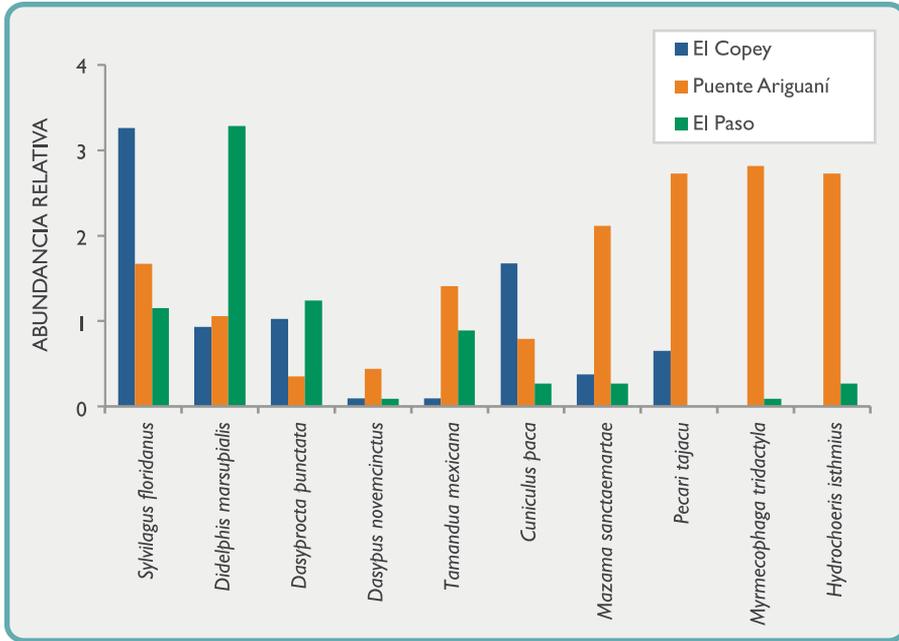
Localidad	Fecha De Muestreo	Época	Esfuerzo	Fotografías	Esfuerzos
El Copey	Enero-Marzo	Seco	-	277	1073
Puente Ariguaní	Marzo-Mayo	Seco a lluvia	-	443	1163
El Paso	Abril-Julio	Lluvia	-	224	1127
Reserva Sanguaré	Marzo 2011	Seco	120	258	1520
	Julio 2011	Lluvia	204		
	Febrero 2012	Seco	180		
	Junio 2012	Lluvia	180		
	Septiembre 2012	Lluvia	180		
	Diciembre 2012	Seco	180		
	Agosto 2013	Lluvia	476		

En El Copey, Puente Ariguaní y El Paso, la riqueza de especies de mamíferos medianos y grandes no presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) (Figura 4.6). Sin embargo, las curvas de rarefacción en El Copey y El Paso no alcanzaron la asíntota, por lo tanto se espera encontrar más especies en dichos sitios al aumentar el esfuerzo de muestreo. A partir del estimador Jackknife 2, en El Copey se registró el 91% de las especies esperadas y en El Paso el 84%. Puente Ariguaní registró el inventario más completo (97%) (Figura 4.5).

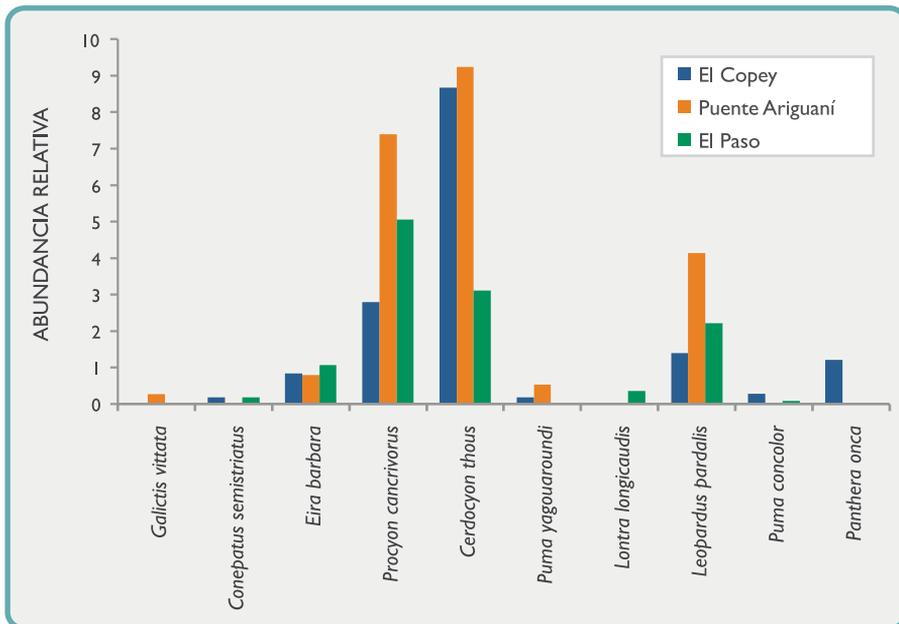


**Figura 4.5.** Riqueza de especies observada ( $S$  (est)) con intervalo de confianza del 95% (IC) y estimador de riqueza Jackknife2 para los ensamblajes de mamíferos medianos y grandes en tres áreas de estudio de bosque seco tropical en el Caribe colombiano.

En general, las abundancias relativas estimadas para las especies *Cerdocyon thous* y *Procyon cancrivorus* fueron las más altas, seguidas por *Leopardus pardalis*. Dentro de las especies con la menor abundancia relativa se encuentran *Galictis vittata*, *Conepatus semistriatus*, *Puma yagouaroundi*, *Puma concolor* y *Dasypus novemcinctus* (Figuras 4.6 y 4.7).

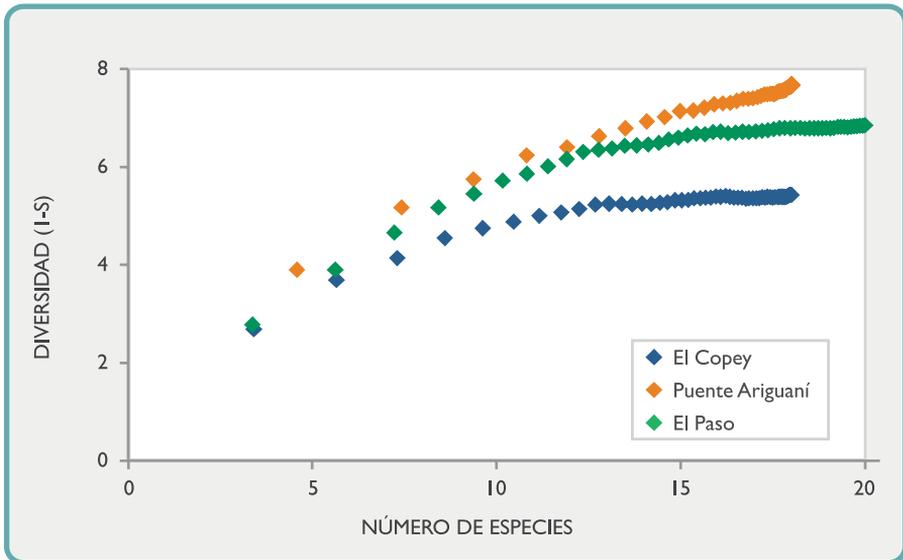


**Figura 4.6.** Abundancia relativa de mamíferos no carnívoros medianos y grandes en tres zonas de estudio en el Caribe colombiano.



**Figura 4.7.** Abundancia relativa de mamíferos carnívoros en tres zonas de estudio en el Caribe colombiano.

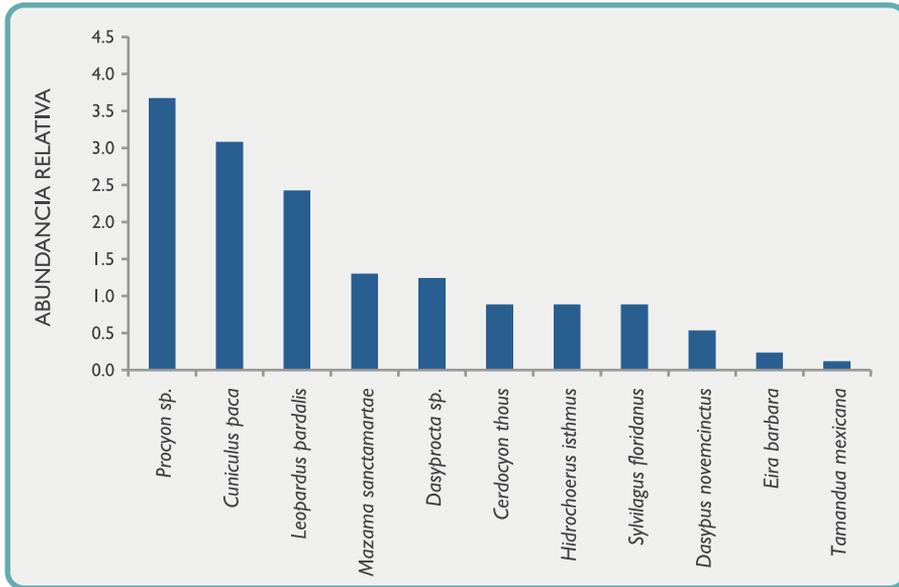
El ensamblaje de mamíferos medianos y grandes de El Copey fue el menos diverso ( $1-S=5,43$ ), dominado por la especie *C. thous*. La diversidad, en cambio, fue mayor en Puente Ariguaní ( $1-S=7,69$ ), ya que las abundancias relativas de especies como *Myrmecophaga tridactyla*, *Tamandua mexicana*, *Pecari tajacu*, *Mazama sanctaemartae* e *Hydrochoerus isthmus*, estuvieron distribuidas de manera más equitativa (Figura 4.8).



**Figura 4.8.** Diversidad de Simpson (1-S) de tres ensamblajes de mamíferos medianos y grandes presentes en tres áreas de estudio de bosque seco tropical en el Caribe colombiano.

En Sanguaré las especies con mayor éxito de captura fueron los mapaches (*Procyon* spp.) y la guagua (*Cuniculus paca*) (Figura 4.9), lo cual se puede deber a la falta de una población residente de depredadores potenciales como el puma o el jaguar, aunque se ha reportado que estas especies pueden ser consumidas ocasionalmente por el ocelote (Emmons 1988). Las especies capturadas menos frecuentemente fueron el armadillo (*D. novemcinctus*), la tayra (*E. barbara*) y el hormiguero (*T. mexicana*) (Figura 4.9). Dado que se encontraron ambas especies de mapache con hábitos alimenticios muy similares en esta zona, es necesario realizar estudios ecológicos detallados que nos permitan entender cómo coexisten (Emmons 1997, Helgen y Wilson 2005). En general las especies fueron registradas con mayor frecuencia durante la época de lluvia, resaltando la importancia que tiene el agua en términos de la conservación del bosque seco tropical. De hecho Sanguaré es un área de gran importancia en la zona debido a que es un reservorio natural de agua dulce con aproximadamente 2.200.000 m<sup>3</sup> subterráneos

y 2.000.000 m<sup>3</sup> superficiales (El Golfo Buceo y Verano 2009). Esto asegura la disponibilidad de agua durante la época seca.



**Figura 4.9.** Abundancia relativa con cámaras trampa de las especies de mamíferos medianos y grandes en la reserva natural Sangaré.

## PRIMATES

Durante los muestreos se registraron cuatro especies de primates: la marimonda del Magdalena (*Ateles hybridus*), el mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*), el mono cariblanco (*Cebus albifrons*) y la marteja o mono nocturno (*Aotus griseimembra*). Sin embargo, los bosques secos del Caribe colombiano están habitados por al menos tres especies más de primates: los aulladores negros (*Alouatta palliata*), los monos capuchinos (*Cebus capuchinus*) y los titíes cabeciblancos (*Saguinus oedipus*). Es probable que otras especies con bajas densidades como los monos araña (*Ateles geoffroyi fusciceps*) se encuentre también en esta zona.

Entre el grupo de primates del Caribe colombiano se destacan otras especies que no detectamos en Curumaní como los monos tití cabeciblancos (*Saguinus oedipus*) y los monos araña café (*Ateles hybridus*), especies que han sido incluidas en varias oportunidades dentro de la lista de las 25 especies más amenazadas de primates del planeta (Mittermeier et al. 2012). El tití cabeciblanco únicamente habita en los bosques del Caribe colombiano y del Urabá antioqueño. Debido a su restringida distribución limitada al norte de Colombia, su captura para el comercio ilegal de mascotas y la rápida transformación de los bosques secos se

encuentra en peligro crítico de extinción de acuerdo a la UICN (Mast et al. 1993, Miller et al. 2004, Savage y Causado 2008).

El estudio sobre la densidad poblacional de primates en Tomarrazón y Bañaderos en la Guajira representa uno de los primeros estudios de primates en este tipo de hábitat. Se detectaron los monos araña café (*A. hybridus*) y aulladores rojos (*A. seniculus*) en las dos áreas de muestreo. Este es el registro de *A. hybridus* más al norte del país (Link et al. 2013), que además aporta datos importantes sobre los efectos de las condiciones de fragmentación en la población de estos monos.

Sin embargo, no se pudo estimar la densidad poblacional de los monos cariblanco (*C. albifrons*) ni nocturnos (*A. griseimembra*), ya que estos no se observaron durante los recorridos de los transectos en esta área (Tomarrazón y Bañaderos, Guajira). La ausencia de monos cariblanco en estas localidades de la Guajira hace pensar que no están presentes en la zona, ya sea por causas antropogénicas o porque su distribución histórica no incluía las estribaciones orientales de la Sierra Nevada de Santa Marta. Los monos nocturnos no fueron detectados en los recorridos de transectos debido a sus hábitos nocturnos, aunque se tienen registros de la especie para esta zona.

En total se recorrieron 117 km; 68,3 km en Tomarrazón y 49,2 km en Bañaderos. Durante los recorridos de los transectos se obtuvo un total de 139 avistamientos de las especies *A. hybridus* y *A. seniculus* en las dos zonas de estudio. En la zona de muestreo de Tomarrazón fueron más frecuentes las observaciones de los aulladores rojos (*A. seniculus*) (20 avistamientos) comparado con las marimondas café (*A. hybridus*). Por otro lado, en la zona de muestreo de Bañaderos ambas especies fueron avistadas en proporciones similares: las marimondas café (*A. hybridus*) fueron observadas 59 veces mientras que los aulladores rojos (*A. seniculus*) se vieron en 53 oportunidades.

La densidad de ambas especies fue significativamente mayor en el área de Bañaderos que en el área de Tomarrazón (Tabla 4.6), a pesar de estar cercanas geográficamente. Para entender esta diferencia cabe resaltar unas diferencias claves entre ambas zonas. Primero, el área en la zona de Tomarrazón es significativamente mayor (539 hectáreas) que la de la zona de Bañaderos (112 hectáreas). Segundo, los corredores biológicos que se presentan en Tomarrazón están en buen estado de conservación, lo que le permite a las especies dispersarse a otras regiones. Por el contrario, la zona de Bañaderos, donde las densidades poblacionales de *A. hybridus* y *A. seniculus* fueron considerablemente más altas, se encuentra en un estado mayor de aislamiento y presenta mayor intervención humana. La falta de corredores biológicos que conecten





*Alouatta seniculus*  
Fotografía: Camila Pizano

a este rastrojo de bosque con otros más grandes y en mejor estado puede explicar el alto número de individuos en esta área. A medida que se pierde el hábitat, los individuos se hacían en un área cada vez más pequeña (Link et al. 2010).

**Tabla 4.6.** Densidad Poblacional de la comunidad de primates en las zonas de estudio.

Individuos/ Km2	TOMARRAZÓN		BAÑADEROS	
	<i>Ateles hybridus</i>	<i>Alouatta seniculus</i>	<i>Ateles hybridus</i>	<i>Alouatta seniculus</i>
IC 95 %	3.4	9.8	67.0	31.5
	1.7 - 6.8	6.7 - 14.3	38.8 - 115.9	25.9 - 38.2

A pesar de que la densidad de *A. hybridus* fue significativamente mayor en Bañaderos, los subgrupos de *A. hybridus* fueron en general de menor tamaño (promedio de 7,2 individuos/subgrupo) que en Tomarrazón (tamaño promedio, 10 individuos). Con respecto a los aulladores, no se presentaron diferencias significativas entre las dos localidades para el tamaño de grupo siendo el promedio del tamaño de grupos de 7 individuos, incluyendo adultos, juveniles e infantiles. Sin embargo sí hubo diferencias en la composición de estos grupos. En Tomarrazón el 84% de los registros tuvieron más de un macho presente en el subgrupo, con un promedio de 2,3 machos por grupo (Rango 1-4), mientras que en Bañaderos el 94% de los grupos tuvo más de un macho presente en el subgrupo, con un subgrupo de hasta 7 machos y un promedio de 3,3 machos por subgrupo. Aunque en ninguno de las dos localidades se registraron crías, sí se registraron juveniles, lo que sugiere que los individuos en estas poblaciones se están reproduciendo exitosamente.

En la zona de Bañaderos fue posible realizar un conteo directo por medio del cual se pudo reconocer a todos los individuos del grupo. El grupo de *A. hybridus* en esta zona presentó un total de 18 individuos conformado por una mayoría de hembras adultas (Tabla 4.7)

**Tabla 4.7.** Sexo y edad del grupo de *A. hybridus* en Bañaderos

SEXO - EDAD	# INDIVIDUOS
Machos Adultos	4
Hembras Adultas	7
Juveniles	3
Infantes	4
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>

Estos resultados están en línea con otros estudios que reportan grupos de monos araña *A. hybridus* de 14 a 29 individuos (Link et al. 2010). En cuanto al número de hembras, los resultados de este trabajo son similares a lo obtenido por Symington (1988) y Chapman (1990), los cuales establecen que la proporción aproximada para el género *Ateles* es de dos a tres hembras por cada macho.



*Mazama sanctaemartae*  
Fotografía: Panthera Colombia



*Leopardus pardalis*  
Fotografía: Panthera Colombia



*Mazama sanctaemartae*  
Fotografía: Panthera Colombia

## ESCENARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE SECO DEL CARIBE Y SUS MAMÍFEROS

En el Caribe colombiano se presentan distintos escenarios y contextos socio-políticos que han tenido un impacto significativo sobre la conservación de los bosques secos tropicales de la región y la fauna silvestre asociada. El primer escenario se representa en El Copey, el área de estudio menos diversa y con menor grado de conservación, caracterizada por la alta frecuencia de *Cerdocyon thous* y *Sylvilagus floridanus*, especies altamente adaptables a hábitats intervenidos (Emmons 1997, Juárez y Marinho-Filho 2003, De Arruda y Motta-Junior 2004). En esta localidad los bosques secos tropicales comenzaron un proceso de regeneración hace diez años luego del abandono de las tierras por parte de pequeños campesinos por el conflicto armado. Hace cinco años los campesinos comenzaron a regresar a las veredas, lo cual ha transformado el paisaje hacia la ganadería intensiva y los cultivos de yuca, ñame, plátano y maíz. Dichos cambios en el uso del suelo se alejan de las prácticas agropecuarias tradicionales de esta región y se asemejan más al uso no sostenible de los recursos naturales.

La dinámica de desarrollo agropecuario descrita esta mejor representada en El Copey, y ha generado tres graves consecuencias sobre el ensamblaje de mamíferos de la región: 1) el aumento de la cacería de subsistencia y, aún más grave la cacería con motivos comerciales; 2) el aumento de las prácticas agropecuarias no tecnificadas como la tala y la quema; y 3) el aumento del conflicto entre las especies de mamíferos medianos y grandes y los pobladores locales ya sea por eventos de depredación sobre animales domésticos o daños sobre los cultivos. Las bajas frecuencias de especies como *Dasybus novemcinctus*, *Pecari tajacu*, *Mazama sanctaemartae* y *Dasyprocta punctata* en El Copey podrían explicarse adicionalmente por la estacionalidad y las actividades de tala y quema que predominan en la época seca del año y que ahuyentan a las especies hacia otras localidades.

El segundo escenario corresponde a Puente Ariguaní, el área más diversa y mejor conservada. El 80% (16 de 20) de las especies registradas se detectaron en ésta zona, con una distribución más equitativa de las abundancias relativas para las especies no carnívoras de mayor tamaño (*Pecari tajacu*, *Mazama sanctaemartae*, *Myrmecophaga tridactyla* y *Hydrochoeris isthmus*). Este alto grado de conservación se debe a la presencia de fincas de gran tamaño (3.000 ha promedio) que se encuentran a lo largo del río Ariguaní y que cuentan con zonas productivas como pastizales y plantaciones de madera, y zonas “no aprovechadas” que mantienen áreas relativamente bien conservadas a lo

largo del río y están conformadas por bosques primarios y secundarios. La densidad de personas en esta zona es menor y aunque existen actividades de cacería, los propietarios de las grandes fincas generan un mayor control y vigilancia sobre estas actividades.

Adicionalmente, las personas que viven en el corregimiento se dedican a la pesca como principal actividad económica, por lo tanto la presión de caza es mucho menor en comparación con El Copey. En la mayoría de las fincas se han construido “jagüeyes”, humedales distribuidos entre los pastizales y bosques, que proveen de alimento y refugio a las especies que se registraron en esta zona.

“EN EL CARIBE COLOMBIANO SE PRESENTAN DISTINTOS ESCENARIOS Y CONTEXTOS SOCIO-POLÍTICOS QUE HAN TENIDO UN IMPACTO SIGNIFICATIVO SOBRE LA CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES SECOS TROPICALES DE LA REGIÓN Y LA FAUNA SILVESTRE ASOCIADA”

El tercer escenario de la región es El Paso, donde se encontró una alta diversidad de especies ( $H=6,84$ ) definida por la distribución equitativa de las abundancias relativas estimadas para las especies no carnívoras de menor tamaño (*Sylvilagus floridanus*, *Didelphis marsupialis*, *Dasyprocta punctata* y *Tamandua mexicana*). Estas son generalistas y no se ven afectadas por la presión antropogénica, además de tener una mayor capacidad de aclimatación a los cambios en su entorno como los que han ocurrido en esta región. El Paso se caracteriza por un mosaico de fincas pequeñas con ganadería intensiva, medianas para ganadería semi-extensiva y fincas grandes con cultivos de palma africana. Estos usos del suelo han cambiado drásticamente los ecosistemas naturales de la región, dejando unos pocos remanentes de bosques riparios. Sin embargo, es precisamente esta última condición sumada a la existencia de un complejo cenagoso la que puede explicar los registros de especies como *Lontra longicaudis* en un escenario tan alterado.

La estacionalidad en los muestreos refleja la importancia que tiene el agua en términos de la conservación del bosque seco tropical. En Sanguaré, por ejemplo, las especies de mamíferos medianos y grandes fueron registradas con mayor frecuencia durante la época de lluvia (D. Gómez Ruiz, datos no publ.), una situación similar a la que se presentó en Puente Ariguani durante la época de transición de sequía a la época lluviosa, pero contrario a lo ocurrido en El Copey durante la época de verano.

El recurso hídrico fue además identificado como uno de los recursos de mayor importancia para la conservación de especies como el mapache en las tres áreas debido a la incidencia de quebradas (El Copey), ríos y playones (Puente Ariguani y El Paso) que proveen el refugio y alimento

necesario para su subsistencia; el chigüiro en Puente Ariguani, donde los jagüeyes son un hábitat ideal; y el registro de la nutria en El Paso, una especie relacionada directamente con ecosistemas acuáticos en buen estado de conservación. A pesar de la alta sensibilidad de los grandes carnívoros (*Puma concolor* y *Panthera onca*) frente a las actividades humanas (Payán et al. 2013), las localidades como El Copey y El Paso pueden ser de importancia como sitios de paso para estas especies. Esto sumado a la evidencia de eventos de depredación de gallinas, son un reflejo de la presencia y uso de estos remanentes de bosque seco por parte de los grandes carnívoros y de la carencia de un ensamblaje suficiente de presas naturales para su mantenimiento (*Cuniculus paca*, *Pecari tajacu*, *Mazama sanctaemartae*, *Dasybus novemcinctus*, *Dasyprocta punctata* e *Hydrochoeris isthmus*) (Polisar et al. 2003, Scognamillo et al. 2003, Novack et al. 2006, Weckel et al. 2006). Por último, es importante resaltar los registros de dos subespecies de primates, *Cebus albifrons cesarae*, endémica en esta región y, *Ateles hybridus hybridus*, cuya distribución restringida la sitúa en peligro crítico a nivel regional y mundial.

Los cuatro ensamblajes de mamíferos medianos y grandes descritos son el reflejo de los contextos socio-económicos en los que se encuentra inmerso el bosque seco del Caribe colombiano. Esto a su vez nos informa sobre el grado de conservación de cada una de las áreas y las acciones a emprender para mantener los bosques secos tropicales y los servicios ecosistémicos que prestan.



*Pecari tajacu*  
Fotografía: Panthera Colombia



*Tamandua mexicana*  
Fotografía: Panthera Colombia



*Sylvilagus floridanus*  
Fotografía: Panthera Colombia

El escenario de los primates tampoco es alentador, a pesar de las altas densidades (sobre todo para *A. hybridus*) reportadas en este estudio. Estos altos números de individuos en áreas pequeñas y fragmentadas sólo evidencian un estado de hacinamiento que a su vez se refleja en una alta vulnerabilidad de las especies. Actividades como la caza son aún más probables y devastadoras en ambientes fragmentados e intervenidos (como las áreas estudiadas para primates), ya que los cazadores tienen un mayor acceso y mayor capacidad de detección de los animales silvestres (Robinson 1996). Además en un escenario de aislamiento como el de Bañaderos, es muy posible que se presente una menor disponibilidad de recursos que aumentan la **competencia intra e interespecífica** (Chapman et al. 2006, Goldberg et al. 1999). Esto último puede explicar el caso de los monos araña, cuya sociedad de fusión-fisión se caracteriza porque los individuos de cada grupo pueden estar en pequeños subgrupos cuyo tamaño y composición varían (Chapman et al. 1995, Symington 1988). Estos se encontraban en subgrupos más pequeños en zonas de mayores densidades de primates.

El aislamiento también puede tener efectos graves en la salud de la población, ya que puede resultar en la pérdida de la viabilidad de la misma debido al cruce entre individuos con grados cercanos de consanguinidad y semejanza genética (Marshall et al. 2008) o mayor propensión a enfermedades. Cabe mencionar que otros estudios de primates también han reportado datos de densidades poblacionales altas en fragmentos pequeños en comparación con bosques menos intervenidos y de mayor área (Link et al. 2010). La reducción de los bosques trae como consecuencias cambios y disminución en las poblaciones de primates. El género *Ateles* es el más susceptible, pero las especies de *Alouatta* también son vulnerables por sus requerimientos de energía (Estrada y Coates-Estrada 1996).



*Mazama sanctaemartae*  
Fotografía: Panthera Colombia



*Cerdoyon thous*  
Fotografía: Daisy Gómez



*Puma concolor*  
Fotografía: Panthera Colombia



*Procyon cancrivorus*  
Fotografía: Panthera Colombia



*Cerdocyon thous*  
Fotografía: Panthera Colombia

## CONCLUSIÓN

Los diferentes escenarios en los que se encuentran inmersos el bosque seco y los mamíferos del Caribe colombiano, junto a la rápida transformación de los ecosistemas en esta región generan una alerta roja que resalta la necesidad de llevar a cabo estudios sobre el estado de sus poblaciones, su comportamiento y ecología, entre otros. Así mismo es urgente establecer estrategias de conservación enfocadas a: 1) la restauración de bosques riparios haciendo énfasis en zonas que aumenten la conectividad, 2) la creación de áreas protegidas bajo la figura de reservas naturales privadas que no limiten las actividades productivas de los pobladores locales, pero sí incentiven la conservación de bosques y cuerpos de agua, 3) el acompañamiento técnico para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales en zonas donde la poca tecnificación lleva al aumento acelerado de la frontera agrícola y ganadera y, 4) la sensibilización de las comunidades locales para disminuir la presión de cacería sobre las poblaciones de mamíferos medianos y grandes, garantizando la disponibilidad de presas para carnívoros medianos y grandes y la disminución de conflictos con los pobladores.



*Myrmecophaga tridactyla*  
Fotografía: Panthera Colombia

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Danny Urrego, Diego Arias, Laura Vargas, Sebastián Botero y Juan M. Martínez, quienes colaboraron con los muestreos en la Reserva Natural Sanguaré y a Edwin Osorio, Laura Vargas, Blanca Arbeláez y Diego Arias quienes participaron en los muestreos en el Urabá antioqueño. El personal de la RN Sanguaré hizo posible nuestro trabajo durante los últimos tres años, y por ellos agradecemos esta magnífica oportunidad. Una beca de Rufford Small Grants financió parte de los muestreos de carnívoros en Sanguaré, y el apoyo de la Universidad de Antioquia, a través de la Convocatoria CODI (2011) complementó los estudios con murciélagos entre 2012 y 2013. El Grupo Centauro SIU de la Universidad de Antioquia permitió nuestra participación en el trabajo con pequeños mamíferos en el Urabá Antioqueño. Agradecemos el apoyo financiero para los muestreos de primates de Bristol Conservation and Science Foundation, Rufford Small Grants y Primate Action Fund.

Los muestreos de mamíferos medianos y grandes en El Copey, Puente Ariguaní y El Paso fueron posibles gracias al apoyo de Liz Clairborne Art Ortenberg Foundation y Panthera. También extendemos nuestro agradecimiento a todos nuestros guías locales, especialmente a Luis Ramos, Pablo Carreño y Antonio Macea, quienes siempre tuvieron la mejor disposición para conseguir los mejores resultados. Y a las comunidades locales en cada área de estudio, quienes abren sus mentes y corazones en pro de la investigación y conservación de la biodiversidad.

## REFERENCIAS

- Acosta-J., G., y J. Simonetti. 2004. Habitat use by *Oncifelis guigna* and *Pseudalopex culpaeus* in a fragmented forest landscape in central Chile. *Biodiversity and Conservation* 13:135–1151.
- Adler, G. H., J. J. Arboledo, y B. L. Travi. 1997. Diversity and abundance of small mammals in degraded tropical dry forest of northern Colombia. *Mammalia* 61:361–370.
- Aguirre, L. F., L. Arteaga, K. Barboza-Márquez, E. Kalko, I. M. Galarza, I. M. Moya, J. Tordoya, y A. Vargas. 2006. Métodos estandarizados para el estudio de murciélagos en bosques montanos. Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada. Cochabamba, Bolivia.
- Ballesteros, J., J. Racero, y M. Núñez. 2007. Diversidad de murciélagos en cuatro localidades de la zona costanera del departamento de Córdoba-Colombia. *Revista MVZ Córdoba* 12:1013–1019.
- Barboza-Márquez, K. 2007. Uso y disponibilidad de *Piper spp.* para el murciélago frugívoro de cola corta *Carollia perspicillata* en el Santuario de Vida Silvestre Cavernas del Repechon (Parque Nacional Carrasco – Cochabamba). Tesis de grado, Universidad de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
- Barnett, A., y J. Dutton. 1995. Expedition Field Techniques: Small Mammals (Excluding Bats). Royal Geographical Society with IBG. London, Reino Unido.
- Buckland S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers, y L. Thomas. 2001. Introduction to Distance Sampling. Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford University Press, Oxford.
- Cabrera-Duran, Y. L. 2011. Composición, estructura y distribución del ensamble de murciélagos durante la época de lluvia presentes en el departamento de Sucre-Colombia. Tesis de grado, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- Calderón-Acevedo, C. 2012. Descripción del ensamblaje de murciélagos en un bosque seco tropical en la Reserva Natural Sanguaré (San Onofre, Sucre). Trabajo de Grado, Instituto de Biología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Calonge, B., I. Vela-Vargas, y J. Pérez-Torres. 2010. Murciélagos asociados a una finca ganadera en Córdoba (Colombia). *Revista MVZ Córdoba* 15:1938–1943.
- Carbone, C., S. Christie, K. Conforti, T. Coulson, N. Franklin, J.R. Ginsberg, M. Griffiths, J. Holden, K. Kawanishi, y M. Kinnaird. 2001. The use of photographic rates to estimate densities of tiger and other cryptic mammals. *Animal Conservation* 4:75–79.
- Carroll, D. S., R. C. Dowler, y C. D. Edwards. 1999. Estimates of relative abundance of the medium-sized mammals of Fort Hood, Texas, using scent-station visitation. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University* 188:1–10.
- Ceballos. G. 1995. Vertebrate diversity, ecology, and conservation in Neotropical dry forests. Páginas 195–220 en S. Bullock, E. Medina, y H. Moonet, editores. *Seasonally Dry tropical forests*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Chapman, C. A. 1990. Association patterns of spider monkeys: the influence of ecology and sex on social organization. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 26:409–414.
- Chapman, C. A., L. J. Chapman, y R. W. Wrangham. 1995. Ecological constraints on group size: an analysis of spider monkey and chimpanzee subgroups. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 36: 59–70.
- Chapman C.A., M. D. Wasserman, T. R. Gillespie, M. L. Speirs, M. J. Lawes, T. L. Saj, y T. E. Ziegler. 2006. Do nutrition, parasitism, and stress have synergistic effects on red colobus populations living in forest fragments? *American Journal of Physical Anthropology* 131:525–534.
- Colwell, R. K., A. Chao, N. J. Gotelli, S-Y. Lin, C. X. Mao, R. L. Chazdon, y J. T. Longino. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5:3–21.
- Conner, M., R. Labisky, y D. Progulsk, Jr. 1983. Scent-station indices as measures of population abundance for bobcats, raccoons, gray foxes and opossums. *Wildlife Society Bulletin* 3:119–124.
- Cumming, G., F. Fidler, y D. L. Vaux. 2007. Error bars in experimental biology. *The Journal of Cell Biology* 177:7–11.
- De Arruda, A., y J. C. Motta-Junior. 2004. Hábitos alimentarios de dos cánidos sintópicos, el aguara guazú (*Chrysocyon brachyurus*) y el zorro del monte (*Cerdocyon thous*), en el sudeste de Brasil. *Revista Chilena de Historia Natural* 77:5–14.
- Defler, T. R. 2004. *Primates of Colombia*. Conservación Internacional Colombia, Bogotá, Colombia.
- Emmons, L. H. 1984. Geographic variation in densities and diversities of non-flying mammals in Amazonia. *Biotropica* 16:210–222.

- Emmons, L. H. 1988. A field study of ocelots (*Felis pardalis*) in Peru. *Revue d'Ecologie (Terre Vie)* 43:133–157.
- Emmons, L. H. 1997. Neotropical Rainforest Mammals: a Field Guide. Segunda edición. The University of Chicago Press, Chicago, EE.UU.
- Estrada A., y R. Coates-Estrada. 1996. Tropical rain forest fragmentation and wild populations of primates at Los Tuxtlas, Mexico. *International Journal of Primatology* 17:759–783.
- Feinsinger, P. 2001. Designing field structure for biodiversity conservation. Island Press. New York, EE.UU.
- Fernández-Ruiz, A. 2005. Abundancia relativa de mamíferos silvestres en el área del parque recreativo y zoológico Piscilago y en límites con el fuerte militar Tolemaida (vereda la esmeralda, Nilo, Cundinamarca). Tesis de grado. Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Galindo, G. M. D., N.R. Bernal, L.K. Vergara y J.C. Betancourth. 2009. Planificación ecorregional para la conservación de la biodiversidad en el Caribe continental colombiano. Serie Planificación Ecorregional para la Conservación de la Biodiversidad No.1. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Agencia Nacional de Hidrocarburos, The Nature Conservancy, e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia.
- Goldberg, D. E., T. Rajaniemi, J. Gurevitch, y A. Stewart-Oaten. 1999. Empirical approaches to quantifying interaction intensity: competition and facilitation along productivity gradients. *Ecology* 80:1118–1131.
- Gómez-Ruiz, D. A. 2010. Presencia, abundancia relativa y composición de la dieta de carnívoros (Orden Carnívora) en la Reserva Natural Sanguaré, Sucre-Colombia. Trabajo de Grado, Instituto de Biología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental (GEMA). 1998. El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia. Programa de Inventario de la Biodiversidad, Instituto Alexander von Humboldt (IAVH), Villa de Leyva, Colombia.
- Helgen, K. M., y D. E. Wilson. 2005. A systematic and zoogeographic overview of the raccoons of Mexico and Central America. Páginas 221–236 en V. Sánchez Cordero, y R. A. Medellín, editores. Contribuciones Mastozoológicas en Homenaje a Bernardo Villa. Instituto de Biología, UNAM; Instituto de Ecología, UNAM; CONABIO. Ciudad de México, México.
- IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, Sinchi, IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. IDEAM, IGAC, IAvH, Sinchi, IIAP. Bogotá, Colombia.
- IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>
- Jiménez-Valverde, A., y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8:151–161.
- Jost, L. 2006. Entropy and Diversity. *Oikos* 113:363–375.
- Jost, L. 2007. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology* 88:2424–2439.
- Juárez, K. M., y J. Marinho-Filho. 2002. Diet, habitat use, and home ranges of sympatric canids in central Brazil. *Journal of Mammalogy* 83:925–933.
- Kunz, T. H., y S. Parsons, editores. 2009. Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats. Segunda edición. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, EE.UU.
- Link, A., A. G. de Luna, F. Alfonso, P. Giraldo-Beltrán, y F. Ramírez. 2010. Initial effects of fragmentation on the density of three neotropical primate species in two lowland forests of Colombia. *Endangered Species Research* 13:41–50.
- Link, A., A. G. de Luna, y J. Burbano-Girón. 2013. Estado de conservación en Colombia de uno de los primates más amenazados con la extinción: el mono araña café (*Ateles hybridus*). Páginas 90-121 en T. R. Defler, P. R. Stevenson, M. L. Bueno, y D. C. Guzmán-Caro, editores. Primates Colombianos en Peligro de Extinción. Asociación Primatológica Colombiana. Bogotá, Colombia.
- Miller, L., A. Savage, y H. Giraldo. 2004. Quantifying remaining forested habitat within the historic distribution of the cotton-top tamarin (*Saguinus oedipus*) in Colombia: Implications for long-term conservation. *American Journal of Primatology* 64:451–457.
- Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). 2010. Resolución No. 383, "Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman otras determinaciones". 23 de Febrero de 2010.
- Marshall A. R., J. C. Lovett, y P. C. L. White. 2008. Selection of line transect methods for estimating the density of group living animals: lessons from the primates. *American Journal of Primatology* 70:452–462.
- Mast, R. B., J. V. Rodríguez, y R. A. Mittermeier. 1993. The Colombian cotton-top tamarin in the wild. Páginas 4-43 en N. K. Clapp, editor. *A Primate Model for the*

Study of Colitis and Colonic Carcinoma: The Cotton-top Tamarin, *Saguinus oedipus*. CRC Press, Boca Raton, EE.UU.

● Mittermeier, R. A., C. Schwitzer, A. B. Rylands, L. A. Taylor, F. Chiozza, E. A. Williamson, y J. Wallis, editores. 2012. Primates in Peril: The World's 25 Most Endangered Primates 2012– 2014. IUCN/SSC Primate Specialist Group (PSG), International Primatological Society (IPS), Conservation International (CI), Bristol Conservation and Science Foundation, Bristol, Reino Unido.

● Moreno, C. E. 2000. Manual de métodos para medir la Biodiversidad. Primera edición. Estado de Hidalgo, México.

● Novack, A. J., M. B. Main, M. E. Sunquist, y R. F. Labisky. 2006. Foraging ecology of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in hunted and non-hunted sites within the Maya Biosphere Reserve, Guatemala. *Journal of Zoology* 267:167–178.

● O'Brien, T. G., M. F. Kinnaird, y H. T. Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation* 6:131–139.

● Ochoa G., J. 2000. Efectos de la extracción de maderas sobre la diversidad de mamíferos pequeños en bosques de tierras bajas de la Guayana venezolana. *Biotropica* 32:146–164.

● Osorio R., E. 2012. Estructura ecomorfológica en ensamblajes de roedores Neotropicales en los municipios de Necoclí y Turbo, Antioquia. Trabajo de Grado, Instituto de Biología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

● Payán, E., C. Carbone, K. Homewood, E. Paemelaere, H. B. Quigley, y S. Durant. 2013. Where will jaguars roam? The importance of survival in unprotected lands. Páginas 603–628 en M. Ruiz-García, y J. Shostell, editores. *Molecular Population genetics, Phylogenetics, Evolutionary Biology and Conservation of the Neotropical Carnivores*. Nova Science, New York. EE.UU.

● Peres, C. A. 1999. General guidelines for standardizing line-transect surveys of tropical forest primates. *Neotropical Primates* 7:11–16.

● Polisar, J., I. Maxit, D. Scognamillo, L. Farrell, M. E. Sunquist, y J. F. Eisenberg. 2003. Jaguars, pumas, their prey base, and cattle ranching: ecological interpretations of a management problem. *Biological Conservation* 109:297–310.

● Portillo-Quintero, C. A., y G. A. Sánchez-Azofeifa. 2010. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation* 143: 144–155.

● Robinson, J. G. 1996. Hunting wildlife in forest patches: an ephemeral resource. Páginas 111–130 en

J. Schelhas, y R. Greenberg, editores. *Forest patches in tropical landscapes*. Island Press, Washington, D.C., EE.UU

● Roughton, R., y M. Sweeny. 1982. Refinements in scent-station methodology for assessing trends in carnivore populations. *Journal of Wildlife Management* 46:217–229.

● Sampedro-M., A., C. Martínez, K. de la Ossa, Y. Otero, L. Santos, S. Osorio, y A. Mercado. 2007. Nuevos registros de especies de murciélagos para el departamento de Sucre y algunos datos sobre su ecología en esta región colombiana. *Caldasia* 29:355–362.

● Sánchez-Páez, H., y R. Álvarez-León. 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia. OIMT/ MAVDT. Bogotá, Colombia.

● Sanín, A. N. 2010. Plan de manejo para la biodiversidad y la sostenibilidad de la Reserva Sanguaré (San Onofre, Sucre) 2010-2020. Trabajo de Grado, Instituto de Biología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

● Savage, A., y J. Causado. 2008. *Saguinus oedipus*. IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

● Scognamillo, D. G., I. E. Maxit, M. Sunquist, y J. Polisar. 2003. Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan Llanos. *Journal of Zoology* 259:269–279.

● Silver, S. C., L. E. T. Ostro, L. K. Marsh, L. Maffei, A. J. Noss, M. J. Kelly, R. B. Wallace, H. Gomez, y G. Ayala. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oikos* 38:1–7.

● Solari, S., Y. Muñoz-Saba, J. V. Rodríguez-Mahecha, T. Defler, H. Ramírez-Chaves, y F. Trujillo. 2013. Diversidad, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 20:301–365.

● Symington, M. M. 1988. Demography, ranging patterns, and activity budgets of the black spider monkeys (*Ateles paniscus chamek*) in the Manu National Park, Peru. *American Journal of Primatology* 15:45–67.

● Thomas L., J. L. Lake, S. Strindberg, y F. F. C. Marques. 2006. Distance. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews. <[www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/](http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/)>

● Weckel, M., W. Giuliano, y S. Silver. 2006. Jaguar (*Panthera onca*) feeding ecology: distribution of predator and prey through time and space. *Journal of Zoology (London)* 270:25–30.



CAPÍTULO

5

*Dendropsophus ebraccatus*  
Fotografía: Argelina Blanco

CAPÍTULO

5

DETERMINANTES DE LA DISTRIBUCIÓN DE  
LOS ANFIBIOS EN EL BOSQUE SECO TROPICAL  
DE COLOMBIA: HERRAMIENTAS PARA SU  
CONSERVACIÓN

J. NICOLÁS URBINA-CARDONA, CARLOS ARTURO  
NAVAS, IVÁN GONZÁLEZ, MARIO J. GÓMEZ-MARTÍNEZ,  
JULIÁN LLANO-MEJÍA, GUIDO FABIÁN MEDINA-  
RANGEL, ARGELINA BLANCO-TORRES

INTRODUCCION

El bosque seco tropical (BST) alberga un gran número de especies que dependen directa o indirectamente de las dinámicas ecológicas de los bosques remanentes para sobrevivir o completar sus ciclos de vida. Dentro de las especies de fauna, los anfibios presentan características fisiológicas que los convierten en buenos indicadores del grado de perturbación antropogénica del hábitat (Pough 1980, Zug et al. 2001, Isaacs y Urbina-Cardona 2011), y los hacen condensadores efectivos de materia y energía dentro del ecosistema (Navas 1999).

De las 780 especies de anfibios registradas para Colombia (Acosta-Galvis 2013, 2012a), el BST alberga por lo menos 82 especies. La mayor cantidad de información sobre los anfibios del BST se ha obtenido de estudios realizados en las llanuras de la región Caribe (Bernal-Carlo 1991, Renjifo y Lundberg 1999, Cuentas et al. 2002, Medina-Rangel 2007, Rueda-Almonacid et al. 2008, Dueñez-Gómez et al. 2009, Galván-Guevara y De La Ossa 2009, Galván-Guevara et al. 2009, Moreno-Arias et al. 2009, Romero-Martínez y Lynch 2010, Medina-Rangel et al. 2011, Acosta-Galvis 2012b, Romero-Martínez y Lynch 2012, Blanco-Torres et al. 2013, Paternina-H. et al. 2013), mientras que los estudios en los valles de los ríos Magdalena y Cauca han sido menos (Páez et al. 2002, Bernal et al. 2005, Castro-Herrera y Vargas-Salinas 2008, Bolívar-García y Castro-Herrera 2009, Llano-Mejía et al. 2010, R Bolívar-García et al. 2011, Pedroza-Banda y Angarita-Sierra 2011, Acosta-Galvis 2012a, Llano-Mejía 2012, Rojas-Rios et al. 2011). Para los enclaves de bosques secos del Catatumbo sólo hay un estudio (Armesto

“ DENTRO DE LAS ESPECIES DE FAUNA, LOS ANFIBIOS PRESENTAN CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS QUE LOS CONVIERTEN EN BUENOS INDICADORES DEL GRADO DE PERTURBACIÓN ANTRÓPICA DEL HÁBITAT ”



*Craugastor raniformis*  
Fotografía: Argelina Blanco



*Dendropsophus microcephalus*  
Fotografía: Argelina Blanco

et al. 2009), y para los enclaves del valle del Patía y cañón del Dagua-Loboguerrero no se cuenta con información directa; la posible riqueza de anfibios se ha estimado por extrapolaciones de la distribución de especies cercanas (IUCN 2013). Resulta interesante que la parte baja del río Patía en los departamentos del Cauca y Nariño y el cañón del río Dagua en el departamento del Valle del Cauca contengan enclaves de BST aislados, rodeados en gran parte de bosque húmedo tropical (BHT) y zonas transformadas. Debido a su aislamiento geográfico, estos enclaves de BST alojan algunos elementos florísticos y faunísticos que son endémicos. Sin embargo, no se conoce cuál es la fauna anfibia de la zona, a pesar de que puede resultar sumamente interesante en términos de composición y ecotonos entre BST y BHT (*sensu* Hofer et al. 2000).

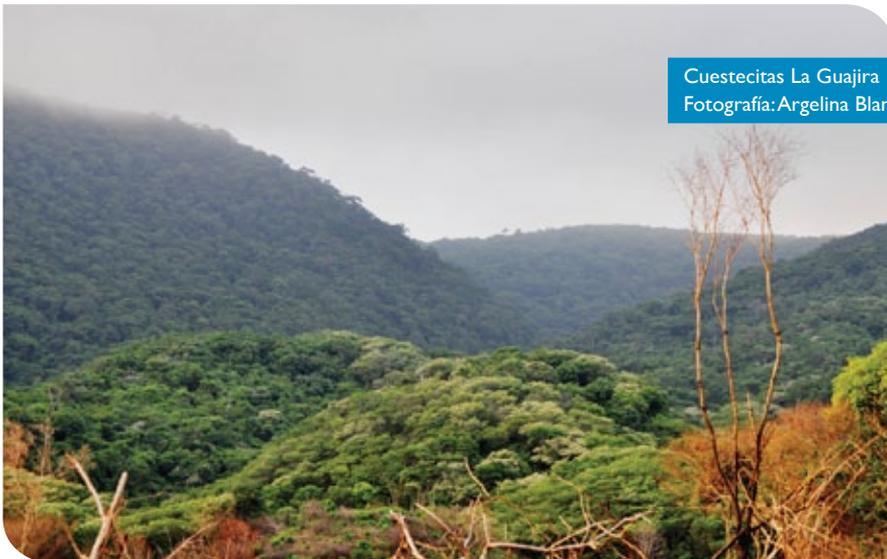
Los estudios de anfibios en los Llanos han sido escasos y en general no se han enfocado en un tipo específico de bioma o ecosistema, sino en alguna región en particular. No existe hasta el momento ningún estudio sobre anfibios de los bosques secos de esta zona del país, sin embargo los datos existentes sugieren que la diversidad de anfibios en los Llanos puede ser mayor de lo que se conoce actualmente en ecosistemas como las sabanas y los bosques del piedemonte (e.g., Lynch 2006, Zorro 2007, Cáceres-Andrade y Urbina-Cardona 2009, Acosta-Galvis et al. 2010, Angarita-Sierra et al. 2013). Los pocos estudios llevados a cabo en los Llanos han registrado 50 especies de anfibios para el departamento del Casanare (Acosta-Galvis y Alfaro-Bejarano 2011, Angarita-Sierra et al. 2013), y cerca de 112 especies de anfibios que corresponden a zonas del piedemonte y planicies de los departamentos de Arauca, Casanare y Meta, y las sabanas del Vichada (Acosta-Galvis et al. 2010). Dado que

hay estudios puntuales que registran, por ejemplo, alrededor de 46 especies sólo para la región de Villavicencio (Lynch 2006), es evidente que se requieren más estudios en esta zona del país y en particular en sus bosques secos.

Si se tiene en cuenta que la fauna anfibia en muchas de las subregiones del BST es desconocida, es prioritario adelantar estudios a nivel de **comunidades y poblaciones, aspectos tróficos, termorregulación y fisiología**. De esta forma se podrán determinar los patrones de distribución, colonización, dispersión y **biogeografía** de las especies para esclarecer aspectos evolutivos y sus relaciones con la fauna que se encuentra en Sur y Centro América. Estos aspectos son claves para entender la alta diversidad del grupo en Colombia y proyectar estrategias adecuadas para su conservación en el BST.

## RESPUESTAS DE LOS ANFIBIOS EN CONDICIONES DE SEQUÍA: CONDICIONES QUE DETERMINAN SU ADAPTACIÓN A AMBIENTES EXTREMOS

Aunque la mayor parte de los anfibios tiene piel permeable y algunos dependen del agua para su reproducción, su diversidad es sorprendente en biomas secos, donde incluso hay un componente significativo de especies derivadas de ecosistemas más húmedos (Trefaut-Rodriguez 2000). De hecho varios anfibios originarios de linajes independientes y que contrastan en su historia natural logran mantener un balance hídrico adecuado en ambientes que producen deshidratación.



Cuestecitas La Guajira  
Fotografía: Argelina Blanco

Por lo tanto, se espera que los mecanismos que permiten tal balance sean muy variados. En general, la hidratación en anfibios se realiza a través de la **osmosis**, la **capilaridad** y el **transporte facilitado** (ej. **acuaporinas**). Existen pocos trabajos sobre fisiología de anfibios en BST de Colombia, dentro de los cuales están las investigaciones de Bernal-Bautista (2008), Lynch y Bernal-Bautista (2009) y Bernal-Bautista y Lynch (2013). Posiblemente los anfibios del BST sigan los patrones observados para el conjunto de ambientes secos neotropicales para los

que existen mayor cantidad de estudios en fisiología de la conservación, estudios que se comentarán a continuación.

“ EN AMBIENTES DESHIRANTANTES, LAS ESTRATEGIAS MÁS COMUNES SON LA DISMINUCIÓN DE LA EVAPORACIÓN, O EL AUMENTO EN LA CAPTACIÓN DE AGUA, LO QUE PUEDE SER LOGRADO POR VÍAS FISIOLÓGICAS, COMPOR-TAMENTALES O ECOLÓGICAS ”

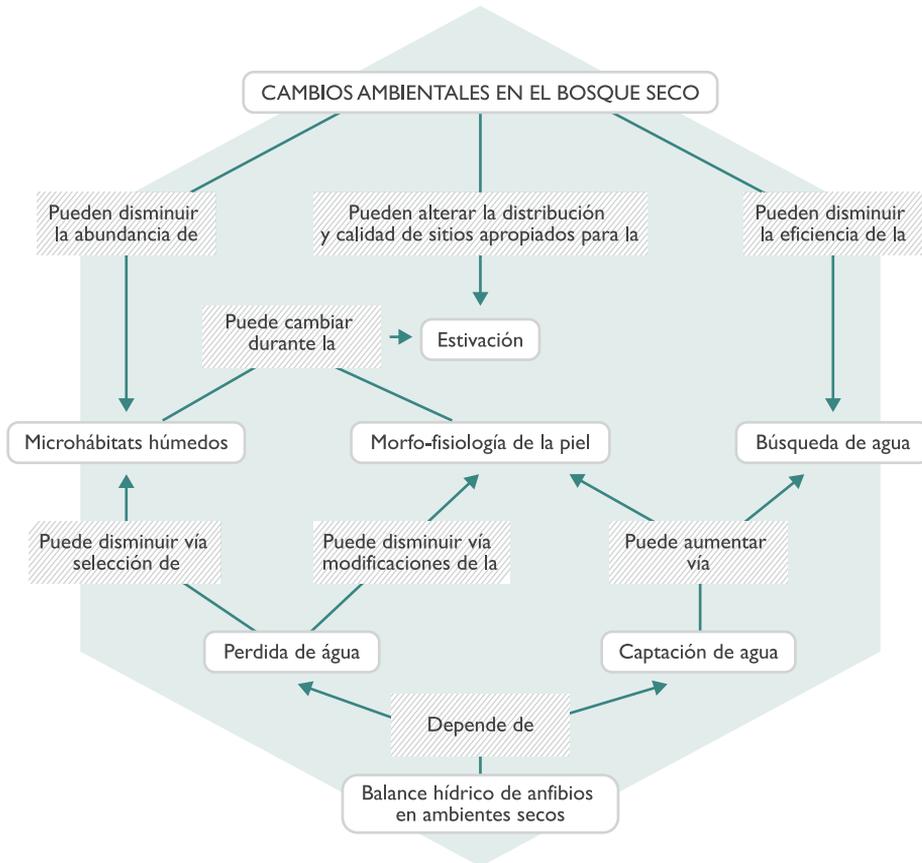
La investigación sobre el balance hídrico en anfibios comenzó con el descubrimiento publicado por Townson (1799, Jørgensen 1994), quien investigando dos ranas llamadas Musidora y Damon,

descubrió que los anfibios no beben agua, pierden agua por evaporación cutánea dorsal, y pueden captar fluidos por la piel ventral (verrugas hidrofílicas) almacenando agua en la vejiga. Esta doble permeabilidad de la piel constituye el componente central que ha permitido a los anfibios colonizar los ambientes secos. A pesar de que hay especies que pueden diferir en la susceptibilidad a la deshidratación (Braz et al. 2010; Bentley et al. 1958), la colonización de ambientes secos no depende tanto de la tolerancia a la deshidratación, sino de la habilidad de mantener un equilibrio entre la entrada y la salida del agua. Por lo tanto, en ambientes deshidratantes, las estrategias más comunes son la disminución de la evaporación o el aumento en la captación de agua, lo que puede ser logrado por vías fisiológicas, comportamentales o ecológicas.

Los anfibios pueden disminuir la tasa de evaporación alterando el comportamiento o la permeabilidad de la piel. Algunas especies de áreas semiáridas presentan permeabilidad reducida como resultado de las características morfológicas de la piel (Navas et al. 2002). Sin embargo, los casos más sobresalientes en este sentido son los de la impermeabilización con ceras de origen glandular cutáneo que son esparcidas por la piel con ayuda de movimientos de miembros anteriores y posteriores (Lillywhite et al. 1997). Aunque la habilidad de algunos linajes en este sentido es sorprendente, tal característica está más asociada a la vida arbórea (Wygoda 1984). Por otro lado, algunas especies de anfibios disminuyen la evaporación durante la estación seca estivando (*sensu* letargo o inactividad que se produce en algunos anfibios como respuesta a extremos en temperatura o humedad). Tanto en condiciones de estivación como en estado activo, los anfibios

pueden aumentar su capacidad de captar agua por medio de estructuras especializadas de la piel ventral que aumentan la concentración de solutos o producen capullos de piel. En estos casos la selección del microhábitat es esencial (Carvalho et al. 2010). Por ejemplo, la tasa de evaporación se puede disminuir mediante la selección de microhábitats húmedos; una característica que hace muchos años fue reconocida como esencial para los anfibios de ambientes áridos (Bentley 1966). Estas estrategias para reducir la evaporación del agua pueden diferir significativamente entre especies (Navas et al. 2002) y su papel, que es fundamental para la dispersión de anfibios invasores, ha sido revisado recientemente (Tingley y Shine 2011).

**Figura 5.1.** Diagrama conceptual de las respuestas de los anfibios ante los cambios ambientales en el BST





*Leptodactylus poecilochilus*  
Fotografía: Argelina Blanco



*Lithodytes lineatus*  
Fotografía: Argelina Blanco

*Leptodactylus fuscus*  
Fotografía: Argelina Blanco



Dada la discusión anterior, es claro que los anfibios de ambientes secos pueden modular hasta cierto límite la pérdida y ganancia de agua en una compleja interacción entre fisiología, comportamiento y ecología. Sin embargo, la distribución de microhábitats apropiados surge como un importante común denominador y elemento decisivo que puede modular la estructura de las comunidades de anfibios presentes en biomas como el BST de Colombia. Por ejemplo, en la medida en que los focos de humedad se hagan más dispersos por acciones antropogénicas o cambios climáticos, serán favorecidas las especies con mayor habilidad para localizar humedad en detrimento de las que carecen de estructuras fisiológicas para la búsqueda direccionada de agua (Figura 5.1). En contrapartida, el manejo de la densidad de este tipo de microhábitat puede surgir como estrategia para aumentar o preservar la riqueza de especies de anfibios en BST de Colombia. En este sentido, la ecofisiología de la conservación es un área del conocimiento que apenas nace en el país para complementar el estudio de los anfibios de BST.

## MECANISMOS DE COEXISTENCIA DE ANFIBIOS QUE HABITAN EL BOSQUE SECO TROPICAL

La coexistencia entre especies está determinada por la diferenciación en los requerimientos ecológicos de poblaciones y especies (Tokeshi 1999). En **ensamblajes** de anfibios los mecanismos de **coexistencia** son variados, y mientras algunos están muy bien documentados, otros

están aún sin explorar, principalmente para el BST de Colombia. Para poder abordar la línea de investigación sobre los mecanismos de coexistencia de anfibios del BST en Colombia, es necesario explorar aspectos ecofisiológicos (sección anterior) y entender de qué manera se da la partición de recursos y distribución de especies (*sensu* Schoener 1974). Dentro de dichos mecanismos se encuentran la partición de recursos y diferencias morfológicas (especialmente en tamaños de individuos), de cantos y modos reproductivos (Miyamoto 1988, Gerhardt 1994, Lima 1998, Tokeshi 1999, Vasconcelos y Rossa-Feres 2008).

La distribución de los anfibios dentro del BST responde a diferentes dimensiones espaciales, temporales, comportamentales y ecofisiológicas que les confieren cierto grado de plasticidad.

Estos aspectos son importantes en la adaptación de los individuos a condiciones ambientales cambiantes y les confieren la posibilidad de ocupación de los hábitats dependiendo de factores históricos y mecanismos fisiológicos de tolerancia a condiciones ambientales extremas (Navas 1996). Condiciones tales como largos periodos de sequía en un BST, dan plasticidad a las especies de anfibios que habitan allí, determinando la riqueza de las especies en diferentes tipos de cobertura vegetal (**diversidad alfa**) y su recambio entre éstos (**diversidad beta**). La alta especificidad de hábitat de los anfibios hace que estos organismos se distribuyan principalmente en áreas con alta cobertura vegetal (**dosel y sotobosque**), mayor profundidad de hojarasca, alta humedad relativa y temperaturas bajas (Marsh y Pearman 1997, Urbina-Cardona et al. 2006, Cortés-Gómez et al. 2013). Para el BST las variables que determinan cambios en la composición de las comunidades de anfibios, biomasa, volumen y **grupos funcionales** son la presión barométrica, densidad de sotobosque, profundidad de hojarasca, cobertura de dosel y altura de percha (como variable análoga a la complejidad en estructura vegetal; Zabala-Forero y Urbina-Cardona *en preparación*). Estas condiciones son indispensables para la ocupación de los microhábitats (Heatwole 1982), pero cuando son modificadas por la fragmentación de los bosques, se aumenta la vulnerabilidad de las especies que los habitan (Urbina-Cardona y Londoño 2003, Pough et al. 2004, Urbina-Cardona 2008).

Aunque la diferenciación del **nicho** no necesariamente implica partición de recursos, éste es uno de los mecanismos de diferenciación más fácil de entender y ha sido muy documentado, especialmente en

“ LA ALTA ESPECIFICIDAD DE HÁBITAT DE LOS ANFIBIOS HACE QUE ESTOS ORGANISMOS SE DISTRIBUYAN PRINCIPALMENTE EN ÁREAS CON ALTA COBERTURA VEGETAL (DOSEL Y SOTOBOSQUE), MAYOR PROFUNDIDAD DE HOJARASCA, ALTA HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURAS BAJAS ”



*Dendropsophus microcephalus*  
Fotografía: G.F. Medina-Rangel



*Dendrobates truncatus*  
Fotografía: G.F. Medina-Rangel

*Elachistocleis pearsei*  
Fotografía: G.F. Medina-Rangel



ensamblajes de vertebrados (Colwell y Futuyama 1971). La partición de recursos hace referencia a la forma en que las especies difieren en el uso de recursos (Toft 1985), la cual puede relajar interacciones competitivas potenciales. Es de gran importancia para la estructuración de los ensamblajes de anfibios (Pianka 1974, Toft 1980, 1981, 1985) y ocurre de tres formas básicas: diferencias de hábitat, dieta, y tiempo de actividad entre las especies (Zimmerman y Simberloff 1996, Moreira y Barreto 1997, Lima y Magnusson 1998, Caldwell y Vitt 1999). Muchos estudios se han enfocado en la partición de recursos como un mecanismo crucial para la coexistencia de especies en diferentes comunidades (Muñoz-Guerrero et al. 2007, Arroyo et al. 2008, Duré et al. 2004, 2009).

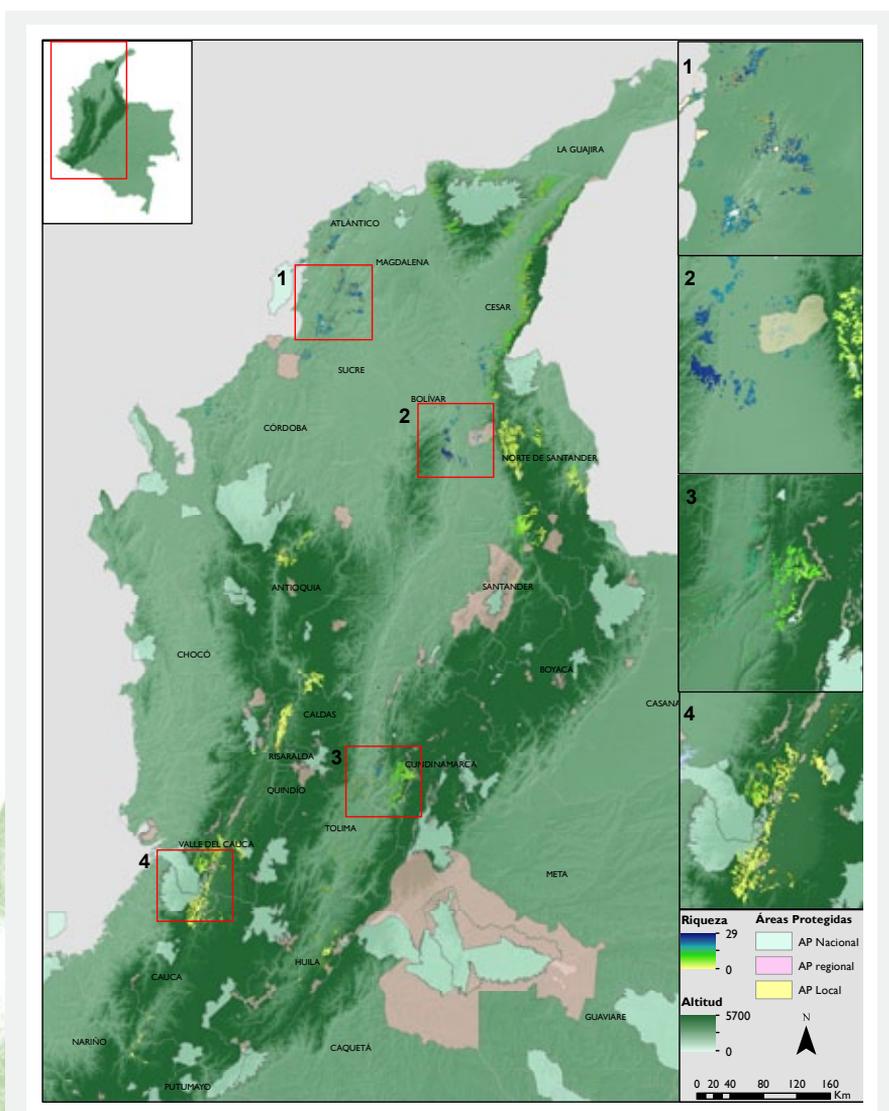
En el BST de Colombia la partición de recursos espaciales (microhábitats) y tróficos operan como mecanismo de coexistencia en los ensamblajes de anfibios (Blanco 2010, Blanco y Bonilla 2010, Muñoz-Guerrero et al 2007). Sin embargo, debido a que las especies de BST están sometidas a una fuerte variación climática, los mecanismos de partición presentan ciertas particularidades. Desde la dimensión trófica (*sensu* Lajmanovich 1995), el mecanismo se mantiene a lo largo del año durante toda la variación climática (Blanco y Bonilla 2010). Desde la dimensión del hábitat, el mecanismo depende de la variación climática y es un elemento esencial para la coexistencia de estas especies en la época seca, durante la cual hay escases de microhábitats adecuados para la supervivencia (Navas 1996, Blanco y Bonilla 2010). En la época de lluvias

el aumento en la disponibilidad de micro sitios húmedos permite que el espacio no sea la principal dimensión del nicho que debe ser dividida, pero sí lo es la diferenciación de dietas (Blanco-Torres 2009, Blanco 2010, Flórez y Blanco-Torres 2010). También se ha encontrado que la actividad reproductiva y el tamaño de los adultos pueden determinar la coexistencia de anuros (Muñoz-Guerrero et al 2007).

De acuerdo a lo expuesto anteriormente y bajo el actual escenario del BST, resulta necesario aumentar la investigación de estos mecanismos de coexistencia (partición de recursos, diferenciación en tamaños, cantos, modos reproductivos, etc.) y su dinámica tanto en zonas conservadas como intervenidas. De esta manera se puede obtener información sobre cómo actúan estos mecanismos permitiendo tanto la coexistencia como la conservación de especies de anfibios en ambientes altamente intervenidos como el BST.

## **DISTRIBUCIÓN DE LOS ANFIBIOS EN EL BOSQUE SECO TROPICAL COLOMBIANO: EFECTOS DE LA PÉRDIDA DE VEGETACIÓN NATURAL Y REPRESENTATIVIDAD EN AREAS NATURALES PROTEGIDAS**

De las 723 especies de anfibios de Colombia que han sido evaluadas por la UICN y que presentan polígonos de distribución (IUCN 2013), 58 están distribuidas en zonas que se superponen con el ámbito geográfico del BST en Colombia (Anexo 7). De éstas, una especie se encuentra en peligro (EN; *Colostethus ruthveni*), tres son vulnerables (VU; *Allobates wayuu*, *Sachatamia punctulata*, *Hyloxalus vergeli*) y las otras 54 están en preocupación menor (LC). Sin embargo, los lugares de mayor riqueza de especies no se superponen con las áreas naturales protegidas gubernamentales del país (Figura 5.2). Cabe resaltar que de las 58 especies que hicieron parte del análisis, dada la disponibilidad de un polígono de distribución con criterio de expertos (UICN 2013), al menos el 83% de las especies (n=48) ha perdido más del 50% de su rango de distribución original en BST debido a la pérdida de cobertura natural en Colombia (Anexo 7).



**Figura 5.2.** Patrones de riqueza de anfibios en el BST y en las áreas naturales protegidas de Colombia. Los cuadros rojos representan ventanas con alta heterogeneidad en la riqueza de anuros por lo que se realiza un acercamiento para detallar el gradiente.

Sólo cuatro especies de anfibios se encuentran representadas en más del 70% de las áreas naturales protegidas de BST en el país (*Allobates wayuu*, *Hypsiboas rosenbergi*, *Leptodactylus savagei*, *Colostethus ruthveni*), y dos especies con el 39% y 28%, respectivamente (*Dendropsophus ebraccatus*, *Smilisca phaeota*). De las 52 especies restantes, 19 están representadas entre 12 y 5%, 12 entre 3,5 y 0,6% y 21 especies están representadas en menos del 0,5% de la distribución remanente de BST.

De acuerdo con la superposición espacial entre las distribuciones de especies de anfibios y las áreas naturales protegidas de BST, *Allobates wayuu* está representada en la Macuira, *Cochranella punctulata* en la Reserva Forestal Protectora Quebradas el Peñón y San Juan y Olla Grande, y *Colostethus ruthveni* en el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta.

De las 35 especies cuya distribución está representada en menos del 5% por algún área natural protegida de BST, dos están categorizadas como vulnerables. Sin embargo, la veracidad de estos resultados es dudosa porque estas dos especies amenazadas, al igual que otras 18 especies (31% del total de especies analizado), presentan distribuciones geográficas de menos de 1 ha dentro del BST de Colombia. Para corroborar estos patrones y obtener nuevos datos de distribución y abundancia de especies, es necesario contar con modelos de distribución



Santuario de Fauna y Flora Los Colorados en San Juan Nepomuceno-Bolívar. Fotografía: Argelina Blanco

geográfica más robustos. Éstos deben reflejar el grado de idoneidad del hábitat basado en variables bioclimáticas y deben ser validados por expertos para eliminar sitios de sobre-predicción. Sólo de esta forma se podrá realizar un verdadero análisis geográfico de amenazas y vacíos de conservación de las especies de anfibios que realmente habitan el BST de Colombia.

Si se considera que uno de los principales factores de declive de los anfibios es la pérdida, fragmentación y degradación del hábitat, es de esperarse que las especies cuya distribución no esté superpuesta con alguna figura de protección gubernamental (nacional, regional o local) o de la sociedad civil tendieran a la extirpación o extinción de ser endémicas de este ecosistema en Colombia. Por esta razón es prioritario y urgente realizar un análisis de vacíos y omisiones de conservación para los anfibios que habitan el BST de Colombia.

## CONSERVACIÓN DE LA ANFIBIOFAUNA EN PAISAJES FRAGMENTADOS

El BST en Colombia ha sido deforestado desde antes del año 1500 (cuando quedaba un poco más del 60% de la cobertura original; Etter et al. 2008). Un estudio reciente predice que para el año 2010 quedaban el 17% de bosques y arbustales en el Caribe colombiano, y se proyecta que para el año 2020 quede tan sólo el 11% (Burbano-Girón 2013). Para otras regiones del país donde hay BST, la pérdida de bosque ha sido mucho más drástica (ver Capítulo 8). Sin embargo, bajo este escenario, la biodiversidad de la región del Caribe ha podido responder de manera gradual a estas perturbaciones. Esto contrasta con las transformaciones más drásticas y rápidas que se han dado en ambientes andinos durante las últimas décadas (Etter et al. 2008).

Dado que no es posible tener una línea base de la distribución y diversidad de anfibios en ambientes maduros y estructuralmente continuos de BST, es muy difícil predecir la respuesta de estos organismos a la pérdida, fragmentación y degradación del hábitat. Incluso en estudios a largo plazo en ecosistemas húmedos neotropicales que cuentan con una línea base antes de la fragmentación, se ha determinado que las comunidades bióticas en ambientes fragmentados pasan por estados transicionales inestables que nunca se darían en ambientes sin perturbaciones antropogénicas (Laurance et al. 2011). Por ello las trayectorias de cambio de los ecosistemas en una misma región geográfica y bajo condiciones de hábitat similares (tamaño, forma y conectividad del fragmento) son distintas e impredecibles. Por ejemplo, hay disturbios muy puntuales en momentos determinados tales como tormentas, incendios o invasiones biológicas que resultan en comunidades bióticas

con distinta estructura y composición (Laurance et al. 2011). Esto sucede principalmente porque en ambientes perturbados, degradados o fragmentados, las invasiones biológicas son más eficientes (Hellmann et al. 2008). El estudio del efecto de especies invasoras sobre la anfibiofauna nativa del BST en Colombia es prioritario dado que se ha documentado que en escenarios de cambio climático algunas especies exóticas tales como la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) pueden incrementar su idoneidad de hábitat a lo largo del paisaje fragmentado del Caribe colombiano (Nori et al. 2011, Urbina-Cardona et al. 2011a).

Es importante realizar esfuerzos para implementar diversas herramientas a nivel de paisaje en el BST para incrementar la heterogeneidad de la cobertura vegetal de sistemas productivos. Sólo de esta forma es posible lograr incrementar la conectividad de las coberturas de BST con sistemas productivos amigables con los anuros como el cacao y para algunas salamandras como el cultivo de caña (Zabala-Forero y Urbina-Cardona en *preparación*). En este sentido, se puede incrementar la diversidad genética de las poblaciones que viven en lugares subóptimos del nicho a través del intercambio genético con individuos migrantes provenientes de hábitats idóneos (*sensu* dinámica metapoblacional); pero para ello las especies deben tolerar los bordes de los bosques e incluso migrar de un fragmento a otro haciendo uso de ambientes antropogénicos o en estadios de regeneración secundaria (Didham et al. 2012). Los estudios a largo plazo en selvas húmedas han demostrado que una vez el sistema productivo que rodea los fragmentos de vegetación natural remanente es abandonado y el bosque comienza a ganar terreno sobre la matriz, la sucesión ecológica animal media la recolonización de parches por parte de grupos que se consideraban muy sensibles a la perturbación, los cuales reducen las tasas de extinción local y se incrementa el flujo de polinizadores y dispersores de semillas entre fragmentos remanentes (Laurance et al. 2011). Sin embargo, los cambios sutiles en la cobertura vegetal (ej. cobertura de dosel) pueden generar cambios abruptos en la composición de anfibios de selvas húmedas tropicales (Cortés-Gómez et al. 2013).

“ Es importante realizar esfuerzos para implementar diversas herramientas a nivel de paisaje en el BST para incrementar la heterogeneidad de la cobertura vegetal de sistemas productivos ”

La principal limitante en el contexto del BST es que la **conectividad estructural** entre fragmentos ha sido interrumpida desde hace siglos debido a la deforestación causada principalmente por el establecimiento de potreros y de sistemas productivos extensivos de arroz, cultivos de palma y caña. Esta homogenización del paisaje resulta en una riqueza



*Rhinella humboldti*  
Fotografía: G.F. Medina-Rangel



*Rhaebo haematiticus*  
Fotografía: G.F. Medina-Rangel

*Rhinella marina*  
Fotografía: G.F. Medina-Rangel

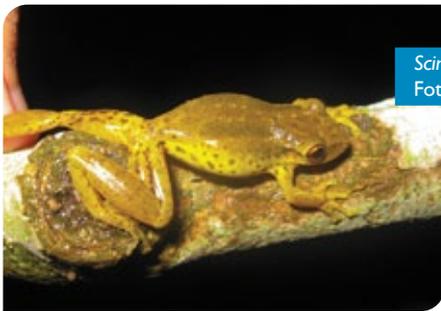


baja y homogénea de especies a lo largo de los fragmentos remanentes debido a la interrupción de dinámicas metapoblacionales (*sensus* Pardini et al. 2010). Este patrón se ha registrado previamente para reptiles que habitan fragmentos de BST en Córdoba, donde se encontró que la abundancia total y la riqueza de especies no varían en relación al área del fragmento, excepto para el fragmento de mayor tamaño (84.4ha), el cual presentó el doble de especies (Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona 2008). Sin embargo, la riqueza de especies no es una variable de respuesta adecuada para ver cambios en los ensamblajes de anfibios en gradientes de hábitat, debido a que en paisajes transformados hay especies provenientes de áreas antropogénicas que llegan a los bordes de los bosques (ecotonos) incrementando la riqueza específica en algunos hábitats perturbados con respecto a ambientes maduros y conservados. Así, es recomendable evaluar los cambios en los patrones de abundancia y composición a lo largo de gradientes de hábitat que nos permitan entender mejor el cambio en la presencia/ausencia de las especies, así como las dinámicas entre especies dominantes y raras en los ensamblajes (Urbina-Cardona et al. 2011a).

Los reptiles muestreados en fragmentos de BST presentan alto grado de recambio de especies en el paisaje (promedio de 55.9%), especialmente entre fragmentos pequeños y grandes (Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona 2008). Esto quiere decir que el conjunto de especies que se encuentran en fragmentos pequeños es significativamente

diferente del que se encuentra en fragmentos de mayor tamaño. Se resalta entonces la necesidad de conocer la relación de los anfibios con las variables bióticas y abióticas de su ambiente y la estructura vegetal de éste para entender sus dinámicas espacio-temporales e identificar grupos de especies sensibles para priorizar su conservación (Urbina-Cardona et al. 2011b).

Adicionalmente, conocer las dinámicas ecológicas de las especies nos permitiría entender si el ensamblaje en las diferentes subunidades de BST es sólo uno o si representan ensamblajes locales independientes que pueden estar ligados a través de la dispersión de especies; esto también tendría implicaciones relevantes para posibles estrategias de conservación. En este sentido, es posible que en el BST exista un arreglo de **metacomunidades**, entendidas como un conjunto de comunidades que interactúan y que se encuentran ligadas por la dispersión de diversas especies (Leibold et al. 2004). Además se podría utilizar la teoría de metacomunidades como una herramienta para comprender la influencia conjunta de los procesos locales y regionales de las comunidades ecológicas y los patrones de diversidad a diferentes escalas (Leibold et al. 2004, Holyoak et al. 2005, Leibold 2011). Por ejemplo, los patrones espaciales de la biodiversidad pueden surgir a través de una metacomunidad por la distribución de especies a lo largo de gradientes ambientales o por la estructura espacial y la limitación de la dispersión (Leibold et al. 2004). En este sentido, sólo cuando los factores ambientales controlan las propiedades que estructuran a las comunidades locales, la eliminación de un fragmento de bosque resulta en la pérdida de los elementos bióticos únicos para ese parche (Leibold 2011). En contraste, cuando la estructura espacial de los parches de hábitat (áreas, arreglos y conectividad) regula la biodiversidad, al eliminar



*Scinax ruber*  
Fotografía: Argelina Blanco



*Hypsiboas boans*  
Fotografía: G.F. Medina-Rangel

un parche es más probable que haya efectos de cascada secundarios sobre la biodiversidad en la persistencia de la metacomunidad, lo que puede generar efectos significativos sobre la diversidad a una escala mucho más grande (Leibold 2004, 2011). Este tipo de perspectivas se pueden lograr a partir de la integración del conocimiento de procesos ecológicos y modelos de metacomunidades; un área de investigación que es urgente incrementar para proponer herramientas contundentes para el manejo y conservación de los anfibios del BST de Colombia.

“UNA DE LAS LECCIONES APRENDIDAS A PARTIR DE LOS ESTUDIOS CLÁSICOS DE “FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT” Y QUE GENERA UNA PREGUNTA TOTALMENTE RELEVANTE PARA EL BST DE COLOMBIA ES, ¿CÓMO MANEJAR INTEGRAL Y ADECUADAMENTE LOS FRAGMENTOS PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS EXTERNOS A NIVEL DEL PAISAJE (SAUNDERS ET AL. 1991)?”

Una de las lecciones aprendidas a partir de los estudios clásicos de “fragmentación del hábitat” y que genera una pregunta totalmente relevante para el BST de Colombia es, ¿Cómo manejar integral y adecuadamente los fragmentos para minimizar los efectos externos a nivel del paisaje (Saunders et al. 1991)?

(a) Para fragmentos de bosque de gran tamaño, se debe dar énfasis al mantenimiento de la conectividad estructural controlando la presión de la frontera agrícola sobre los bordes y evitando a toda costa el paso de carreteras a través de la cobertura remanente. Esto con el fin de mantener los procesos ecológicos, sostener poblaciones viables de especies raras y de distribución restringida, facilitar la persistencia de animales migratorios, amortiguar las reservas de efectos de borde a gran escala (ej. fuego, desecación del bosque, cacería), maximizar la captura de carbono, proveer resiliencia a extremos climáticos (ej. sequías o tormentas intensas), y en general mantener la resiliencia a disturbios (e.g. los regímenes de disturbio generados por la entresaca, la dinámica de claros y la dinámica poblacional de algunas especies invasoras; Laurance et al. 2011).

(b) Para los fragmentos pequeños, el manejo debería ser dirigido a controlar las influencias externas provenientes de la matriz circundante (Saunders et al. 1991). Allí radica la importancia de la dinámica entre las **cronosecuencias sucesionales**, los efectos de borde y de tipo de matriz en los gradientes microclimáticos y la calidad del hábitat en los anfibios; línea de investigación prioritaria para el manejo del paisaje (Isaacs y Urbina-Cardona 2011, Santos-Barrera y Urbina-Cardona 2011, Cortés-Gómez y Urbina-Cardona 2013). La conservación de fragmentos de tamaño pequeño en paisajes con baja conectividad estructural es indispensable dado que son fuentes de propágulos de plantas y de animales polinizadores y dispersores de semillas que sirven como trampolines



*Hypsiboas crepitans*  
Fotografía: G.F. Medina-Rangel

(“stepping stones” en inglés) para el cruce por la matriz (Laurance et al. 2011). Así mismo, pueden ser los últimos relictos locales de poblaciones endémicas (Moreno-Arias y Urbina-Cardona 2013). Es necesario manejar este tipo de paisajes priorizando la reconexión funcional (incrementando la heterogeneidad de sistemas productivos a través de herramientas del paisaje) y estructural (ej. corredores biológicos) de parches aislados para incrementar la cantidad de hábitat, evitar la acumulación exacerbada de biomasa que genera quemadas extensivas y descontroladas, mantener la dinámica de recuperación de los bosques (ej. cerramiento de bordes y sucesión secundaria) y permitir que las especies cambien de rango geográfico y puedan colonizar nuevas áreas en busca de hábitat idóneos a sus límites vitales para su supervivencia y persistencia en el tiempo (Urbina-Cardona 2011b).

## RESPUESTAS DE LOS ANFIBIOS DE BST ANTE GRADIENTES DE HÁBITAT EN SISTEMAS PRODUCTIVOS

El modelo de agricultura convencional promovido desde la segunda mitad del siglo XX ha fomentado procesos de pérdida de diversidad funcional en los agroecosistemas además de incentivar la transformación de hábitats naturales a sistemas productivos (Morales et al. 2008). Este proceso de transformación ha provocado una serie de impactos ambientales (Perfecto et al. 2009, Lindenmayer et al. 2012) que han puesto en riesgo la prestación de servicios ecosistémicos en los



*Smilisca phaeota*  
Fotografía: G.F. Medina-Rangel



*Trachycephalus typhonius*  
Fotografía: G.F. Medina-Rangel

agroecosistemas (Sandhu et al. 2010). Por eso actualmente es cada vez más frecuente la transformación o el re-diseño de sistemas productivos convencionales a sistemas productivos amigables con el medio ambiente que buscan una intensificación ecológica que permita la provisión de alimentos y materias primas demandadas por la creciente población mundial (Doré et al. 2011). En este sentido, es importante identificar los atributos de los ecosistemas naturales que puedan favorecer a la conservación de la biodiversidad y que a su vez puedan incluirse en el diseño de agroecosistemas sustentables que además sean productivos.

Quando se realizan estudios de anfibios y reptiles en sistemas productivos agrícolas y pecuarios en BST, el esfuerzo y las estrategias de muestreo deben ser mayores a las empleadas en otras zonas de vida debido a que la dinámica de los agroecosistemas depende de su complejidad espacial y estructural (Connor et al. 2011). Por ejemplo, los sistemas ganaderos se diferencian en cuanto a estructura y manejo; las pasturas naturales sin árboles o con baja densidad de árboles difieren significativamente de sistemas silvopastoriles en los cuales las pasturas tienen complejidad intermedia derivada de una alta densidad de especies leñosas y una buena calidad de pastos. Estas condiciones pueden condicionar la ocurrencia de anfibios en los potreros (Cáceres-Andrade y Urbina-Cardona 2009, Gómez-Martínez et al. 2011). En un estudio reciente, Bernal-Castro y Urbina-Cardona (2011) evidenciaron la ausencia de anfibios en un potrero en el departamento del Huila debido a dos factores: i) la ausencia de cuerpos de agua al interior del agroecosistema, lo cual incrementa el estrés hídrico a medida que aumenta la distancia al único cuerpo de agua y ii) la ausencia de plantas

con estratos arbóreos, cobertura de hojarasca en el suelo y ausencia de sustratos que generen refugios, lo cual evita que las especies arborícolas se encuentren en este tipo de cobertura vegetal. Más aun, Zabala-Forero (2013) determinó que la composición y los grupos funcionales de comunidades de anfibios varían por el efecto sinérgico entre el tipo de cobertura (potrero sin árboles, potrero con guanábanos, potrero arbolado, caña panelera, cultivo de cacao, cultivo mixto, borde e interior de BST) y la temporada climática en Falan (Tolima). Estos cambios en composición y diversidad funcional se pueden explicar en mayor medida por cambios en la cobertura de dosel, profundidad de hojarasca y presión barométrica. En este sentido, los cultivos proveen hábitat para los anfibios de la región dado que como parte del manejo se mantiene la capa de hojarasca en el suelo. Por su parte, en las coberturas de potrero, sólo se encontró la especie *Leptodactylus fragilis* utilizando el potrero arbolado, mientras que no se reportó ningún anfibio en potreros con guanábanos o sin árboles.

Adicionalmente, en un estudio realizado por Blanco-Torres (2009) en áreas con BST de la región Caribe de Colombia, se encontró que algunas actividades antropogénicas alteran el paisaje creando un mosaico de ambientes, en muchos casos húmedos, que favorecen el establecimiento de especies de anuros y evitan la competencia por ocupar los espacios ofrecidos por los fragmentos de bosque. Esto les permite seguir habitando en el BST y reducir el estrés hídrico. En este caso, las especies estudiadas requerían agua más que una vegetación estructurada, y como consecuencia estos reservorios de agua artificiales (e. g. para la ganadería y agricultura) se convierten en



*Leptodactylus insularum*  
Fotografía: G.F. Medina-Rangel



*Lithodytes lineatus*  
Fotografía: G.F. Medina-Rangel



*Pseudopaludicola pusilla*  
Fotografía: G.F. Medina-Rangel



*Pseudopaludicola pusilla*  
Fotografía: Argelina Blanco

espacios fundamentales para la reproducción de anfibios. A pesar de ello, Torrente-Ruíz y Urbina-Cardona (2008) plantean en un estudio en BST en el departamento de Cundinamarca que los mecanismos que determinan la estructura de los ensamblajes de especies tolerantes a la perturbación antropogénica, se encuentran estrechamente relacionados con la historia natural de los organismos, y están más dados por factores que operan a escalas pequeñas como el microhábitat.

Por su parte, Rojas-Rios et al. (2011) propone que los ensamblajes de anfibios varían a lo largo del gradiente de hábitats (pastura sin árboles, pastura con alta densidad de árboles, sistema silvopastoril multiestrato (SSPM) y fragmento de BST), y demuestra que a mayor complejidad de la estructura vegetal, mayor diversidad de anuros. Adicionalmente, en este estudio se plantea que el SSPM parece estar desempeñando un rol de interconexión más importante que los otros usos del suelo estudiados por su alta cobertura arbórea y heterogeneidad en cuanto a especies. No obstante, Llano-Mejía (2012) sugiere que los ensamblajes de anfibios en fragmentos de BST no responden a diferencias en el grado de perturbación en pasturas naturales con baja densidad de árboles en el norte del Tolima. Esto se debe posiblemente al efecto de otros factores relacionados como el tipo de matriz circundante, tamaño, forma y aislamiento de los fragmentos (Llano-Mejía 2012).

A partir de los resultados de las anteriores investigaciones, se propone que al interior de los agroecosistemas se deben realizar prácticas que incrementen la cobertura arbórea y la complejidad estructural en los paisajes agroecológicos del BST. Adicionalmente, algunas prácticas y

construcciones (e. g. podas, sustitución de agroquímicos, diversificación de cultivos, inclusión de riego, reservorios artificiales de agua) pueden condicionar la ocurrencia de anfibios de BST. Igualmente, es importante realizar más estudios sobre el efecto que tienen los anfibios, y las herramientas del paisaje implementadas en sistemas productivos en BST con el fin de identificar los atributos de los agroecosistemas que favorecen la dispersión y la calidad del hábitat para los anfibios (e.g. cercas vivas: Delgado 2012).

## LINEAMIENTOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS ANFIBIOS EN BST

Uno de los principales retos para la conservación de los anfibios de BST, es que es necesario reducir la tala rasa, entresaca, y los procesos de potrerización, factores que amenazan la integridad ecológica de los fragmentos remanentes, para asegurar la viabilidad de sus poblaciones (Rangel-Ch. 2005). En ese sentido, es necesario fortalecer las iniciativas de investigación que busquen definir el estado poblacional, historia natural, variación en rasgos funcionales plásticos (*sensu* los cuales varían en su rango, abundancia y distribución) como respuesta a un gradiente ambiental (rasgos de respuesta) y definir cuáles de estos tienen un efecto sobre un proceso ecosistémico (rasgos de efecto). Así mismo, es prioritario identificar cambios en áreas de distribución de las poblaciones de especies de anfibios en escenarios actuales y de cambio global (cambios en el uso y cobertura del

“ EN PARTICULAR, ES ESENCIAL ESTUDIAR LOS EFECTOS DE LA SOBRE-EXPLOTACIÓN, LA DEFORESTACIÓN, EL CAMBIO CLIMÁTICO, LAS ENFERMEDADES (E.G. PRESENCIA Y PREVALENCIA DEL HONGO QUITRIDIO) Y LA LLEGADA DE ESPECIES INVASORAS PARA CONTAR CON SOPORTES CIENTÍFICOS Y TÉCNICOS EN LA TOMA DE DECISIONES SOBRE EL MANEJO Y LA CONSERVACIÓN DE ANFIBIOS EN ESCENARIOS REALES, DINÁMICOS Y COMPLEJOS. ”

suelo, cambios en el clima, cambios por sobreexplotación, contaminación, especies invasoras, entre otros). En particular, es esencial estudiar los efectos de la sobre-explotación, la deforestación, el cambio climático, las enfermedades (e.g. presencia y prevalencia del hongo quitridio) y la llegada de especies invasoras para contar con soportes científicos y técnicos en la toma de decisiones sobre el manejo y la conservación de anfibios en escenarios reales, dinámicos y complejos. Por otra parte, es crítico medir la respuesta de los anfibios de BST ante la perturbación atropogénica de su hábitat y su relación con cambios en los gradientes ambientales y de estructura vegetal, con el fin de identificar umbrales de cambio en variables claves para la estructuración de los ensamblajes de anfibios (*sensu* Cortes-Gómez et al. 2013).

La conservación de las especies que pueden hacer uso de sistemas productivos debe ir enfocada a incrementar la heterogeneidad en el uso del suelo, la reducción en el uso de agroquímicos y la implementación de herramientas de manejo de paisajes rurales. Por su parte, las especies exclusivas de bosque deben ser representadas a partir del fortalecimiento del sistema de Áreas Naturales Protegidas incluyendo

“ LAS ESPECIES EXCLUSIVAS DE BOSQUE DEBEN SER REPRESENTADAS A PARTIR DEL FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS INCLUYENDO LAS RESERVAS PRIVADAS DE LA SOCIEDAD CIVIL ”

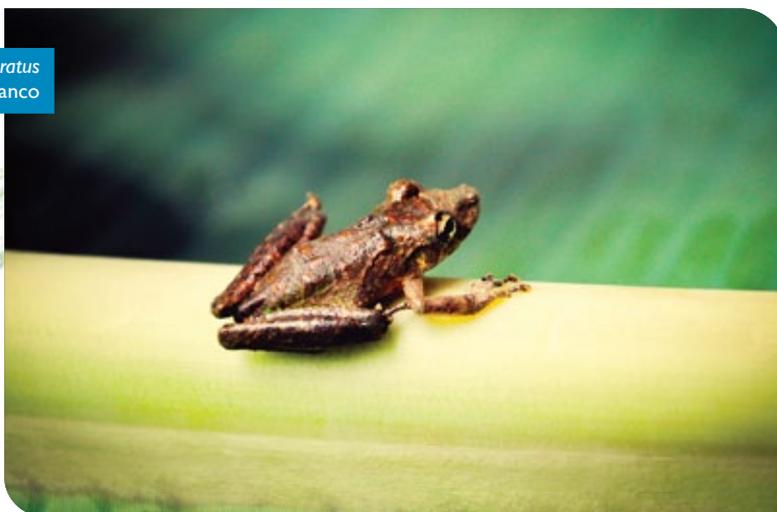
las Reservas Privadas de la Sociedad Civil (*sensu* Ochoa-Ochoa et al. 2009, Capítulo 8). Otras alternativas de conservación incluyen acuerdos de conservación, ecoturismo, esquemas de pago por servicios ecosistémicos (e.g., carbono, servicios hídricos y de biodiversidad), mecanismos de desarrollo limpio forestal,

certificación ecológica, y educación ambiental, entre otros. Es indispensable incentivar la colaboración y la participación de las comunidades locales e instituciones tomadoras de decisiones en los proyectos de conservación para asegurar la apropiación de estas iniciativas por parte de los actores locales. Para las especies restringidas al bosque, es indispensable generar zonas de amortiguación para incrementar el área de las zonas núcleo, las cuales tienen menos influencia de los efectos de borde y matriz.

Finalmente, se deben incluir a los anfibios como objetos valor de conservación de filtro fino para que dentro de la priorización de redes de áreas de conservación sean consideradas las áreas requeridas para su reproducción y supervivencia, reconociendo la alta diversidad de modos reproductivos y los complejos patrones de diversidad funcional que presentan en el neotrópico.

*Scinax rostratus*

Fotografía: Argelina Blanco



## REFERENCIAS

- Acosta-Galvis A. 2013 Lista de los Anfibios de Colombia. V.02.2013.0. [www.batrachia.com](http://www.batrachia.com)
- Acosta-Galvis, A. 2012a. Anfibios de los enclaves secos en la ecorregión de La Tatacoa y su área de influencia, alto Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana* 13: 182–210.
- Acosta-Galvis, A. 2012b. Anfibios de los enclaves secos del área de influencia de los Montes de María y la Ciénaga de La Caimanera, departamento de Sucre, Colombia. *Biota Colombiana* 13: 211–231.
- Acosta-Galvis, A. R. y J. P. Alfaro-Bejarano. 2011. Anfibios del Casanare. Páginas 139–151 en J.S. Usma-Oviedo y F. Trujillo-González, editores. *Casanare; Identificación de Ecosistemas Estratégicos*. WWF Colombia. Bogotá, Colombia.
- Acosta-Galvis, A.R., J.C. Señaris, F. Rojas-Runjaic y Dr. Riaño-Pinzón. 2010. Anfibios y reptiles. Páginas 258–289 en C. A. Lasso, J.S. Usma, F. Trujillo y A. Rial, editores. *Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco: Bases Científicas para la Identificación de Áreas Prioritarias para la Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, Colombia.
- Angarita-Sierra, T., J. Ospina-Sarria, M. Anganoy-Criollo, R. Pedroza-Banda y J.D. Lynch. 2013. Guía de campo de los anfibios y reptiles del departamento de Casanare (Colombia). Serie Biodiversidad para la Sociedad No. 2. Universidad Nacional de Colombia, Sede Orinoquia. Yoluga ONG, Fundación de Investigación en Biodiversidad y Conservación. Bogotá-Arauca, Colombia.
- Armesto, O., J.B. Esteban, y R. Torrado. 2009. Fauna de anfibios del municipio de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. *Herpetotropicos* 5:57–63.
- Arroyo, S.B., V. Serrano-Cardozo, y M.P. Ramírez-Pinilla. 2008. Diet, microhabitat and time of activity in a *Pristimantis* (Anura, Strabomantidae) assemblage. *Phyllomedusa* 7: 109–119.
- Bentley, P.J. 1966. Adaptations of amphibians to arid environments. *Science* 152:619–623.
- Bentley, P.J., A.K. Lee, y A.R. Main. 1958. Comparison of dehydration and hydration of two genera of frogs (*Heleioporus* and *Neobatrachus*) that live in areas of varying aridity. *Journal of Experimental Biology* 35:677–684.
- Bernal-Bautista, M.H. 2008. Tolerancias térmicas en embriones de anuros en relación con su distribución altitudinal: un caso de adaptación térmica. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* ISSN: 0120-4173 ed: Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas 20:48-58.
- Bernal-Bautista, M.H. y J.D. Lynch. 2013. Thermal tolerance in Anuran embryos with different reproductive modes: relationship to altitude. *The Scientific World* Journal 2013:1-7. <http://www.hindawi.com/journals/tswj/2013/183212>
- Bernal-Carlo, A. 1991. *Herpetology of Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia: A Biogeographical Analysis*. City University of New York. UMI.
- Bernal, M.H., C.A. Páez, y M.A. Vejarano. 2005. Composición y distribución de los anfibios de la cuenca del río Coello (Tolima), Colombia. *Actualidades Biológicas* 82: 87–92.
- Bernal-Castro, E. y J.N. Urbina-Cardona. 2011. Ensamblajes de anfibios y reptiles en sistemas productivos y un bosque de galería en el bosque seco tropical del departamento del Huila. *Revista Agroforestería Neotropical* 1:80.
- Blanco-Torres A. 2009. Repartición de microhábitats y recursos tróficos entre especies de Bufonidae y Leiuperidae (Amphibia: Anura) en áreas con bosque seco tropical de la región Caribe-Colombia. Tesis de Maestría en Ciencias Biología. Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia.
- Blanco, A. 2010. Partición de microhábitats y recursos tróficos entre especies de Bufonidae y Leiuperidae (Amphibia: Anura) en áreas con bosque seco tropical de la región Caribe-Colombia. Tesis de Maestría en Ciencias Biología. Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia.
- Blanco-Torres, A., L. Baez, E. Patiño y J.M. Renjifo. 2013. Herpetofauna del valle medio del río Ranchería (La Guajira-Colombia). *Biodiversidad Neotropical* 3: 113-122.
- Blanco, A., y A. Bonilla. 2010. Partición de microhábitats entre especies de Bufonidae y Leiuperidae (Amphibia: Anura) en áreas con bosque seco tropical de la región Caribe-Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 15: 47–60.
- Bolívar-García, W. y F. Castro-Herrera. 2009. Los anfibios y los reptiles. Páginas 107–115 *Corporación Autónoma Regional del Valle de Cauca, C.V.C. Humedales del valle geográfico del río Cauca: génesis, biodiversidad y conservación*, Colombia. Cali, Colombia.
- Bolívar-García W., A. Giraldo y J. Mendez. 2011. Amphibia, Anura, Strabomantidae, *Pristimantis palmeri* Boulenger, 1912: Distribution extension for the Central Cordillera, Colombia. *Check List* 7: 9–10.
- Braz, T.J., C.A. Navas, J. Jim, y F.R. Gomes. 2010. Water balance and locomotor performance in three species of Neotropical toads that differ in geographical distribution. *Comparative Biochemistry and Physiology* 156A:129–135.
- Burbano-Girón, J. 2013. Modelamiento de la dispersión de Atelinos (Atelinae) a través de escenarios de cambio climático y fragmentación de hábitat en Colombia. Implicaciones en la conservación para la persistencia de las especies a futuro. Trabajo de Maestría en Ciencias – Biología. Universidad Nacional de Colombia.

- Cáceres-Andrade, S. y J.N. Urbina-Cardona. 2009. Ensamblajes de anuros de sistemas productivos y bosques en el piedemonte llanero, Departamento del Meta, Colombia. *Caldasia* 31:175-194.
- Caldwell, J.P. y L.J. Vitt. 1999. Dietary asymmetry in leaf litter frogs and lizards in a transitional northern Amazonian rain forest. *Oikos* 84: 383-397.
- Carvajal-Cogollo J. E. y J.N. Urbina-Cardona. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science* 1:397-416.
- Carvalho, J.E., C.A. Navas, y I.C. Pereira. 2010. Energy and water in aestivating amphibians. Páginas 141-169. en C.A. Navas, y J.E. Carvalho, editores. *Aestivation: Molecular and Physiological Aspects*. Berlin, Springer-Verlag, Alemania.
- Castro-Herrera, F., y F.Vargas-Salinas 2008. Anfibios y reptiles en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 9 (2): 251-277.
- Connor, D. J., R. S. Loomis y K. G. Cassman. 2011. *Crop ecology: productivity and management in agricultural systems*. Cambridge University Press (Second Edition).
- Cortés-Gómez, A.M., F. Castro y J.N. Urbina-Cardona. 2013. Small changes in vegetation structure create great changes in amphibian ensembles in the Colombian Pacific rainforest. *Tropical Conservation Science* 6: 749-769.
- Colwell, R., y D. Futuyma. 1971. On the Measurement of Niche Breadth and Overlap. *Ecology* 52: 567-576.
- Cuentas, D., R. Borja, J.D. Lynch, y J.M. Renjifo. 2002. Anuros del departamento del Atlántico y norte del Bolívar. Universidad del Atlántico y Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA. Barranquilla, Colombia.
- Delgado, D. L. 2012. Diversidad de ensamblajes de anfibios en diferentes elementos del paisaje de un bosque seco tropical en Pandi, Cundinamarca (Colombia). Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Javeriana.
- Didham, R.K., V. Kapos y R.M. Ewers. 2012. Rethinking the conceptual foundations of habitat fragmentation research. *Oikos* 121:161-170.
- Doré, T., D. Makowski, E. Malézieux, N. Munier-Jolain, M. Tchamitchian y P. Tittone. 2011. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: revisiting methods, concepts and knowledge. *European Journal of Agronomy* 34: 197-210.
- Dueñez-Gómez, F., J. Muñoz-Guerrero, y M.P. Ramírez-Pinilla. 2009. Herpetofauna del corregimiento Botillero (El Banco, Magdalena) en la depresión Momposina de la región Caribe colombiana. *Actualidades Biológicas* 26: 161-170.
- Duré, M.I., y A.I. Kehr. 2004. Influence of microhabitat on the trophic ecology of two leptodactylids from northeastern Argentina. *Herpetologica* 60: 295-303.
- Duré, M., A. Kehr, y E. Schaefer. 2009. Niche overlap and resource partitioning among five sympatric bufonids (Anura, Bufonidae) from northeastern Argentina. *Phyllomedusa* 8:27-39.
- Etter, A., C. McAlpine y H. Possingham. 2008. A historical analysis of the spatial and temporal drivers of landscape change in Colombia since 1500. *Annals of the American Association of Geographers* 98: 2-23.
- Flórez, E., y A. Blanco-Torres. 2010. Registros de escorpiones incluidos en la dieta de anuros en la costa atlántica colombiana. *Revista Ibérica de Aracnología* 18:105-106.
- Galván-Guevara, S., y V.J. De La Ossa. 2009. Herpetofauna registrada para el área de influencia de la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza, Colosó, Sucre, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 1: 250-258.
- Galván-Guevara, S., M.I. Sierra, F.H. Gómez, V.J. De La Ossa, y A. Fajardo. 2009. Biodiversidad en el área de influencia de la estación Primates de Colosó, Sucre, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 1: 98-121.
- Gerhardt, H.C. 1994. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review in Ecology and Systematics* 25:293-324.
- Gómez-Martínez, M. J., I. Gutiérrez, T. Benjamin, F. Casanoves y F. De Clerck. 2011. Conservación y conocimiento local de la herpetofauna en un paisaje ganadero. *Agroforestería en las Américas* 48: 65-75.
- Heatwole, H. 1982. A review of structuring in herpetofaunal assemblages. *En* Scott, N.J., editor. *Herpetological communities*. U.S. Fish and Wildlife Service - Department of Interior, Washington D.C., EE.UU.
- Hellmann, J.J., J.E. Byers, B.G. Bierwagen y J.S. Dukes. 2008. Five potential consequences for invasive species under climate change. *Conservation Biology* 22: 534-543.
- Hofer, U., L. Bersier y D. Borcard. 2000. Ecotones and gradients as determinants of herpetofaunal community structure in the primary forest of Mount Kupe, Cameroon. *Journal of Tropical Ecology* 16:517-533.
- Holyoak, M., M.A. Leibold, y R.D. Holt (editores). 2005. *Metacomunities, special dynamics and ecological communities*. The University Chicago Press. Chicago and London.
- IUCN. 2013. Red List Spatial Data. Version 2012.1. <http://www.iucnredlist.org/technical-documents/spatial-data>
- Isaacs, P. y J.N. Urbina-Cardona. Anthropogenic disturbance and edge effects on anuran ensembles inhabiting cloud forest fragments in Colombia. 2011. *Natureza e Conservação: Brazilian Journal of Nature Conservation* 9:39-46.
- Jørgensen, C.B. 1994. Robert Townson's observations on amphibian water economy revisited. *Comp. Biochem. Physiol.* 109A: 325-34.

- Lajmanovich, R.C. 1995. Relaciones tróficas de bufónidos (Anura, Bufonidae) en ambientes del Río Paraná, Argentina. *Alytes* 13: 87–103.
- Laurance, W. F. et al. 2011. The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. *Biological Conservation* 144:56–67.
- Leibold, M. A., M. Holyoak, N. Mouquet, P. Amarasekare, J.M. Chase, M.F. Hoopes, R.D. Holt, J.B. Shurin, R. Law, D. Tilman, M. Loreau, y A. González. 2004. The metacommunity concept: a framework for multiscale community ecology. *Ecology Letters* 7: 601–613.
- Leibold, M.A. 2011. The metacommunity concepts and its theoretical underpinning. Páginas. 163–183 en S.M. Scheiner, y M.R. Willig, editores. *The Theory of Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago, EE.UU..
- Lillywhite, H.B., A.K. Mittal, T.K. Garg, y N. Agrawal. 1997. Wiping behavior and its ecophysiological significance in the Indian tree frog *Polypedates maculatus*. *Copeia* 1997: 88–100.
- Lima, A.P. 1998. The effect of size on the diets of six sympatric species of postmetamorphic litter anurans in Central Amazonia. *Journal of Herpetology* 32: 392–399.
- Lima, A.P., y W.E. Magnusson. 1998. Partitioning seasonal time: interactions among size, foraging activity and diet in leaf-litter frogs. *Oecologia* 116: 259–266.
- Lindenmayer, D., S. Cunningham y A. Young. 2012. Perspectives on land use intensification and biodiversity. Páginas 137–149 en Lindenmayer, D., S. Cunningham, A. Young, editores. *Land Use Intensification: Effects on Agriculture, Biodiversity and Ecological Processes*. CR Press, EE.UU.
- Llano-Mejía, J. 2012. Ensamblaje de anfibios y reptiles en fragmentos de bosque seco tropical y una pastura natural con baja densidad de árboles en el departamento del Tolima. Tesis de pregrado. Universidad del Tolima.
- Llano-Mejía, J., A.M. Cortés-Gómez, y F. Castro-Herrera. 2010. Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana* 11: 89–106.
- Lynch, J.D. 2006. The amphibian fauna in the Villavicencio region of Eastern Colombia. *Caldasia* 28: 135–155.
- Lynch, J.D. y M.H. Bernal-Bautista. 2009. Temperatura y tasas de desarrollo embrionario en anuros: relación con su modo reproductivo, microhabitat y distribución altitudinal. *Revista de La Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 21:20-30.
- Marsh, D.M. y P.B. Pearman. 1997. Effects of habitat fragmentation on the abundance of two species of leptodactylid frogs in an Andean montane forest. *Conservation Biology* 11: 1323–1328
- Medina-Rangel, G.F. 2007. Caracterización de la herpetofauna del complejo de ciénagas de Zapatos, municipios del Paso y Chimichagua, departamento del Cesar. en J. O. Rangel-Ch., editor. Informe final de del estudio de inventario de fauna y flora, descripción biofísica y socioeconómica y línea base ambiental para la formulación del plan de manejo y ordenamiento ambiental del complejo de ciénaga de Zapatos, departamento del Cesar. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia-CORPOCESAR Corporación Autónoma Regional del Cesar. Bogotá D.C. (Documento inédito).
- Medina-Rangel, G.F., G. Cárdenas-Arévalo, y O.V. Castaño- Mora. 2011. Anfibios y reptiles de los alrededores del complejo cenagoso de Zapatos, departamento del Cesar, Colombia. en J.O. Rangel-Ch., editor. *Colombia Diversidad Biótica. Publicación especial No. 1. Grupo Biodiversidad y Conservación*, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia-CORPOCESAR. Bogotá D.C., Colombia.
- Miyamoto, M. 1988. Vertical habitat use by *Eleutherodactylus* frogs (Leptodactylidae) at two Costa Rican localities. *Biotropica* 14:141–144.
- Morales, H., B. G. Ferguson y L. García-Barrios. 2008. Agricultura: la cenicienta de la conservación en Mesoamérica. Páginas 47–73 en Harvey, C. y J. Sáenz, editores. 2008. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. INBIO. Costa Rica.
- Moreira, G., y L. Barreto. 1997. Seasonal variation in nocturnal calling activity of a savanna anuran community in central Brazil. *Amphibia-Reptilia* 18:49–57.
- Moreno-Arias, R. A., G. F. Medina-Rangel, J. E. Carvajal-Cogollo y O. V. Castaño-Mora, 2009. Herpetofauna de la Serranía de Perijá. Páginas 449-470 en J. O. Rangel-Ch., editor. *Colombia Diversidad Biótica VIII: Media y Baja Montaña de la Serranía de Perijá*. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia - CORPOCESAR.
- Moreno-Arias, R.A., y J.N. Urbina-Cardona. 2013. Population dynamics of the Andean lizard *Anolis heterodermus*: slow-fast demographic strategies in fragmented scrubland landscapes. *Biotropica* 45: 253-261.
- Muñoz-Guerrero, J., Serrano, V.H y Ramírez-Pinilla, M.P. 2007. Uso de microhábitat, dieta y tiempo de actividad en cuatro especies simpátricas de ranas hílidas neotropicales (Anura: Hylidae). *Caldasia* 29: 413–425.
- Navas, C.A. 1996. Implications of microhabitat selection and patterns of activity on thermal ecology on high elevation Neotropical anurans. *Oecologia* 108:617–626
- Navas, C. A. 1999. Biodiversidad de anfibios y reptiles en los páramos: una visión eco-fisiológica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 23 (Suplemento especial): 265–474.
- Navas, C., C. Jared, y M. Antoniazzi. 2002. Water economy in the casqued-headed tree-frog *Corythomantis greeningi* (Hylidae): role of behavior, skin, and skull skin ossification. *Journal of Zoology* 257:525–532.

- Nori, J., J.N. Urbina-Cardona, R.D. Loyola, J.N. Lescano y G.C. Leynaud. 2011. Climate change and American Bullfrog invasion: what could we expect in South America?. *PLoS ONE* 6(10): e25718.
- Ochoa-Ochoa, L., J.N., Urbina-Cardona, O. Flores-Villela, L-B Vázquez y J. Bezaury-Creel. 2009. The effects of governmental protected areas and social initiatives for land protection on the conservation of Mexican amphibians. *PLoS ONE*: 4: e6878
- Páez, V., B.J. Bock, J. Estrada, A.M. Ortega, J.M. Daza, y P. Gutiérrez. 2002. Guía de Campo de Algunas Especies de Anfibios y Reptiles de Antioquia. Editorial Multimpresos, Medellín, Colombia.
- Pardini R., A. Bueno, T.A. Gardner, P.I. Prado y J.P. Metzger. 2010. Beyond the fragmentation threshold hypothesis: regime shifts in biodiversity across fragmented landscapes. *PLoS ONE* 5: e13666
- Paternina-H., A., J.E. Carvajal-Cogollo, y G.F. Medina-Rangel. 2013. Anfibios de las ciénagas del departamento del Cesar. Páginas 499–509 en J.O. Rangel-Ch., editor. Colombia Diversidad Biótica XIII: Complejo cenagoso Zapatosa y ciénagas del Sur del Cesar. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia - CORPOCESAR.
- Pedroza-Banda, R., y T. Angarita-Sierra. 2011. Herpetofauna de los humedales La Bolsa y Charco de Oro, Andalucía, Valle del Cauca, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 35: 243–260.
- Perfecto, I., L. Vandermeer y A. Wright. 2009. Nature's matrix: linking agriculture, conservation and food sovereignty. Earthscan. Cromwell Press Group, Sterling, EE.UU.
- Pianka, E. 1974. Niche relations of desert lizards. Páginas 292–314 en M.L. Cody y J.M. Diamond, editores. *Ecology and Evolution of Communities*. Harvard University Press, Boston, Massachusetts, EE.UU.
- Pough, F. H. 1980. The Advantages of Ectothermy of Tetrapods. *The American Naturalist* 115: 92–102.
- Pough, F.H., R.M. Andrews, J.E. Cadle, M.L. Crump, A.H. Savitzky y K.D. Wells 2004. *Herpetology*. Third edition. Pearson Prentice Hall, EE.UU.
- Rangel-Ch, O. 2005. Recuperación de la Vegetación Relictual de Áreas Prioritarias de la Zona de Vida de Bosque de Vida Bs-T, en el Departamento de Córdoba. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS), Universidad Nacional de Colombia.
- Renjifo, J.M., y M. Lundberg. 1999. Guía de campo de anfibios y reptiles de Urrá. Editorial Colina, Medellín – Colombia.
- Rojas-Ríos, J.A., A.M. Cortés-Gómez, J.N. Urbina-Cardona y Gómez-Martínez. J.M. 2011. Herpetofauna asociada a sistemas ganaderos en bosque seco tropical. *Revista Agroforestería Neotropical* 1:78.
- Romero-Martínez, H. J., y J. D. Lynch. 2010. Anfibios de los humedales del departamento de Córdoba. Páginas 349–360 en J.O. Rangel-Ch., editor. Colombia Diversidad Biótica IX: Ciénagas de Córdoba: Biodiversidad, Ecología y Manejo Ambiental. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Romero-Martínez, H.J., y J.D. Lynch. 2012. Anfibios de la región Caribe. Páginas 677– 701 en J.O. Rangel-Ch., editor. Colombia, Diversidad Biótica XII. La región Caribe de Colombia. Bogotá D.C., Colombia.
- Rueda-Almonacid, J.V., A.A. Velásquez, P.A. Galvis, y J. Gualdrón. 2008. Anfibios. Páginas 169–192 en J.V. Rodríguez-Mahecha, J.V. Rueda-Almonacid, y T.D. Gutiérrez, editores. Guía ilustrada de fauna del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Serie de guías tropicales de campo No 7. Conservación Internacional-Colombia. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá D. C. Colombia.
- Sandhu, H.S., S.D. Wratten y R. Cullen. 2010. Organic agriculture and ecosystem services. *Environmental Science and Policy* 13: 1–7.
- Saunders, D.A., R.J. Hobbs y C.R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5:18–32.
- Santos-Barrera, G. y J.N. Urbina-Cardona. 2011. The role of the matrix-edge dynamics of amphibian conservation in tropical montane fragmented landscapes. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:679–687.
- Schoener, T.W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science* 185: 27–39.
- Tingley, R., y R. Shine. 2011. Desiccation risk drives the spatial ecology of an invasive anuran (*Rhinella marina*) in the Australian Semi-Desert. *PLoS ONE* 6(10): e25979.
- Toft, C.A. 1980. Feeding ecology of thirteen syntropic species of anurans in a seasonal tropical environment. *Oecologia* 45:131–141.
- Toft, C.A. 1981. Feeding ecology of Panamanian litter anurans: patterns in diet and foraging mode. *Journal of herpetology* 15:139–141
- Toft, C.A. 1985. Resource partitioning in amphibians and reptiles. *Copeia* 1985:1–20.
- Tokeshi, M. 1999. *Species Coexistence Ecological and Evolutionary Perspectives*. Blackwell Science Ltd. Oxford, Reino Unido.
- Torrente-Ruiz, C. y J.N. Urbina-Cardona. 2008. Páginas 223–224 en. Uso del hábitat de los anuros en ambientes perturbados de bosque seco en Cambao, Cundinamarca, Colombia. III Congreso Internacional de Ecosistemas Secos. Santa Marta, Colombia.
- Trefaut-Rodrigues, M. 2000. A fauna de répteis e anfíbios das caatingas. Paperread at Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga, at Petrolina, Brazil.

● Townson, R. 1799. Tracts and observations in natural history and physiology. J. White Editorial, Londres, Reino Unido.

● Urbina-Cardona, J.N. 2011. Gradientes andinos en la diversidad y patrones de endemismo en anfibios y reptiles de Colombia: Posibles respuestas al cambio climático. Revista de la Facultad de Ciencias Básicas – Universidad Militar Nueva Granada 7:74-91.

● Urbina-Cardona, J.N., J. Nori, y F. Castro. 2011a. Áreas vulnerables a la invasión actual y futura de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*: Ranidae) en Colombia: Estrategias propuestas para su manejo y control. Biota Colombiana 12:23-34.

● Urbina-Cardona, J.N., P.A. Burrows, M. Osorno, A.J. Crawford, J.A. Velasco, S.V. Flechas, F. Vargas-Salinas, V.F. Luna-Mora, C.A. Navas, M. Guayara-Barragán, W. Bolívar-G, P.D.A. Gutiérrez-Cárdenas y F. Castro-Herrera. 2011b. Prioridades en la conservación de anfibios ante su crisis global: hacia la construcción del plan de acción para la Conservación de los anfibios de Colombia. Capítulo Z6. Páginas 10-19 en Botero, E. y Moreno, M.I., editores. 2011. Creando un clima para el cambio: La biodiversidad, servicios para la humanidad. III Congreso Colombiano de Zoología, Libro de memorias. Asociación Colombiana de Zoología. Medellín-Antioquia. 57 págs. Disponible en Internet: [www.aczcolombia.org](http://www.aczcolombia.org) ISBN – 978-958-57015-1-9.

● Urbina-Cardona, J.N. 2008. Conservation of Neotropical herpetofauna: research trends and challenges. Tropical Conservation Science 1:359–375.

● Urbina-Cardona, J.N., M. Olivares-Pérez y V.H. Reynoso. 2006. Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across the pasture-edge-interior gradient in tropical rainforest fragments in the region of Los Tuxtlas, Veracruz. Biological Conservation 132:61–75.

● Urbina-Cardona, J.N., y M.C. Londoño. 2003. Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la Isla Gorgona, Pacífico colombiano. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias 27:105-113.

● Vasconcelos, T., y D. Rossa-Feres. 2008. Habitat heterogeneity and use of physical and acoustic space in anuran communities in Southeastern Brazil. Phyllomedusa 7: 127–142.

● Vásquez - V., V.H., y M.A., Serrano, G. 2009. Las Áreas Naturales Protegidas de Colombia. Conservación Internacional - Colombia y Fundación Biocolombia. Editorial Panamericana Formas e Impresos. Bogotá, Colombia.

● Wygoda, M.L. 1984. Low cutaneous evaporative water loss in arboreal frogs. Physiological Zoology 57:329–337.

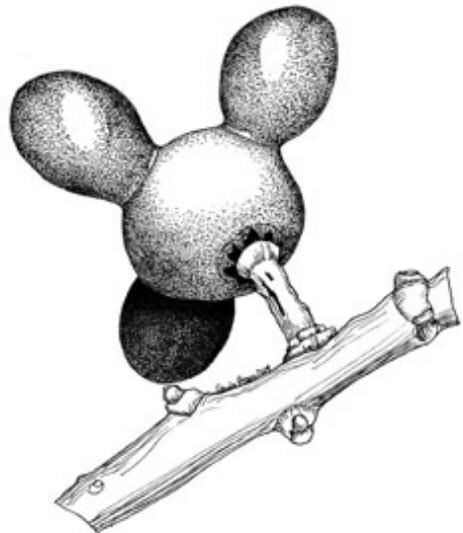
● Zabala-Forero, F.A. 2013. Respuestas de la diversidad composicional y funcional a la transformación del paisaje: relación del ensamblaje de anfibios con gradientes ambientales. Trabajo de pregrado en Ecología. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

● Zabala-Forero, F.A. y J.N. Urbina-Cardona. En preparación. Amphibian responses to montane Neotropical ecosystem transformation: Functional and compositional components along environmental gradients. Sometido a la revista: Biodiversity and Conservation.

● Zimmerman, B.L., y D. Simberloff. 1996. An historical interpretation of habitat use by frogs in a Central Amazonian Forest. Journal of Biogeography 23: 27-46.

● Zorro, J. P. 2007. Anuros de piedemonte llanero: diversidad y preferencias de microhábitat. Trabajo de Grado. Carrera de Biología, Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

● Zug, G.R., L.J. Vitt, y J.P. Caldwell. 2001. Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Academic Press. New York, EE.UU.



*Ouratea lucens*

Ilustración: Camila Pizano



CAPÍTULO

6

*Oxysternon conspicillatum*  
Fotografía: Claudia Medina

CAPÍTULO  
6

ESCARABAJOS COPRÓFAGOS DE LA  
SUBFAMILIA SCARABAEINAE  
CLAUDIA ALEJANDRA MEDINA U.  
Y FABIO ARTURO GONZÁLEZ

## INTRODUCCIÓN

Los escarabajos coprófagos de la Subfamilia Scarabaeinae son un grupo ecológicamente y funcionalmente importante en los bosques tropicales. Su estrecha asociación al excremento de vertebrados y su papel como descomponedores de materia orgánica, ha derivado en una historia evolutiva compleja y una gran diversidad tanto morfológica, como de estrategias reproductivas para sobrevivir exitosamente en ambientes altamente competidos. Los escarabajos coprófagos cumplen un papel indispensable en procesos ecológicos como son la disminución de organismos parásitos y vectores de enfermedades como moscas y helmintos (Losey y Vaughan 2006, Nichols et al. 2008), el reciclaje de nutrientes (Mittal 1993) y la dispersión secundaria de semillas, entre otros (Andresen 2002a, Andresen 2002b). Además participan en invaluable procesos ecológicos recientemente denominados servicios ecosistémicos como el control biológico y la fertilización del suelo (Losey y Vaughan 2006, Nichols et al. 2008, 2009). Por su sensibilidad a la transformación de ecosistemas y pérdida de hábitat, los escarabajos coprófagos se han convertido en un grupo indicador del estado de conservación de los bosques tropicales (Nichols et al. 2007, 2009, Larsen et al. 2008, Cultid et al. 2012).

Los escarabajos incluidos en este capítulo pertenecen a la familia Scarabaeidae, subfamilia Scarabaeinae (Morón 2004). Se han denominado coprófagos por su asociación con el excremento de otros animales, principalmente vertebrados. Sin embargo, la asociación al excremento es compartida con otros linajes dentro de la superfamilia Scarabaeoidea (Gill 1991). Además, muchas especies denominadas coprófagas no se alimentan de excremento, y las fuentes de alimento para miembros de la subfamilia son variadas, e incluyen todo tipo de material orgánico en

“ LOS ESCARABAJOS COPRÓFAGOS CUMPLEN UN PAPEL INDISPENSABLE EN PROCESOS ECOLÓGICOS COMO SON LA DISMINUCIÓN DE ORGANISMOS PARÁSITOS Y VECTORES DE ENFERMEDADES COMO MOSCAS Y HELMINTOS, EL RECICLAJE DE NUTRIENTES Y LA DISPERSIÓN SECUNDARIA DE SEMILLAS, ENTRE OTROS ”

descomposición. Por ejemplo, se ha documentado la asociación de algunas especies a restos de material vegetal, hongos, frutas en descomposición, carroña, secreciones de otros animales, basureros de hormigas arrieras y depredación de **diplopodos**, entre otros (Halffter y Matthews 1966, Cambefort 1991, Cano 1998, Vaz de Mello 2007).

“ACTUALMENTE SE CONOCEN EN EL MUNDO CERCA DE 5.700 ESPECIES Y 227 GÉNEROS DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS DE LA SUBFAMILIA SCARABAEINAE, DE LOS CUALES UNAS 1.300 ESPECIES Y 70 GÉNEROS SE ENCUENTRAN DISTRIBUIDOS EN LA ZONA TROPICAL”

Actualmente se conocen en el mundo cerca de 5.700 especies y 227 géneros de escarabajos coprófagos de la subfamilia Scarabaeinae (Tarasov y Solodovnikov 2011), de los cuales unas 1.300 especies y 70 géneros se encuentran distribuidos en la zona tropical. En Colombia se han registrado 283 especies y 35 géneros (Medina et al. 2001), pero se cree que el número de

especies podría estar cerca a las 400 (Cultid et al. 2012). Sin embargo el valor real es desconocido ya que hasta el momento no se ha publicado un listado actualizado para el país.

El interés de estudiar estos escarabajos ha crecido en Colombia durante las últimas décadas (Escobar y Chacón 2000, Medina et al. 2002, Escobar et al. 2005, Camero y Lobo 2010, Giraldo et al. 2011, Cultid et al. 2012). La versatilidad de estos escarabajos de ser atraídos a **cebos** y poderse capturar fácilmente en trampas hace que con esfuerzos de muestreo relativamente bajos y en cortos periodos de tiempo se pueda obtener mucha información. Por esta razón los escarabajos coprófagos se han convertido en un atractivo objeto de estudio y se han muestreado ampliamente para responder diferentes preguntas ecológicas (Spector 2006, Nichols et al. 2008, Cultid et al. 2012, Cultid et al. 2014). Desafortunadamente, el conocimiento taxonómico del grupo no ha despertado el mismo interés y ha crecido de manera desigual en comparación al número de trabajos ecológicos. De hecho muchos grupos de escarabajos son desconocidos taxonómicamente, lo cual es una evidente debilidad de los inventarios y estudios ecológicos hechos en el país.

En Colombia los escarabajos coprófagos han sido ampliamente muestreados en los Andes centrales, principalmente en la región que conforma el eje cafetero (Escobar 2000, Medina et al. 2002, Cultid et al. 2012). En el bosque seco su estudio se ha incrementado en los últimos años desde los primeros listados realizados por las expediciones del Instituto Humboldt (IAvH) en el departamento del Tolima y la Costa Atlántica (IAvH 1995, 1997, Escobar 1997). Desde entonces se han publicado cerca de 16 trabajos con listados y análisis de biodiversidad de escarabajos asociados a remanentes de bosque seco, principalmente



del Tolima y la Costa Atlántica (ver resumen tabla 6.1). Estos estudios incluyen listados de especies además de análisis de **diversidad alfa** (a escala local) que incluyen índices de diversidad, curvas de acumulación de especies y comparaciones de diversidad de bosque seco con zonas degradadas y en diferentes coberturas como potreros y cultivos agrícolas (Martínez et al. 2009, Solís et al. 2011, Navarro et al. 2011, Delgado et al. 2012).

En este capítulo se presenta una síntesis del estado del conocimiento de escarabajos coprófagos de bosque seco en Colombia en términos de diversidad y composición de especies, haciendo una evaluación de los avances desde los trabajos iniciados por el Instituto Humboldt a final de los años noventa. Se incluye además un diagnóstico del estado del conocimiento taxonómico del grupo y las perspectivas de estudio de escarabajos coprófagos de bosque seco en Colombia.

**Tabla 6.1.** Lista de estudios realizados con escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) en diferentes regiones de bosque seco en Colombia.

Autor	Año	Departamento	Región	No. de especies
Instituto Alexander von Humboldt	1995	Tolima	Gualanday-Chicoral, Mariquita-Honda	22
Escobar	1997	Tolima	Honda, Armero-Guayabal, Piedras	22
Instituto Alexander von Humboldt	1997	Región Caribe	Zambrano, Los colorados, Isla Tierra Bomba (Bolívar), Nenguanje y Tayrona (Magdalena)	32
Instituto Alexander von Humboldt	2002	Huila	Reserva Taky-Huaylla	11
Instituto Alexander von Humboldt	1997a	Región Caribe	Zambrano, Los colorados, Isla Tierra Bomba (Bolívar), Nenguanje (Magdalena), Montes de Oca y Cerrejón (Guajira)	32
Bustos-Gómez & Lopera	2003	Tolima	Hacienda El Cardonal	21
Jiménez et al.	2008	Magdalena	Santa Marta	26
Martínez et al.	2009	Magdalena	Vertiente noroccidental Sierra Nevada de Santa Marta	29
Bohórquez y Montoya	2009	Sucre	Colosó	
Martínez et al.	2010	Atlántico	Reserva ecológica Tierra Arena	26
Martínez et al.	2010a	Magdalena	Reserva Natural Las Delicias Sierra Nevada de Santa Marta	17
Barraza et al.	2010	Magdalena	Bahía Concha/ Santa Marta	22
Navarro et al.	2011	Sucre	Serranía de Coraza	26
Solís et al.	2011	Atlántico	Barranquilla, Tubará, Piojo	35
Delgado et al.	2012	Cesar	Chimichagua	21
IAVH- Carsucre	2009	Sucre	Colosó, San Benito Abad, Tolú Viejo	32



*Canthon* sp.  
Fotografía: Claudia A. Medina

### DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS EN BOSQUES SECOS TROPICALES DE COLOMBIA

El número de especies de escarabajos coprófagos en bosques secos varía significativamente dependiendo de la localidad muestreada. En los primeros estudios realizados por el Instituto Humboldt en bosques secos del Tolima y la Costa Atlántica, se registraron entre 16 y 32 especies (Escobar 1997, IAvH 1997); 32 especies sumando cuatro localidades del Caribe colombiano (IAvH 1997). De acuerdo a otros estudios publicados de escarabajos coprófagos de bosque seco y basados en revisión de ejemplares en colecciones biológicas, se han registrado hasta 35 especies en diferentes localidades de bosque seco en Colombia (Solís et al. 2011); en promedio por localidad (23 localidades) se registran 19,4 especies (Delgado et al. 2012). Las diferencias en el número de especies por localidad se podrían explicar por el estado de conservación del bosque, tamaño del fragmento, y estacionalidad climática, así como por la distribución espacial y la estructura de la comunidad de escarabajos coprófagos. Por ejemplo, en un mosaico de fragmentos de bosque húmedo en los Tuxtlas, México, se encontró que la diversidad de escarabajos cambia en relación al tamaño del fragmento y el tamaño poblacional de monos aulladores negros *Alouatta palliata* (Gray 1849), (Estrada et al. 1999). Las diferencias en la riqueza de escarabajos entre los fragmentos de bosque seco reportadas en la literatura para Colombia también se pueden deber al diseño de muestreo, número de transectos, número de trampas, y tipo de cebo utilizado como atrayente. Finalmente, otra razón poco discutida es la experticia en taxonomía del investigador que realiza la separación de las especies colectadas, lo cual es decisivo en la calidad de los listados de especies publicados (ver abajo Unificación de registros).

Uno de los factores determinantes en la abundancia y riqueza de especies de escarabajos coprófagos en el bosque seco tropical es la estacionalidad de este ecosistema marcada por la época de lluvias y la época seca. Los escarabajos coprófagos cumplen su ciclo de vida en el suelo, y se han descrito varios patrones de nidificación para toda la subfamilia (Halffter y Edmonds 1982). La época de lluvias influye sobre la reproducción y el ciclo de vida y marca picos de abundancia en las poblaciones, los cuales pueden ser más marcados en el bosque seco comparado con bosques húmedos (Bustos-Gómez y Lopera 2003). Por otro lado, la época seca se caracteriza por una disminución en la abundancia y riqueza de especies que se debe tanto a una disminución de la disponibilidad de alimento para vertebrados que proveen excremento a los coprófagos (Estrada et al. 1993 1998, Ponce-Zantizo et al. 2006), como por una reducción en la humedad del suelo, la cual es crucial para la nidificación y ciclo de vida de los escarabajos (Martínez y Montes de Oca 1994).

“UNO DE LOS FACTORES DETERMINANTES QUE INFLUYEN SOBRE LA ABUNDANCIA Y RIQUEZA DE ESPECIES DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS EN EL BOSQUE SECO TROPICAL ES LA ESTACIONALIDAD DE ESTE ECOSISTEMA MARCADA POR LA ÉPOCA DE LLUVIAS Y LA ÉPOCA SECA”

Varios trabajos han evidenciado una drástica disminución en la riqueza de especies de escarabajos durante la época de sequía en bosques secos. Por ejemplo, en los bosques de La Reserva de Tierra Arena en el departamento del Atlántico, se colectaron 23 especies en la época de lluvias, mientras que en la época seca sólo se encontraron siete especies (Martínez et al. 2010). De manera similar, en Bahía Concha, Santa Marta, Barraza et al. (2010) encontraron un incremento del 100% en la riqueza al inicio de la época de lluvias comparado con la época seca. Estos cambios en la riqueza y abundancia de acuerdo a la época de lluvias también se han encontrado en otras familias de Coleóptera. Por ejemplo, Martínez-Hernández et al. (2010) reportaron un cambio en la riqueza y abundancia de especies de 39 familias de Coleóptera (incluyendo la familia Scarabaeidae) que coincidía con cambios de humedad entre el 84% y el 61% en las diferentes épocas estacionales utilizando muestreos con trampas de luz en un remanente de bosque seco en la Costa Atlántica. En este estudio el mayor número de especies por familia fue encontrado en la época de inicio de las lluvias. En otro estudio en bosque seco se colectaron el 70% de los individuos durante la época de lluvias, mientras que el número de especies disminuyó en 11 especies durante la época seca (Navarro et al. 2011). En este estudio se evidenció también una asincronía en la abundancia de las especies a lo largo de todo el año, lo cual puede ser una estrategia para evitar competencia,

algo recurrente en escarabajos coprófagos (Escobar y Chacón 2000). En Colombia se han hecho pocos estudios para valorar el uso del recurso alimenticio por escarabajos coprófagos. Generalmente los estudios para evaluar las diferencias en el uso del recurso incluyen muestreos con trampas con excremento, carroña y fruta en descomposición como atrayentes, y detectan un mayor número de especies en excremento, seguido de carroña y fruta (Bustos-Gómez y Lopera 2003). Sin embargo, algunas especies tienen preferencia y están especializadas en fruta en descomposición. Por ejemplo, algunos estudios en bosques tropicales de Malasia han documentado la asociación de estos escarabajos con frutos de higuierón (Davis y Sutton 1997). En Colombia la especie *Onthophagus mirabilis* Bates 1887 se encontró asociada a frutos podridos de un árbol de *Ficus* sp. en un bosque húmedo en la Reserva Natural de Yotoco (Valle del Cauca), y ha sido poco colectada en trampas con excremento pero es abundante en trampas con fruta (Génier y Medina 2004). Por otra parte, los individuos de la especie *Canthon* Hoffmannsegg 1817 identificada como *C. cyanellus* Leconte 1859 y *Malagoniella astyanax* (Olivier 1789) se capturaron más abundantemente en las trampas con carroña que en las de excremento en un remanente de bosque seco en el Tolima (Bustos-Gómez y Lopera 2003). Es evidente entonces que especies con hábitos específicos o con muy bajas abundancias son difíciles de capturar con trampas de excremento y que la abundancia de las especies difieren en los muestreos con éste y otros tipo de cebo.

## LAS ESPECIES REPRESENTATIVAS DE BOSQUE SECO

Uno de los géneros de escarabajos coprófagos con mayores registros en los bosque secos tropicales de América es el género *Canthon*. Los escarabajos de este género son típicos rodadores, y se relacionan con el excremento de monos. De hecho la asociación de especies de *Canthon* con excremento de monos aulladores se ha documentado ampliamente en bosques tropicales (Estrada y Coates-Estrada 1991, Castellanos et al. 1999, Laverde et al. 2002). Estos escarabajos reúnen el excremento de mono disperso en las hojas del **dosel**, moldean la bola y se tiran al suelo con la bola sujeta por sus patas, para su posterior alimentación y/o nidificación (Howden y Young 1981, Rivera-Cervantes y Halffter 1999). En la mayoría de los estudios revisados para Colombia, *Canthon* presenta el mayor número de especies seguido del género *Onthophagus* Latreille 1807. Para *Canthon* se han registrado en una misma localidad desde siete (Delgado et al. 2012) hasta once especies (Martínez et al. 2010), y para el género *Onthophagus* se registran entre tres hasta seis especies (Martínez et al. 2009).



## ESCARABAJOS COPROFAGOS DEL BST COLOMBIANO



*Onthophagus lebasi*  
Boucomont 1932



*Onthophagus crinitus*  
Harold 1869



*Phanaeus hermes*  
Harold 1868

Fotografías:  
Fabio Arturo González

Una tendencia observada en los estudios en bosques secos tropicales es que las comunidades de escarabajos coprófagos están dominados por una sola especie del género *Canthon* que en algunos casos puede constituir hasta el 37% del total de individuos colectados (Delgado et al. 2012). Sin embargo, en algunos estudios publicados, la especie de *Canthon* que es más abundante cambia. Por ejemplo, las especies *Canthon aberrans* Harold 1868 (Martínez et al. 2010) y *Canthon aequinoctialis* Harold 1868 (Navarro et al. 2011, Delgado et al. 2012), se han registrado como las especies más abundantes en diferentes estudios.

Otra especie de *Canthon* registrada en varios estudios de bosque seco es *C. subhyalinus* Harold 1867, una especie cuya abundancia cambia radicalmente entre las diferentes localidades y tipos de hábitat. Por ejemplo, en algunos estudios se ha reportado con una baja abundancia de apenas cinco individuos (Escobar 1997, Delgado et al. 2012), mientras que en otros se han encontrado hasta 203 individuos (Navarro et al. 2011). En todos los estudios es más abundante en el bosque y desaparece o disminuye notoriamente en hábitats de uso ganadero y pastizales durante la época seca (Bustos y Lopera 2003, Barraza et al.

2010, Navarro et al. 2011). Esta especie se ha reportado asociada a heces de mono aullador (Padilla-Gil y Halffter 2007), por lo cual los cambios en su abundancia pueden reflejar poblaciones de estos mamíferos.

Además de *Canthon*, otro género que puede presentar altas abundancias en bosques secos del país es *Uroxys* Westwood 1842. Las especies de este género son de tamaño pequeño, generalmente nocturnas y en Colombia pueden estar entre las más abundantes colectadas con trampas en bosques húmedos (Escobar y Chacón 2000, Escobar 2004, García y Pardo 2004). En el bosque seco algunas especies de este género han sido colectadas abundantemente en ciertas localidades. Por ejemplo, en un fragmento de bosque seco en el departamento del Atlántico, se colectaron entre 546 y 700 individuos que correspondieron al 18,9% y al 24,3% de todos los ejemplares colectados, respectivamente (Martínez et al 2010).

El género *Onthophagus* presenta distribución mundial, es numeroso en especies y contiene especies típicas tanto de bosques como de áreas abiertas, sabanas y pastizales. Las especies de este género son generalmente pequeñas y pueden estar asociadas a excremento, pero también a hongos y frutos en descomposición. Una de las especies verificadas para bosque seco es *Onthophagus landolti* Harold 1880, la cual según algunos estudios es aparentemente igual de abundante en bosques que en potreros (Escobar 1997, Barraza et al. 2010, Navarro et al. 2011). Sin embargo, en otras localidades se reportaron cerca del 90% de los ejemplares de esta especie en bosque, comparado con el 10% encontrado en potrero (Bustos-Gómez y Lopera 2003).

Hasta ahora se han mencionado especies de tamaño pequeño las cuales son abundantes en bosques fragmentados y continuos. En contraste con estas especies, las de tamaño grande necesitan mayor recurso alimenticio y aunque sus abundancias son generalmente bajas, están mejor representadas en bosques continuos y bien preservados que en bosques fragmentados como es el caso de los bosques secos. Dos de los géneros de la tribu Canthonini que se encuentran distribuidos en bosque seco son: *Malagoniella* Martínez 1961 y *Deltochilum* Eschscholtz 1922, ambos típicos rodadores de gran tamaño, que han sido registrados con pocos individuos en los estudios de bosque seco en Colombia. *Malagoniella astyanax* (Olivier 1789) ha sido registrada (1 a 37 individuos) en varios estudios (Escobar 1997, Martínez et al. 2009, Delgado et al. 2012), y mientras que Delgado et al. (2012) la consideran como una especie coprófaga, Bustos-Gómez y Lopera (2003) reportan que es más atraída a la carroña. Del género *Deltochilum* se han identificado cuatro especies de bosque seco, algunas con problemas nomenclaturales por resolver y revisiones taxonómicas en proceso (A. González y F. Vaz-de-



## ESCARABAJOS COPROFAGOS DEL BST COLOMBIANO



*Canthon septemmaculatus*  
(Latreille 1811)



*Canthon lituratus*  
(Germar 1813)



*Canthon subhyalinus*  
Harold 1867

Fotografías:  
Fabio Arturo González

mello en preparación). Una de estas especies se ha reportado como *D. valgum* Burmeister 1873 o *D. acropyge* Bates 1887, se ha encontrado sólo en los bosques secos del Tolima y no se ha colectado en la costa Atlántica. No se sabe si la distribución de la especie está restringida a los valles interandinos, o si su ausencia en los registros de la costa Atlántica se deba al tipo de muestreo enfocado casi exclusivamente a trampas con excremento. Esta especie ha sido colectada pocas veces ya que no es atraída a trampas de excremento humano. Adicionalmente, se ha reportado como depredadora de diplopodos (Bustos-Gómez y Lopera 2003), hábito alimenticio particular dentro de la subfamilia que se ha observado también en *Sceliages* Westwood 1837, otro género de la tribu distribuido en la parte sur de África (Forgie et al. 2002). A excepción de las especies del subgénero *Deltohyboma* Lane 1946 que son de menor tamaño y están asociadas a excremento, la mayoría de las especies de *Deltochilum* colectadas en los bosques secos no son muy abundantes como en otras regiones como los Andes y la Amazonia. Su asociación a la carroña puede influir en que las poblaciones de especies de este género sean bajas y se colecten pocos individuos.

## ESCARABAJOS COPRÓFAGOS DEL BST COLOMBIANO



*Coprophanaeus corythus*  
(Harold 1863)



*Deltochilum* sp. 01H



*Coprophanaeus gamezi*  
Arnaud 2002

Fotografías:  
Fabio Arturo González

Por último, otro grupo de escarabajos coprófagos conspicuos en bosques tropicales son los pertenecientes a la tribu Phanaeini, que incluye especies de colores y cuernos llamativos y son típicas cavadoras. En el bosque seco se ha reportado la especie *Phanaeus hermes* Harold 1868 con una abundancia muy baja (0,04% a 1,07%) con respecto al total de individuos colectados en diferentes localidades (Escobar 1997, Bustos-Gómez y Lopera 2003, Barraza et al. 2010, Navarro et al. 2011).

En resumen, los bosques secos mantienen una comunidad de escarabajos coprófagos diversa compuesta de especies típicas de ambientes secos que presentan picos de abundancias en la época de lluvias. En general las comunidades de estos insectos se caracterizan por tener pocas especies abundantes principalmente generalistas, y varias especies (la mayoría) con pocos individuos, que probablemente presentan requerimientos de hábitat y recursos alimenticios más específicos.

## UNIFICACIÓN DE REGISTROS: COLECCIÓN DE REFERENCIA ESCARABAJOS COPRÓFAGOS DE BOSQUE SECO

Actualmente sólo algunos géneros de escarabajos coprófagos del nuevo mundo cuentan con revisiones taxonómicas recientes. En la tribu Phanaeini 5 géneros han sido revisados (Edmonds 1994, Edmonds 2000, Edmonds y Zídek 2004, Edmonds y Zídek 2010, Edmonds y Zídek 2012, Cupello y Vaz de Mello 2013), mientras que en las otras tribus se han revisado un total de 9 géneros (Génier 1996, Cook 1998, Cook 2002, Génier y Kolhmann 2003, Canhedo 2006, Génier 2009, Génier 2010). Para los géneros con mayor número de especies y amplia distribución en bosques tropicales como *Canthon*, *Onthophagus*, *Uroxys* y *Canthidium* Erichson 1847, no se cuenta con revisiones taxonómicas recientes, y la información que hay disponible está reunida en monografías muy antiguas, lo que hace que el proceso de identificación de especies de estos géneros sea arduo y complejo. Una manera de identificar especies es por comparación con otros ejemplares de otras regiones (países) que estén correctamente identificados, o por comparación con el **ejemplar tipo** (holotipos y paratipos), pero estos ejemplares no son de fácil acceso. De hecho la mayoría de los ejemplares tipo de escarabajos coprófagos se encuentran en museos en el viejo mundo.

Para la región Andina, Cultid et al. (2012) encontraron que cerca del 40% de las especies carecen de identificación específica en una revisión de listados de especies publicados en Colombia. En la literatura revisada para bosque seco, aproximadamente el 32% de las especies están sin determinar, o los nombres de las especies necesitan ser verificados, principalmente de los géneros *Canthon*, *Canthidium*, *Onthophagus* y *Uroxys*. Con base en los registros de la colección del Instituto Humboldt el porcentaje de especies de bosque seco sin identificar es mayor a lo encontrado en la literatura para bosque seco y a lo reportado para la región Andina por Cultid et al. (2012). Aproximadamente el 48% de las especies no tienen identificación a especie y no es posible asignarles un nombre específico dado el limitado conocimiento taxonómico para estos géneros en Colombia.

El gran número de especies sin identificación en los estudios realizados en Colombia no permite comparaciones regionales, ni tampoco entre estudios ecológicos realizados en diferentes localidades y zonas del país. De hecho en todos los listados publicados se usa la abreviatura "sp." para todas las especies sin identificar, lo cual restringe la información a nivel de género ya que el registro no tiene un identificador único. Por ejemplo, en varias publicaciones de diferentes localidades se registra *Canthon sp.* pero estos registros no pueden ser comparados entre sí pues no se sabe si se refieren a la misma especie de *Canthon*.

## ESCARABAJOS COPRÓFAGOS DEL BST COLOMBIANO



*Eurysternus impressicollis*  
Castelnau 1840



*Onthophagus acuminatus*  
Harold 1880



*Diabroctis cadmus*  
(Harold 1868)



*Malagoniella astyanax*  
(Olivier 1789)

Fotografías:  
Fabio Arturo González

Además de no poderse hacer una comparación entre localidades, los datos no pueden ser utilizados en análisis de distribución potencial de especies ni en comparaciones ecológicas. Por otra parte, su uso en la definición de áreas prioritarias para la conservación es limitado ya que todos estos estudios se basan en la distribución de las especies y en algunos casos en los registros de abundancias.

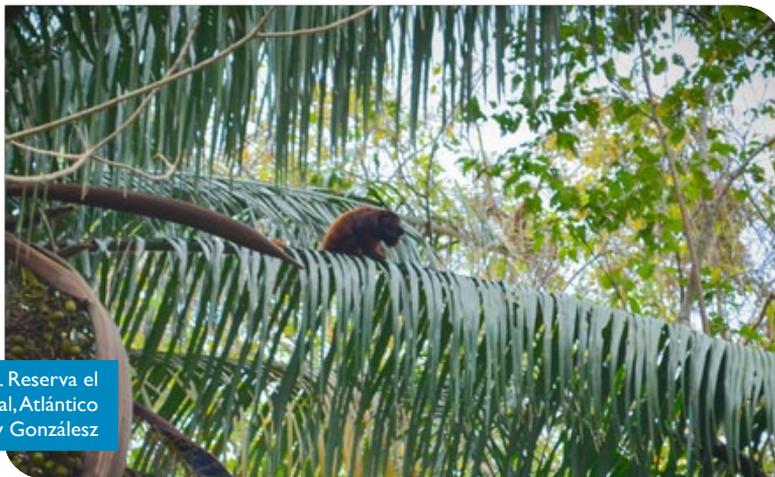
Como ya se ha mencionado, la falta de revisiones taxonómicas en grupos ecológicamente importantes no sólo limita su uso en otros estudios, sino que produce información imprecisa. En los trabajos revisados para bosque seco se encuentran comúnmente casos de identificaciones erróneas, como el registro de la especie *Canthon aberrans* como la especie más abundante en bosque seco. Esta especie no ha sido colectada en bosques secos, además de que no se ha registrado como

una especie abundante en ningún tipo de hábitat. Por ejemplo, Escobar (2004) colectó 5 ejemplares que correspondían al 0,04% del total de ejemplares colectados en la Reserva Natural La Planada en Nariño. De esta especie existen además pocos ejemplares en colecciones (e.g., sólo cuatro ejemplares en la colección del IAvH). En otros trabajos se ha encontrado que lo que se registra como una especie pueden ser generalmente dos especies muy cercanas. Estos errores de identificación se detectaron en algunos registros de *Canthon acutus* Harold 1868, donde dos especies distintas aunque cercanas fueron identificadas como esta especie; una muy abundante y la otra con muy pocos individuos. Lo mismo sucede en el género *Onthophagus* para el cual lo que se registra como *O. marginicollis* Harold 1880 puede ser dos especies distintas.

“ LA FALTA DE REVISIONES TAXONÓMICAS EN GRUPOS ECOLÓGICAMENTE IMPORTANTES NO SÓLO LIMITA SU USO EN OTROS ESTUDIOS, SINO QUE PRODUCE INFORMACIÓN IMPRECISA ”

Todos estas dificultades taxonómicas en la separación de las especies conlleva a que los valores reales en la riqueza y abundancia de especies no sea reflejada en los análisis publicados. Después de una revisión exhaustiva de las especies de escarabajos coprófagos de bosque seco y un trabajo taxonómico minucioso en la colección entomológica del Instituto Humboldt, se encontró que había en realidad seis especies más para el total de especies registradas en cuatro localidades del Caribe colombiano (IAvH 1997). Para otros estudios ya publicados en los que ha sido posible la verificación taxonómica de las especies, se ha detectado que el número de especies es mayor al registrado en valores que van desde dos hasta once especies.

Con el propósito de optimizar la calidad de los registros de escarabajos coprófagos de ecosistemas tropicales que incluyen tanto bosque seco como húmedo y que puedan ser utilizados como datos primarios en diferentes tipos de análisis ecológicos, la colección entomológica del IAvH creó La Colección de Referencia de Escarabajos Coprófagos de Colombia, en la cual se incluyen todas las especies verificadas taxonómicamente. De hecho el IAvH tiene una de las colecciones más grandes de escarabajos coprófagos en Colombia realizada durante las expediciones del grupo GEMA en diferentes zonas del país entre 1997 y 2009. La colección de referencia se inició con las especies de escarabajos de bosque seco, y en el momento cuenta con 68 especies y 272 individuos de bosque seco identificados y verificados taxonómicamente. Cada especie se ha sometido a un proceso minucioso de revisión y verificación taxonómica que incluyó el examen detallado de la morfología externa y genitalia del macho, la verificación



*Alouatta seniculus*. Reserva el Ceibal, Atlántico  
Fotografía: Roy González

con descripciones originales, y la comparación con otras especies. A las especies que no se les puede asignar el nombre de la especie se les asignó un código único formado por el nombre del género, la abreviación de especie (sp.), más un número único acompañado de la letra H, que hace referencia a que se encuentra en la colección del Instituto Humboldt.

Durante la creación y el incremento en número de especies de la colección de referencia se logró la unificación taxonómica de todos los registros de diferentes localidades de bosque seco para los cuales existen especímenes en la colección del Instituto Humboldt. Con esta unificación taxonómica en los registros se están depurando los listados taxonómicos de las localidades de bosque seco muestreadas en Colombia. La base de datos con los registros de escarabajos coprófagos y el listado verificado de especies de bosque seco de Colombia están en proceso de publicación (González y Medina en evaluación).

### PERSPECTIVAS DE ESTUDIOS DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS

El balance del crecimiento del conocimiento de escarabajos coprófagos en bosque seco en las últimas décadas refleja que aunque se ha muestreado ampliamente este grupo en un porcentaje alto en las zonas de bosque seco de Colombia, la definición de las especies limita el alcance y aplicación de la información generada en estos estudios. Aspectos como la estacionalidad son evidentes en los cambios de abundancias en la comunidad de escarabajos coprófagos en los estudios ya realizados. Sin embargo, se requieren de estudios ecológicos más detallados que incluyan análisis de distribuciones potenciales de especies, información sobre los ciclos reproductivos, picos de actividad y uso de los recursos para entender mejor cómo depende la comunidad



de coprófagos de un hábitat altamente fragmentado y amenazado como el bosque seco.

Es evidente que tanto aspectos ecológicos como del conocimiento básico de la biología de escarabajos coprófagos pueden ser ampliamente mejorados. No obstante, el talón de Aquiles para todos los posibles estudios futuros sigue siendo el conocimiento taxonómico del grupo. Sin una mejor resolución en los listados y correctas identificaciones, el avance en el uso de estos escarabajos como indicadores del estado de conservación del bosque seco puede ser muy restringido. Por ejemplo, especies del género *Canthon* se reportan como unas de las más abundantes en el bosque seco y se ha documentado su estrecha asociación con el excremento de vertebrados, principalmente monos. Un mejor conocimiento taxonómico de este género acompañado de estudios ecológicos nos permitiría comprender su relación con la distribución y abundancia de especies de monos del bosque seco. Esto a su vez podría generar información útil para predecir la distribución potencial de estas especies, sus requerimientos de hábitat, y el tamaño mínimo de fragmento que soportan las poblaciones, entre otros.

Esta revisión muestra que las zonas de bosque seco estudiadas se concentran en la Costa Atlántica y algunos bosques en el Tolima. Se carece de información sobre escarabajos coprófagos de otras zonas con remanentes de bosque seco del país, donde es recomendable hacer inventarios para complementar el listado de especies de Colombia.

Llevar a cabo estudios multidisciplinarios que generen información y contribuyan con la delimitación de áreas prioritarias de conservación es un reto enorme. Los escarabajos coprófagos tienen muchos atributos para ser protagonistas en escenarios de conservación y valoración de servicios eco sistémicos. Adicionalmente, los escarabajos pueden servir como indicadores del estado de conservación de varios ecosistemas tropicales, incluidos los bosques secos. Ojalá que esta revisión del estado del conocimiento sobre este grupo de insectos en el bosque seco de Colombia pueda servir como punto de partida para estudios más avanzados que involucren los aspectos a mejorar aquí resaltados.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a Edwin Torres, Luis Franco y Miguel Torres, por todo su apoyo en la curaduría básica y sistematización de la colección de escarabajo coprófagos. Carlos Cultid, Bedir Martínez, Jeison Barraza, Jenile Montes, Kenya Roman y Leydis Murillo donaron ejemplares a la colección del Instituto Humboldt, y esto ha contribuido a la verificación de especies. A Johann Cárdenas y Xiomara Villaba por su valiosa ayuda en la revisión de literatura y comentarios al manuscrito.

## REFERENCIAS

- Andresen E. 2002a. Primary seed dispersal by red howler monkeys and the effect of defecation patterns on the fate of dispersed seeds. *Biotropica* 34:261–272.
- Andresen E. 2002b. Dung beetles in a central Amazonian rainforest and their ecological role as secondary seed dispersers. *Ecological Entomology* 27:257–270.
- Barraza J., J. Montes, N. Martínez, y D. Cuauhtémoc. 2010. Ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del bosque tropical seco, Bahía Concha, Santa Marta (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología* 36: 285–291.
- Bohórquez, J. y J. Montoya. 2009. Abundancia y preferencia trófica de *Dichotomus belus* (Coleoptera: Scarabaeidae) en la reserva forestal de Colosó, Sucre. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 10:1–7.
- Bustos-Gómez F. y A. Lopera. 2003. Preferencia por cebo de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un remanente de bosque seco tropical al norte del Tolima (Colombia). Páginas 59–65 en G. Onore, P. Reyes-Castillo, y M. Zunino, editores. *Escarabeidos de Latinoamérica: estado del conocimiento*. Monografías Tercer Milenio Zaragoza, España.
- Cambefort Y. 1991. From saprophagy to coprophagy. Páginas 22–53 en I. Hanski y Y. Camberfort, editores. *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, EE.UU.
- Camero E., y J. Lobo. 2010. Distribución conocida y potencial de las especies del género *Eurysternus* Dalman, 1824 (Coleoptera: Scarabaeidae) de Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)* 47: 257–264
- Canhedo V. 2006. Revisão taxonômica do gênero *Anomiopus* Westwood, 1842 (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Arquivos de Zoologia* 37: 349–502.
- Cano E.B. 1998. *Deltochilum valgum acropyge* Bates (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): habits and distribution. *Coleopterists Bulletin* 52:174–178.
- Castellanos M., F. Escobar, y P. Stevenson. 1999. Dung beetles (Scarabaeinae, Aphodiinae) attracted to woolly monkey (*Lagothrix lagotricha*) dung at Tinigua National Park, Colombia. *Coleopterists Bulletin* 53: 155–159.
- Cook J. 1998. A revision of the neotropical genus *Bdelyrus* Harold (Coleoptera: Scarabaeidae). *The Canadian Entomologist* 130: 631–689.
- Cook J. 2002. A revision of the neotropical genus *Cryptocanthon* Balthasar (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Coleopterists Society Monographs* 1: 1–96.
- Cultid-Medina C., C.A Medina, B. Martínez, A. Escobar, L.M. Constantino, y N.J. Betancur. 2012. *Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) del eje cafetero: guía para el estudio ecológico*. WCS Books, Bogotá, Colombia.
- Cupello, M., y F. Vaz-de-Mello. 2013. Taxonomic revision of the South American dung beetle genus *Gromphas* Brullé, 1837 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini: Gromphadina). *Zootaxa* 3722: 439–482.
- Davis, J.A., y S.L. Sutton. 1997. A dung beetle that feeds on fig: implications for the measurement of species rarity. *Journal of Tropical Ecology* 13: 759–766.
- Delgado P., A. Lopera, y J.O. Rangel-Ch. 2012. Variación espacial del ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en remanentes de bosque seco en Chimichagua (Cesar, Colombia). Páginas 833–849 en J.O. Rangel-Ch, editor. *Colombia Diversidad Biótica XII: la Región Caribe de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, Colombia.
- Edmonds W.D. 1994. Revision of *Phanaeus* MacLeay, a new world genus of Scarabaeine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Contributions in Science* 443: 1–105.
- Edmonds W.D. 2000. Revision of the neotropical dung beetle genus *Sulcophanaeus* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Heyrovskyana* 6: 1–60.
- Edmonds, W.D., y J. Zídek. 2004. Revision of the neotropical dung beetle genus *Oxysternon* (Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini). *Folia Heyrovskyana* 11:1–58.
- Edmonds, W.D., y J. Zídek. 2010. A taxonomic review of the Neotropical genus *Coprophanaeus* Olsoufieff, 1924 (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Insecta Mundi* 129: 1–111.
- Edmonds, W.D., y J. Zídek. 2012. Taxonomy of *Phanaeus* revisited: revised keys to and comments on species of the new world dung beetle genus *Phanaeus* MacLeay, 1819 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini). *Insecta Mundi* 274: 1–108.
- Escobar F. 1997. Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un fragmento de bosque seco al norte del Tolima, Colombia. *Caldasia* 19: 419–430.
- Escobar F. 2000. Diversidad y distribución de los escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. Páginas 197–210 en F. Martín-

Piera, J.J. Morrone, y A. Melic, Editores. Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica PrIBES-2000. Monografías Tercer Milenio Zaragoza, España.

● Escobar F. 2004. Diversity and composition of dung beetles (Scarabaeinae) assemblages in a heterogeneous Andean landscape. *Tropical Zoology* 17: 123–136.

● Escobar, F., y P. Chacón. 2000. Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleópteros coprófagos (Scarabaeinae Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño-Colombia. *Revista Biología Tropical* 48:961–975.

● Escobar F., J. Lobo, y G. Halffter 2005. Altitudinal variation of dung beetle (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in the Colombian Andes. *Global Ecology and Biogeography* 14:327–337.

● Estrada, A., y R. Coates-Estrada. 1991. Howler monkeys (*Allouatta palliata*) dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forests of Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 7: 459–474.

● Estrada A., G. Halffter, R. Coates-Estrada, y D. Meritt 1993. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Allouatta palliata*) and omnivore (*Nasua narica*) dung in the tropical rain forest of the Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 9: 45–54.

● Estrada A., R. Coates-Estrada, A. Anzures-Dadda, y P. Cammarano 1998. Dung and carrier beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 14: 577–593.

● Estrada A., A. Anzures, y R. Coates-Estrada 1999. Tropical rain forest fragmentation, howler monkeys (*Alouatta palliata*) and dung beetles of Tuxtlas, Mexico. *American Journal of Primatology* 48: 253–262.

● Forgie S.A., V. Grebennikov, y C.H. Scholtz 2002. Revision of *Sceliages* Westwood, a millipede-eating genus of southern african dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Invertebrate Systematics* 16: 931–955.

● Garcia, J.C., y L.C. Pardo. 2004. Escarabajos Scarabaeinae saprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque muy húmedo premontano de los andes occidentales colombianos. *Ecología Aplicada* 3: 59–63.

● Génier F. 1996. A revision of the neotropical dung beetle genus *Ontherus*. *Memoirs of the Entomological Society of Canada* 170: 1–169.

● Génier F. 2009. Le genre *Eurysternus* Dalman, 1824 révision taxonomique et clés de détermination illustrées. *Pensoft Series, Faunistica* 85: 1–430.

● Génier F. 2010. A review of the neotropical dung beetle genera *Deltorhinum* Harold, 1869, and *Lobidion* gen. nov. (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Zootaxa* 2693: 35–48.

● Génier, F., y B. Kollmann. 2003. Revision of the neotropical dung beetle genera *Scatimus* Erichson and *Scatrichus* gen.nov. (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Faberies* 28:57–111.

● Génier, F., y C.A. Medina. C. 2004. *Onthophagus mirabilis* Bates, description of the newly discovered female (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *The Coleopterists Bulletin* 58: 610–612.

● Gill B.D. 1991. Dung beetles in tropical American forests. Páginas 22–53 en I. Hanski y Y. Camberfort, editores. *Dung beetle ecology*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, Reino Unido.

● Giraldo C., F. Escobar, J. Chará, y Z. Calle 2011. The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian andes. *Insect Conservation and Diversity* 4: 115–122.

● Halffter, G., y W. Edmonds. 1982. The nesting behaviour of dung beetles (Scarabaeinae): an ecological an evolutive approach. *Instituto de Ecología*. Xalapa, México, DF. 1–176.

● Halffter, G., y E.G. Matthews. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae. *Folia Entomológica Mexicana* 12: 1–312.

● Howden, H., y O.P. Young. 1981. Panamanian Scarabaeinae taxonomie distribution and habits. *Contributions American Entomological Institute* 18: 1–204.

● Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt IAvH. 1995. Exploración ecológica a los fragmentos de bosque seco en el Valle del río Magdalena (norte del departamento del Tolima). Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental (GEMA). Villa de Leyva, Colombia.

● Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt IAvH. 1997. Caracterización ecológica de cuatro remanentes de bosque seco tropical de la región Caribe Colombiana. Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental (GEMA). Villa de Leyva, Colombia.

● Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt IAvH. 1997a. Análisis regional de la comunidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de los bosques

secos de la región Caribe de Colombia. Páginas 72–75 en Informe nacional sobre el estado de la Biodiversidad. Informe presentado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia.

- Instituto de Investigación de recursos Biológicos Alexander von Humboldt IAvH. 2002. Caracterización ecológica Reserva Taky-Huaylla, Garzón, Huila. Colombia.

- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt IAvH. 2009. Caracterización de la biodiversidad y de los sistemas de uso en áreas de influencia de la Corporación Autónoma Regional de Sucre componente insectos: escarabajos coprófagos, mariposas y hormigas. Páginas 93–130 en Informe Técnico Final Convenio Carsucre de la Biodiversidad de los Sistemas de Uso en Áreas de Influencia de la Corporación Autónoma Regional de Sucre. Informe presentado por Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia.

- Jiménez L., W. Mendieta-Otálora, H. García, y G. Amat-García 2008. Notas sobre los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en ambientes secos de la región de Santa Marta, Colombia. Acta Biológica Colombiana 13: 203–208.

- Larsen T., A. Lopera, y A. Forsyth 2008. Understanding trait-dependent community disassembly: dung beetles, density functions, and forest fragmentation. Conservation Biology 22: 1288–1298.

- Laverde L., M. Castellanos, y P. Stevenson 2002. Dispersión secundaria de semillas por escarabajos coprófagos (Scarabaeidae) a partir de heces de churucos (*Lagothrix lagothricha*) en el Parque Nacional Tinigua, Colombia. Universitas Scientiarum 7: 17–29.

- Losey, J.E., y M. Vaughan. 2006. The economic value of ecological services provided by insects. BioScience 6: 311–323.

- Martínez-Hernández N., S. García, M. Gutiérrez, S. Sanjuán, y C. Contreras 2010. Composición y estructura de la fauna de escarabajos (Insecta: Coleoptera) atraídos por trampas de luz en la Reserva Ecológica de Luriza, Atlántico, Colombia. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.) 47: 373–381.

- Martínez, I., y E. Montes de Oca. 1994. Observaciones sobre algunos factores microambientales y el ciclo biológico de dos especies de escarabajos rodadores (Coleoptera, Scarabaeidae, *Canthon*). Folia Entomológica Mexicana 91: 47–59.

- Martínez N., H. García, A. Pulido, D. Ospino, y J. Narváez 2009. Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de la vertiente noroccidental, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Neotropical Entomology 38: 708–715.

- Martínez N., L. Cañas, J. Rangel, J. Barraza, J. Maarit, y O. Blanco 2010. Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un fragmento de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle 11: 21–30.

- Martínez N., L. Cañas, J. Rangel, O. Blanco, J. Mendoza, y S. Choen 2010a. Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae, Scarabaeinae) en la reserva natural Las Delicias (RND), Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), Colombia. Boletín Científico Museo Historia Natural 14: 187–200.

- Medina C.A., A. Lopera, A. Vítolo, y B. Gill 2001. Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. Biota Colombiana 2: 131–144.

- Medina C.A., F. Escobar, y G. Kattan 2002. Diversity and habitat use of dung beetles in a restored andean landscape. Biotropica 34: 181–187.

- Mittal I.C. 1993. Natural manuring and soil conditioning by dung beetles. Tropical Ecology 34: 150–159.

- Morón M.A. 2004. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. 2 ed. Sociedad Aragonesa de Entomología, Instituto de Ecología A. C. México. 208p.

- Navarro L., K. Roman, H. Gómez, y A. Perez 2011. Variación estacional en escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de la serranía de Coraza, Sucre (Colombia). Revista Colombiana Ciencia Animal 3: 102–110.

- Nichols E., T. Larsen, S. Spector, A. Davis, F. Escobar, M. Favila, y K. Vulinec 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: a quantitative literature review and meta-analysis. Biological Conservation 137: 1–19.

- Nichols E., S. Spector, J. Louzada, T. Larsen, S. Amezcua, y M.E. Favila 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. Biological conservation 141: 1461–1474.

- Nichols E., T. Gardner, C. Peres, S. Spector, y the Scarabaeinae Research Network. 2009. Co-declining mammals and dung beetles: an impending ecological cascade. Oikos 118: 481–487.

- Padilla-Gil, D., y G. Halffter. 2007. Biogeography of the areas and *Canthonini* (Coleoptera: Scarabaeidae) of dry tropical forests in mesoamerica and Colombia. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 23: 73–108.

● Ponce-Santizo G, E. Andresen, E. Cano, y A. Cuarón 2006. Dispersión primaria de semillas por primates y dispersión secundaria por escarabajos coprófagos en Tikal, Guatemala. *Biotropica* 38: 390–397.

● Rivera-Cervantes, L., y G. Halfpter. 1999. Monografía de las especies mexicanas de *Canthon* del subgénero *Glaphyrocanthon* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana* 77: 23–150.

● Solís C., J. Noriega, y G. Herrera 2011. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en tres bosques secos del departamento del Atlántico-Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 12: 33–41.

● Tarasov, S., y A. Solodovnikov. 2011. Phylogenetic analyses reveal reliable morphological markers to classify mega-diversity in Onthophagini dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Cladistics* 27: 1–39.

● Spector S. 2006. Scarabaeinae dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) an invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. *The Coleopterists Bulletin* 5: 71–83.

● Vaz-de-Mello F. 2007. Revision and phylogeny of the dung beetle genus *Zonocoprís* Arrow 1932 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) a phoretic of land snails. *Annales de la Société Entomologique de France* 43: 231–239.



*Paullinia alata*  
Ilustración: Camila Pizano



## CAPÍTULO

# 7

*Partamona testacea*, Klug (Apidae)  
Fotografía: Claus Rasmussen

CAPÍTULO

7

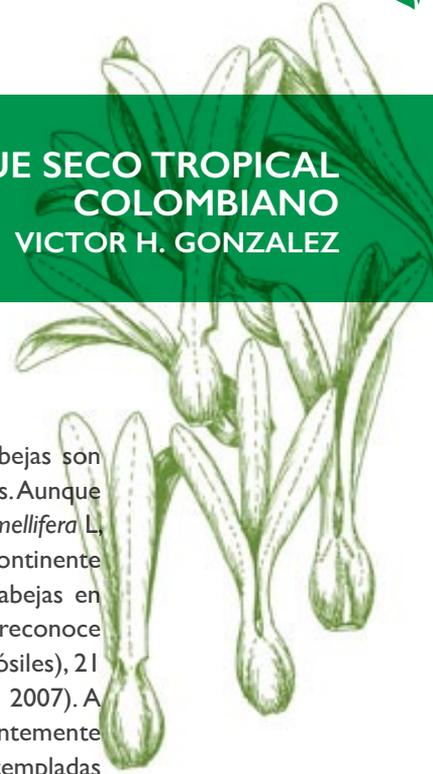
ABEJAS DEL BOSQUE SECO TROPICAL  
COLOMBIANO  
VICTOR H. GONZALEZ

INTRODUCCIÓN

Dentro de los insectos benéficos para el hombre, las abejas son quizás las más apreciadas por su biología, productos y servicios. Aunque para la mayoría de gente la palabra abeja es sinónimo de *Apis mellifera* L, la abeja del apicultor, la cual fue traída por los europeos al continente Americano, en realidad existen más de 20.000 especies de abejas en todo el mundo. La clasificación taxonómica más aceptada reconoce siete familias de abejas actuales (hay varios grupos de abejas fósiles), 21 subfamilias, 50 tribus y alrededor de 450 géneros (Michener 2007). A diferencia de muchos grupos de organismos, las abejas son aparentemente más diversas y abundantes en las regiones xéricas de las áreas templadas que en las regiones húmedas tropicales. Además, a diferencia de *A. mellifera*, la gran mayoría de abejas (~ 95%) no tienen reina, no viven en grupo, ni producen miel. Es decir, tienen un estilo de vida solitario en el cual la madre hace un nido con una o varias celdas que aprovisiona con polen y néctar de las flores para después poner un huevo en cada una de ellas. Una vez las celdas son selladas, la madre abandona el nido y comienza a hacer otro. En estas abejas las crías nunca tienen contacto con la madre y por lo tanto no hay solapamiento de generaciones como sucede en las abejas altamente sociales (Michener 2007). Sin embargo, algunas especies, como las de la familia Halictidae, exhiben una gran variabilidad en el comportamiento social. Por ejemplo, los nidos de las abejas nocturnas del género *Megalopta* Smith son inicialmente solitarios, pero algunos de ellos pueden transformarse en nidos sociales cuando las hembras que nacen se quedan a vivir en este, en vez de iniciar uno nuevo (e.g., Wcislo et al. 2004, Wcislo y Gonzalez 2006).

“AUNQUE PARA LA MAYORÍA DE NOSOTROS LA PALABRA ABEJA ES SINÓNIMO DE LA ABEJA DEL APICULTOR, EN REALIDAD EXISTEN MÁS DE 20.000 ESPECIES DE ABEJAS EN TODO EL MUNDO”

También hay abejas parásitas y ladronas, las cuales pueden tener apariencia de avispas porque han perdido las estructuras usadas para



manipular y cargar el polen. Las abejas parásitas son solitarias como las abejas megachilinas del género *Coelioxys* Latreille, las cuales depositan sus huevos en las celdas de otras abejas cuando éstas se encuentran forrajeando. Por el contrario, las abejas ladronas son sociales, como las abejas sin aguijón de los géneros *Lestrimelitta* Friese y *Trichotrigona* Camargo & Moure. Estas roban alimento y materiales para la construcción de sus nidos de otras abejas sin aguijón, incluyendo *A. mellifera*, a pesar de tener su propio nido (Portugal-Araújo 1958, Sakagami et al. 1993, Michener 2007).

“ LAS ABEJAS SON PRÁCTICAMENTE “AVISPAS VEGETARIANAS” QUE REEMPLAZARON POR POLEN LA PROTEÍNA DE INSECTOS U OTROS ARTRÓPODOS PARA ALIMENTAR A SUS CRÍAS HACE 120 MILLONES DE AÑOS CUANDO SURGIERON LAS PLANTAS CON FLORES ”

Las abejas son prácticamente “avispas vegetarianas” que reemplazaron por polen la proteína de insectos u otros artrópodos para alimentar a sus crías hace 120 millones de años cuando surgieron las plantas con flores (Angiospermas).

Algunas abejas utilizan polen de muchas plantas (abejas poliléticas) y están activas todo el año, mientras que otras son especialistas en el polen de unas pocas plantas (oligoléticas) y son altamente estacionales (e.g. Wcislo y Cane 1996). La gran mayoría de las abejas son robustas, peludas y vuelan durante el día, pero hay también abejas delgadas y con poco pelo que son muy parecidas a las avispas. Muchas son llamadas “nocturnas” porque visitan flores temprano en la mañana o en la noche. Por lo general las abejas son negras y opacas, pero hay varios grupos con especies que parecen haber sido pintadas por un artista para la admiración del público. Por ejemplo, las abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini) pueden ser completamente azules, rojas, o verdes brillantes, o pueden tener combinaciones de estos colores en varias partes del cuerpo.

No todas las abejas visitan a las flores por su néctar (fuente de azúcares) o polen. Algunas especies de abejas sin aguijón se alimentan exclusivamente de carroña de varios animales como única fuente de proteína (Roubik 1982, Camargo y Roubik 1991); otras se han observado tomando lágrimas de algunos vertebrados, incluyendo humanos, posiblemente para obtener proteínas de estos fluidos (Bänziger et al. 2009). De los ejemplos mencionados anteriormente, es claro que las abejas no sólo son diversas en el número de especies, sino también en su biología, tamaño y forma. Pero si no todas las abejas producen miel, la mayoría de ellas son solitarias, algunas de ellas son parásitas, e incluso hay algunas que se alimentan de carroña o lágrimas, ¿cuál es la verdadera importancia de las abejas?

La verdadera importancia de las abejas está en su papel como polinizadores, es decir, como agentes que transportan el polen de flor





*Melipona titania* Gribodo (Apidae)  
Fotografía: Claus Rasmussen

en flor. Solamente en los Estados Unidos, un estudio ha estimado que las abejas nativas (no *A. mellifera*) son esenciales para la producción de cerca de 3 billones de dólares en frutas cada año (e.g., Losey y Vaughn 2006). Tanto las plantas silvestres como las cultivadas dependen de la polinización por abejas. Debido a este papel como polinizadoras y las amenazas actuales a las que están sometidas algunas poblaciones y especies (e.g., Cameron et al. 2011), durante los últimos años se ha incrementado el interés de la sociedad y de los científicos por conocer y proteger a las abejas nativas.

## ABEJAS DE COLOMBIA

Para Colombia se han registrado hasta el momento alrededor de 600 especies (Ascher y Pickering 2013), agrupadas en aproximadamente 100 géneros de las siguientes cinco familias: Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, y Megachilidae. Como en otras áreas neotropicales, las familias más diversas son Apidae y Halictidae (Gonzalez y Engel 2004, Smith-Pardo y Gonzalez 2007a). A pesar de los esfuerzos de investigación y de que se cuenta con algunas listas preliminares de especies (e.g., Smith-Pardo 2003), la fauna de abejas o melitofauna del país todavía está en las primeras etapas de exploración. Una evidencia de esto es que se ha encontrado un gran número de especies nuevas de abejas en los últimos años (e.g., Camargo y Roubik 2005, Engel 1997, 2009, 2010, Engel y Gonzalez 2009, Gonzalez 2004, 2006, Gonzalez y Engel 2004, 2011, 2012, Gonzalez y Florez 2011, Gonzalez y Griswold 2011, 2012, Gonzalez y Ruz 2007, Smith-Pardo y Gonzalez 2007b, 2009, Gonzalez et al. 2010, 2012a,b). De igual manera, todavía se tiene un conocimiento

muy limitado sobre la diversidad de muchos grupos de abejas comunes y de importancia económica tales como las abejas del maracuyá (género *Xylocopa* Latreille), abejorros sociales (género *Bombus* Latreille) o abejas sin aguijón (Gonzalez et al. 2013). Por ejemplo, aún no es claro cuáles ni cuántas especies de abejorros sociales hay en Colombia, pues algunos trabajos indican la existencia de 9 especies (Lievano et al. 1994), mientras

que otros registran 12 (Ascher y Pickering 2013). Lo mismo sucede con las abejas del maracuyá y con varios grupos de abejas sin aguijón (Gonzalez et al. 2009).

“ESTE CONOCIMIENTO LIMITADO SOBRE LA MELITOFAUNA COLOMBIANA SE DEBE, EN PARTE, A LOS POCOS ESPECIALISTAS DE ABEJAS TRABAJANDO EN EL PAÍS Y AL ESCASO NÚMERO DE INVENTARIOS FAUNÍSTICOS EN VARIAS REGIONES DE COLOMBIA”

Este conocimiento limitado sobre la melitofauna colombiana se debe, en parte, a los pocos especialistas de abejas trabajando en el país y al escaso número

de inventarios faunísticos en varias regiones de Colombia (Smith-Pardo 2003). Los pocos inventarios que existen en Colombia están restringidos a los bosques tropicales del noroccidente del país. Es decir que la mayoría de zonas de vida y regiones naturales colombianas están por explorar (Smith-Pardo y Gonzalez 2007a). Hasta el momento el trabajo faunístico más intensivo y completo en términos de los periodos de tiempo muestreados y el uso sistemático de trampas es el de Smith-Pardo (1999) en el nororiente del departamento de Antioquia.

## ABEJAS DE LOS BOSQUES SECOS DE COLOMBIA

Se conoce muy poco sobre la melitofauna de los bosques secos tropicales de Colombia, a pesar de que estudios realizados en bosques secos de otros países neotropicales han demostrado que más de la mitad de las especies de plantas de estos bosques son polinizados por abejas (e.g., Oliveira y Gibbs 2000, Machado y Lopes 2004). Tal dependencia se debe a que la gran mayoría de plantas en bosques secos tropicales son **autoincompatibles** y requieren de **polinización cruzada**. Por ejemplo, en los bosques secos de Costa Rica y Venezuela se ha encontrado que por lo menos el 76% de las especies de plantas tienen este tipo de sistema reproductivo (e.g., Bawa 1974, Ruiz y Kalin 1978). La mayoría de plantas de bosques secos tienen flores adaptadas a la polinización por abejas, es decir, flores amarillas de tamaño mediano a grande con grandes recompensas de néctar, aunque algunas especies, particularmente en las familias Leguminosae y Solanaceae, proporcionan principalmente polen (Machado y Lopes 2004). No hay duda que las abejas juegan un papel importante en el mantenimiento y reproducción de los bosques secos tropicales.



## ABEJAS DEL BOSQUE SECO TROPICAL COLOMBIANO



*Xylocopa frontalis*  
(Oliver) (Apidae)



*Stelis vallenata*  
Gonzalez et al. (Megachilidae)



*Leioproctus rosellae*  
Gonzalez (Colletidae)



*Heriades tayrona*  
Gonzalez y Griswold  
(Megachilidae)



*Geotrigona joearroyoi*  
Gonzalez y Engel (Apidae)



Abeja de la familia Halictidae  
Fotografía: Camila Pizano

En Colombia, algunos estudios preliminares realizados durante los últimos dos años indican que la fauna de abejas de los bosques secos de la región Caribe es diversa, única e interesante, y que merece ser investigada en detalle (Gonzalez et al. 2012a). En los bosques de esta región se conocen varias especies endémicas, algunas de las cuales pertenecen a grupos anteriormente desconocidos para Sur América o que estaban restringidos al sur de Sur América. Por ejemplo, en 2011 se descubrió una especie del género *Heriades* Spinola (Megachilidae, Osmiini), *Heriades tayrona* Gonzalez y Griswold, en el parque Tayrona, lo que representó el primer registro para el género y la tribu en Sur América (Gonzalez y Griswold 2011). Este género sólo se conocía del Viejo Mundo, Norte y Centroamérica hasta Panamá, incluyendo las Bahamas, Cuba y República Dominicana. Por otro lado, el género *Leioproctus* Smith (*sensu* Michener 2007) sólo se conocía desde Chile y Argentina hasta el centro de Perú y nororiente de Brasil, pero *Leioproctus rosellae* Gonzalez fue descubierta en los bosques aledaños a Santa Marta en 2011 (Gonzalez y Florez 2011, Gonzalez et al. 2012b). Casos similares a estos también fueron registrados para los géneros *Tapinotaspoides* Moure (Apidae, Tapiotaspidini) y *Stelis* Panzer (Megachilidae, Anthidiini). Se descubrió además el nuevo género *Paratrigonoides* Camargo y Roubik (Apidae: Meliponini) en los bosques secos del Caribe y del valle del río Cauca. Este género se conoce de una sola especie y es el único grupo de abejas sin aguijón endémico de Colombia. Los aspectos de nidificación de *Paratrigonoides* todavía son desconocidos (Camargo y Roubik 2005).

En conjunto, estos hallazgos han contribuido significativamente al conocimiento de la diversidad local, así como a la biogeografía de las abejas neotropicales. Sin embargo, muchas de las especies endémicas

de los bosques secos se conocen del **espécimen tipo** o espécimen en el cual el investigador basó la descripción de la especie (e.g., *Centris ceratops* Vélez y Vivallo, *Geotrigona joearroyoi* Gonzalez y Engel, *Lestrimelitta huilensis* Gonzalez y Griswold, *L. opita* Gonzalez y Griswold, *Paratrigonoides mayri* Camargo y Roubik, *Stelis vallenata* Gonzalez et al.), o de unos pocos especímenes recolectados en unas pocas localidades (e.g., *Acamptopoeum colombiense* Shinn).

## BIOGEOGRAFÍA

Aunque la información actual no permite hacer un análisis detallado sobre la biogeografía de la melitofauna de los bosques secos de Colombia, de acuerdo a la composición taxonómica es posible ver dos tendencias en el origen o patrones de distribución de algunos grupos de abejas que son semejantes a los de la flora (e.g., Rangel-Ch. 2012). Al

igual que las plantas, hay grupos o especies de abejas con orígenes en el Caribe o Norte/Centroamérica, mientras que otros tienen orígenes suramericanos, principalmente de áreas secas o xéricas de Sur América templada. Entre los grupos o especies que representan el primer patrón de distribución están los géneros *Heriades* y *Stelis*, y las especies de abejas del fuego *Oxytrigona daemoniaca* (Camargo) y *Oxytrigona mellicolor* (Packard) (Apidae, Meliponini). Estas últimas dos especies son las más comunes y ampliamente distribuidas de este género en Colombia (Gonzalez 2007, Gonzalez y Roubik 2008). Los géneros *Acamptopoeum* Cockerell (Andrenidae, Calliopsini), *Leioproctus* y *Tapinotaspoidea* son ejemplos del segundo patrón de distribución. Finalmente hay especies como *Xylocopa frontalis* (Oliver) que están ampliamente distribuidas en la región neotropical y se encuentran en los bosques secos, pero que también habitan en otras zonas de vida del país (Cruz 1996, Gonzalez et al. 2009).

En cuanto a la distribución de las abejas en los bosques secos del país, hay especies que se han encontrado en varias regiones de Colombia, mientras que otras aparentemente están restringidas a alguna área en particular. Por ejemplo, *Anthidium sanguinicaudum* Schwarz (Megachilidae, Anthidiini), *Melipona favosa* (Fabricius) y *Frieseomelitta pauper* (Provancher) (Apidae, Meliponini) están ampliamente distribuidas en los bosques secos de los valles interandinos de los ríos Magdalena y el Cauca, y en la región Caribe colombiana y venezolana (Gonzalez et al. 2012a, Gonzalez y Griswold 2013). Al contrario, hay especies como

“ EL NÚMERO DE ESPECIES DE ABEJAS QUE HABITAN LOS BOSQUES SECOS COLOMBIANOS ES DESCONOCIDO. SIN EMBARGO, DADO QUE LAS ABEJAS SON MÁS ABUNDANTES Y DIVERSAS EN LAS ZONAS XÉRICAS QUE EN LAS REGIONES HÚMEDAS TROPICALES (MICHENER 2007), ES POSIBLE QUE LOS BOSQUES SECOS DE COLOMBIA TENGAN UNA DIVERSIDAD MUCHO MAYOR A LA ESPERADA EN OTROS ECOSISTEMAS DEL PAÍS. ”

Abeja de la familia Apidae y la tribu Meliponini  
Fotografía: Camila Pizano



*Paratrigonoides mayri* que se encuentran en los bosques de la cuenca superior del río Cauca y en la región Caribe. Así mismo, otras especies parecen estar restringidas a los bosques secos de algunas pocas regiones del país, como las abejas sin aguijón *Geotrigona arroyoi* y *Melipona ambigua* Roubik y Camargo, las cuales se conocen hasta el momento de la región Caribe. No obstante, es posible que estos endemismos sean artefactos de lo poco que sabemos sobre la melitofauna de los bosques secos colombianos.

El número de especies de abejas que habitan los bosques secos colombianos es desconocido. Sin embargo, dado que las abejas son más abundantes y diversas en las zonas xéricas que en las regiones húmedas tropicales (Michener 2007), es posible que los bosques secos de Colombia tengan una diversidad mucho mayor a la esperada en otros ecosistemas del país. El único inventario faunístico completo que existe para las abejas de un bosque tropical húmedo en Colombia fue realizado por Smith-Pardo (1999) en el nororiente antioqueño. En ese estudio se registraron 287 especies, lo que equivale aproximadamente al 48% del número de especies registradas hasta el momento para el país. Es posible entonces que exista un número similar o mucho mayor de especies de abejas en los bosques secos colombianos.

## IMPORTANCIA ECONÓMICA

Algunas especies de los bosques secos colombianos son importantes para la agricultura del país. Por ejemplo, en un estudio reciente, Zambrano et al. (2013) encontraron que los cultivos de ahuyama a pequeña escala en el valle del Patía (departamento del Cauca) son visitados por al menos 12 especies de abejas, principalmente por *Peponapis citrullina*

Cockerell (Apidae, Eucerini). Las abejas del género *Peponapis* Robertson son especialistas en flores de *Cucurbita* L y son importantes elementos en su polinización, por lo cual son llamadas “abejas de las ahuyamas” (Hurd y Linsley 1967). La distribución geográfica de *P. citrullina*, la única especie de *Peponapis* en Colombia, coincide con la distribución de otras especies de abejas en bosques secos y con los departamentos del país más productores de ahuyama, es decir, Valle del Cauca, Tolima, Guajira, Córdoba, Bolívar y Magdalena.

El Maracuyá es otro cultivo colombiano que se beneficia enormemente de la polinización por abejas del género *Xylocopa*. La importancia de estas abejas como polinizadoras eficientes del maracuyá ha sido reconocida en varios países del mundo (Camillo 2003). De hecho,

“ADEMÁS DE LOS SERVICIOS DE POLINIZACIÓN, OTRAS ESPECIES DEL BOSQUE SECO TALES COMO ALGUNAS ABEJAS SIN AGUIJÓN DE LOS GÉNEROS *MELIPONA* ILLIGER O *PARATRIGONA* SCHWARZ, TAMBIÉN PROPORCIONAN MIEL Y OTROS PRODUCTOS A CAMPESINOS Y PEQUEÑOS AGRICULTORES, REPRESENTANDO UNA FUENTE DE INGRESOS ADICIONAL PARA ESTAS COMUNIDADES.”

algunas especies son usadas regularmente en programas de polinización dirigida y, aunque todavía es un área en exploración, ya existen modelos de colmenas que permiten su cría y manipulación (e.g., Freitas y Oliveira-Filho 2003). En Colombia, la polinización del maracuyá fue evaluada por Caicedo et al. (1993a,b) en plantaciones del Valle del Cauca como una alternativa sostenible a los altos costos de la polinización manual, la cual es requerida cuando se tiene grandes extensiones de este cultivo. En Colombia se han registrado aproximadamente 25 especies de *Xylocopa* y la mayoría de ellas parecen estar concentradas en los bosques secos (Cruz 1996). El uso de estas abejas como polinizadores naturales tiene un gran potencial económico para Colombia, pero los trabajos sobre la biología de este género son escasos y la identificación de la mayoría de especies es imposible (Gonzalez et al. 2009). Además de los servicios de polinización, otras especies del bosque seco tales como algunas abejas sin aguijón de los géneros *Melipona* Illiger o *Paratrigona* Schwarz, también proporcionan miel y otros productos a campesinos y pequeños agricultores, representando una fuente de ingresos adicional para estas comunidades.

## CONSIDERACIONES FINALES

La poca información disponible sobre abejas sugiere la existencia de una fauna diversa y única asociada a los bosques secos colombianos. Un mejor conocimiento de esta diversidad permitirá su uso sostenible y su conservación. Muchas preguntas, algunas de ellas básicas, necesitan resolverse para lograr un mayor entendimiento de la melitofauna de

*Melipona eburnea* Friese (Apidae)  
Fotografía: Claus Rasmussen



estos bosques. Por ejemplo, ¿Cuántas especies albergan nuestros bosques secos? ¿Cuántas de ellas son endémicas? ¿Cuáles son los grupos funcionales más dominantes? ¿Cuáles son los métodos de captura más adecuados para evaluar la diversidad de abejas en estos bosques? ¿Cómo afecta la marcada estacionalidad en los periodos de lluvia el comportamiento social y ciclo de vida de las abejas? ¿Cómo afectan la alta radiación solar, las altas temperaturas y la baja humedad la composición y tamaño corporal de las abejas en los bosques secos? ¿Cuál es la contribución de las abejas en la polinización de los bosques secos de las diferentes regiones del país? ¿Cuáles especies de abejas son aprovechadas por las comunidades campesinas o pequeños agricultores? ¿Cuáles especies contribuyen significativamente a los cultivos de la región? No cabe duda que el estudio de la melitofauna de los bosques secos colombianos es un campo abierto de investigación. Ojalá que la información contenida en este capítulo proporcione la inspiración suficiente para que algunos investigadores emprendan su estudio.

## AGRADECIMIENTOS

Mis profundos agradecimientos a Camila Pizano por la invitación a participar en este libro, así como por los comentarios hechos por ella y Carlos Valderrama a este manuscrito. Mi participación en este trabajo fue posible gracias al apoyo del Departamento de Biología de Southwestern Oklahoma State University.

## REFERENCIAS

- Ascher, J. y J. Pickering. 2013. Bee Species Guide (Hymenoptera:Apoidea:Anthophila) [WWW document]. URL [http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea\\_species](http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species)
- Bänziger, H., Boongird, S., Sukumalanand, P. y S. Bänziger. 2009. Bees (Hymenoptera: Apidae) that drink human tears. Journal of the Kansas Entomological Society 82: 135–150.
- Bawa, K.S. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. Evolution 28: 85–92.
- Caicedo, G., Vargas, H. y J. Gaviria. 1993a. Estudio del modelo natural de asentamiento de *Xylocopa* (Hymenoptera: Anthophoridae) para la adaptación de refugios en el cultivo de maracujá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). Revista Colombiana de Entomología 19: 72–78.
- Caicedo, G., Vargas, H. y J. Gaviria. 1993b. Evaluación de *Xylocopa* spp. (Hymenoptera: Anthophoridae) como polinizadores en el cultivo de maracujá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). Revista Colombiana de Entomología 19: 107–110.
- Camargo, J.M.F. y D.W. Roubik. 1991. Systematics and bionomics of the apoid obligate necrophages: the *Trigona hypogea* group (Hymenoptera: Apidae; Meliponinae). Biological Journal of the Linnean Society 44: 13–39.
- Camargo, J.M.F. y D.W. Roubik. 2005. Neotropical Meliponini: *Paratrigonoides mayri*, new genus and species from western Colombia (Hymenoptera, Apidae, Apinae) and phylogeny of related genera. Zootaxa 1081: 33–45.
- Cameron, S.A., Lozier, J.D., Strange, J.P., Koch, J.B., Cordes, N., Solter, L.F. y T.L. Griswold. 2011. Patterns of widespread decline in North American bumble bees. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 108: 662–667.
- Camillo, E. 2003. Polinização do maracujá. Ribeirão Preto, Holos Editora. Ribeirão Preto, Brasil.
- Cruz, S. 1996. Abejas carpinteras de Colombia (Hymenoptera: Apidae). Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Engel, M.S. 1997. *Ischnomelissa*, a new augochlorine bee genus (Halictidae) from Colombia. Studies on Neotropical Fauna and Environment 32: 41–46.
- Engel, M.S. 2009. Notes on the augochlorine bee genus *Chlerogas* (Hymenoptera: Halictidae). Caldasia 31: 449–457.
- Engel, M.S. 2010. Revision of the bee genus *Chlerogella* (Hymenoptera, Halictidae), part II: South American species and generic diagnosis. ZooKeys 47: 1–100.
- Engel, M.S. y V.H. Gonzalez. 2009. A new species of *Chlerogas* from the Andes of central Colombia (Hymenoptera: Halictidae). Caldasia 31: 441–447.
- Freitas, B.M. y J.H. Oliveira-Filho. 2003. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). Ciencia Rural 33: 1135–1139.
- Gonzalez, V.H. 2004. A new species of *Acamptopoeum* from Colombia (Hymenoptera: Andrenidae: Panurginae). Caldasia 26: 239–243.
- Gonzalez, V.H. 2006. Dos especies nuevas de abejas de la ciudad de Bogotá (Colombia). Revista Colombiana de Entomología 32: 93–96.
- Gonzalez, V.H. 2007. Distribución geográfica de las abejas del fuego en Colombia (Hymenoptera, Apidae, Meliponini, *Oxytrigona*). Revista Colombiana de Entomología 33: 188–189.
- Gonzalez, V.H. y M.S. Engel. 2004. The tropical Andean bee fauna (Insecta: Hymenoptera: Apoidea), with examples from Colombia. Entomologische Abhandlungen 62: 65–75.
- Gonzalez, V.H. y M.S. Engel. 2011. *Andinopanurgus*, a new Andean subgenus of *Protandrena* (Hymenoptera, Andrenidae). ZooKeys 126: 57–76.
- Gonzalez, V.H. y M.S. Engel. 2012. A new species of *Geotrigona* Moure from the Caribbean coast of Colombia (Hymenoptera, Apidae). ZooKeys 172: 77–87.
- Gonzalez, V.H. y J. Florez. 2011. *Leiproctus rosellae* sp. n., the first record of the genus from northern South America (Hymenoptera, Colletidae). ZooKeys 141: 71–77.
- Gonzalez, V.H. y T. Griswold. 2011. *Heriades taylorana* n. sp., the first Osmiine bee from South America (Hymenoptera: Megachilidae). Journal of the Kansas Entomological Society 84: 255–259.
- Gonzalez, V.H. y T. Griswold. 2012. New species and previously unknown males of neotropical cleptobiotic stingless bees (Hymenoptera, Apidae). Caldasia 34: 227–245.

- Gonzalez, V.H. y T. Griswold. 2013. Wool carder bees of the genus *Anthidium* in the Western Hemisphere (Hymenoptera: Megachilidae): diversity, host plant associations, phylogeny and biogeography. *Zoological Journal of the Linnean Society* 168: 221–425.
- Gonzalez, V.H. y L. Ruz. 2007. New enigmatic Andean bee species of *Protandrena* (Hymenoptera, Andrenidae, Panurginae). *Revista Brasileira de Entomologia* 51: 397–403.
- Gonzalez, V.H., y D.W. Roubik. 2008. Especies nuevas y filogenia de las abejas de fuego, *Oxytrigona* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). *Acta Zoológica Mexicana* 24: 43–71.
- Gonzalez, V.H., Gonzalez, M. y Y. Cuellar. 2009. Notas biológicas y taxonómicas sobre los abejorros del maracuyá del género *Xylocopa* (Hymenoptera: Apidae, Xylocopini) en Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 14: 31–40.
- Gonzalez, V.H., C. Rasmussen y A. Velázquez. 2010. Una especie nueva de *Lestrimelitta* y un cambio de nombre en *Lasioglossum* (Hymenoptera: Apidae, Halictidae). *Revista Colombiana de Entomología* 36: 319–324.
- Gonzalez, V.H., Ascher, J.S. y M.S. Engel. 2012a. A new *Stelis* (*Dolichostelis*) from northern Colombia (Hymenoptera: Megachilidae): first records for South America and a synopsis of the bee fauna from the Caribbean region of Colombia. *Journal of Natural History* 46: 2919–2934.
- Gonzalez, V.H., Sepúlveda, P. y T. Griswold. 2012b. Taxonomic notes on American *Heriades* Spinola, 1808 and *Leioproctus* Smith, 1853 (Hymenoptera: Megachilidae, Colletidae). *Zootaxa* 3591: 75–78.
- Gonzalez, V.H., Griswold, T. y M.S. Engel. 2013. Obtaining a better understanding of native bees: where do we start? *Systematic Entomology* 38: 645–653.
- Hurd, P.D., Jr., y E.G. Linsley. 1967. South American squash and gourd bees of the genus *Peponapis* (Hymenoptera: Apoidea). *Annals of the Entomological Society of America* 60: 647–661.
- Lievano, L.A., Ospina, T.R. y G. Nates. 1994. Contribución al conocimiento de la taxonomía del género *Bombus* en Colombia. *Trianea* 5: 221–233.
- Losey, J.E. y M. Vaughn. 2006. The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience* 56: 311–323.
- Machado, I.C. y A.V. Lopes. 2004. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. *Annals of Botany* 94: 365–376.
- Michener, C.D. 2007. *The bees of the world*, segunda edición, Baltimore: Johns Hopkins University Press, EE.UU.
- Oliveira, P.E. y P.E. Gibbs. 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora* 195: 311–329.
- Portugal-Araújo, V. 1958. A contribution to the bionomics of *Lestrimelitta cubiceps*. *Journal of the Kansas Entomological Society* 31: 203–211.
- Rangel-Ch, J.O. 2012. (ed). *La vegetación de la región Caribe de Colombia: Composición florística y aspectos de la estructura*. Páginas 365–476 en Rangel-ch, J.O. editor. *Colombia Diversidad Biótica XII. La Región Caribe de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, Colombia.
- Roubik, D.W. 1982. Obligate necrophagy in a social bee. *Science* 217: 1059–1060.
- Ruiz, T. y M.T. Kalin. 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica* 10: 221–230.
- Sakagami, S.F., Roubik, D.W., y R. Zucchi. 1993. Ethology of the robber stingless bee, *Lestrimelitta limao*. *Sociobiology* 21: 237–277.
- Smith-Pardo, A. 1999. Abejas (Hymenoptera: Apoidea) de la zona de influencia del embalse Porcè II (Antioquia, Colombia). Tesis de Maestría. Medellín: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Postgrado en Entomología, Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.
- Smith-Pardo, A. 2003. A preliminary account of the bees of Colombia (Hymenoptera: Apoidea): present knowledge and future directions. *Journal of the Kansas Entomological Society* 76: 335–341.
- Smith-Pardo, A. y V.H. Gonzalez. 2007a. Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en estados sucesionales del bosque húmedo tropical. *Acta Biológica Colombiana* 12: 43–56.
- Smith-Pardo, A. y V.H. Gonzalez. 2007b. Abejas *Chilicola* (Hymenoptera, Colletidae, Xeromelissinae) del grupo *megalostigma*: una nueva especie de Colombia y clave para las especies. *Neotropical Entomology* 36: 910–913.
- Smith-Pardo, A.H. y V.H. Gonzalez. 2009. A revision of *Neocorynura* bees of the *joannisi* group, with new geographical records for other rare Andean species (Hymenoptera: Halictidae, Augochlorini). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 44: 115–129.



● Wcislo, W.T. y J.H. Cane. 1996. Floral resource utilization by solitary bees (Hymenoptera: Apoidea) and exploitation of their stored foods by natural enemies. *Annual Review of Entomology* 41: 257–286.

● Wcislo, T.W., L. Arneson, K. Roesch, V.H. Gonzalez, A. Smith. 2004. The evolution of nocturnal behaviour in sweat bees, *Megalopta genalis* and *M. ecuadoria* (Hymenoptera: Halictidae): an escape from competitor and enemies? *Biological Journal of the Linnean Society of London* 83: 377–387.

● Wcislo, W.T. y V.H. Gonzalez. 2006. Social and ecological contexts of trophallaxis in facultatively social sweat bees, *Megalopta genalis* and *M. ecuadoria* (Hymenoptera, Halictidae). *Insectes Sociaux* 53: 220–225.

● Zambrano-G, G., V. H. Gonzalez, I.A. Hinojosa-Díaz y M.S. Engel. 2013. Bees visiting squash (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poirlet) in southwestern Colombia (Hymenoptera:Apoidea). *Journal of Melittology* 18: 1–5.



*Triplaris americana*  
Ilustración: Camila Pizano



# CAPÍTULO



Paisaje con bosque seco fragmentado en los alrededores de Mariquita, Tolima.  
Fotografía: Camila Pizano

CAPÍTULO

8

DISTRIBUCIÓN Y ESTADO ACTUAL DE LOS  
REMANENTES DEL BIOMA DE BOSQUE  
SECO TROPICAL EN COLOMBIA:  
INSUMOS PARA SU GESTIÓN

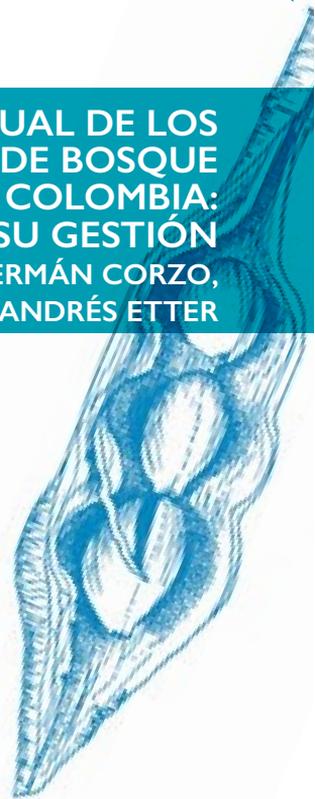
HERNANDO GARCÍA, GERMÁN CORZO,  
PAOLA ISAACS Y ANDRÉS ETTER

INTRODUCCIÓN

El bioma bosque seco tropical (BST) representa cerca de un 42% de los ecosistemas boscosos tropicales del mundo. Para el neotrópico se han registrado cerca de 700.000 km<sup>2</sup> en su condición original, que equivaldrían a un 67% de la cobertura global original (Dirzo et al. 2011). Estos bosques se caracterizan por una alta diversidad biológica pero especialmente por un elevado número de **endemismos**, formas de vida y de **grupos funcionales**. Igualmente, por una alta **diversidad beta** reflejada en la disimilaridad de especies de plantas (valor de distancia florística) entre regiones geográficas (Linares-Palomino et al. 2011).

Son varios los trabajos que han hecho aproximaciones al mapeo de bosques secos en el neotrópico (Olson et al. 2001; Miles et al. 2006; Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010). En 2006, Miles y colaboradores obtuvieron mapas a partir de imágenes MODIS (Global Land Cover Facility) de 500 m de celda en el que se consideraba bosque si éste cubría al menos el 40% del área a mapear. En este trabajo consideraron 4 biomas semiáridos diferentes que implican la agregación de arbustos y áreas arboladas con bosque, lo que sugiere una gran sobreestimación. El resultado mostró una cobertura de BST de 699.482 km<sup>2</sup>, donde el 81% está representado en Sur América y el resto en Mesoamérica y el Caribe. La iniciativa más reciente, donde se estima la cobertura actual a nivel neotropical es el trabajo de Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa (2010), en el cual mediante clasificación supervisada de imágenes MODIS (corregidas con imágenes Landsat y con puntos de verificación de campo) se estimó una extensión aproximada de 519.597 km<sup>2</sup> de BST para las Américas con una pérdida del 66% basada en el cálculo de BST originales de Olson y colaboradores (2001).

“EL BIOMA BOSQUE SECO TROPICAL (BST) REPRESENTA CERCA DE UN 42% DE LOS ECOSISTEMAS BOSCOSOS TROPICALES DEL MUNDO”



Para Colombia, si bien las estimaciones de Espinal y Montenegro (1977) y Hernández y colaboradores (1992) daban cuenta de una extensión original de BST de más de 8 millones de hectáreas, diferentes factores históricos han determinado una condición actual de elevada relictualidad y fragmentación, con estimaciones de cerca del 3% de la cobertura original (basada en el mapa de ecosistemas, IDEAM et al. 2007). Esta condición responde a factores históricos que datan de más de 500 años de transformación continua, en contraste con los procesos de pérdida de cobertura recientes de otros tipos de ecosistemas como los bosques andinos y las selvas de tierras bajas (Etter et al. 2008).

Son múltiples las razones por las cuales el bosque seco ha sido transformado. Por un lado, su ubicación en tierras bajas (por debajo de los 1.000 m.s.n.m en general) en el Caribe y valles interandinos, que en gran medida coincide con el eje histórico (incluso precolombino) de expansión de la frontera agropecuaria, ha facilitado su elevada fragmentación (Espinal y Montenegro 1977, Etter et al. 2008). Por otra parte, su configuración actual en archipiélagos con conectividad cada vez más limitada ha reducido sus posibilidades de conservación a través de grandes áreas asociadas a parques nacionales, además de potenciar su vulnerabilidad a los efectos sinérgicos de la fragmentación, la sobreexplotación y los nuevos escenarios de cambio climático global (Miles et al. 2006, Reynolds et al. 2007).

Adicionalmente, el bioma de bosque seco ha sido poco estudiado desde una perspectiva ecológica que permita comprender su dinámica y su importancia en la generación de servicios ecosistémicos. Esta perspectiva es fundamental para orientar la restauración de las relaciones ecológicas que mantienen la funcionalidad del bioma de BST y los territorios de los cuales hace parte (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010). Desde una perspectiva geográfica, dada la relictualidad de los bosques secos, la limitada información cartográfica a escalas detalladas y semidetalladas (1:100.000 y 1:25.000) y la aproximación a la espacialización desarrollada en el mapa de ecosistemas a escala 1:500.000 (IDEAM et al. 2007) o 1:250.000 (Galindo et al. 2009a, 2009b), el bosque seco se ha invisibilizado, lo cual ha dificultado su integración en los instrumentos de ordenamiento territorial claves para su protección (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010).

El propósito de este capítulo era hacer un análisis regionalizado del estado actual de transformación del bioma de BST en Colombia, con el fin de identificar la ubicación y las características espaciales de áreas relevantes de remanentes, para aportar insumos para la gestión de su conservación y restauración. El análisis utiliza la mejor información



Deforestación debido a la ganadería en una zona de bosque seco cerca a Armero-Guayabal. Fotografía: Camila Pizano

disponible complementada con información de expertos nacionales. A partir de los resultados se formulan algunas recomendaciones para orientar el uso sostenible y futuras investigaciones en esta área del conocimiento.

## PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

### INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA UTILIZADA

Los insumos cartográficos utilizados fueron: mapas a escala 1:100.000 de i) uso y cobertura de la tierra Corine Landcover - CLC (IDEAM 2012); ii) BST “originales” de Colombia (basado en una versión ajustada del mapa utilizado en Etter et al. 2008); iii) BST actuales (Corzo y Delgado 2012); iv) Sistema Nacional de Áreas Protegidas (basado en consulta al RUNAP en octubre de 2013); v) vocación y conflictos de uso (IGAC 2012) a escala 1:500.000 y vii) degradación de suelos y tierras por desertificación (IDEAM 2003).

La leyenda Corine Landcover (CLC) del mapa de coberturas vegetales actuales clasifica las coberturas naturales y semi-naturales de acuerdo a los siguientes criterios (IDEAM 2010): *bosques densos* cuando la cobertura arbórea es mayor a 70% del polígono delimitado; *bosques abiertos* cuando la cobertura arbórea representa entre 30% y 70% del área total del polígono dentro de la cual la mayoría de las copas de los árboles están intactas; *bosques de galería y riparios* cuando los remanentes de bosques sobre los cauces de los cuerpos de agua

están relegados a las formas sinuosas de los cauces; y *bosque fragmentado* cuando los bosques naturales densos o abiertos tienen una continuidad horizontal afectada por la inclusión de pasto, cultivos o vegetación en transición, las cuales abarcan entre 5% y 30% del área total del polígono. Por último, la vegetación secundaria o en transición fue definida como aquella cobertura en sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de alguna intervención.

## ANÁLISIS

Basados en el mapa de bosques secos originales generado por Etter y colaboradores (2008), el resultado preliminar del mapa de bosques secos de Colombia a 1:100.000 (Corzo y Delgado 2012) y los mapas oficiales referenciados anteriormente, se realizaron los análisis para determinar la distribución y el estado actual de los remanentes del bioma de BST en Colombia. En particular se evaluó qué ha pasado con aquellos territorios que según la distribución original estaban cubiertos por bosques secos y hoy en día presentan otro tipo de coberturas antropogénicas en términos de la proporción de áreas con conflictos agrícolas, susceptibilidad a la desertificación y condición de relictualidad. Su representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de los remanentes actuales también fue evaluada. Tanto el mapa de Etter y colaboradores (2008) como el de bosques secos actuales (Corzo y Delgado 2012) no incorporan los BST proyectados para la Orinoquía colombiana por otros trabajos (Olson et al. 2001; Miles et al. 2006), razón por la cual esta distribución para BST no fue incluida en el presente trabajo.

Para la identificación de los BST actuales se usó el mapa de distribución de las condiciones climáticas potenciales de este ecosistema<sup>1</sup> (basado en datos de WorldClim) y el mapa de las coberturas de la tierra de acuerdo a lo que corresponde a “bosques y áreas semi-naturales” según la metodología CLC. El resultado fue revisado y validado con más de 30 expertos a nivel nacional basado en su conocimiento a escala regional y local de la distribución actual de los remanentes de

<sup>1</sup> A partir de la temperatura mensual (media, mínima y máxima) y de modelos de radiación global mensual obtenidos a partir del modelo digital de elevaciones, se calculó la evapotranspiración de referencia (E<sub>To</sub>) utilizando la ecuación de Hargreaves 1985 (Hargreaves y Allen 2003). Las imágenes de E<sub>To</sub> obtenidas fueron agregadas por trimestre, al igual que las de precipitación (P) mensuales para calcular el balance hídrico (P-E<sub>To</sub>) y el índice de aridez (P/E<sub>To</sub>), según Naciones Unidas (UN) (United Nations 2011). La información trimestral fue categorizada según la clasificación que propone UN en cinco clases de áreas: 1) húmedas, 2) secas sub-húmedas, 3) semiáridas, 4) áridas y 5) muy áridas.

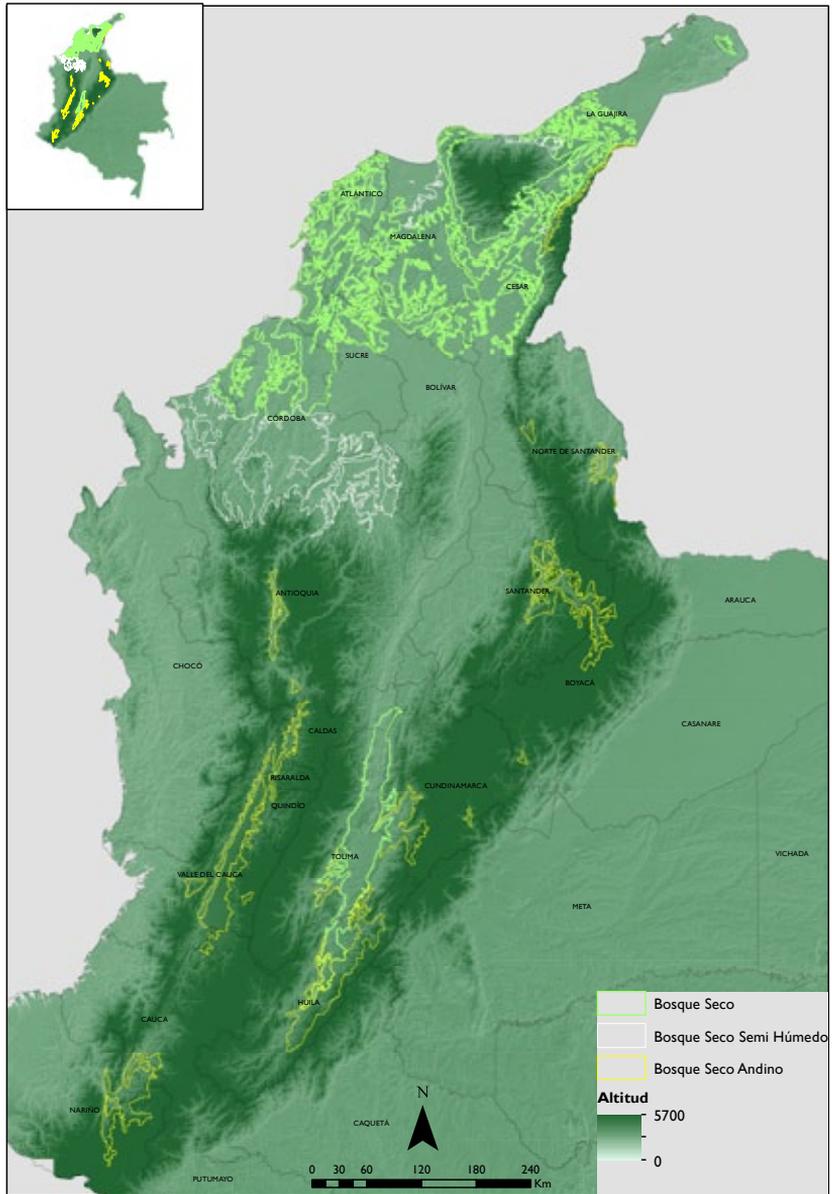
bosque seco. Como resultado, se obtuvo un mapa con un conjunto de polígonos que desde el CLC se definieron como polígonos de BST natural (polígonos correspondientes a bosque denso, bosques abiertos y bosques de galería) y otro conjunto de polígonos, que si bien por la escala 1:100.000 del CLC no fueron identificados como bosques secos, se hacen visibles como mosaicos con áreas transformadas bajo la clasificación de “mosaicos de pastos y espacios naturales”, “mosaicos de cultivos y espacios naturales” y “mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales”. Este mapa en su versión actual (Corzo y Delgado 2012) fue además validado con una serie de verificaciones de las coberturas de los polígonos en campo, y su versión oficial ya está disponible ([www.humboldt.org.co](http://www.humboldt.org.co)).

Con la cartografía generada y discutida con los expertos a nivel nacional se evaluaron los resultados de la distribución actual de bosque seco con énfasis en los valores de relictualidad y representatividad. La relictualidad se calculó con base en el porcentaje del remanente de la cobertura original de los bosques secos (naturales y transformados) con referencia a la distribución original del mapa de Etter y colaboradores (2008). La representatividad se evaluó como la proporción de estas áreas remanentes de BST que están presentes en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (de acuerdo al RUNAP, octubre 2013), sin consideración de sus categorías, zonificaciones ni efectividad en su manejo.

“SE EVALUÓ QUÉ HA PASADO CON AQUELLOS TERRITORIOS QUE SEGÚN LA DISTRIBUCIÓN ORIGINAL ESTABAN CUBIERTOS POR BOSQUES SECOS Y HOY EN DÍA PRESENTAN OTRO TIPO DE COBERTURAS ANTROPOGÉNICAS EN TÉRMINOS DE LA PROPORCIÓN DE ÁREAS CON CONFLICTOS AGRÍCOLAS, SUSCEPTIBILIDAD A LA DESERTIFICACIÓN Y CONDICIÓN DE RELICTUALIDAD”

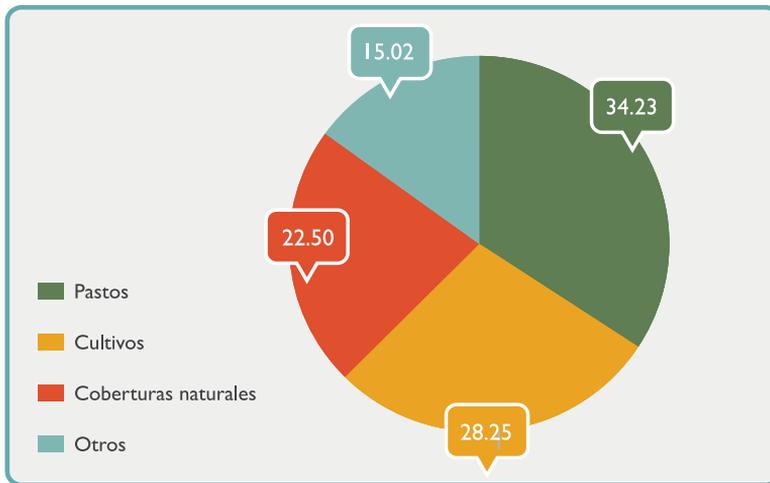
## BOSQUES SECOS ORIGINALES Y PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN

De acuerdo al mapa de ecosistemas originales (Etter et al. 2008) la extensión del bioma de los BST en Colombia era de aproximadamente 8.882.854 ha y comprendía un mosaico de bosques y arbustales densos. Según los autores, este bioma se agrupa en tres clases: bosques secos de baja altitud (4.881.127 ha), bosques secos semi húmedos transicionales (1.844.365 ha), y bosques secos andinos (2.157.362 ha) (Figura 8.1). De acuerdo con su distribución biogeográfica general, la mayor parte de estos tres tipos de bosques estaban ubicados en el cinturón árido pericaribeño (71%), seguido por el valle del río Magdalena (21%), mientras que en el valle del río Cauca estaría el 7% y en la región Norandina y Catatumbo el 1%.



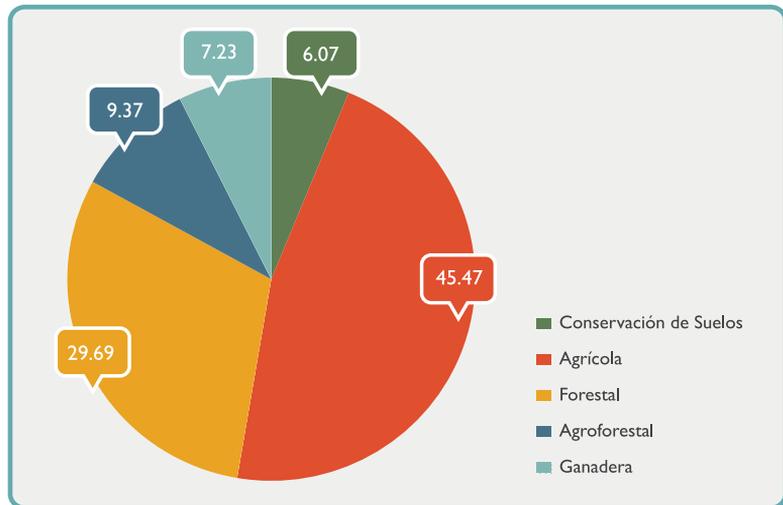
**Figura 8.1.** Mapa de bosques secos originales (basado en mapas de Etter et al. 2008)

La mayor parte de lo que cubría originalmente el bosque seco (excluyendo a los otros dos tipos de cobertura), está representado en la actualidad por pequeños remanentes de bosque en territorios antropogénicos altamente transformados. Un 28% está bajo diferentes tipos de uso agrícola (2.508.948 ha) y un 34% presenta usos ganaderos con una cobertura predominante de pastos (3.040.506 ha) (Figura 8.2). Un 15 % de las demás coberturas incluye cuerpos de agua, playas, arenales, suelos desnudos, infraestructura humana y afloramientos rocosos entre otros.



**Figura 8.2.** Distribución actual (%) de las coberturas y usos del suelo de la superficie original de bosque seco (excluyendo bosque seco semi húmedo y bosque seco andino) en Colombia según Etter et al. 2008.

Una mirada al mapa de ecosistemas originales del bioma de BST frente al mapa actual de vocación de uso (IGAC 2012) que establece los usos más apropiados según la capacidad agrológica de los suelos del país muestra señales de conflicto frente a la conservación del bosque seco. Tan sólo un 6% del territorio original del bioma de BST se propone como área de conservación de suelo, debido a que presenta suelos altamente salinizados (clase agrológica 8) que se excluyen para uso productivo. Así mismo, al 45% del área se le establece vocación agrícola, al 29% aptitud forestal, al 9% aptitud agroforestal y al 7% usos ganaderos (Figura 8.3). Esto implica que para cerca del 60% del área original de bosque seco se recomienda el uso ganadero y agrícola, lo cual, asumiendo en un escenario de ordenamiento territorial, claramente manda un mensaje perverso para la conservación de este bioma, incrementando aún más el riesgo de su desaparición. Es necesario y urgente evaluar la recomendación de este mapa sobre usos agroforestales y forestales en aquellas áreas sobre-utilizadas y las zonas de conservación en suelos muy erosionados y degradados (IGAC 2012).



**Figura 8.3.** Clases de “vocación de uso del suelo” para las áreas potenciales del bioma de BST según el mapa de conflictos de uso (IGAC 2012).

De acuerdo al mapa nacional de “Conflictos de uso del territorio colombiano” actualizado (IGAC 2012), tan sólo el 28% de las áreas de bosque seco ahora transformadas no presenta conflictos. El otro 72% presenta conflictos asociados a la sobreutilización especialmente por degradación y erosión (28,7%), conflictos por subutilización en tierras que teniendo mayor potencial productivo se encuentran mal utilizadas (33,5%), conflictos en áreas pantanosas y cuerpos de agua (4,4%) y conflictos urbanos por obras civiles, mineras y usos inadecuados (1,6%)<sup>2</sup>. Según lo reporta el mapa de conflictos de uso, la ganadería extensiva en tierras apropiadas para usos agrícolas y forestales trajeron como consecuencia la subutilización e ineficiencia en el uso de los recursos, lo que repercute en los campos social, económico y ambiental (IGAC 2012).

La vulnerabilidad de estos sistemas ecológicos queda en evidencia cuando se analiza el mapa de bosques secos originales frente a la información de la degradación de tierras del país (IDEAM 2003) que identifica los problemas de erosión y desertificación. La desertificación<sup>3</sup> es un criterio clave ya que representa la última etapa del proceso de degradación de la tierra debido a su mal manejo. La degradación se inicia con la erosión y la reducción de la productividad, y termina con la pérdida total del suelo. Cuando esto sucede, la desertificación es prácticamente irreversible (MAVDT 2005, 2007). Entre las manifestaciones de la desertificación están la erosión acelerada de los suelos provocada por el agua y el viento y su creciente salinización, caso que se ha reportado en algunas regiones de Colombia donde había originalmente bosque seco.

Los resultados de este estudio muestran que del total de tierras que presentan desertificación en el país, el 27% se presenta en áreas de BST, donde más del 65% de las áreas transformadas presentan problemas de desertificación en la actualidad (4,6% desertificación muy alta, 23,5% alta, 20,1% moderada y 16,9% baja). De éstos, cerca del 37% ocurre en áreas agrícolas según la leyenda de CLC, siendo muy alta en un 2,7%, alta en un 18% y moderada en un 16%. Del total de cobertura actual según el CLC, el 32% de las áreas con desertificación están bajo uso ganadero con pastos limpios y el 27% presenta zonas de cultivos.

Estos aspectos de tipo de cobertura presente, vocación, conflicto y desertificación del suelo demuestran el panorama de deterioro y amenaza en el que se encuentran los BST, sin dejar de lado su elevada fragmentación y remanencia de parches de tamaño pequeño.

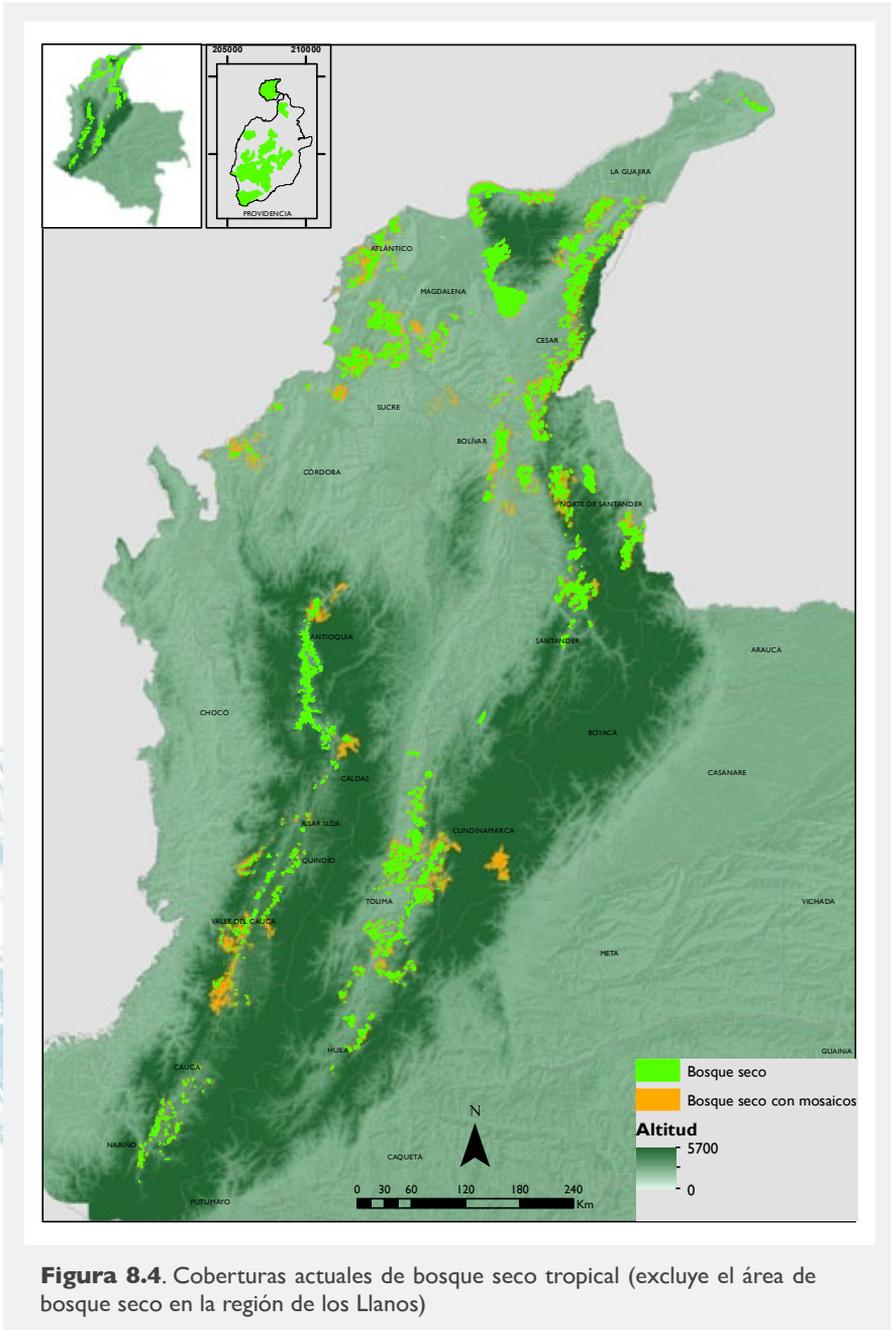
## SITUACIÓN DE LOS BST REMANENTES EN COLOMBIA

Como resultado de la modelación climática, los cruces con la cartografía CLC 1:100.000 y los ajustes mediante talleres de expertos, se identificaron un total de casi 720 mil hectáreas de bosques secos en el país en dos categorías: polígonos que representan extensiones continuas de bosques secos (332.810 ha) y polígonos que presentan matrices

<sup>2</sup> Las tierras sin conflictos de uso o con uso adecuado se caracterizan porque la oferta ambiental dominante guarda correspondencia con la demanda de la población. El conflicto de uso por subutilización se presenta en tierras donde la demanda ambiental es menos intensa en comparación con una mayor capacidad productiva, mientras que la sobreutilización se presenta en tierras en las cuales los agro-ecosistemas predominantes hacen un aprovechamiento intensivo de la base natural de recursos, sobrepasando su capacidad natural productiva. Se identificaron los conflictos de uso por utilización agropecuaria en las zonas de humedales, ciénagas y pantanos, en los cuales el hombre en época de verano utiliza los suelos para el establecimiento de estos sistemas de producción. Los conflictos de tipo minero se localizan principalmente en las áreas de ríos, páramos y ciénagas que tienen valor ecosistémico para su protección, como también en las áreas con alta aptitud agropecuaria. Los conflictos por obras civiles y urbanas se dan en zonas de humedales, cuerpos de agua, pantanos, y en otros casos en áreas altamente agrícolas del país. Los conflictos urbanos se dan en las cabeceras municipales o de corregimiento que se encuentran localizadas sobre ecosistemas estratégicos y áreas con un potencial alto para las actividades agrícolas (clases agrológicas I, II y III) y en áreas de conservación y/o recuperación de suelos (Clase agrológica VIII), presentando un conflicto legal por no cumplir lo establecido en el Decreto 3600 de 2007 en su artículo 4. También se presentan conflictos de uso de las tierras en áreas de manejo especial con ordenamiento jurídico y se refieren al uso en actividades agropecuarias, agroforestales o forestales de producción en áreas protegidas que gozan de restricciones en el uso y aprovechamiento de los recursos, con base en las disposiciones legales vigentes, como en las áreas del Sistema de Parques Naturales Nacionales (IGAC 2012).

<sup>3</sup> La desertificación hace referencia a la degradación de los territorios y la pérdida de la integridad ecológica en ecosistemas áridos, semiáridos secos y subhúmedos, resultado en gran medida de las actividades humanas y la variación climática (UNCCCD 1994).

transformadas de pastos, cultivos y espacios naturales (384.416 ha) que contienen según la leyenda de CLC, al menos un 30% de remanentes de bosque seco que a la escala 1:100.000 (sólo polígonos continuos de más de 25 ha) no son visibles (Figura 8.4).



Estos bosques fueron clasificados de acuerdo a cuatro regiones biogeográficas para el bosque seco en Colombia: el Caribe, el Norandino (incluye Catatumbo) y los asociados a los ríos Cauca y Magdalena. Los bosques secos del Cauca y del Magdalena fueron diferenciados a su vez en subregiones de acuerdo al criterio de los expertos. En el Cauca se identificaron los bosques secos asociados al Alto Cauca (que integra al Patía y sus afluentes) y al Medio y Bajo Cauca (que integra los BST de Antioquia, Risaralada y Valle del Cauca). Para el Magdalena están las subregiones del Alto Magdalena (Huila, Tolima y Cundinamarca) y los del Magdalena Medio (incluye afluentes como Chicamocha, Sogamoso y Lebrija, entre otros).

Para la región Caribe se observó la mejor condición de remanencia del BST, ya que en esta región un 55% del total del BST actual corresponde a polígonos de bosque natural. En la región Norandina de las cerca de 80.000 hectáreas identificadas, el 47% corresponde a BST naturales y un 53% a áreas agrícolas y ganaderas que aún mantienen pequeños remanentes de BST en matrices transformadas. Una situación muy parecida fue observada en la región del valle del río Magdalena. La mayor parte de los remanentes identificados en esta región como BST hacen parte del Alto Magdalena (70,6%) donde tan solo el 39,5% son polígonos de bosque natural. En el Magdalena Medio, si bien quedan menos hectáreas de BST, la proporción de bosques naturales fue del 60,4%. La situación de remanencia del BST en el valle del río Cauca es crítica. Tanto en el Alto Cauca como en el Medio y Bajo Cauca la proporción de BST natural es inferior al 20%. Esto refleja la condición de un bosque muy fragmentado y relictual representado en pequeños parches inmersos en matrices transformadas principalmente para la ganadería y la agricultura (Tabla 8.1).

**Tabla 8.1.** Coberturas naturales y transformadas de bosque seco tropical (en hectáreas) en 8 regiones de Colombia.

REGION / SUBREGION BST	NATURAL	TRANSFORMADAS	TOTAL GENERAL	PROPORCIÓN DE BOSQUE NATURAL
Caribe	202,423	165,338	367,761	55.0%
Noradino	37,298	41,502	78,800	47.3%
Valle del Cauca	21,892	92,930	114,823	19.1%
Alto Cauca	17,481	73,179	90,661	19.3%
Medio y Bajo Cauca	4,410	19,751	24,162	18.3%
Valle Magdalena	71,195	84,644	155,840	45.7%
Alto Magdalena	43,479	66,495	109,974	39.5%
Medio Magdalena	27,716	18,149	45,866	60.4%
<b>Total</b>	<b>332,810</b>	<b>384,416</b>	<b>717,226</b>	<b>46.4%</b>



Paisaje de fragmentación del bosque seco a orillas del río Cauca  
Fotografía: Camila Pizano

### **RELICTUALIDAD Y REPRESENTATIVIDAD DEL BST EN COLOMBIA**

La relictualidad del bosque seco se basó en el mapa de bosques secos originales de Etter y colaboradores (2008) y el mapa de bosques secos actuales (Corzo y Delgado 2012). De acuerdo con el análisis, los bosques secos actuales representan apenas el 8 % del ecosistema original, considerando tanto los polígonos que representan extensiones continuas de bosques densos, bosques abiertos y riparios (BST natural), como los polígonos de mosaicos con matrices transformadas y espacios naturales (Figura 8.4). Si se consideran sólo los BST naturales, la relictualidad se reduce a un 3,7%. Esto quiere decir que los bosques secos presentan un altísimo grado de relictualidad y están representados sólo en parches de tamaño pequeño inmersos en matrices intervenidas, relegados en muchos casos a cordones riparios con alto grado de fragmentación y conectividad reducida. Dichos parches han perdido la mayoría de los procesos naturales ecológicos debido a la ausencia en muchos casos de áreas de interior y la influencia del efecto de borde (Murcia 1995, Kattan 2002, Corzo y Delgado 2012).

Para el cálculo de la representatividad se usaron las cifras de bosques secos actuales (Corzo y Delgado 2012) sin considerar el valor de bosques secos originales. En este sentido, la representatividad del bosque seco tropical actual en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), de

acuerdo al Registro Único de Áreas protegidas (RUNAP, dato tomado en octubre de 2013) es de apenas 5%, la cual es extremadamente baja y por lo tanto insuficiente.

El Caribe es la región con una mayor representatividad (8%) contrastado con los valores para la región Norandina (3,7%), valle del río Cauca (2,6%) y valle del río Magdalena (0,5%). Para las porciones medias y bajas de los ríos Cauca y Magdalena no hubo representatividad del BST en el SINAP. De acuerdo a este análisis (Tabla 8.2) es evidente que las áreas protegidas regionales, más que un rol complementario a las áreas protegidas del orden nacional (Sistema de Parques Nacionales Naturales - SPPN), juegan un papel central al contener el 56% de los bosques secos representados en el SINAP. De hecho, las áreas de tipo regional dan representatividad a las regiones Norandina y del valle del río Magdalena, en donde no hay representatividad ni del sistema de Parques Nacionales, ni de las reservas de la sociedad civil (según el RUNAP).

La extensión de BST en las áreas protegidas del orden nacional y regional es relativamente similar (Tabla 8.2), pero representa valores muy diferentes en cuanto a los respectivos sistemas, pues es el 0,1% del Sistema de Parques Nacionales - SPNN y el 0,8% de los sistemas de áreas públicas regionales. Para el SPNN, el BST estaría representado tan sólo en el PNN Tayrona, Sierra Nevada de Santa Marta, Macuira, Los Colorados y los Farallones de Cali. Estas áreas dan representatividad en 2 de las 4 regiones, mientras que las otras áreas protegidas (regionales y de la Sociedad Civil) representan a todas las regiones.

**Tabla 8.2.** Extensión de bosque seco (ha) natural y transformado en áreas protegidas nacionales, regionales y locales.

REGIONES	AP- NACIONALES	AP- REGIONALES	RESERVAS PRIVADAS SOCIEDAD CIVIL	TOTAL GENERAL
Caribe	15.470	13.807	80	367.762
Norandino	0	2.902	0	78.801
Valle del Cauca	339	2.632	15	114.823
Valle Magdalena	0	850	0	155.899
Total BST	15.809	20.190	94	717.226

### REPRESENTATIVIDAD EN LAS UNIDADES POLÍTICO ADMINISTRATIVAS DEL PAÍS

A nivel de departamentos de la porción continental de Colombia es muy desigual la presencia de remanentes de BST, donde este tipo de ecosistema (excluyendo a la región de los Llanos; Tabla 8.3)

**Tabla 8.3.** Extensión y proporción del BST en los país (excluyendo a la región de los Llanos)

DEPARTAMENTOS	BST NATURAL (HA)	BST EN MOSAICOS (HA)	% DE BST NATURAL	% DE BST	CONTRIBUCIÓN (%) DEPARTAMENTAL AL BST NACIONAL
Antioquia	7.654	26.625	0,1%	0,5%	2,30
Atlántico	12.158	6.846	3,7%	5,7%	3,70
Bolívar	61.165	47.359	2,3%	4,1%	18,4
Caldas	54	9.900	0,0%	1,3%	0,02
Cauca	5.801	14.165	0,2%	0,6%	1,70
Córdoba	1.673	10.695	0,1%	0,5%	0,50
Cesar	72.401	37.186	3,2%	4,9%	21,8
Chocó	94	2.093	0,0%	0,0%	0,03
Cundinamarca	11.010	39.418	0,5%	2,1%	3,30
Huila	9.015	6.039	0,5%	0,8%	2,70
La Guajira	26.256	39.496	1,3%	3,2%	7,90
Magdalena	40.228	9.840	1,7%	2,2%	12,1
Nariño	5.007		0,2%	0,2%	1,50
Norte de Santander	28.718	26.740	1,3%	2,5%	8,60
Quindío	149		0,1%	0,1%	0,04
Risaralda	238	2.585	0,1%	0,8%	0,10
Santander	8.319	17.305	0,3%	0,8%	2,50
Sucre	13.133	14.060	1,2%	2,5%	3,90
Tolima	23.404	20.784	1,0%	1,8%	7,00
Valle del Cauca	6.303	53.184	0,3%	2,9%	1,90

A pesar de que el BST está presente en 20 departamentos del país, su baja representatividad es evidente. Los valores más altos se encuentran en los departamentos caribeños del Atlántico (5,7%), Cesar (4,9%) y Bolívar (4,1%). En el departamento del Magdalena, si bien la proporción de BST es inferior (2,2%), la proporción del BST nacional en este departamento es importante porque la suma del área de bosque seco en estos cuatro departamentos corresponde a más de la mitad de todo el BST identificado en el país (56%). De los 16 departamentos

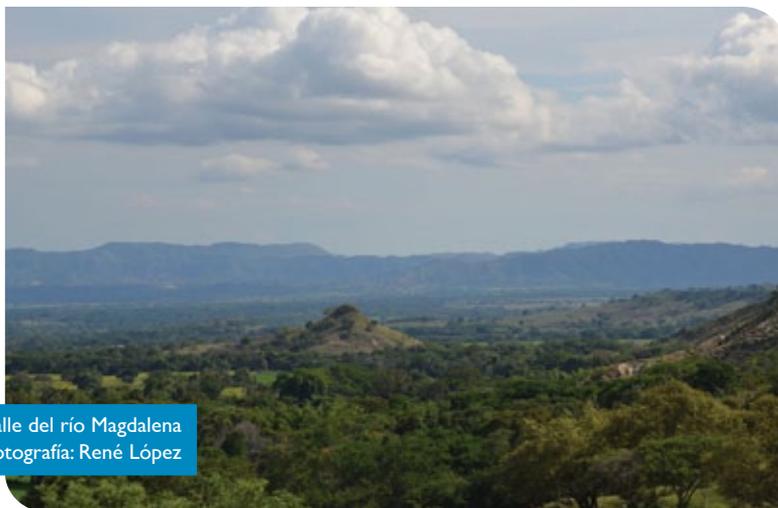
restantes con presencia de BST, 12 tienen proporciones inferiores al 1% de la extensión territorial departamental, considerando tan sólo los valores de BST representados en los polígonos de BST natural. Esto puede deberse a que en estas zonas no existen las condiciones ambientales ni de suelos para que ocurra este tipo de bosque.

En términos de las jurisdicciones de las corporaciones regionales, esta representatividad sugiere una responsabilidad fundamental para la gestión de los BST del país. Para empezar, hay señales claras para todas las corporaciones de la región Caribe (Corpomag, CRA, Corpocesar, Cardique CSB, Corpoguajira) de incluir dentro de los planes de acción, los recursos humanos, físicos y financieros acciones que aseguren la conservación del BST en esta región biogeográfica. Bajo la jurisdicción de Corpomag, por ejemplo, están representadas las mayores extensiones de BST del país. Para la región Norandina, CORPONOR, con el 8,6% del BST del país en tan sólo el 2,5% de su extensión jurisdiccional, debe fortalecer las decisiones de declaratorias de áreas de conservación para este ecosistema, con particular interés en los enclaves secos cercanos a Cúcuta. Caso similar es el de los departamentos de Tolima, Cundinamarca, Huila y Santander, para el valle del río Magdalena (7%, 3,3%, 2,5% y 2,2% respectivamente), que apenas alcanzan entre todos el 15% del bosque seco del país, pero que determinan las principales remanencias del bosque seco del valle del río Magdalena, y cuya jurisdicción alcanza a las corporaciones de Cortolima, CAR, CAS, CDMB y CAM. En los valles de los ríos Cauca y Patia, la relictualidad es aún mayor; y los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca, Cauca y Nariño (2,3%, 1,9%, 1,7% y 1,5%) representan apenas el 7,4% de los bosques secos del país, pero soportan la totalidad de éstos tanto en el valle interandino, como en sus respectivos **orobiomas**. Se incorporan de esta forma señales de conservación, y particularmente de restauración para las corporaciones respectivas (Cornare, Corpouraba, CVC, CRC y Corponariño).

“ CON UN SUSTENTO EMPÍRICO MAYOR. DE ACUERDO AL MAPA DE REFERENCIA DE BOSQUES SECOS ORIGINALES GENERADO POR ETTER Y COLABORADORES (2008), DE LAS CERCA DE 9 MILLONES DE HECTÁREAS ORIGINALES, LOS ACTUALES BOSQUES SECOS REPRESENTAN APENAS EL 8% DEL ECOSISTEMA ORIGINAL ”

## CONSIDERACIONES FINALES PARA LA GESTIÓN DEL BOSQUE SECO

Los resultados de este trabajo confirman la situación de amenaza a la que está expuesto el BST en Colombia desde hace décadas (IAvH 1997, IAvH 1998, Cabrera-Montenegro y Galindo-García 2006) con un sustento empírico mayor. De acuerdo al mapa de referencia de bosques



Bosque seco en el valle del río Magdalena  
Fotografía: René López

secos originales generado por Etter y colaboradores (2008), de las cerca de 9 millones de hectáreas que cubrían los bosques secos, sólo queda cerca del 8%. Esta cifra confirma con el mapa del BST actual (Corzo y Delgado 2012), cuando se consideran los bosques visibles a 1:100.000 (BST naturales, polígonos mayores a 25 hectáreas) y los pequeños remanentes inmersos en matrices transformadas, que la pérdida de los BST ha sido uno de los grandes pecados ambientales de la historia de nuestro país.

Con el objeto de fortalecer los argumentos para la gestión del bosque seco, en este capítulo se evaluó tanto qué ha pasado con las áreas que fueron bosque seco y actualmente son otro tipo de cobertura antropogénica, como la situación de los bosque secos que permanecen y la incidencia de las acciones de protección vigentes sobre estos remanentes. Igualmente se establecen una serie de recomendaciones que buscan articular la investigación científica con la construcción de un conocimiento clave para orientar las decisiones de conservación del BST en el país.

### **PÉRDIDA DE BOSQUES SECOS, IMPLICACIONES AMBIENTALES**

Son varios los factores que han determinado una presión histórica sobre el BST. Este tipo de bosque se distribuye generalmente en áreas con condiciones buenas o excelentes para la agricultura y la ganadería (Fajardo et al. 2005) y recientemente para mega proyectos de turismo. En Colombia las regiones del BST han constituido la primera frontera para el desarrollo de la agricultura y en algunos sitios se han modificado desde tan temprano, que no se cuenta con registros de sensores remotos para percibir estos cambios (Portillo Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010).

De hecho estas presiones se remontan a hace más de 500 años, como lo reportan Etter y colaboradores (2008).

Todos estos factores históricos y recientes han determinado que en la actualidad cerca del 95% de los bosques secos que se distribuían en Colombia sean ahora áreas dedicadas a la ganadería, agricultura y fincas de recreo. Este cambio ha resultado en conflictos ambientales y en áreas con tal nivel de degradación, que ahora son consideradas áreas en desertificación. Los conflictos y la degradación asociados a

la desertificación redundan a su vez en problemas sociales y económicos, ya que la probabilidad de sostener sistemas productivos bajo coberturas de áreas en desertificación y sobre-explotación es muy baja. Esta es una situación preocupante que definitivamente debe llevar a la reflexión de si es conveniente transformar las coberturas naturales con

“Es NECESARIO REVISAR LOS INSUMOS CARTOGRÁFICOS OFICIALES DEL PAÍS, YA QUE ESTOS MANDAN SEÑALES QUE PUEDEN SER CONTRADICTORIAS PARA UNA CORRECTA GESTIÓN DEL BST Y DE TODOS LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS QUE ESTE PRESTAN A LA SOCIEDAD”

BST que prestan servicios ambientales claves de provisión y regulación, a coberturas agrícolas de sistemas ecológicos muy vulnerables y que rápidamente pierden los atributos de productividad óptimos.

Gran parte de estos problemas provienen incluso de las señales contradictorias que se dan en mapas oficiales frente a los territorios que tienen BST. Por ejemplo, con base en el mapa de Conflictos (IGAC 2012), se identificaron áreas con sobreutilización en las cuales no se debería dar ningún tipo de actividad productiva, pero que se validan como áreas ideales para la ganadería y la agricultura en el mapa de vocación. Es por esto que al evaluar las áreas susceptibles a la desertificación sobre la distribución original de BST, se incluyó en el mapa de vocación usos agrícola, ganadero, forestal y agroforestal. En conclusión, es necesario revisar los insumos cartográficos oficiales del país, ya que estos mandan señales que pueden ser contradictorias para una correcta gestión del BST y de todos los servicios ecosistémicos que presta a la sociedad

### **LOS BOSQUES SECOS REMANENTES: FRAGMENTADOS Y CON BAJA REPRESENTATIVIDAD**

Con respecto a los bosques secos actuales, un análisis sobre el rol de las áreas protegidas en su protección deja en evidencia que la representatividad del bosque seco tropical en el SINAP es apenas superior al 5%. Esta es extremadamente baja incluso comparada con el 6,6% a nivel de Sudamérica, cifra considerada muy baja por Portillo-Quintero y Sanchez-Azofeifa (2010).



Fragmentación del bosque seco debido a la ganadería en Armero-Guayabal, Tolima  
Fotografía: Camila Pizano

Como se ha mencionado anteriormente, en Colombia tan sólo el 5% del BST se encuentran representado en algún área protegida, siendo el aporte de las áreas protegidas del orden Nacional de 2.2% y 2.8% de tipo regional y de la sociedad civil, respectivamente. Sin embargo, dadas las connotaciones de tamaño del Sistema de Parques Nacionales, el aporte de bosque seco al SPNN es de apenas el 0,12%, mientras que el aporte para las áreas protegidas de tipo regional es del 0.88%, que a pesar de ser 7.5 veces mayor continúa siendo insuficiente y en ambos casos inferior al 1%. Este dato certifica que el bosque seco está muy mal representado en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, y contrasta sustancialmente con el 30% que Odum (1989) proponía como meta de conservación para diversos ecosistemas. De acuerdo a sus análisis, este porcentaje aseguraría la conservación de la biodiversidad, a pesar de ser insuficiente para ecosistemas como los bosques secos tropicales, que por su configuración espacial en forma de archipiélagos, requerían de apuestas superiores. El dilema es aún mayor, pues esta baja representatividad se establece sobre los remanentes actuales, y no sobre el área de distribución original. De manera que el 5% de representatividad del 8% de relictualidad, determina que apenas se ha alcanzado el 0,4% de representatividad del bioma original, es decir, 75 veces menos que el mínimo propuesto por Odum.

Como ya fue mencionado por Andrade y Corzo (2011), los esfuerzos en torno a la declaración de áreas protegidas que incluyan el BST son urgentes, tal como está definido en el documento CONPES 3680 para la consolidación del SINAP (CONPES 3686 de 2010).

### **FORTALECIMIENTO DE UNA AGENDA DE INVESTIGACIÓN CON SENTIDO PARA LA GESTIÓN DEL BST**

Frente a este panorama, es necesaria una estrategia integral para la conservación y el manejo del BST que parta por incrementar el conocimiento sobre la dinámica y funcionamiento de este ecosistema. Así mismo es urgente aumentar su representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, incluirlo en figuras regionales de protección, en los instrumentos de ordenación territorial como los planes o esquemas de ordenamiento territorial (POTs – EOTs) y planes de ordenamiento de cuencas (Pomcas). Se requiere además de una estrategia de manejo por fuera de las áreas protegidas, aprovechando los esfuerzos privados como los liderados por la Red de Reservas de la Sociedad Civil, con quienes mediante la protección del BST en mosaicos de producción, se pueden vincular estrategias complementarias con el establecimiento de herramientas de manejo del paisaje. Estas herramientas permitirían actuar sobre la conectividad del paisaje, los bosques degradados con enriquecimiento de especies típicas de **dosel** y la presión sobre el pastoreo con el manejo de especies en sistemas silvopastoriles. Incluso para especies críticamente amenazadas de bosque seco, urgen medidas de conservación “*ex situ*”, vinculadas tanto a jardines botánicos como a bancos de germoplasma.

Es necesario además aumentar nuestra certeza de dónde quedan los bosques en el país (a escalas detalladas que hagan visibles los pequeños remanentes menores a 25 ha), su contexto territorial y su



Paisaje agrícola en el valle del río Magdalena donde el bosque seco queda sólo como bosque ripario altamente fragmentado / Fotografía: Camila Pizano

estado de conservación para poder dirigir la mejor información posible a los diferentes tomadores de decisiones. Con esta información se podrán diseñar estrategias integrales para la gestión del BST, y se podrá orientar una agenda de investigación y monitoreo que incremente el conocimiento sobre la dinámica y el funcionamiento de este bosque, lo cual es clave para direccionar las acciones futuras de restauración ecológica. Con base en el mapa actualizado de los bosques secos y el análisis de vacíos de

“Es necesaria una estrategia integral para la conservación y el manejo del BST que parta por incrementar el conocimiento sobre la dinámica y funcionamiento de este ecosistema”

información y conocimiento, se espera incidir sobre una agenda de investigación y monitoreo que oriente las acciones de investigación sobre las áreas con menor conocimiento y los diferentes esquemas de monitoreo que permitan entender el funcionamiento del bosque

seco en contextos de gradientes biogeográficos, ambientales, ecológicos y antropogénicos. De igual manera, con este mapa se espera saber dónde quedan los bosques secos con mejor estado de conservación, los secundarios estructurados, los secundarios degradados y los rastrojos. De esta manera van a estar mejor dirigidas las decisiones y acciones de restauración, aprovechando las oportunidades de los esfuerzos privados, de las autoridades ambientales y de las obligaciones ambientales mediante los esquemas de compensación en el país.

### **ACCIONES INSTITUCIONALES, UNA APUESTA INMEDIATA**

Son múltiples los esfuerzos alrededor de la conservación del BST que pueden apoyarse en la información resultante de una agenda de investigación y monitoreo del bosque seco, y en los mapas de coberturas originales y actuales. Tal es el caso del proyecto GEF (*Global Environmental Facilities*) para el bosque seco, el fondo “Naturalmente Colombia” y la segunda convocatoria de becas de investigación financiada por Ecopetrol en 2013.

Por ejemplo, el mapa de bosques secos actuales en su versión inicial, fue incluido recientemente por parte del gobierno nacional mediante la Resolución 0705 de junio del 2013 del ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Esta resolución generó una especie de moratoria de un año (aplazable por otro año) para más de diez millones de hectáreas del territorio continental nacional ante solicitudes de títulos mineros en la Agencia Nacional Minera (ANM). Esta moratoria involucra cerca de 600.000 ha que fueron identificadas como bosques secos en el mapa de bosques secos actuales (Corzo y Delgado 2012) y a donde tanto las autoridades ambientales nacionales y regionales, como las autoridades municipales, departamentales y la sociedad civil, deben dirigir esfuerzos

de investigación y monitoreo. Tales esfuerzos deben hacerse no sólo para la declaración de áreas protegidas sino también para asegurar la conservación de los últimos remanentes del bosque seco en Colombia mediante todas las estrategias posibles y necesarias que aseguren la transferencia de este legado tan frágil y vulnerable a las generaciones futuras.

Finalmente, a pesar del panorama de baja representatividad y de tan exigua relictualidad del BST de Colombia que supondrían la pérdida irremediable de este ecosistema, de su biodiversidad y de sus respectivos servicios ecosistémicos, se pretende dejar también una señal de contrastante optimismo. Los esfuerzos actuales en torno al bosque seco desde el marco político, normativo e incluso desde la responsabilidad social empresarial, generan una esperanza para este ecosistema si logramos actuar como estado unitario para que estas estirpes, sometidas a más de 500 años de explotación, tengan una segunda oportunidad sobre la tierra.



Desertificación del bosque seco  
en La Guajira  
Fotografía: Camila Pizano

## REFERENCIAS

- Andrade, G.I. y G.A. Corzo. 2011. Qué y Dónde Conservar. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Cabrera-Montenegro E. y Galindo-García G.A. 2006. Aproximación metodológica para la delimitación de los ecosistemas de enclaves secos. Caso piloto: Cañones del río Dagua y del río Tuluá. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- CONPES 3680 de 2010. Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia. Concejo de Política Económica y Social. Departamento Nacional de Planeación, Bogotá, Colombia.
- Corzo, G. y J. Delgado. 2012. Escenarios Geográficos para la Restauración del Bosque seco en Colombia. Informe final de consultoría. Universidad ICESI – Instituto Alexander von Humboldt – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Espinal, L.S. y E. Montenegro. 1977. Formaciones Vegetales de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia.
- Etter, A., C. McAlpine y H. Possingham 2008. A historical analysis of the spatial and temporal drivers of landscape change in Colombia since 1500. *Annals of the American Association of Geographers* 98: 2–23
- Fajardo, L., González, V., Nassar, J., Lacabana, P., Portillo, C.A., Carrasquet, F. y Rodríguez, J.P. 2005. Tropical dry forest of Venezuela: characterization and current conservation status. *Biotropica* 37: 531–46.
- Galindo, G., Marcelo, D., Bernal, N.R., Vergara L.K. y Betancourth, J.C. 2009a. Planificación ecorregional para la conservación de la biodiversidad en el Caribe continental colombiano. Serie Planificación Ecorregional para la Conservación de la Biodiversidad, No.1. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Agencia Nacional de Hidrocarburos, The Nature Conservancy e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia.
- Galindo, G., Cabrera, E., Otero, J., Bernal, N.R., y Palacios, S. 2009b. Planificación ecorregional para la conservación de la biodiversidad en los Andes y en el Piedemonte amazónico colombianos. Serie Planificación Ecorregional para la Conservación de la Biodiversidad, No. 2. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Agencia Nacional de Hidrocarburos, The Nature Conservancy e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia.
- Hargreaves, G. y Allen, R., 2003. History and evaluation of Hargreaves evapotranspiration equation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 129: 53–63.
- Hernandez, C., T. Walschburger, R. Ortiz y A. Hurtado. 1992. Sobre origen y distribución de la biota suramericana y colombiana. Páginas 55–104 en G. Halffter, editor. *Diversidad Biológica de Iberoamérica*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, Secretaría de desarrollo. México, México.
- IDEAM. 2003. Mapa de Degradación de Suelos y Tierras por Desertificación. República de Colombia. Escala 1:500.000. Bogotá, Colombia.
- IDEAM. 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia.
- IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi y IIAF. 2007. Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras Jose Benito Vives De Andreis e Instituto Amazonico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, Colombia.
- IAvH. 1997. Informe Nacional Sobre el Estado de la Biodiversidad. María Elfi Chavés y Natalia Arango, editoras. Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 3 Vol.
- IAvH. 1998. El Bosque Seco Tropical (Bs-T) en Colombia, Instituto Alexander von Humboldt, Programa de Inventario de la Biodiversidad. Bogotá, Colombia.
- IGAC. 2012. Conflictos de uso del territorio colombiano, escala 1:100.000. Convenio marco de cooperación especial, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, SINCHI, IDEAM, INVEMAR, PNN, INCODER, CORPOICA, IAVH, Servicio Geológico Colombiano e IGAC.
- Kattan, G. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. Páginas 561–589 en M.R. Guariguata y G. H. Kattan, editores. *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Libro Universitario Regional (EULAG-GTZ), Costa Rica.

● Linares-Palomino, R., Oliveira-Filho, A. y Pennington, T. 2011. Neotropical seasonally dry forests: diversity, endemism, and biogeography of woody plants. Páginas 3–21 en R. Dirzo, H.S. Young, H. Mooney y G. Ceballos, editores. *Seasonally Dry Tropical Forest: Ecology and Conservation*. Island Press, Washington, D.C., EE.UU.

● Miles, L., A. C. Newton, R. S. DeFries, C. Ravilious, I. May, S. Blyth, V. Kapos y J. E. Gordon. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33: 491–505.

● MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2005. Plan de Acción Nacional, lucha contra la desertificación y la sequía en Colombia.

● MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2007. Tercer Informe Nacional de Implementación de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Bogotá, D.C. Colombia.

● Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forest implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58–62.

● Odum, E.P., 1989. *Ecología: bases científicas para un nuevo paradigma*. Instituto de Ecología, universidad de Georgia. Ediciones Vedral. Barcelona, España.

● Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G.V.N., Underwood, E. C., D'Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P., y Kassem, K. R. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *Bioscience* 51: 933–938.

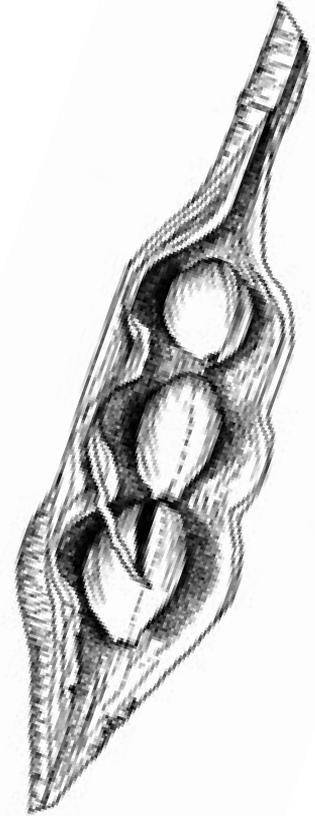
● Portillo-Quintero, C. y G.A. Sánchez-Azofeifa 2010. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation* 143: 144–155.

● Reynolds, J.F., D.M.S. Smith, E.F. Lambin, B.L. Turner, M. Mortimore, S.P.J. Batterbury, T.E. Downing, H. Dowlatabadi, R. J. Fernandez, J. E. Herrick, E. Huber-Sannwald, H. Jiang, R. Leemans, T. Lynam, F.T. Maestre, M. Ayarza, y B. Walker. 2007. Global desertification: building a science for dryland development. *Science* 316: 847–851.

● UNCCCD. 1994. *Convention to Combat Desertification*. United Nations, Bonn, Alemania.

● United Nations. 2011. *Global Drylands: a UN system-wide response*. Environmental Management Group.

● Vieira, D. L. M. and A. Scariot 2006. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restoration Ecology* 14: 11–20.



*Quadrella odoratissima*  
Ilustración: Camila Pizano



# CAPÍTULO

# 9

Familia Sapotaceae. Género *Chrysophyllum*  
Fotografía: William Vargas

## CAPÍTULO 9

# LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA RESTAURACIÓN DEL BOSQUE SECO TROPICAL EN COLOMBIA

WILLIAM VARGAS L., WILSON RAMÍREZ H.

### BREVE INTRODUCCIÓN A LA ECOLOGÍA DE LA RESTAURACIÓN

Colombia es un país ambientalmente heterogéneo y esto lo hace altamente diverso tanto biológica como culturalmente. Pero también es una nación con abundantes conflictos económicos y socio-ambientales. Históricamente el país ha planteado su desarrollo económico a partir de modelos basados en la sobre-explotación de los recursos naturales, en la industria extractiva y el consumismo, y no se ha tenido en cuenta que en la mayoría de ocasiones el crecimiento económico depende de la capacidad que tenga el ambiente natural para tolerar todos los procesos económicos, sociales, tecnológicos y culturales.

Como consecuencia de lo anterior, más del 24% del territorio continental del país se encuentra actualmente en algún estado de daño, degradación o destrucción (IDEAM et al. 2007). Dicha alteración ecosistémica se ha dado principalmente en la región Caribe y Andina, en donde alcanza el 82,3 % y el 61,8 % respectivamente (Etter y van Wyngaarden 2000, Arango et al. 2003). Estas regiones además de concentrar la mayor densidad poblacional del país, son de las zonas más ricas en biodiversidad por sus condiciones biogeográficas. En contraste, son las áreas donde está la mayor demanda de bienes y servicios ecosistémicos ya que allí se desarrollan la mayoría de procesos socio-económicos y culturales tanto legales como ilegales en el país. El establecimiento de sistemas agropecuarios, la explotación forestal, las actividades industriales, la minería, el desarrollo urbano e industrial, la prestación de servicios, la construcción de obras de infraestructura y de megaproyectos, y la introducción de especies exóticas e invasoras (Barrera-Cataño et.al 2010, MADS 2013).

Los diferentes procesos antropogénicos alteran los ecosistemas, resultan en una pérdida de biodiversidad, y han originado el detrimento

“COMO CONSECUENCIA DE LO ANTERIOR MÁS DEL 24% DEL TERRITORIO CONTINENTAL DEL PAÍS SE ENCUENTRA ACTUALMENTE EN ALGÚN ESTADO DE DAÑO, DEGRADACIÓN O DESTRUCCIÓN”

de los bienes y servicios ecosistémicos. Un claro ejemplo de lo anterior es que cerca del 84% de los municipios del país en los que vive el 67% de la población nacional presenta una amenaza entre media y muy alta de desabastecimiento de agua en años de condiciones hidrológicas medias (IDEAM 1999). Así mismo, estas regiones presentan una alta vulnerabilidad en los años más lluviosos. Por ejemplo, en el periodo comprendido entre 2010 y 2011 las pérdidas económicas causadas por las lluvias superaron los 20 billones de pesos (MADS 2013).

Teniendo en cuenta el escenario anterior, la ecología de la restauración es la única estrategia concreta para abordar los procesos de degradación ambiental, conservar y aumentar la biodiversidad, mantener los servicios ecosistémicos, mejorar la calidad de vida de la sociedad y adaptarse al cambio global (Harris et. al 2006).

La ecología de la restauración es una ciencia interdisciplinaria originada a finales del siglo XX. Estudia los ecosistemas degradados y su proceso de restablecimiento, teniendo como herramientas para el abordaje, análisis y reflexión todos los conceptos, teorías, métodos y herramientas de la ecología básica (Bradshaw 1993, Cairns Jr. 1993, Clewell 1993, Hobbs y Harris 2001, van Diggelen 2001, SER 2004). Basándose en la investigación y en el método científico, la ecología de la restauración provee los modelos, herramientas, métodos<sup>1</sup>, técnicas y estrategias<sup>2</sup> para entender y afrontar la degradación de los ecosistemas. El desarrollo práctico de la ecología de la restauración se hace a través de la restauración ecológica, la cual es el proceso de asistir o ayudar el restablecimiento estructural y funcional de un ecosistema degradado, dañado o destruido, teniendo como punto de partida el conocimiento adquirido desde la ecología de la restauración, el potencial natural actual del ecosistema y ciertos estados posibles y deseables socialmente (National Research Council 1992, 2004, SER 2004).

Para abordar la restauración ecológica es necesario en primera medida, definir el ¿por qué y para qué se debe restaurar? y ¿cuándo y cómo se debe restaurar? lo cual es esencial para establecer un objetivo

<sup>1</sup> El Diccionario de la Real Academia Española define *técnica* como: 1) El conjunto de procedimientos y recursos que sirve a una ciencia o arte. 2) Perteneciente o relativo a las aplicaciones de las ciencias y las artes. 3) Habilidad o pericia para utilizar procedimientos o recursos. 4) Habilidad para ejecutar cualquier cosa, o para conseguir algo. 5) Procedimiento o conjunto de reglas, normas o protocolos que tienen por objetivo obtener un resultado determinado.

<sup>2</sup> El Diccionario de la Real Academia Española define *estrategia* como el arte, modo o conjunto de acciones planificadas sistemáticamente en el tiempo para dirigir un asunto o para alcanzar un determinado fin o misión.



Familia Fabaceae. *Caesalpinia spinosa*. Carmen de Carupa, El mortío. Fotografía: William Vargas

de restauración e identificar posibles escenarios ideales. Lo anterior se debe definir de acuerdo con el tipo, magnitud y frecuencia del disturbio, así como el estado actual del ecosistema, su incidencia negativa sobre los ecosistemas adyacentes y sobre todo el estado de los bienes y servicios ecosistémicos deseados socialmente.

Teniendo en cuenta lo anterior, la restauración ecológica puede tener tres objetivos (Brown y Lugo 1994, Hobbs y Norton 1996, Hobbs y Harris 2001, Hobbs 2002, SER 2004, Holl y Aide 2011):

1. Restauración ecológica: restablece el ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema de predisturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento. Además el ecosistema resultante debe ser un sistema autosostenible y debe garantizar la conservación de especies, del ecosistema en general y de la mayoría de sus bienes y servicios.
2. Rehabilitación ecológica: lleva al sistema degradado a un sistema similar o no al sistema predisturbio, pero éste debe ser autosostenible además de preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos.
3. Recuperación ecológica: recupera algunos servicios ecosistémicos de interés social. Generalmente los ecosistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema predisturbio.

En ciertas ocasiones, los ecosistemas se encuentran relativamente conservados, por tanto el establecimiento de las prácticas de restauración se reducen a eliminar o detener los agentes que causan la degradación.



Familia Moraceae. *Ficus andicola*.  
Fotografía: William Vargas

En este caso no se establece ningún otro tipo de acción, sino que se permite que el sistema siga su trayectoria sucesional. Lo anterior es conocido como restauración espontánea (MADS 2013) y es útil en ecosistemas poco intervenidos y saludables donde existen fuentes de propágulos y no se han afectado las condiciones edáficas, topográficas, hidrológicas y geológicas, o donde los costos de la restauración son mayores que el éxito de las técnicas y el beneficio que se obtiene (Guerrero y da Rocha 2010). Se ha demostrado que este proceso de recuperación es lento y se ve afectado por el aislamiento y la aparición de especies exóticas e invasoras (Laycock 1995, Redi et al. 2005, Guerrero y da Rocha 2010), con lo que debe considerarse muy bien su aplicación sin las consideraciones previamente descritas.

### LA DEGRADACIÓN DEL BOSQUE SECO TROPICAL (BST) EN COLOMBIA

Se debe considerar que la extensión de los BST ha variado mucho en el tiempo, especialmente durante el último ciclo glacial-interglacial. Actualmente en Colombia el BST muestra una distribución altamente fragmentada y reducida (Pennington et al. 2006, Prance 2006, Capítulo 8), lo cual ha sido considerado como evidencia de que los remanentes actuales de BST constituyen refugios de formaciones muchos más amplias que existieron durante los periodos secos del último máximo glacial (Pennington et al. 2004, Pennington 2006, González-Carranza 2008). Hoy en Colombia los ecosistemas de bosque seco se sitúan en los valles de

los ríos Magdalena y Cauca (Sarmiento 1975, IAVH 1998, Pennington et al. 2004), a lo largo del cañón del río Chicamocha, en el valle del Patía (Espinal y Montenegro 1977), en la región Nor-Andina en Santander y Norte de Santander; en los Llanos en el piedemonte del Meta y Arauca, y en los afloramientos rocosos de la Orinoquía.

Bajo el actual escenario de cambio de uso del suelo, se prevé que la mayoría de los BST maduros eventualmente habrán desaparecido en el corto plazo dejando un paisaje complejo dominado por una matriz de campos agrícolas y parches boscosos bajo diferentes niveles de sucesión (Quesada 2009). Dada esta situación es crítico entender la sucesión de los bosques tropicales para desarrollar estrategias adecuadas de restauración, destacando que actualmente los que llamamos rastrojos y bosques secundarios son los bosques del futuro (Sanchez-Azofeifa et al. 2005).

“CABE DESTACAR QUE EL BOSQUE SECO EN COLOMBIA ESTÁ ENTRE LOS ECOSISTEMAS MÁS AMENAZADOS DEL PAÍS CON UNA RELICTUALIDAD DEL 8% RESPECTO A SU ÁREA DE DISTRIBUCIÓN ORIGINAL Y UNA REPRESENTATIVIDAD EN LAS ÁREAS PROTEGIDAS DE TAN SÓLO EL 5%”

Cabe destacar que el bosque seco en Colombia está entre los ecosistemas más amenazados del país con una relictualidad del 8% respecto a su área de distribución original y una representatividad en las áreas protegidas de tan sólo el 5% (Capítulo 8). Por esto los BST tienen la prioridad de conservación y de restauración más altas en Colombia. Así mismo es necesario hacer un control de los agentes causantes del disturbio en el BST como el pastoreo, fuego y especies invasoras con el fin de acelerar la **regeneración** natural del BST (Janzen 1988). Sin embargo, debe considerarse que si la intensidad de la perturbación es más alta que la capacidad de recuperación del ecosistema (resiliencia), se debe hacer restauración asistida para mejorar las condiciones de estructura y función del mismo (Griscom y Ashton 2011, Fajardo 2013).

Una de las principales razones por las que el BST debe ser restaurado es por los bienes y servicios que éste ofrece. Por ejemplo, algunos estudios reportan que los campesinos y las comunidades locales reconocen que el BST provee servicios ecosistémicos como leña, frutos, plantas medicinales, maderas finas, animales para consumo, ciclado de nutrientes y regulación del clima y del ciclo hidrológico. A pesar de esto es preocupante que la mayoría de las comunidades locales no perciban la restauración como una estrategia necesaria en Colombia (Quesada 2009).

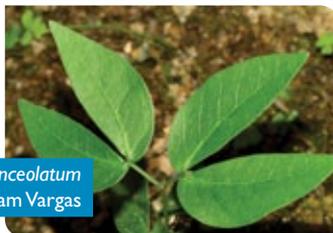
Por el otro lado, el aporte científico al conocimiento de la restauración del BST ha sido bajo comparado a otros ecosistemas como



Familia Primulaceae. *Clavija minor*  
Fotografía: William Vargas



Familia Hypericaceae, género *Vismia*  
Fotografía: William Vargas



Familia Fabaceae. *Pithecellobium lanceolatum*  
Fotografía: William Vargas

el bosque húmedo tropical. De hecho en una revisión reciente con base de datos ISI Web of Science entre los años 1900 hasta 2009, se muestra una gran diferencia entre los estudios hechos en bosques húmedos en comparación con los BST (i.e. 436 artículos sobre bosques húmedos contra tan sólo 60 en BST). La mayoría de los estudios experimentales en restauración de áreas boscosas y en **sucesión secundaria** en el neotrópico han sido desarrollados en bosques húmedos tropicales (Dupuy y Chazdon 2008), y los pocos enfocados en describir procesos de degradación de los BST no proveen métodos para la restauración bajo diferentes escenarios y tampoco bases experimentales sólidas (Quesada 2009). De hecho el énfasis de muchos de estos estudios se ha concentrado en la dinámica de la sucesión secundaria (Lugo 1986, Powers et al. 2009), lo cual destaca que una de las principales amenazas para este ecosistema es el desconocimiento de su ecología (Quesada 2009)

A lo anterior se suma que los BST tienen una tasa sucesional baja en términos de crecimiento de las plantas y acumulación de biomasa aérea. A pesar de que algunos estudios consideran que el BST tiene una buena capacidad de recuperación, se ha demostrado que esto es cierto sólo para las primeras etapas sucesionales (Murphy y Lugo 1986). De hecho algunos autores proponen que en general, los bosques tropicales tienen una velocidad de recuperación menor en zonas secas que en zonas

húmedas (Griscom y Ashton, 2005, Murphy y Lugo 1986, Vieira y Scariot 2006). Una posible explicación es que el agua es uno de los principales obstáculos para la restauración ecológica de los BST porque su escasez limita el crecimiento, la productividad y el ciclaje de materia orgánica, lo cual incide sobre la germinación y el establecimiento de semillas (Fajardo 2013). Por eso uno de los principales objetivos en la restauración de estos ecosistemas es hacer esfuerzos para contrarrestar el déficit hídrico. Por último debería considerarse que la composición florística del BST está sujeta a cambios, principalmente cuando el déficit hídrico se incrementa. La tendencia bajo estrés hídrico es un cambio gradual hacia una vegetación herbácea abierta, como lo confirman algunos estudios paleoecológicos en BST (González-Carranza 2008). Por esto muchas de nuestras sabanas actuales pudieron haber sido históricamente BST (Figura 9.1).

“EN COLOMBIA LA ENTRADA DE LA GANADERÍA DESDE EL CARIBE Y POSTERIORMENTE HACIA LOS VALLES INTERANDINOS OCASIONÓ LA PÉRDIDA MASIVA DE LAS COBERTURAS DE BST PARA LA CREACIÓN DE AMPLIAS PASTURAS”

### *HISTORIAL DE DISTURBIO EN EL BST*

Dado el estado de transformación y cambio que presenta el bosque seco, es necesario estudiar su historia de disturbio y proceso de degradación para restaurarlo efectivamente. El historial de degradación es fundamental porque en muchas regiones de Colombia prácticamente no quedan bosques maduros que sirvan como referente de composición y diversidad, además de que su distribución histórica es difícil de establecer. Por ejemplo, muchas sabanas naturales pudieron haber sido anteriormente BST y se encuentran en un estado de sucesión detenida por disturbios como el fuego (Trejo y Dirzo 2000, Zanne y Chapman 2001). De hecho hay reportes que mencionan que en algunos lugares el BST fue reemplazado por sabanas antes de la llegada de los europeos al neotrópico por actividades de las comunidades indígenas a pequeña escala (Cooke y Ranere 1992). Muchos de los BST fueron usados de forma más intensiva por las comunidades indígenas en comparación con las selvas húmedas debido a que los BST poseían suelos más productivos para la agricultura (Murphy y Lugo 1986, Daniels et al. 2008, Etter et al. 2008). Sin embargo, los indígenas no hacían una tala rasa completa de BST sino que dejaban algunos remanentes de vegetación de varios tipos (i.e. fuentes de semillas, rebrotes de vegetación, raíces), lo cual permitía una regeneración vegetal después de uno o dos años de actividad agrícola (Parsons et al. 2008).

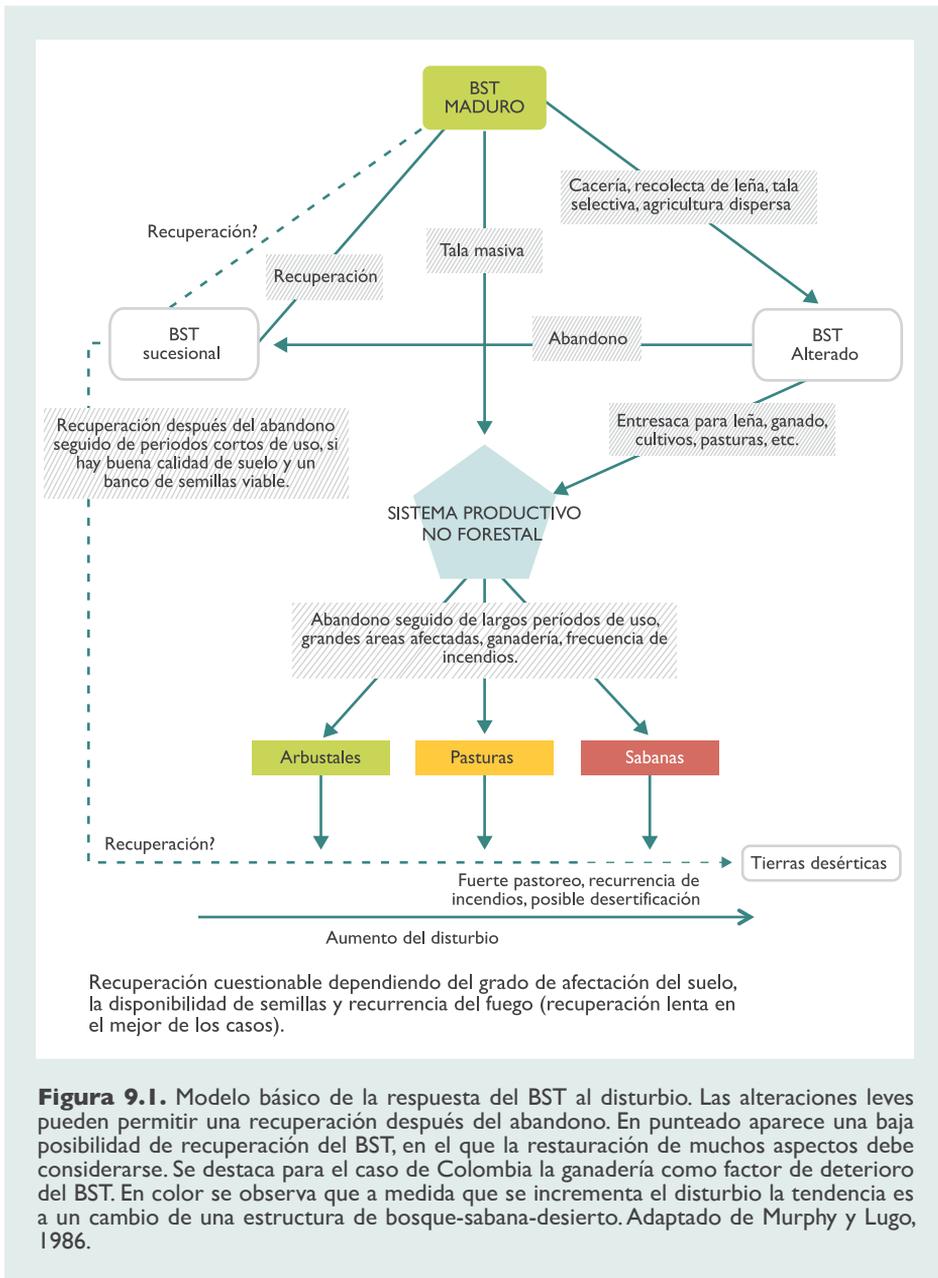
Posteriormente, con la llegada de los europeos la conversión a pasturas para ganado fue la principal causa de deforestación en el



Familia Boraginaceae.  
*Cordia bogotensis*  
Fotografía: William Vargas

neotrópico (Calvo-Alvarado et al. 2009). Algunos autores consideran que durante este periodo se afectaron más áreas de BST que de selvas húmedas (Janzen 1988, Murphy y Lugo 1986, Etter et al. 2008). Los BST fueron un área preferencial para asentarse debido a que las enfermedades eran escasas, el terreno era más simple de limpiar, la fertilidad del suelo era mayor y existía un buen número de maderas finas dentro de estos bosques (Murphy y Lugo 1986, Calvo-Alvarado et al. 2009).

En algunos países la presión económica de los grandes gremios explican las causas de la sobre-explotación de los recursos del BST (Quesada 2009), obviando la provisión estratégica de este ecosistema a la sociedad como muchos productos maderables y no maderables (Quesada y Stoner 2004). En Colombia la entrada de la ganadería desde el Caribe y posteriormente hacia los valles interandinos ocasionó la pérdida masiva de las coberturas de BST para la creación de amplias pasturas (Figura 9.1). Las actividades petroleras y el cultivo de palma de aceite son otros de los factores transformadores en zonas de BST. Mucha de esta conversión ha sido impulsada por políticas gubernamentales basadas en la percepción de que los BST son poco útiles y deben ser eliminados para expandir la producción agrícola (Sanchez-Azofeifa et al. 2001, Calvo-Alvarado et al. 2009).





Familia Lauraceae (*Cinnamomum triplinerve*, *Ocotea* sp., *Ocotea macrophylla*)

## REGENERACIÓN DEL BST

A pesar de que los bosques secos representan uno de los ecosistemas de preferencia para los asentamientos humanos en los trópicos (Murphy y Lugo 1986, Quesada y Stoner 2004, Sánchez-Azofeifa et al. 2005), aún existe muy poca información sobre su regeneración (Vieira y Scariot 2006). Lo más grave es que a medida que se transforman más áreas de BST, mayor es la necesidad de definir estrategias que provean herramientas para la regeneración de éstos bosques con una mirada a largo plazo (Fig 9.2).

Al contrario de lo que consideran varios autores que proponen que el BST alcanza un estado de madurez sucesional rápidamente (Grisscom 2005, Vieira y Scariot 2006), este bosque se caracteriza por procesos sucesionales lentos, una regeneración de plantas paulatina, una reproducción altamente estacional y una fuerte dependencia a la polinización por animales, principalmente por especies de bosques maduros (Janzen 1988). El factor más limitante para la regeneración del BST es la disponibilidad de agua, ya que se ha demostrado que históricamente el BST ha sido muy sensible a los cambios en la humedad disponible para la plantas (i.e. precipitación). De hecho algunos autores mencionan que los BST migraron a zonas más húmedas montañosas durante largos periodos de sequía extrema (Pennington et al. 2004, Pennington et al. 2006) en regiones como el Patía y del valle del río Cauca (González-Carranza et al. 2002).

Una de las primeras consideraciones en cuanto a la regeneración de estos boques es que la sucesión se detiene en lugares alejados de fuentes de propágulos o semillas. Así lo demuestran algunos estudios en bosques secos de baja riqueza y estructura vegetal pobre. Al parecer uno de los factores claves en la regeneración natural de los BST es la lluvia de semillas (Fajardo 2013), ya que el patrón de recambio de especies en el BST durante la regeneración consiste en un cambio en la composición de grupos de especies que dominan este ecosistema. En etapas sucesionales tempranas, el BST está dominado por especies con semillas dispersadas por viento, las cuales llegan en los primeros años de regeneración. Al paso de los años empiezan a aparecer especies con semillas dispersadas por animales (Grisscom 2005). Este dato, aunque parece lógico, es muy importante al momento de considerar estrategias de restauración del BST que busquen acelerar la sucesión, incluyendo grupos de plantas que contengan ambas estrategias en el porcentaje adecuado. Adicionalmente, varias especies de BST se regeneran por rebrotes, lo cual se convierte en una herramienta clave sobre todo para especies que se regeneran pobremente a partir de semilla (Janzen 1988). Estas estrategias se ampliarán más adelante en este capítulo.

“ A PESAR DE QUE LOS BOSQUES SECOS REPRESENTAN UNO DE LOS ECOSISTEMAS DE PREFERENCIA PARA LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS EN LOS TRÓPICOS, AÚN EXISTE MUY POCOA INFORMACIÓN SOBRE SU REGENERACIÓN ”

Finalmente, ninguna estrategia de regeneración del BST puede funcionar sin tener en cuenta a las comunidades implicadas. Dado que existe un claro vínculo entre el tipo de uso del hábitat y las comunidades locales en una región, la restauración debe ser participativa. Por supuesto el aporte de las comunidades locales debe estar respaldado por políticas públicas adecuadas para el BST que hasta el momento, son escasas (Sánchez-Azofeifa et al. 2005).

### CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS PARA LA RESTAURACIÓN DEL BOSQUE SECO TROPICAL

Los bosques secos se caracterizan tanto por su diversidad biológica como por los altos niveles de **endemismo** (Linares-Palomino et al. 2011) y adaptaciones de las especies para vivir en condiciones de recursos hídricos limitados. Por ejemplo, algunas plantas tienen la capacidad de retener el agua en tejidos suculentos para las temporadas de estrés por prolongados periodos de sequía. Adicionalmente, muchas plantas presentan la adaptación de perder sus hojas y sincronizar su polinización y dispersión de semillas para las temporadas de mayor evapotranspiración (sequía). Dado que el crecimiento de plántulas es mucho mayor en la temporada de lluvias, no es raro que muchas especies



Familia Phyllanthaceae. *Margaritaria nobilis*. Fotografía: William Vargas

florezcan y dispersen sus semillas justo al principio de esta temporada (Hubbell 1979, Justiniano y Fredericksen 2000, Gentry 2005, Ceccon et al. 2006).

Tomando como base el Plan Nacional de Restauración (MADS 2013), los principios de Sociedad de la Ecología de la Restauración (SER) internacional sobre restauración ecológica (SER 2004), el documento “Herramientas de manejo para la conservación de la biodiversidad en paisajes rurales” (Lozano 2009) y diversas experiencias institucionales y de investigadores, se ha construido una propuesta de restauración del bosque seco tropical en Colombia dirigida a quienes deben tomar decisiones en torno a este tema. Estos lineamientos buscan aproximar la restauración ecológica a un modelo de restauración basada en la aceleración de la sucesión por medio de diversos esfuerzos y una combinación de estrategias todas dirigidas a generar conectividad, generar y recuperar hábitat, conservar biodiversidad y darle relevancia a los servicios ecosistémicos del bosque seco.

El bosque seco en Colombia presenta distintos patrones de sucesión secundaria en cada una de las grandes regiones en las cuales existe este bioma, lo cual debe tenerse en cuenta en el diseño de estrategias de restauración y en la selección de especies claves para estos procesos. A pesar de esto, la mayoría de los autores generalizan en sus recomendaciones sobre qué especies utilizar para la restauración, lo cual facilita la dispersión de especies que no son propias de las

regiones, además de amenazar a grupos de plantas y otros organismos de distribución restringida o endémicos.

Los BST están condicionados por una estacionalidad climática marcada por largos periodos secos y cortos meses de lluvias que no superan los 250-2000 mm. Estas condiciones resultan en una serie de factores bióticos y abióticos que someten a las especies de plantas y a la regeneración del bosque a condiciones extremas e impredecibles (Ceccon et al. 2006), por lo cual la regeneración del BST es un reto mayor que la de los bosques húmedos. Por un lado las sequías prolongadas afectan la fenología de las especies, los procesos de producción de frutos y semillas, y los patrones de germinación, supervivencia y desarrollo de plantas (Ceccon y Hernández 2009). Por otro lado, la combinación de largos periodos de sequía y cortos periodo de lluvias no permite la recuperación del bosque bajo las condiciones actuales de deterioro.

La regeneración natural es una estrategia de restauración ampliamente difundida bajo el esquema de “restauración pasiva”. Esta requiere de la cercanía de fuentes de propágulos, sin embargo en muchos casos se da un proceso de regeneración pobre que se reinicia con semillas cercanas, remanentes de plantas, semillas del mantillo, o del escaso banco de semillas del suelo o semillas dispersadas por el ganado. Esto ocurre por ejemplo con las semillas de algunas leguminosas y palmas como *Attalea butyracea*, entre otras. La cercanía a fragmentos y especialmente de bosques de cañadas o de galería facilita los procesos de sucesión, los cuales generalmente se inician en los suelos en mejor estado y con mayor capacidad para retener agua.

El síndrome de dispersión de las semillas tiene un papel muy importante en los procesos de sucesión porque no sólo define la capacidad de las plantas de colonizar diferentes tipos de hábitats, sino también su capacidad para sobrevivir por mayor tiempo mientras las condiciones óptimas para la germinación se presentan. Por ejemplo, las semillas dispersadas por viento pueden verse favorecidas por las corrientes de aire que las conduce con éxito a los claros aprovechando los movimientos convectivos (Loiselle et al. 1996), mientras que las especies con semillas dispersadas por animales pueden recorrer distancias largas aún fuera de los bosques.

“ EL SÍNDROME DE DISPERSIÓN DE LAS SEMILLAS TIENE UN PAPEL MUY IMPORTANTE EN LOS PROCESOS DE SUCESIÓN PORQUE NO SÓLO DEFINE LA CAPACIDAD DE LAS PLANTAS DE COLONIZAR DIFERENTES TIPOS DE HÁBITATS, SINO TAMBIÉN SU CAPACIDAD PARA SOBREVIVIR POR MAYOR TIEMPO MIENTRAS LAS CONDICIONES ÓPTIMAS PARA LA GERMINACIÓN SE PRESENTAN ”



Familia Annonaceae, género *Xylopia*  
Fotografía: William Vargas

Por otro lado, cerca del 30-40% de las especies de árboles y entre 50-90% de las especies de trepadoras leñosas son dispersados por viento (Gentry 1995). En los BST del sur de Perú, 54% de las especies son zoocoras (dispersadas por animales), mientras que 28% son anemócoras (dispersadas por viento), 44% de los frutos son carnosos y 33% son dehiscentes secos. Así mismo, para el 69% de las especies la unidad de dispersión fueron los frutos, mientras que en 31% de las especies las semillas fueron la unidad de dispersión (Jara et al. 2011), lo cual quiere decir que la mayoría de las especies en estos bosques dependen de un agente dispersor diferente del viento para su dispersión.

Lo anterior contradice lo encontrado en la mayoría de los bosques secos donde un tercio de las especies de árboles son dispersadas por el viento, lo cual contrasta con los bosques húmedos donde la mayoría de las especies son dispersadas por animales (Gentry 1995). De hecho en algunos bosques secos como los de Bolivia, un 63% de las especies son dispersadas por viento (Justiniano y Fredericksen 2000). En los BST colombianos se han estudiado muy poco los síndromes de dispersión de las plantas. En un estudio reciente del BST de la cuenca media del valle del río Cauca se reportó que tan sólo el 13% de las especies totales, 9% de los árboles y 12% de los arbustos son dispersadas por el viento, mientras que el 49% de las especies, 74,5% de los árboles, 53, 4% de los arbustos y 30,6% de las hierbas son dispersadas por animales (Vargas 2012). Como se menciona anteriormente, la dispersión por viento no sólo se presenta en árboles sino también en arbustos, lianas y hierbas. Por ejemplo, hay arbustos que se favorecen de la pérdida del follaje de los árboles del **dosel** porque facilita la circulación de corrientes de

aire en el interior (Griz y Machado 2001). Estas especies también se ven favorecidas por las perturbaciones y la creación de claros cada vez más comunes y grandes como los generados por la extracción de leña, madera o carbón. Por otro lado las hierbas como las orquídeas y algunos géneros de Bromeliaceae (*Tillandsia* especialmente) que tienen semillas dispersadas por el viento se benefician de su hábito epífita que les facilita la dispersión de las semillas incluso a grandes distancias.

Las condiciones físicas de los sitios y de los micrositos dentro del bosque, así como las condiciones ambientales condicionan la germinación y establecimiento de ciertos tipos de especies. De modo que el ambiente opera como una fuerza de **selección** a través de gradientes como el de disponibilidad de agua en el suelo o el de luz. Por ejemplo, las especies con semillas anemócoras son más comunes en ambientes secos, mientras que en los ambientes húmedos dominan las especies zoocoras (Howe y Smallwood 1982). Más allá de esto, las presiones de selección actúan también sobre grupos y tipos de crecimiento de plantas de modo que las poblaciones de las especies se establecen de acuerdo a la disponibilidad de recursos pero también por su capacidad de adaptarse a condiciones particulares.

El periodo de fructificación y dispersión de semillas por diversos mecanismos tiene un papel clave en la regeneración de los bosques secos porque de ello depende que las cohortes de nuevas plántulas puedan establecerse. De hecho de la regeneración de las diferentes especies depende la composición y dominancia de especies de plantas en las comunidades en proceso de sucesión (Kennard et al. 2002). En los BST la dispersión de las semillas ocurre principalmente en la estación seca y éstas permanecen sobre la superficie del suelo o en la hojarasca hasta las primeras lluvias, cuando se dan las condiciones para la germinación. Ésta sucede rápidamente, pues la capacidad de germinación se pierde en poco tiempo durante el cual muchas semillas son depredadas (Ray y Brown 1994, Guariguata et al. 2000, Ceccon 2006). En general, las semillas dispersadas por el viento son liberadas y dispersadas al final de la temporada seca, mientras que aquella dispersadas por animales son dispersadas en la temporada lluviosa (Howe y Smallwood 1982, Foster 1990, Griz y Machado 2001). Sin embargo, esto no se cumple estrictamente para todos los bosques de todas las regiones. En la **caatinga** de Brasil por ejemplo, la evaluación de 20 especies de árboles mostró que tanto la floración como la fructificación se dan en la temporada húmeda, mientras que la caída del follaje sucede mayoritariamente durante la temporada seca (Ferreira et al. 2012).

La regeneración exitosa de las especies no sólo depende de la etapa inicial de dispersión de semillas, sino también de la germinación, el

establecimiento, y la supervivencia de las plántulas. Si bien se producen suficientes semillas durante el periodo de fructificación como para que la mayoría de las especies que están representadas en un bosque se puedan regenerar, hay un gran porcentaje de individuos juveniles que no logran establecerse. La mayoría de las semillas no encuentran las condiciones para germinar, son depredadas (Nepstad et al. 1996), inviábiles, o germinan pero no se desarrollan por diversos factores. De hecho la proporción de

“LOS BOSQUES SECOS SE PUEDEN REGENERAR A TRAVÉS DE MECANISMOS COMO EL REBROTE, LOS BANCOS DE SEMILLAS Y LA DISPERSIÓN DE SEMILLAS”

semillas que logran germinar a plantas es realmente muy baja. Mas aún, en algunos casos las plántulas ya germinadas son afectadas negativamente por las capas de hojarasca sobre el suelo del bosque (Molofsky y Augspurger 1992). En este

caso la germinación de las semillas puede darse pero su establecimiento se dificulta porque las plántulas no alcanzan a tener contacto con el suelo antes de la llegada de la temporada seca. En las Islas del Rosario por ejemplo, se registraron bancos de plántulas de *Astronium graveolens* creciendo sobre la hojarasca del suelo, y a pesar de que éstas habían alcanzado cerca de 5 cm de altura en promedio, casi todas las poblaciones habían muerto en la primera semana de la temporada seca fuerte (Vargas, cuadernos de notas).

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, los bosques secos se pueden regenerar a través de mecanismos como el rebrote, los bancos de semillas y la dispersión de semillas. Estos procesos no son exclusivos del BST, pero se pueden fomentar en este tipo de bosque por medio del manejo de factores claves como la disponibilidad de agua en el suelo.

### ALGUNAS ESPECIES VEGETALES CLAVES EN LA RESTAURACIÓN DEL BST

Uno de los grupos de plantas más abundantes en los BST es el de las leguminosas (familia Fabaceae), que tienen amplia distribución y diversidad en los trópicos (Gentry 1995, Capítulo 2, Anexo 1). Las leguminosas tienen diversas características que son claves para la restauración del BST como su alta capacidad de adaptación, fijación de nitrógeno, capacidad de colonización, fácil propagación y altas tasas de crecimiento. Muchas son de maderas finas o tienen diversos usos, y a pesar de ser consumidas por el ganado, tienen alta capacidad de recuperación.

El uso las Fabáceas del BST en Colombia es amplio. Hay especies como el nazareno (*Peltogyne purpurea*) o el ébano (*Caesalpinia ebano*) que se utilizan como maderas finas, mientras que el trupillo (*Prosopis juliflora*)



Valle del Magdalena - Mariquita  
Fotografía: René López

se usa como fuente de carbón, leña y forraje, pero además como una especie clave en los procesos de sucesión en el Caribe y la cuenca del Magdalena hasta el Tolima. Por el otro lado, el iguá (*Albizia guachapele*) y el raspayuco (*Chloroleucon bogotense*) son especies de gran valor en la sucesión en los BST de la cuenca del río Magdalena, y ambas son utilizadas por sus maderas, las cuales suelen mezclar con otras especies de los géneros *Senna*, *Pithecellobium*, *Acacia*, *Mimosa*, *Machaerium*, entre otras. Así mismo, varias especies de acacia (*A. pennatula*, *V. farnesiana*) dominan la regeneración en los valles de los ríos Cauca y Patía, junto a especies de *Senna*, *Pithecellobium*, *Machaerium* y *Calliandra*. En términos generales las leguminosas dominan amplios sectores en la sucesión de los bosques secos de estas tres grandes regiones, por lo que su uso en la restauración es clave.

Además de las leguminosas, hay otras especies que representan un gran potencial para la restauración dentro de las **pioneras intermedias** (i.e. especies de crecimiento más lento) como diversas especies de las familias Euphorbiaceae (en Huila y Tolima *Croton glabellus*, y en otras regiones especies como *C. gossypifolius*, Salicaceae (*Casearia*, *Xylosma*), Polygonaceae (*Ruprechtia*, *Triplaris*, *Coccoloba*), Malvaceae (*Guazuma*, *Sterculia*, *Luehea*, *Ochroma*, *Hibiscus*), Verbenaceae (*Citharexylum*), Meliaceae (*Guarea*, *Trichilia*), Sapindaceae (*Cupania*), Rutaceae (*Zanthoxylum*, *Amyris*) y Poaceae (*Guadua*, *Gynerium*). Gentry (1995) indica que los géneros más comunes en los BST del neotrópico son *Tabebuia*, *Casearia*, *Bauhinia*, *Trichilia*, *Erythroxylum*, *Randia*, *Hippocratea*, *Serjania*, *Croton* y *Zanthoxylum*, y casi todos tienen especies pioneras intermedias.

La restauración del BST debe conducir a la conservación de la biodiversidad además de considerar de una manera muy especial a los endemismos, ya que la mayoría de la diversidad del BST se constituye de especies de amplia distribución (Capítulo 2). En Colombia la información sobre especies endémicas de BST es deficiente, pero en países como

“ A PESAR DE SU IMPORTANCIA, LAS TREPADORAS Y LIANAS LEÑOSAS NO SUELEN SER CONSIDERADAS EN LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA NI TAMPOCO SE PROMUEVE SU ESTABLECIMIENTO EN ETAPAS MADURAS Y AVANZADAS DE LA RESTAURACIÓN ”

México el porcentaje de géneros endémicos alcanza 43% en zonas áridas y 28% en zonas semiáridas (Gentry 1995). Sin embargo, en los bosques secos de Colombia un gran porcentaje de las especies propias de los estados sucesionales tardíos se encuentran amenazadas por uso desmedido, pérdida

de dispersores y pérdida o deterioro del hábitat. La diversidad de árboles del BST comprende algunos grupos cuyas abundancias son bajas, pero que representan elementos claves en la composición del bosque. Estas especies pueden ser difíciles de identificar, por lo que se requiere de un gran esfuerzo para ubicarlas, identificarlas y obtener material para su propagación. Entre estos grupos suelen encontrarse especies de familias como Apocynaceae (*Aspidosperma*), Capparaceae (*Belencita*, *Capparidastrum*, *Cratava*, *Cynophalla*, *Morisonia*, *Preslianthus*, *Quadrella*), Connaraceae (*Rourea*), Chrysobalanaceae (*Hirtella*), Lecythidaceae (*Gustavia*), Moraceae (*Pseudolmedia*, *Brosimum*), Polygonaceae (*Ruprechtia*), Primulaceae (*Jacquinia*), Rutaceae (*Esenbeckia*), Sapindaceae (*Matayba*, *Talisia*), y Zygophyllaceae (*Bulnesia*), entre otras. Adicionalmente, es importante que estén representadas especies de las formas de crecimiento menos comunes como las epífitas. Estas plantas se establecen sólo en lugares con cobertura vegetal, por lo cual no pueden formar parte de los esfuerzos iniciales, pero se pueden usar en el enriquecimiento de áreas restauradas, sucesiones y bosques que han sido perturbados. De hecho muchas epífitas tienen valor económico y representan una oportunidad a mediano y largo plazo para los propietarios de los bosques.

Dada la baja precipitación de los BST, en estos bosques las lianas leñosas son un componente clave en la estructura del bosque, mientras que los niveles de epifitismo son más bajos que en los bosques húmedos (Gentry y Dodson 1987, Flores-Palacios y García-Franco 2004, Reyes-García et al. 2008, Fontoura y Reinert 2009, Capítulo 2). Al menos 85% de las trepadoras neotropicales se agrupan en 26 familias botánicas, y la mayor parte de las especies de la mayoría de las familias se agrupan en uno o dos géneros (Gentry 1991). A pesar de su importancia, las trepadoras y lianas leñosas no suelen ser consideradas en la restauración ecológica ni tampoco se promueve su establecimiento en etapas maduras y avanzadas de la restauración. Las familias Bignoniaceae, Sapindaceae,



Familia Euphorbiaceae. *Alchornea coelophylla*  
Fotografía: William Vargas



Familia Fabaceae. *Samanea saman*  
Fotografía: William Vargas

Familia Euphorbiaceae. *Croton*  
Fotografía: William Vargas



Fabaceae, Hipocrateaceae, Menispermaceae, Cucurbitaceae, Vitaceae y Passifloraceae contienen la mayor diversidad de trepadoras. Algunas como las Bignoniaceae son exclusivamente dispersadas por el viento, mientras que otras son dispersadas por aves, mamíferos u otros vectores. Las trepadoras no pueden establecerse en las etapas iniciales de la restauración porque requieren de soportes para trepar, pero se deberían incorporar en etapas intermedias y tardías de regeneración.

Por el otro lado, las hierbas de las familias como las Araceae, Zingiberaceae, Costaceae y algunas Poaceae constituyen parte importante del sotobosque de algunos bosques secos, así como las hemiepífitas (Araceae) y otros tipos de vegetación típicos de los sitios de mayor humedad (Capítulo 2). Estas especies deberían ser incluidas en la restauración porque además de ser fáciles de propagar vegetativamente, tienen altas tasas de crecimiento y algunas de ellas son capaces de mantenerse a pesar de la degradación del bosque. Más aún, muchas proveen recursos como alimento y lugares para la anidación y oviposición de mamíferos, aves, insectos y anfibios.

Por último, algunos grupos de plantas tienen un gran valor para la fauna por su oferta de recursos como frutos o néctar. Por ejemplo, las familias Moraceae, Verbenaceae, Myrsinaceae y Myrtaceae constituyen la mayor parte de la oferta de frutos para aves y mamíferos en muchos bosques secos, así mismo las Lauraceae, cuya diversidad suele ser mayor en regiones más húmedas como los bosques andinos, se encuentran



Área degradada en el Valle del Magdalena. Fotografía: René López

bien representadas en el BST y su papel en la oferta de recursos para la fauna es vital (Wheelwright 1986). En los BST del Valle del Cauca por ejemplo, se registraron 20 especies de esta familia (la mayoría de los géneros *Ocotea* y *Nectandra*) que proveen frutos que son consumidos por aves y mamíferos (Vargas 2012).

### ALGUNAS ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN DEL BST

Las herramientas del manejo del paisaje para la conservación de la biodiversidad en regiones rurales son elementos del paisaje que constituyen o mejoran el hábitat, o incrementan la conectividad funcional (Renjifo et al. 2009). Éste no es un tema nuevo para los BST, para los cuales han existido herramientas como las cercas vivas. Sin embargo, hay grandes extensiones de sistemas productivos en BST que ofrecen muy pocas alternativas para el movimiento de las especies, la generación de hábitat, o la provisión de recursos para las especies silvestres. Algunas estrategias mencionadas a continuación aparecen en el esquema de toma de decisiones de la Figura 9.2. (ver las estrategias con los subtítulos con número en paréntesis), adicionalmente se explican estrategias asociadas a manejo de especies en vivero.

#### 1. RECUPERACIÓN O DESCONTAMINACIÓN DEL SUELO (OBRAS DE BIOINGENIERÍA)

La degradación del suelo es devastadora para las actividades productivas y se puede incrementar por las condiciones ambientales del BST especialmente en áreas de altas pendientes donde ha habido deforestación, mal manejo agropecuario y quemas, entre otros. La

erosión es una de las causas principales de abandono de tierras y una de las razones por las cuales en algunas regiones montañosas se han generado procesos de sucesión importantes ante la reducción de la productividad y la capacidad reguladora del suelo. En otras regiones en cambio ni siquiera el paso de los años ha permitido que las condiciones se mejoren para que haya sucesión y por el contrario, cada vez la erosión se hace más severa.

La severidad de la erosión conduce a la formación de canales profundos, cárcavas y movimientos en masa que se aceleran por actividades como la deforestación, las quemas, el sobrepastoreo y los cultivos limpios en el sentido de las pendientes. En la mayoría de los casos sólo las acciones directas sobre los lugares afectados pueden generar cambios hacia la recuperación,

ya que la degradación es tan severa que la recuperación del suelo de manera natural es prácticamente imposible. Algunas estrategias utilizadas para prevenir estos procesos de deterioro han sido la reforestación y la siembra en franjas o barreras vivas de plantas con capacidad para frenar la velocidad del agua y retener el suelo. La vegetación tiene la capacidad de proteger el suelo además de actuar como barrera reduciendo la velocidad, impacto y escorrentía del agua de lluvia, aumentando la infiltración y disminuyendo la erosión.

Los procesos erosivos más avanzados requieren de la aplicación de otro tipo de correctivos como obras sencillas de perfilado de taludes o la construcción de barreras y drenajes. En casos más severos se requiere de obras civiles o bioingeniería con materiales de la zona como especies vegetales con capacidad de rebrote.

En los casos donde el disturbio ha sido la minería, al problema de la erosión y la exposición del suelo se suma a la contaminación del mismo. En estos casos es necesaria la remediación del suelo por vía directa o por vía biológica (bioremediación), entendida como el uso de organismos vivos, principalmente microorganismos, para degradar contaminantes ambientales en formas menos tóxicas (Vivaldi 2001, Ramírez et al. 2008).

## 2. SIEMBRA MASIVA DE ESPECIES NATIVAS

La siembra masiva de especies busca llenar espacios vacíos que no estén cubiertos por la regeneración natural de ningún tipo. Por lo general

“LA DEGRADACIÓN DEL SUELO ES DEVASTADORA PARA LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y SE PUEDE INCREMENTAR POR LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL BST ESPECIALMENTE EN ÁREAS DE ALTAS PENDIENTES DONDE HA HABIDO DEFORESTACIÓN, MAL MANEJO AGROPECUARIO Y QUEMAS, ENTRE OTROS”



Plántula de *Cecropia angustifolia* en ejercicio de restauración de bosque seco. Fotografía: Camila Pizano

se debe hacer para suplir fallas en la regeneración natural del BST o para plantar los bordes de algunos fragmentos grandes en pobre estado sucesional, controlando a las especies invasoras (LERF 2010).

En la mayoría de los proyectos de reforestación se recomiendan una densidad de siembra de 1111 plantas/ha, sin embargo ésta es demasiado baja para tener un impacto positivo en procesos de restauración porque las plantas separadas a 3 m una de la otra están expuestas a condiciones a las que les es difícil sobrevivir. Para que la restauración tenga un impacto significativo, la siembra masiva debe alcanzar densidades mayores a 3000 plantas/ha y debe contar con una mezcla de especies con diferentes tipos de crecimiento en configuraciones donde deben dominar las pioneras intermedias o arbóreas. Las especies de crecimiento lento sólo deben ser empleadas en actividades de enriquecimiento como las que se realizan en bosques intervenidos, en regeneración natural y en áreas que han sido ya restauradas. Esto se debe a que este tipo de especies es menos tolerante a las condiciones de las zonas abiertas, y a pesar de que en algunos casos pueden sobrevivir con mucho esfuerzo, en la mayoría de los casos mueren. El uso de arbustos, parches de vegetación y pioneras como **nodrizas** puede incrementar la supervivencia de las plántulas; las siembras sólo deberían fortalecer el proceso natural de la sucesión.

Las especies que se deben seleccionar para ejercicios de restauración en bosques secos son aquellas que sobreviven exitosamente en ambientes con restricciones bien sea de agua o de nutrientes.

### 3. ENRIQUECIMIENTO

Se refiere a llevar a cabo restauración en áreas ya ocupadas por vegetación nativa pero que tienen una baja diversidad florística, y en algunos casos donde la sucesión se encuentra detenida. El enriquecimiento representa entonces la introducción de especies de estadios intermedios y avanzados de restauración que interactúan con la fauna, o incluso especies de lianas y epífitas (LERF 2010).

Tanto en el enriquecimiento como en la siembra masiva de especies nativas deben tenerse dos grupos de especies que son claves, las plantas nodriza y las pioneras intermedias. Las plantas nodriza son aquellas que se encuentran en áreas de restauración y pueden cumplir un papel de facilitación importante especialmente cuando las condiciones ambientales son adversas como sucede en el bosque seco. Pueden incrementar la supervivencia y el desarrollo de otras plantas, además de mantener la humedad y fertilidad del suelo (Cavieres et al. 2006, Padilla y Pugnaire 2006, Carrillo-García et al. 1999). En muchos proyectos se eliminan los arbustos y hierbas porque se utilizan modelos obsoletos de restauración que comprenden por ejemplo la siembra en arreglos espaciales estrictos al cuadrado o al tresbolillo. Bajo estos modelos se asume que las plantas que pudieran cumplir un papel facilitador son competencia y desorden en la plantación, y por lo tanto son eliminadas.

Las nodrizas pueden ser todas aquellas hierbas, arbustos o árboles que se encuentran en las áreas en las que se desarrollan actividades de restauración. Éstas pueden utilizarse como sitios de siembra, bajo cuya sombra pueden crecer plantas que requieren protección contra los rayos directos, los vientos o la evapotranspiración. Las pioneras intermedias pueden ser usadas en este sentido, sin embargo la selección de las especies es clave (Gómez-Aparicio et al. 2004). Por eso es importante el uso de especies nativas, aunque en ambientes extremadamente degradados pueden usarse especies introducidas acompañadas de un manejo que limite su capacidad para convertirse en invasoras.

Algunas plantas (e.g. *Leucaena leucocephala*) tienen un alto potencial de invasión, llegando a convertirse en plantas problema en corto tiempo. Se considera que especies como *Vachellia farnesiana* (aromo, pelá) son invasoras por su capacidad para regenerarse aún en áreas fuertemente degradadas, pero el potencial que tienen como plantas nodrizas es insospechado gracias a la fijación de nitrógeno atmosférico, la generación de hábitat y retención de humedad en el suelo. La línea entre facilitación e inhibición por competencia puede ser muy delgada en especies como ésta (Padilla y Callaway 1997, Pugnaire 2006), pero un manejo del tamaño de plántulas y generación de claros pueden ser claves en la disminución de su capacidad de invasión.



Familia Fabaceae. *Senna spectabilis*  
Fotografía: William Vargas

Por otra parte las pioneras intermedias representan la oportunidad más importante para la restauración del bosque, y el BST no es la excepción. Un número importante de especies de estos bosques tienen características que pueden ser empleadas para acelerar los procesos de restauración y generar hábitat, conectividad, protección a los suelos, oferta de recursos para la fauna, además de aumentar las probabilidades de regeneración de especies de estados sucesionales más avanzados. Este tipo de especies se caracterizan por altas tasas de crecimiento y una alta capacidad competitiva, además de ser fáciles de propagar y presentar un muy buen comportamiento en vivero.

Muchas de las especies de este grupo producen abundantes frutos y semillas que son consumidas por diversas especies de aves y algunos mamíferos. Por lo tanto, es relativamente fácil recolectarlas y utilizarlas en proyectos de restauración. Por otro lado, algunas de estas especies son colonizadoras de áreas muy perturbadas, mientras otras suelen crecer en sitios con mejores condiciones, por lo cual identificar estos grupos es de gran importancia. En vivero las pioneras intermedias tienen altas tasas de crecimiento, soportan podas de follaje y de raíces, y se pueden mantener en bolsas pequeñas o en espumas que mantengan suficiente humedad. Algunas de ellas como las leguminosas de los géneros *Pithecellobium* o *Erithryna* pueden regenerarse vegetativamente a partir de estacas o de estacones de unos pocos metros, y son varias las especies que presentan este comportamiento tan ventajoso.

Un número importante de pioneras intermedias tiene semillas dispersadas por el viento, entre las cuales se encuentran algunas de las familias Bignoniaceae (*Tecoma*, *Tabebuia*), Apocynaceae (*Aspidosperma*), Bombacaceae (*Ochroma*, *Pseudobombax*, *Pachira*, *Ceiba*), Fabaceae (*Albizia*

*guachapele*, *Platymiscium*, *Platypodium*, *Pterocarpus*, *Machaerium*) y Polygonaceae (*Triplaris*, *Ruprechtia*), entre otras. El ganado tiene un papel importante en la dispersión de pioneras intermedias como el guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y leguminosas como *Chloroleucon bogotense*, *Senna spectabilis*, *Prosopis juliflora* y algunas *Acacia* entre las que sobresale *V. farnesiana*, una planta que puede colonizar áreas muy deterioradas y dominarlas por tiempos prolongados.

Además del ganado, la fauna silvestre tiene un papel muy importante en la dispersión de pioneras intermedias como diversas Lauraceae (*Cinnamomun* y *Nectandra*), Moraceae (*Maclura tinctoria*, *Brosimum*), Verbenaceae (*Citharexylum*), Urticaceae (*Cecropia*), Myrtaceae (*Psidium*, *Eugenia*, *Myrcia*), Salicaceae (*Casearia*) y Meliaceae (*Trichilia*, *Guarea*).

#### 4. SIEMBRA DE ÁRBOLES DISPERSOS

Una de las causas más importantes de deterioro de los ecosistemas secos es la expansión y el manejo inapropiado de los sistemas productivos como la ganadería. Sin embargo, los sistemas agroforestales y silvo-pastoriles han ido ganando terreno como alternativas importantes para mejorar las condiciones no sólo de los ecosistemas sino de los propietarios de los predios. Éstos tienen impactos sobre la productividad, pero además pueden jugar un papel importante en el mantenimiento y manejo de la biodiversidad en los paisajes rurales, en la conservación y protección de fuentes hídricas, el secuestro de carbono, la reducción de las emisiones de gases de invernadero y la reducción de la erosión y el mantenimiento de la fertilidad del suelo (Beer et al. 2003). De hecho en muchos casos el mismo ganado se encarga de dispersar especies que rápidamente se establecen y generan pequeños núcleos de vegetación. Por ejemplo, la guayaba (*Psidium guajava*), el guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y muchas leguminosas de frutos comestibles son ampliamente dispersadas por el ganado.

Los árboles aislados son comunes tanto en los potreros como en otros sistemas productivos y constituyen una fuente importante de recursos para la fauna, además de ser empleados como piedras de paso por la fauna entre áreas de cobertura natural. Por esta razón su papel en la disminución del aislamiento es evidente. Además son usados como sitios de anidación o refugio por numerosas especies de animales, y en muchos casos constituyen una fuente de recursos para los campesinos (Harvey y Haber 1998, Harvey et al. 2004, Manning et al. 2006). Por otro lado, pueden mejorar la calidad de ciertas coberturas como las pasturas, ya que mantiene la fertilidad y humedad del suelo, además de proveer sombra para el ganado. Así, la siembra de árboles aislados en sistemas productivos puede contribuir a la recuperación de atributos y funciones



Familia Fabaceae. *Senna spectabilis*  
Fotografía: William Vargas



Familia Hypericaceae,  
género Vismia  
Fotografía: William Vargas

Familia Fabaceae, género Brownea  
Fotografía: William Vargas



claves de los ecosistemas secos. Es clave que éstos sean de especies nativas para que provean recursos para la fauna, además de ser de larga vida y adaptarse a las condiciones particulares de cada lugar.

Los árboles aislados tienen además una función importante como centros de regeneración a partir de sus propias semillas y aquellas dispersadas por la fauna. Uno de los grupos más utilizados es el de las leguminosas, aunque muchas especies maderables también son plantadas y en algunos casos se seleccionan individuos de regeneración natural de coberturas boscosas para que crezcan. Por todas estas razones los árboles aislados son un elemento clave para integrar la conservación y el manejo sostenible de los bosques secos (Rhoades et al. 1988, Esquivel y Calle 2002, Manning et al. 2006, 2009).

##### 5. AISLAMIENTO DE CORREDORES ECOLÓGICOS

Los bosques ribereños representan un recurso muy importante para la restauración del BST ya que son áreas de una gran concentración de biodiversidad (Sabo et al. 2005) que ofrecen grandes cantidades de propágulos. Estos bosques generan redes de conectividad y ofrecen hábitat y recursos, además de proveer servicios ecosistémicos. En términos generales, las cañadas y márgenes de los ríos y quebradas pueden mantener una cobertura boscosa por fuera de muchas de las presiones gracias a altas pendientes, suelos pobres y pedregosos, además de servir como obstáculos para la entrada del ganado. En áreas

fuertemente perturbadas y de piedemonte o terrenos ondulados, las cañadas son los mayores remanentes de biodiversidad, además de servir de corredores naturales para la fauna y albergar una gran cantidad de especies de plantas que les sirven de alimento. De hecho es en las franjas riparias es en donde se conserva la mayor cantidad de flora relictual y se da la mayor actividad de fauna.

La restauración del BST debe partir del fortalecimiento de las redes ribereñas que generen conectividad y hábitat, puesto que estas redes suelen comunicar a los bosques con otros tipos de ecosistemas incluyendo los bosques montanos más altos y zonas bajas más húmedas. Los procesos de restauración que generen coberturas alrededor de las franjas ribereñas pueden facilitarse con encerramientos y delimitaciones que excluyan al ganado de las áreas a restaurar. De hecho el encerramiento de cañadas y bosques como medida para disminuir el impacto sobre los bosques por parte del ganado ha tenido buenos resultados. Particularmente si ésto se complementa con enriquecimientos con especies de estados sucesionales intermedios y tardíos, así como especies amenazadas, endémicas y especies claves.

Una estrategia adicional que mejora la conectividad son las cercas vivas pues éstas pueden constituir redes para la generación de conectividad, dispersión de plantas y fuentes de recursos tanto para la fauna, como para el ganado y los campesinos (Harvey et al. 2004, Pulido-Santacruz y Renjifo 2011). Una constitución ideal comprende el uso de especies en varios estratos, pero al menos es suficiente con que constituyan redes de movilidad. Adicionalmente, las cercas vivas pueden cumplir un papel importante en la disminución de presiones sobre especies nativas cuando contienen especies de uso como maderas, forrajes, frutales u otras especies sembradas de manera combinada con especies nativas. Como se mencionó anteriormente, las especies con alta capacidad de rebrote constituyen una de las mejores fuentes para el establecimiento de cercas vivas ya que los rebrotes altos no están sometidos a las presiones del ganado.

#### **6. MANEJO DE ESPECIES INVASORAS**

Cuando se reduce la diversidad, se elimina la vegetación nativa y hay una alta exposición al sol en el BST, es muy factible que se inicien procesos de invasión por especies agresivas y muchas veces invasoras que pueden detener la sucesión hasta de forma permanente. Por esto se deben considerar los costos y las actividades para eliminar estas especies en todos los ejercicios de restauración. De hecho una de las ventajas de restaurar los bosques secos es que en estos ecosistemas no hay pastos agresivos de tipo estolonífero como el kikuyo de tierras frías.

Muchos de los pastos de las zonas secas son de crecimiento en macolla que no es denso y deja espacios donde se pueden plantar plántulas que tendrán la protección de la pastura. Para esto la altura y el tipo de planta son determinantes, pues los procesos de restauración en áreas en donde las condiciones son cambiantes sólo pueden iniciarse con especies de rápido crecimiento. Es decir árboles del tipo pioneros intermedios, en ambientes donde se elimine la cobertura inicial.

La ventaja de utilizar especies pioneras intermedias en la restauración es que se pueden obtener plantas del tamaño deseado en cuestión de meses por medio de un buen manejo de la sombra en el vivero y de sustratos livianos con buena capacidad de retener la humedad. Además las pioneras compiten muy bien por luz con las invasoras. Cabe recordar que el factor luz es determinante en los procesos de invasión y por esto los esfuerzos deben enfocarse hacia la generación rápida de sombra.

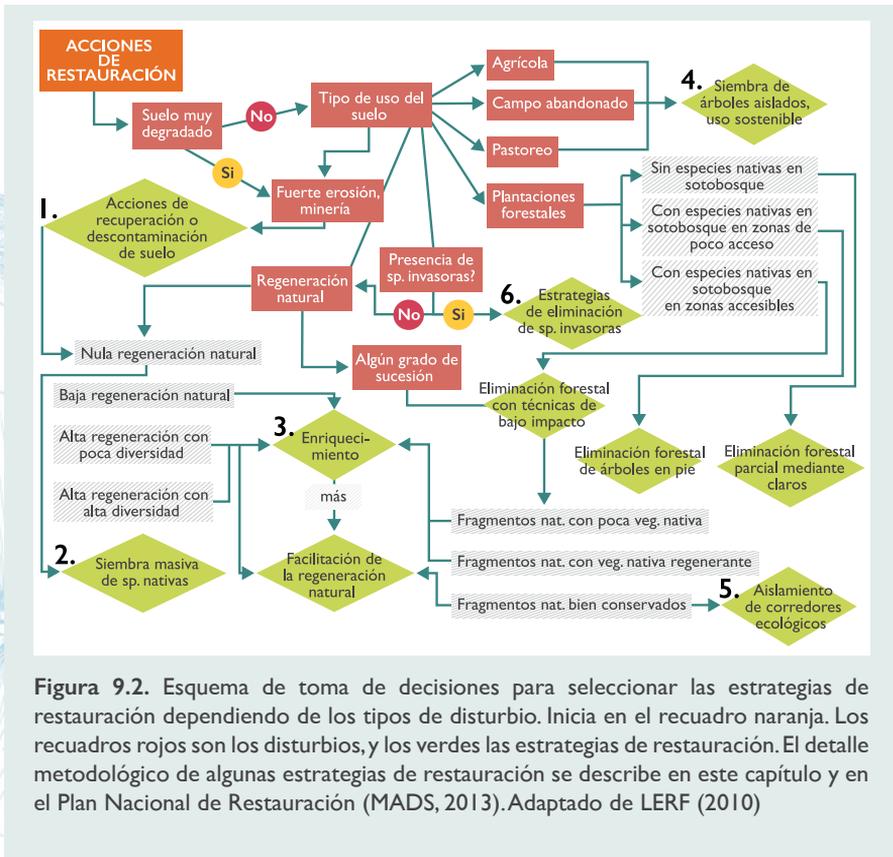


Figura 9.2. Esquema de toma de decisiones para seleccionar las estrategias de restauración dependiendo de los tipos de disturbio. Inicia en el recuadro naranja. Los recuadros rojos son los disturbios, y los verdes las estrategias de restauración. El detalle metodológico de algunas estrategias de restauración se describe en este capítulo y en el Plan Nacional de Restauración (MADS, 2013). Adaptado de LERF (2010)

### LA CAPACIDAD DE REBROTE DE ALGUNAS ESPECIES, ESTRATEGIA CLAVE EN RESTAURACIÓN.

Varias especies de árboles del BST tienen la capacidad de rebrotar luego del corte y las quemadas. Por ejemplo, el caguanejo (*Croton glabellus*) en el valle del Magdalena, puede producir decenas de nuevos brotes basales en el tallo luego del corte y en muchos casos domina la sucesión.

Algunas leguminosas de géneros como *Acacia*, *Pithecellobium*, *Senna* (*S. spectabilis*), y especies como *Casearia corymbosa* (varazón), y *Guazuma ulmifolia* (guácimo) también presentan esta condición. En general, muchas especies de árboles pueden rebrotar después de las rocerías,

mas no todas tienen la capacidad de hacerlo luego de haber sido sometidas al fuego. Esta capacidad para rebrotar puede disminuirse o perderse con aumentos en la intensidad y la frecuencia de los eventos de corte (Sampaio et al. 1993, Nepstad et al. 1996, Kennard et al. 2002, Vieira y Scariot 2006, Vieira et al. 2008) y no se presenta en todas las especies de BST (Sampaio et al. 1993).

“ EL PAPEL DE LOS BANCOS DE SEMILLAS EN LOS BST AL PARECER NO ES TAN IMPORTANTE, PUES POCAS SEMILLAS SON CAPACES DE MANTENER SU CAPACIDAD DE GERMINACIÓN POR LARGO TIEMPO ”

El rebrote también se observa en fragmentos de estructuras en árboles, arbustos y hierbas, lo cual puede ocurrir accidentalmente y puede ser utilizado como estrategia para la restauración de ecosistemas. Uno de los ejemplos más comunes es el rebrote de los postes de madera usados para construir cercas. El uso de estacas para cercas, así como para enriquecer áreas restauradas o sucesiones tempranas es una alternativa muy importante, y en ella se pueden emplear diversas especies. Los árboles como los higuerones (*Ficus spp.*), algunas leguminosas, Burseráceas como *Bursera spp.*, diversos arbustos y numerosas hierbas tienen la capacidad de rebrotar exitosamente tanto en campo cuando se les planta en condiciones apropiadas, como en vivero cuando se emplean estacas. Esto hace que la propagación vegetativa sea una herramienta importante para la restauración, especialmente para regenerar especies claves en grandes cantidades y poco tiempo.

### LOS BANCOS DE SEMILLAS EN LOS BOSQUES SECOS, UNA OPORTUNIDAD PARA LA RESTAURACIÓN.

Los bancos de semillas juegan un papel fundamental en la regeneración del bosque seco luego de las perturbaciones (Bazzaz 1991, Aide y Cavellier 1994). Para la regeneración del bosque y su recuperación es de vital importancia la presencia de especies pioneras dentro de los bancos de semillas, puesto que éstas son las que reinician los procesos de colonización en las áreas perturbadas. Sin embargo, a pesar de que la

lluvia de semillas aporte suficientes propágulos, muchos eventos pueden afectar la abundancia de semillas de pioneras y alterar los procesos de sucesión (Vieira y Scariot 2006, Vieira y Proctor 2007, Vieira et al. 2008). Por ejemplo, los daños causados por depredadores afectan negativamente el proceso de sucesión (Holl y Lulow 1997, Cubiña y Aide 2001). De igual manera, los bancos de semillas están relacionados con el uso del suelo y

las prácticas que allí se realicen, por eso factores como el fuego tienen un efecto negativo importante sobre las semillas contenidas en el suelo (Uhl et al. 1981).

“ DIVERSOS PROYECTOS HAN DEMOSTRADO LA IMPORTANCIA DEL ESTABLECIMIENTO DE VIVEROS PARA LA PROPAGACIÓN DE PLANTAS EN PROCESOS DE RESTAURACIÓN Y DE CONSERVACIÓN. ÉSTOS SON DETERMINANTES PARA LA PROPAGACIÓN DE PLANTAS PUES ASEGURAN LA DISPONIBILIDAD DE PLÁNTULAS DE LAS ESPECIES NECESARIAS Y DE LA CALIDAD APROPIADA PARA DISMINUIR LAS PÉRDIDAS EN CAMPO. ”

El papel de los bancos de semillas en los BST al parecer no es tan importante, pues pocas semillas son capaces de mantener su capacidad de germinación por largo tiempo. Esto quiere decir que hay pocas semillas que presentan altos porcentajes de germinación luego de

permanecer mucho tiempo en el suelo. Por otro lado, los suelos de los BST contienen mucho menos semillas que los de los bosques más húmedos (Rico-Gray y García-Franco 1992, Dalling et al. 1998, Miller 1999, Ceccon et al. 2006). Los bancos de semillas se ven afectados por factores bióticos pero también por factores abióticos como las altas temperaturas, la intensidad de los periodos secos, el fuego, las perturbaciones, la precipitación, la presencia de luz, y la disponibilidad de nutrientes. De hecho existe una relación muy estrecha entre la vegetación natural de la vegetación, la composición de los bancos de semillas, la degradación y las características físicas y químicas del suelo (Reubens et al. 2007). Por ejemplo, la fertilidad del suelo facilita la germinación de los bancos, pero también puede deteriorar o mantener latentes a las semillas. Algunas evaluaciones realizadas en el enclave subxerofítico de Dagua muestran que los bancos de semillas están compuestos principalmente por especies de hierbas como Poaceae, Euphorbiaceae y Malvaceae, y que las semillas de varias especies de cactus pueden mantenerse viables por largo tiempo (Vergara y Vargas en prep.).

### LA IMPORTANCIA DE LOS VIVEROS PARA LA RESTAURACIÓN DEL BST

Diversos proyectos han demostrado la importancia del establecimiento de viveros para la propagación de plantas en procesos de restauración y de conservación. Éstos son determinantes para la propagación de plantas pues aseguran la disponibilidad de plántulas de las especies necesarias y de la calidad apropiada para disminuir las



Regeneración en bosque seco del valle del Magdalena / Fotografía: Camila Pizano

pérdidas en campo. La calidad de las plantas puede definirse como las características que les permiten tener un buen desempeño en campo, expresar su capacidad de competir y adaptarse a las nuevas condiciones. En este sentido la calidad de las plantas está muy asociada a su tamaño, formación y equilibrio entre la parte aérea y subterránea.

La diversidad de especies de plantas en el vivero se logra con el paso del tiempo, ya que la recolección de semillas de especies de densidades poblacionales bajas puede ser un gran reto. Por ejemplo, algunas especies pueden pasar uno o varios años sin producir frutos, y éstas suelen ser justamente las de mayor interés por su endemismo o por su grado de amenaza. Para incluir un gran número de especies en los viveros se deben hacer recorridos amplios por la zona de trabajo para garantizar una buena provisión de semillas. El apoyo de los campesinos y de la comunidad es clave para la identificación de árboles semilleros, bancos de plántulas u otros propágulos. La socialización de los proyectos ante las comunidades debe permitir que éstas se integren de diversas formas como en la identificación de especies claves, el seguimiento de su fenología y la recolección y manejo de material para los viveros.

#### *Viveros principales y viveros auxiliares*

El manejo y transporte de material al campo es uno de los grandes retos en la restauración, pues incrementa los costos y las pérdidas de material cuando debe ser transportado a grandes distancias. Una estrategia que ha resultado efectiva para agilizar este proceso es el uso de viveros principales y auxiliares. Los viveros principales o centrales se especializan en la producción de plántulas y en el manejo durante



Plántulas de especies de bosque seco tropical en el Área Natural Única Los Estoraques. Fotografía: Camila Pizano



Plántulas de *Senna spectabilis* germinando en boñiga de ganado  
Fotografía: William Vargas

*Chrysophyllum venezuelense*  
Fotografía: William Vargas



las primeras semanas después de la germinación de las semillas. Este tipo de vivero ha sido probado en varios proyectos de restauración (Lozano 2009), aumentando la capacidad de producción, la calidad y la supervivencia de las plántulas, e incrementando la diversidad. Después de que las semillas hayan germinado y desarrollado las primeras hojas verdaderas, son transportadas a raíz desnuda y en neveras de Icopor hasta los viveros auxiliares. Éstos se ubican en la zona donde se desarrolla el proyecto y se establecen con una infraestructura sencilla y de bajo costo que asegure la calidad de las plantas. Se deben establecer con el tiempo suficiente para lograr un desarrollo adecuado de las plantas, lo cual disminuye el precio, pues el manejo y cuidado se delega a campesinos bajo la asesoría de quien maneja el proyecto. Además, el transporte a los sitios de siembra es menos costoso y las plantas no se deterioran. Esto incrementa la viabilidad y supervivencia de las plantas ya que éstas se llevan al campo en la época apropiada para la siembra como durante la época de lluvias.

#### *Manejo del vivero, adaptación, endurecimiento*

Todo el trabajo que se realiza en el vivero está dirigido a crear las condiciones apropiadas para que se desarrollen las plantas en el campo y puedan sobrevivir a las características del ambiente en el que son plantadas, así como al transporte y manejo de presiembra. Dado que sólo un material vegetal fuerte es capaz de iniciar el desarrollo en el campo, se

deben hacer los mejores esfuerzos para asegurar que las plántulas estén lo suficientemente desarrolladas cuando se llevan al campo. Lo ideal es utilizar bolsas negras individuales para cada plántula que ha germinado. Éstas se deben poner sobre un plástico grueso y negro para que las raíces salientes de las bolsas no penetren en el suelo, dañándose en el momento del trasplante. Utilizando el plástico negro en el suelo, se debe hacer una poda de raíces salientes. En otros casos es necesaria una poda de ramas para llevar material resistente al campo que sea fácil de transportar.

Unas semanas antes del trasplante se debe eliminar la fertilización y disminuir gradualmente la sombra, así como utilizar sólo el riego necesario. Este procedimiento disminuye el crecimiento activo de las plantas y lignifica los tejidos suculentos. Además las hojas se endurecen y el sistema radicular que ha sido podado ya se ha recuperado. Dado que las plantas suculentas y en crecimiento activo se maltratan en el transporte, se deshidratan y con frecuencia pierden las partes terminales, se recomienda aplicar los tratamientos mencionados. Las plantas fuertes y “endurecidas” soportan mejor el manejo y pueden resistir mejor el estrés posterior a la siembra. De lo contrario hay un atraso notorio del material que se suma a las inclemencias del campo como las altas temperaturas, la sequía, el exceso de luz, la competencia y la herbivoría (Holl y Lulow 1997).

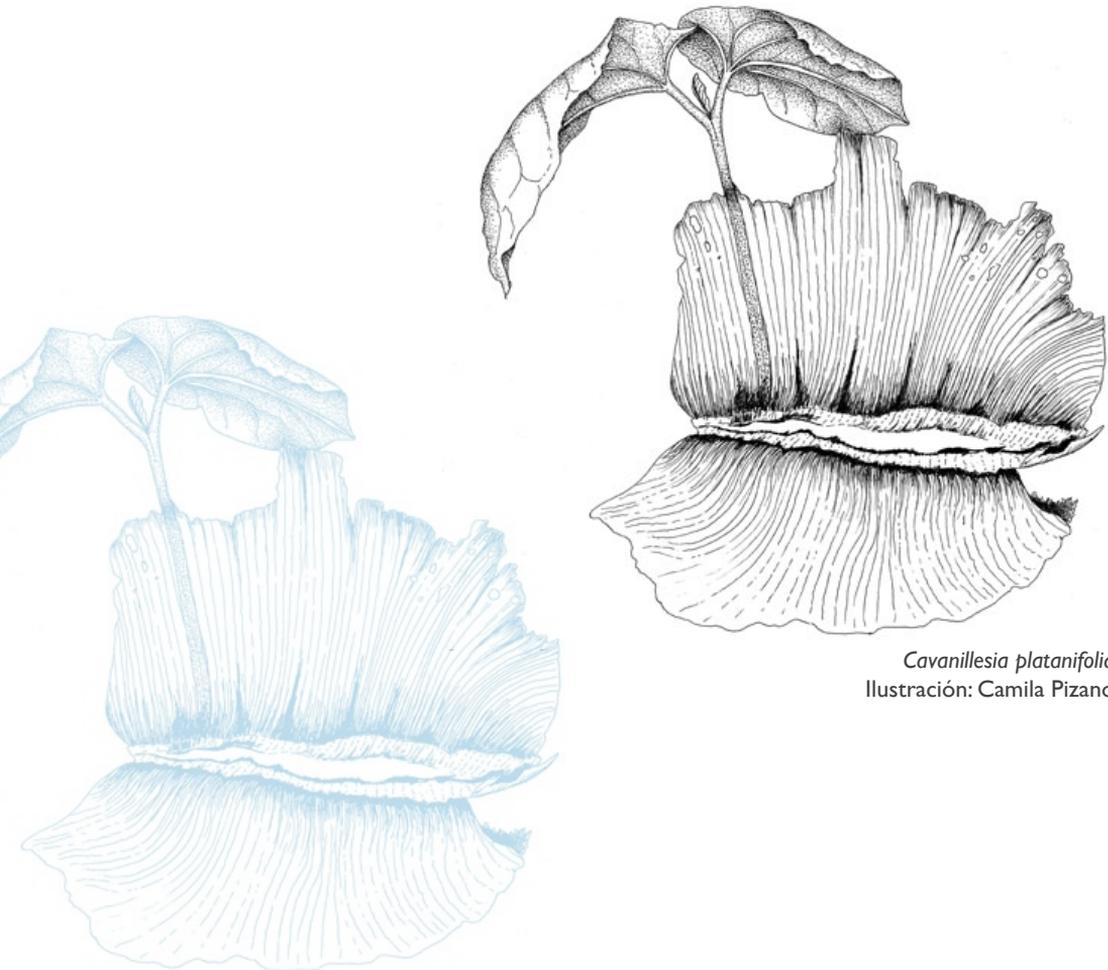
#### *El tamaño de las plántulas*

Una de las claves para el éxito de la restauración con siembra de plantas en el campo es el tamaño de los plantones, ya que las plantas pequeñas requieren de mucho mantenimiento, son rápidamente cubiertas por las pasturas, consumidas por los animales o tapadas con hojas grandes de árboles. Diversos ensayos dentro del modelo de restauración basada en aceleración de la sucesión muestran que plantas por encima de 70 cm de altura tienen éxito y no requieren de mayor mantenimiento. Este tipo de plantas no requiere de plateos o coronas como las que se utilizan en la reforestación convencional, ya que esta actividad elimina la cobertura del suelo y expone a los plantones a altas temperaturas y al lavado por las lluvias. Adicionalmente, quedan expuestos al viento, a daños mecánicos o por altas temperaturas al sistema radicular de la planta y a la mortalidad de microorganismos del suelo. Finalmente, eliminar la cobertura del suelo genera compactación, elimina bancos de semillas y materia orgánica, disminuye la fertilidad y la

“UNA DE LAS CLAVES PARA EL ÉXITO DE LA RESTAURACIÓN CON SIEMBRA DE PLANTAS EN EL CAMPO ES EL TAMAÑO DE LOS PLANTONES, YA QUE LAS PLANTAS PEQUEÑAS REQUIEREN DE MUCHO MANTENIMIENTO, SON RÁPIDAMENTE CUBIERTAS POR LAS PASTURAS, CONSUMIDAS POR LOS ANIMALES O TAPADAS CON HOJAS GRANDES DE ÁRBOLES”

capacidad de retención de humedad, así como la capacidad de la planta para adaptarse a las condiciones del campo. Más aún, el tamaño de las plantas les confiere una buena capacidad de competencia.

Es cierto que los costos de transporte en el campo, así como los de siembra pueden ser elevados, pero se compensan por altas tasas de supervivencia y rápido desarrollo. Esto no sucede con plantas pequeñas a las que se debe fertilizar, limpiar, hacer manejo fitosanitario y otras actividades que resultan más costosas que la siembra de plantas grandes. Finalmente, las plantas pequeñas no garantizan niveles de supervivencia razonables como lo muestran numerosas experiencias de restauración.



*Cavanillesia platanifolia*  
Ilustración: Camila Pizano

## REFERENCIAS

- Aide, T.M. y J. Cavelier. 1994. Barriers to lowland tropical forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Restoration Ecology* 2:219-229.
- Arango N., D.Armenteras, M. Castro, T. Gottsmann, O.L. Hernández, C.L. Matallana, M. Morales, L.G. Naranjo, L.M. Renjifo, A.F. Trujillo y H. F. Villarreal. 2003. Vacíos de conservación del Sistema de Parques Nacionales de Colombia desde una perspectiva ecorregional. WWF Colombia ( Fondo Mundial para la Naturaleza).
- Barrera-Cataño, J.I., S.M. Contreras-Rodríguez, N.V. Garzón-Yepes, A.C. Moreno-Cárdenas y S.P. Montoya-Villarreal. 2010. Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital. Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ). Bogotá, Colombia.
- Bazzaz, F. 1991. Regeneration of tropical forest: physiological responses of pioneer and secondary species. Páginas 91–118 en A. Gomez-Pompa, T.C. Whitmore y M. Hadley editores. *Rain Forest Regeneration and Management*. The Parthenon Publishing Group, Carnforth, EE.UU.
- Beer, J., C. Harvey, M. Ibrahim, J.M. Harmand, E. Somarriba y F. Jiménez. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas* 10:80-87.
- Bradshaw, A.D. 1993. Restoration ecology as a science. *Restoration Ecology* 1:71-73.
- Brown, S. y A. E. Lugo. 1994. Rehabilitation of tropical lands: a key to sustaining development. *Restoration Ecology* 2 (2): 97-111.
- Bullock, S.H. 1990. Abundance and allometrics of vines and self-supporting plants in a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 22:22-35.
- Cairns Jr. J. 1993. Is restoration ecology practical? *Restoration Ecology* 1 (1):3-7.
- Callaway, R.M. y L. Walker. 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology* 78:1958-1965.
- Calvo-Alvarado, A., McLennan, B., Sanchez-Azofeifa, A., y Garvin, T., 2009. Deforestation and forest restoration in Guanacaste, Costa Rica: putting conservation policies in context. *Journal of Forest Ecology and Management* 258: 931–940.
- Carrillo-García, A., J.L. León de la Luz, Y. Bashanl y G.J. Bethlenfalvay. 1999. Nurse plants, mycorrhizae, and plant establishment in a disturbed area of the Sonoran desert. *Restoration Ecology* 7:321–335.
- Cavieres, L.A., E.I. Badano, A. Sierra-Almeida, S. Gómez-González y M.A. Molina-Montenegro. 2006. Positive interactions between alpine plant species and the nurse cushion plant *Laretia acaulis* do not increase with elevation in the Andes of central Chile. *New Phytologist* 169:59–69.
- Ceccon, E., P. Huante y E. Rincón. 2006. Abiotic factors influencing tropical dry forests regeneration. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49:305-312.
- Ceccon, E. y P. Hernández. 2009. Seed rain dynamics following disturbance exclusion in a secondary tropical dry forest in Morelos, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 12:257–269.
- Clewell A.F. 1993. Ecology, restoration ecology and ecological restoration. *Restoration Ecology* 1: 141–141.
- Clewell A. F. y J. Aronson. 2006. Motivations for the restoration of ecosystems. *Conservation Biology* 20: 420–428.
- Clewell A. F. y J. Aronson. 2007. *Ecological Restoration: Principles, Values, and Structure of an Emerging Profession*. Island Press, Washington, DC, EE.UU.
- Cooke, R., y Ranere, A.J., 1992. Prehistoric human adaptations to the seasonally dry forests of Panama. *World Archaeology* 24: 114–133.
- Cubiña, A. y T.M. Aide. 2001. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. *Biotropica* 33: 260–267.
- Dalling, J.W., S.P. Hubbell y K. Silvera. 1998. Seed dispersal, seedling establishment and gap partitioning among tropical pioneer trees. *Journal of Ecology* 86: 674–689.
- Daniels, A.E., Painter, K., Southworth, J., 2008. Milpa imprint on the tropical dry forest landscape in Yucatan, Mexico: remote sensing and field measurement of edge vegetation. *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 123: 293–304.
- Dupuy, J.M., Chazdon, R.L., 2008. Interacting effects of canopy gap, understory vegetation, and leaf litter on tree seedling recruitment and composition in tropical secondary forests. *Forest Ecology and Management* 255: 3718–3725.
- Etter, A. y W. van Wyngaarden. 2000. Patterns of landscape transformation in Colombia, with emphasis in the Andean Region. *Ambio* 29: 443–450.

- Etter, A. McAlpine, C. y Possingham, H. 2008. Historical patterns and drivers of landscape change in Colombia since 1500: a regionalized spatial approach. *Annals of the Association of the American Geographers*, 98: 2–23.
- Espinal, T., y Montenegro, M. 1977. Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Bogotá and Ministerio de hacienda y Crédito Público, vol. XIII, No 11. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá D.C., Colombia.
- Esquivel, M.J. y Z. Calle. 2002. Árboles aislados en potreros como catalizadores de la sucesión en la Cordillera Occidental Colombiana. *Agroforestería en las Américas* 9:43–47.
- Fajardo, J.P. Rodríguez, V. González, y J.M. Briceño-Linares. 2013. Restoration of a degraded tropical dry forest in Macanao, Venezuela. *Journal of Arid Environments* 88: 236–243
- Ferreira, Y.R., G. Rodríguez da Luz y L. de Lima Braga. 2012. Phenology of tree species populations in Tropical Dry Forests of Southeastern Brazil. Páginas 125–142 en Xiaoyang Zhang, editor. *Phenology and Climate Change*. InTech, Rijeka, Croacia.
- Flores-Palacios, A. y J. G. García-Franco. 2004. Effect of isolation on the structure and nutrient budget of oak epiphyte communities. *Plant Ecology* 173: 259–269.
- Fontoura, T. y F. Reinert. 2009. Habitat utilization and CAM occurrence among epiphytic bromeliads in a dry forest from southeastern Brazil. *Revista Brasil. Bot.* 3:521–530.
- Foster, B.R. 1990. Ciclo estacional de la caída de frutos en la isla de Barro Colorado. Páginas 219–241 en Leigh, E.G. Jr., A. Stanley y D.M. Windsor, editores. *Ecología de un Bosque Tropical. Ciclos Estacionales y Cambios a Largo Plazo*. Smithsonian Institution, Washington, D.C., EE.UU.
- García-Oliva, F., I. Cesar, P. Morales y J.M. Maass. 1994. Forest-to-pasture conversion influences on soil organic carbon dynamics in a tropical deciduous forest. *Oecologia* 99: 392–396.
- Gentry, A.H. 1991. The distribution and evolution of climbing plants. Páginas 3–49 en R.E. Putz y A. Moonedy, editores. *The Biology of Vines*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Gentry A.H. 1995. Diversity and floristic composition of Neotropical dry forests. Páginas 146–194 en S.H. Bullock, H. A. Money H.A. y E. Medina, editores. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Gentry, A.H. y C.H. Dodson. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 205–233.
- Gómez-Aparicio L, R. Zamora, J.M. Gómez, J.A. Hódar, J. Castro y E. Baraza. 2004. Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological Applications* 14: 1128–1138.
- González-Carranza, Z. J.C. Berrio, H. Hooghiemstra, J.F. Duivenvoorden, y H. Behling. 2008. Changes of seasonally dry forest in the Colombian Patía Valley during the early and middle Holocene and the development of a dry climatic record of the northernmost Andes. *Review of Palaeobotany and Palynology* 152, Issues 1–2.
- Guerrero A. y P. da Rocha. 2010. Passive restoration in biodiversity hotspots: consequences for an Atlantic rainforest lizard taxocene. *Biotropica*. 42: 379–387.
- Grau, H.R., N.I. Gasparri y T.M. Aide. 2005. Agriculture expansion and deforestation in seasonally dry forests of north-west Argentina. *Environmental Conservation* 32: 140–148.
- Griscom, H.P., Ashton, P.M.S., y Berlyn, G.P., 2005. Seedling survival and growth of three native species in pastures: implications for dry forest rehabilitation. *Forest Ecology and Management* 218: 306–318.
- Griz, L.M.S. y I.C.S. Machado. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in Caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17:303–321.
- Guariguata, M.R., J.J. Rosales y B. Finegan. 2000. Seed removal and fate in two selectively logged lowland forests with contrasting protection levels. *Conservation Biology* 14: 1046–1054.
- Harris J.A., R. J. Hobbs, E. Higgs y J. Aronson. 2006. Ecological restoration and global climate change. *Restoration Ecology* 14: 170–176.
- Harvey, C.A. y W.A. Haber. 1998. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 44:37–68.
- Harvey, C.A., N.I. Tucker y A. Estrada. 2004. Live fences, isolated trees, and windbreaks: tools for conserving biodiversity in fragmented tropical landscapes. Páginas 261–289 en G. Schroth, G.A.B. da Fonseca, C. Harvey, C. Gascon, H.L. Vasconcelos y A.M. Izac, editores. *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Island Press, Washington, DC, EE.UU.

- Hobbs, R. J. 2002. The ecological context: a landscape perspective. Páginas 22–45 en Perrow M. R. y A. J. Davy, editores. *Handbook of Ecological Restoration*, Vol. 1: Principles of Restoration. University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Hobbs, R. J. 2007. Setting effective and realistic restoration goals: key directions for research. *Restoration Ecology* 15: 354–357.
- Hobbs, R.J., y J.A. Harris. 2001. Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millenium. *Restoration Ecology* 9:239–246.
- Holl, K.D. y M.E. Lulow. 1997. Effects of species, habitat, and distance from edge on post-dispersal seed predation in a tropical rainforest. *Biotropica* 29:459–468.
- Holl K.D. y T. M. Aide. 2011. When and where to actively restore ecosystems? *Forest Ecology and Management*. 261:1558–1563.
- Howe, H. F. y J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review Ecology and Systematic* 13:201–228.
- Hubbell, S.P. 1979. Tree dispersion, abundance, and diversity in a tropical dry Forest. *Science* 203:1299–1309.
- IAVH (Instituto Alexander von Humboldt, Programa de Inventario de la Biodiversidad), 1998. El bosque seco tropical (BST) en Colombia. Grupo de exploraciones y monitoreo ambiental, Instituto Alexander von Humboldt, Villa de Leyva, Colombia.
- IDEAM. 1999. Estudio Nacional del Agua, Balance hídrico y Relaciones Oferta Demanda en Colombia. Primera Versión, Bogotá D.C., Colombia
- IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, I. SINCHI y IIAF. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá, D. C, Colombia.
- Janzen, D.H., 1988. Tropical dry forests, the most endangered major tropical ecosystem. Páginas 130–137 en E.O. Wilson, editor. *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, DC, EE.UU.
- Jara-Guerrero, A., M. De la Cruz y M. Méndez. 2011. Seed dispersal spectrum of woody species in South Ecuadorian dry forests: environmental correlates and the effect of considering species abundance. *Biotropica* 43:722–730.
- Justiniano, M. J., y T. S. Fredericksen. 2000. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. *Biotropica* 32: 276–281.
- Kennard, D.K., K. Gould, F.E. Putz, T.S. Fredericksen y F. Morales. 2002. Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. *Forest Ecology and Management* 162:197–208.
- LERF (Laboratório de Ecologia e Restauracao Florestal). 2010. Pacto pela restauracao da mata Atlântica. Referencial dos conceitos e acoes de restauracao florestal. Sao Paulo, Brasil.
- Linares-Palomino, R., A.T. Oliveira y R.T. Pennington. 2011. Neotropical seasonally dry forests: diversity, endemism, and biogeography of woody plants. Páginas 3–21 en Dirzo, R., H.S. Young, H.A. Mooney y G. Ceballos, editores. *Seasonal Dry Tropical Forest*. Island Press, Washington, D.C., EE.UU.
- Loiselle, A. B., E. Ribens y O. Vargas. 1996. Spatial and temporal variation of seed rain in a tropical lowland wet forest. *Biotropica* 28: 82–95.
- Lozano-Zambrano, F.H. 2009. Herramientas de manejo para la conservación de la biodiversidad en paisajes rurales. Instituto Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá, Colombia.
- Lugo, A.E., 1986. Páginas 58–70 en E.O Wilson, editor. *Estimating reductions in the diversity of tropical forest species*. Biodiversity. National Academy, Washington, DC, EE.UU.
- Maass, J.M. 1995. Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture. Páginas 399–422 en S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina, editores. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University, Cambridge, Reino Unido.
- Manning, A.D., J. Fischer y D.B. Lindenmayer. 2006. Scattered trees are keystone structures – Implications for conservation. *Biological Conservation* 132:311–321.
- Manning, A.D., P. Gibbons y D.B. Lindenmayer. 2009. Scattered trees: a complementary strategy for facilitating adaptive responses to climate change in modified landscapes? *Journal of Applied Ecology* 46:915–919.
- Mayle, F.E., 2006. The late Quaternary biogeographical history of South American seasonally dry tropical forests: insights from palaeo-ecological data. Páginas 395–415 en R.T. Pennington, G.P. Lewis, y J.A. Ratter, editores, *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography and Conservation*. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, EE.UU.

- Miles, L., Newton, A.C., DeFries, R.S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, y V., Gordon, J.E., 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33: 491–505.
- Miller, P.M. 1999. Effects of deforestation on seed banks in a tropical deciduous forest of western Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 15: 179–188 .
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). 2013. Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Textos: Ospina Arango, Olga Lucia; Vanegas Pinzón, Silvia; Escobar Niño, Gonzalo Alberto. Bogotá D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia.
- Molofsky, J. y C.K. Augspurger. 1992. The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. *Ecology* 73: 68–77.
- Murphy, P.G., y Lugo, A.E. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 67–88.
- Murphy, P. y A.E. Lugo. 1995. Dry forest of Central America and the Caribbean. Páginas 146–194 en S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina, editores. *Seasonally Dry Tropical Forest*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- National Research Council. 1992. Restoration of Aquatic Ecosystems: Science, Technology, and Public Policy. National Academic Press, Washington, D. C., EE.UU.
- National Research Council. 2004. Adaptive management for water resources project planning. Panel on adaptive management for resource stewardship, committee to assess the U. S. Army Corps of Engineers Methods of Analysis and Peer Review for Water Resources Project Planning. National Academic Press, Washington, D. C., EE.UU.
- Nepstad, D.C., C. Uhl, C.A. Pereira y J.M.C. Silva. 1996. A comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of Eastern Amazonia. *Oikos* 76: 25–39.
- Padilla, F.M. y F.I. Pugnaire. 2006. The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4: 196–202.
- Parsons, A.E., Painter, K., y Southworth, S., 2008. Milpa imprint on the tropical dry forest landscape in the Yucatan, Mexico: remote sensing and field measurement of edge vegetation. *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 123: 293–304.
- Pennington R.T., D.E. Prado y C.A. Pendry. 2000. Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27: 261–273.
- Pennington, R.T., Lavin, M., Prado, D.E., Pendry, C.A., Pell, S.K., Butterworth, C.A., 2004. Historical climate change and speciation: neotropical seasonally dry forest plants show patterns of both Tertiary and Quaternary diversification. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B* 359: 515–537.
- Pennington, R.T., Lewis, G.P., Ratter, J.A., 2006. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of Neotropical savannas and seasonally dry forests. Páginas 1–25 en R.T. Pennington, G.P. Lewis, y J.A. Ratter, editores. *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography and Conservation*. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, EE.UU.
- Powers, J.S., Becknell, J.M., Irving, J., y Perez-Aviles, D. 2009. Diversity and structure of regenerating tropical dry forests in Costa Rica: environmental drivers and geographic patterns. *Forest Ecology and Management* 258: 959–970.
- Prance, G.T., 2006. Tropical savannas and seasonally dry forests: an introduction. *Journal of Biogeography* 33: 385–386.
- Pulido-Santacruz, P., y L.M. Renjifo. 2011. Live fences as tools for biodiversity conservation: a study case with birds and plants. *Agroforestry Systems* 81: 15–30.
- Quesada, M., G.A. Sanchez-Azofeifa, M. Alvarez-Anorve, K.E. Stoner., L. Avila- Cabadilla, J. Calvo-Alvarado, M.M. Espirito-Santo, M. Fagundes, M. Fernandes, J. Gamon, J.M. Lopezaraiza-Mikel, D. Lawrence, L.P. Cerdeira Morellato, J.S. Powers, S. Neves, V. Rosas-Guerrero, R. Sayago y G. Sanchez-Montoya. 2009. Succession and management of tropical dry forests in the Americas: review and perspectives. *Forest Ecology and Management* 258: 1014–1024.
- Quesada, M., Stoner, K.E., 2004. Threats to the conservation of the tropical dry forest in Costa Rica. Páginas 266–280 en G.W. Frankie, A. Mata, y S.B. Vinson, editores. *Biodiversity Conservation in Costa Rica: Learning the Lessons in a Seasonal Dry Forest*. University of California Press, Berkeley, California, EE.UU.
- Ramírez, W. A., X. Domene, O. Ortiz, y J. M. Alcañiz. 2008. Toxic effects of digested, composted and thermally-dried sewage sludge on three plants. *Bioresource Technology* 99: 7168–7175.
- Ray, G.J. y B.J. Brown. 1994. Seed Ecology of woody species in a Caribbean dry forest. *Restoration Ecology* 2: 156–163.

- Redi B. H., R. J. Van Aarde y T. D. Wassenaar. 2005. Coastal dune forest development and the regeneration of millipede communities. *Restoration Ecology* 13: 284–291.
- Renjifo, L.M., S.L. Aristizábal, F.H. Lozano-Zambrano, W. Vargas, A.M. Vargas y D.P. Ramírez. 2009. Diseño de la estrategia de conservación en el paisaje rural (Fase II). Páginas 85–119 en F.H. Lozano-Zambrano, editor. *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá, D. C., Colombia.
- Reubens, B., M. Heyn, K. Gebrehiwot, M. Hermy y B. Muys. 2007. Persistent soil seed banks for natural rehabilitation of dry tropical forests in Northern Ethiopia. *Tropicultura* 25: 204–214.
- Reyes-García, C., H. Griffiths, E. Rincón y P. Huante. 2008. Niche differentiation in tank and atmospheric epiphytic bromeliads of a seasonally dry forest. *Biotropica* 40: 168–175.
- Rhoades, C.C., G.E. Eckert y D.C. Coleman. 1998. Effect of pasture trees on soil nitrogen and organic matter: implications for tropical montane forest restoration. *Restoration Ecology* 6: 262–270.
- Rico-Gray, V. y J. García-Franco. 1992. Vegetation and soil seed bank on successional stages in tropical lowland deciduous forest. *Journal of Vegetation Science* 3: 617–624.
- Sabo, J.L., R. Sponseller, M. Dixon, K. Gade, T. Harms, J. Heffernan, A. Jani, G. Katz, C. Soykan, J. Watts y J. Welter. 2005. Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species. *Ecology* 86: 56–62.
- Sampaio, E., I. H. Salcedo, y J. B. Kauffman. 1993. Effect of different fire severities on coppicing of caatinga vegetation in Serra Talhada, Pe, Brazil. *Biotropica* 25: 452–460.
- Sanchez-Azofeifa, G.A., R.C. Harris y D.L. Stoke. 2001. Deforestation in Costa Rica: a quantitative analysis using remote sensing imagery. *Biotropica* 33: 378–384.
- Sanchez-Azofeifa, G.A., Quesada, M., Rodriguez, J.P., Nassar, J.M., Stoner, K.E., Castillo, A., Garvin, T., Zent, E.L., Calvo-Alvarado, J.C., Kalacska, M.E.R., Fajardo, L., Gamon, J.A., Cuevas-Reyes, P. 2005. Research priorities for neotropical dry forests. *Biotropica* 37: 477–485.
- Sarmiento, G., 1975. The dry plant formation of South America and their floristic connections. *Journal of Biogeography* 2: 233–251.
- SER. Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group. 2004. *The SER International Primer on Ecological Restoration*. [www.ser.org](http://www.ser.org) y Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Trejo, I., Dirzo, R., 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: state of the art and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94: 133–142.
- Uhl, C., K. Clark, H. Clark y P. Murphy. 1981. Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazonas basin. *Journal of Ecology* 69: 631–649.
- Van Diggelen R., A. P. Grootjans y J. A. Harris. 2001. Ecological restoration: state of the art or state of the science? *Restoration Ecology* 9: 115–118.
- Vargas W., F.H. Lozano-Zambrano, L.M. Renjifo, S.L. Aristizábal, A.M. Vargas, G. Guerra y D.P. Ramírez. 2009. *Herramientas de manejo del paisaje para la conservación de la biodiversidad (Fase III)*. Páginas 123–157 en F.H. Lozano-Zambrano, editor. *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Bogotá D.C., Colombia.
- Vargas, W. 2012. Los bosques secos del Valle del Cauca, Colombia: una aproximación a su flora actual. *Biota Colombiana* 13: 102–164.
- Vieira, D.L.M., Scariot, A., 2006. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restoration Ecology* 14: 11–20.
- Vieira, D.L., Vinícius de Lima, A. Cássio Sevilha y A. Scariot. 2008. Consequences of dry-season seed dispersal on seedling establishment of dry forest trees: Should we store seeds until the rains? *Forest Ecology and Management* 256: 471–481.
- Vieira, I.C.G. y J. Proctor. 2007. Mechanisms of plant regeneration during succession after shifting cultivation in eastern Amazonia. *Plant Ecology* 192: 303–315.
- Vidali, M. 2001. Bioremediation. An overview. *Pure and Applied Chemistry* 73: 1163–1172.
- Wheelwright, N.T. 1985. Fruit size, gape width, and the diets of fruit-eating birds. *Ecology* 66: 808–818.
- Zanne, A.E., y Chapman, C.A., 2001. Expediting reforestation in tropical grasslands: distance and isolation from seed sources in plantations. *Ecological Applications* 11: 1610–162.

## ANEXO 1 Cap. 2

Lista de las plantas vasculares consolidada para bosques secos de Colombia. **Forma de crecimiento:** Árbol (A), Arbusto (Ar), Cactus (C), Epífita (Ep), Hemiepífita (He), Hemiparásita (Hp), Hierba (H), Liana (L), Parasita (Pr), Saprófita (Sp), Subarbusto (S), Trepadora (T), Palma (P). **Origen:** Nativa (Na), Naturalizada (Nt), Exótica (Ex). **Conservación:** Categoría de amenaza: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi Amenazado (NT), Preocupación Menor (LC), Datos Deficientes (DD). Endemismo: Endémica (E). Estrategia Nacional de Conservación de Plantas (ENCP). Potencial de invasión biológica: Riesgo de invasión (Rinv), Especie invasora (Inv). **Localidad:** Caribe: Antioquia-Caribe (Ant (C)), Atlántico (Atl), Bolívar (Bol), Cesar (Ces), Córdoba (Cor), La Guajira (LGua), Magdalena (Mag), San Andrés y Providencia (SyP), Sucre (Suc). Nor-Andino: Norte de Santander (NSan), Santander (San). Patía: Cauca (Cau), Nariño (Nar). Valle del Cauca: Antioquia-Valle del Cauca- (Ant (VC)), Caldas (Cal), Quindío (Qui), Risaralda (Ris), Valle del Cauca (VCau). Valle del Magdalena: Boyacá (Boy), Cundinamarca (Cun), Huila (Hui), Tolima (Tol). Llanos: Arauca (Ara), Casanare (Cas), Meta (Meta), Vichada (Vic). Amazonas: Amazonas (Ama), Caqueta, (Caq), Guainía (Gua), Guaviare (Guav), Putumayo (Put), Vaupez (Vau). Chocó: Chóco (Cho). IAvH (1998)<sup>1</sup>, Mendoza (1999)<sup>2</sup>, Rodríguez et al. (2012)<sup>3</sup>, Vargas (2012)<sup>4</sup>, Hoyos-Gómez et al. (2013)<sup>5</sup>, Colecciones de los Herbarios FMB, UDBC, CDMB, TULV, DUGAND, ICESI y TOLI<sup>6</sup>, Talleres y listas de expertos<sup>7</sup>, registros directos de campo (verificación de coberturas de BST en campo)<sup>8</sup>.

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Acanthaceae	<i>Aphelandra barkleyi</i> <sup>7</sup>	Ar	Na	[E]	Cas, Meta
Acanthaceae	<i>Aphelandra flava</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar, H	Na	[VU/EN/E]	Ant(VC), Cau, Cun, Hui, VCau
Acanthaceae	<i>Aphelandra glabrata</i> <sup>4,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Tol, VCau
Acanthaceae	<i>Aphelandra impressa</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Cas, Cor, Cun, Meta, NSan
Acanthaceae	<i>Aphelandra leonardii</i> <sup>6</sup>	Ar	Nt		Cho, Mag, Suc, Tol
Acanthaceae	<i>Aphelandra lingua-bovis</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Boy, Cho, Qui, San, VCau
Acanthaceae	<i>Aphelandra pharangophila</i> <sup>4,6</sup>	S	Na	[VU/E]	Ant(VC), Cau, Cho, VCau
Acanthaceae	<i>Aphelandra pilosa</i> <sup>2,3,7</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Caq, Cas, Guav, Meta, PutVau
Acanthaceae	<i>Aphelandra pulcherrima</i> <sup>6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Ces, Cor, Cun, Guav, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, San, Suc, Tol, VCau
Acanthaceae	<i>Aphelandra scabra</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Cas, Ces, Cho, Cor, Gua, Guav, Meta, SucVau, Vic
Acanthaceae	<i>Aphelandra sinclairiana</i> <sup>6</sup>	Ar	Nt		VCau
Acanthaceae	<i>Asystasia gangetica</i> <sup>2,3,7</sup>	Ar, S	Na		Ant(VC), Ara, Bol, Cal, Cho, Mag, Meta, Qui, San, VCau
Acanthaceae	<i>Barleria oenotheroides</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Mag, Meta, Suc
Acanthaceae	<i>Blechnum pyramidatum</i> <sup>3,5,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cau, Ces, Cho, VCau
Acanthaceae	<i>Bravaisia integerrima</i> <sup>3,6,8</sup>	A	Na		Atl, Bol, Mag, Suc, VCau
Acanthaceae	<i>Dicliptera sexangularis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, SyP
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cor, LGua, Mag, SyP
Acanthaceae	<i>Hygrophila costata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cas, Cun, Hui, Meta, Qui, San, VCau
Acanthaceae	<i>Justicia bracteosa</i> <sup>2,6</sup>	Ar	Na	[E]	Atl, Bol, LGua, Mag, San, Suc
Acanthaceae	<i>Justicia carnea</i> <sup>4</sup>	H, S	Na		Ant(VC), Cau, Cun, Ris, VCau
Acanthaceae	<i>Justicia carthagenensis</i> <sup>4</sup>	H	Na		Atl, Bol, Boy, Cun, Mag, SyP, VCau
Acanthaceae	<i>Justicia chaetocephala</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Bol, Ces, Mag, Suc
Acanthaceae	<i>Justicia chlorostachya</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Cau, Cun, Hui, Nar, Qui, Ris, VCau
Acanthaceae	<i>Justicia comata</i> <sup>4,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, Mag, Nar, NSan, Tol, VCau, Vic
Acanthaceae	<i>Justicia polygonoides</i> <sup>4</sup>	H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Ces, Cor, Cun, Tol, VCau
Acanthaceae	<i>Justicia secunda</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, NSan, Qui, San, Suc, Tol, VCau
Acanthaceae	<i>Pachystachys lutea</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		VCau
Acanthaceae	<i>Ruellia fulgida</i> <sup>6</sup>	H, S	Na		Atl
Acanthaceae	<i>Ruellia inundata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Bol, Ces, Suc
Acanthaceae	<i>Ruellia macrophylla</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Bol, Ces, Mag
Acanthaceae	<i>Ruellia obtusa</i> <sup>3</sup>	H	Na	[E]	Atl, Bol, LGua
Acanthaceae	<i>Ruellia potamophila</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na	[E]	Cun, Meta, VCau
Acanthaceae	<i>Ruellia tuberosa</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(VC), VCau

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Acanthaceae	<i>Ruellia tubiflora</i> <sup>4,6</sup>	S	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Ces, Cun, Meta, Tol, VCau
Acanthaceae	<i>Sanchezia pennellii</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Meta, VCau
Acanthaceae	<i>Sanchezia speciosa</i> <sup>6</sup>	H	Na		VCau
Acanthaceae	<i>Stenostephanus sanguineus</i> <sup>4</sup>	S	Na		Ces, Cun, Qui, San, VCau
Acanthaceae	<i>Teliostachya lanceolata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Hui
Acanthaceae	<i>Thunbergia alata</i> <sup>6,8</sup>	L	Nt	[Rinv]	NSan, VCau
Acanthaceae	<i>Thunbergia ciliata</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Tol
Acanthaceae	<i>Thunbergia fragrans</i> <sup>7</sup>	L	Nt		Ant(VC)
Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i> <sup>6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Cau, Cun, VCau
Achariaceae	<i>Carpotroche grandiflora</i> <sup>3</sup>	A	Na		Atl, GuaVau
Achariaceae	<i>Mayna grandifolia</i> <sup>2,3,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cor, Hui, LGua, Mag, San, Suc
Achariaceae	<i>Mayna odorata</i> <sup>1,2,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cun, Mag, Meta, San, Tol, Vic
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus nigricans</i> <sup>2,3,4,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cun, Hui, LGua, Mag, SyP, Suc, Tol, VCau
Actinidiaceae	<i>Saurauia yasicae</i> <sup>5</sup>	A, Ar	Na		Mag
Adoxaceae	<i>Viburnum cornifolium</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		San
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> <sup>6</sup>	H	Na		LGua, Mag
Aizoaceae	<i>Trianthema portulacastrum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Cau, LGua, Mag, San, Tol
Alismataceae	<i>Echinodorus paniculatus</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cor, Mag
Alismataceae	<i>Hydrocleys nymphoides</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Cau, Hui, Mag, Tol, VCau
Alismataceae	<i>Limnocharis flava</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Cal, Ces, Cho, Cun, Mag, San, Suc, VCau
Alismataceae	<i>Sagittaria guayanensis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Cas, Ces, Mag, Meta, San, Tol
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea edulis</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Ces, Mag, Meta, Put, Vic
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Ara, Atl, Cas, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, Qui, SyP, Suc, Tol, VCau
Amaranthaceae	<i>Alternanthera albotomentosa</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, San, VCau
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, Tol, VCau
Amaranthaceae	<i>Alternanthera elongata</i> <sup>7</sup>	H	Na		Cau, Cun, Nar, San
Amaranthaceae	<i>Alternanthera flavescens</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Atl, LGua, Mag, NSan
Amaranthaceae	<i>Alternanthera halimifolia</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, San
Amaranthaceae	<i>Alternanthera paronychioides</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Cal, Cor, Mag, Vic
Amaranthaceae	<i>Alternanthera pubiflora</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Cun, Mag, Suc, Tol, VCau
Amaranthaceae	<i>Alternanthera pulchella</i> <sup>7</sup>	H	Na		Vic
Amaranthaceae	<i>Alternanthera pungens</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Cun, Nar, San, VCau
Amaranthaceae	<i>Alternanthera sessilis</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Cau, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, Ris, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Cho, Cun, SyP, San
Amaranthaceae	<i>Amaranthus crassipes</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, LGua, Mag
Amaranthaceae	<i>Amaranthus dubius</i> <sup>5</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cas, Cau, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Bol, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, LGua, Mag, Meta, Qui, San, Tol, VCau
Amaranthaceae	<i>Amaranthus viridis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, San, Tol, VCau
Amaranthaceae	<i>Blutaparon vermiculare</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Bol, LGua, Mag, Nar, SyP
Amaranthaceae	<i>Celosia argentea</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Cun, Meta, Nar, Qui, Tol, VCau
Amaranthaceae	<i>Chamissoa altissima</i> <sup>3,4,6,7</sup>	H, S	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Ces, Cho, Cor, Cun, Guav, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Amaranthaceae	<i>Gyathula achyranthoides</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Atl, Boy, Caq, Cau, Cho, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, VCau, Vau
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Boy, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, Qui, Tol, VCau
Amaranthaceae	<i>Heterostachys ritteriana</i> <sup>6</sup>	H	Na		LGua, Mag
Amaranthaceae	<i>Iresine angustifolia</i> <sup>6,7</sup>	H, S	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, Qui, Suc, Tol
Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Amaranthaceae	<i>Pleuropetalum pleiogynum</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Mag
Amaryllidaceae	<i>Caliphruria subedentata</i> <sup>4</sup>	H	Na	[VU][E]	Ant(VC), Cau, VCau
Amaryllidaceae	<i>Eucharis caucana</i> <sup>4</sup>	H	Na	[C][ENCP] (sp. Calles)	Cau, Ris, VCau
Amaryllidaceae	<i>Eucharis x grandiflora</i> <sup>4</sup>	H	Na		Cau, Hui, Qui, Ris, VCau
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis caribaea</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Bol, Ces, Cho, LGua, SyP
Amaryllidaceae	<i>Phaedranassa dubia</i> <sup>6</sup>	H	Na		Cau, Nar
Amaryllidaceae	<i>Plagiolirion horsmannii</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ris, VCau
Anacampserotaceae	<i>Anacampseros coahuilensis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Bol, Ces, Mag, Tol, VCau
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A	Na	[C][ENCP] (subsp. Cal)	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, Qui, San, Suc, Tol, VCau
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> <sup>6,7</sup>	A, Ar	Ex		Ama, Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Caq, Cas, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Put, Tol, Vau
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i> <sup>8</sup>	A	Na		Atl, Bol, Ces, Cun, LGua, Mag
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> <sup>1,2,3,6,7,8</sup>	A	Na	[I][ENCP] (Carib)	Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cas, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Suc, Tol, Vic
Anacardiaceae	<i>Gyrtocarpa velutinifolia</i> <sup>7</sup>	A	Na	[ENCP] (Orinoquia)	Cas, Vic

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> <sup>6,7,8</sup>	A	Ex		Ama, Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cho, Cun, Hui, Mag, Nar, NSan, Put, Qui, SyP, San, Tol, VCau
Anacardiaceae	<i>Mauria cuatrecasajii</i> <sup>6</sup>	A	Na	[E]	Mag
Anacardiaceae	<i>Mauria heterophylla</i> <sup>8</sup>	A	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, NSan, Put, Ris, VCau
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		SyP
Anacardiaceae	<i>Ochoterena colombiana</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Cor, Cun, Meta, NSan, San, VCau
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> <sup>2,3,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cas, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> <sup>3,5,6,7</sup>	A	Ex		Ant(C), Ant(VC), Atl, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, Mag, Nar, NSan, SyP, Suc, Tol, VCau
Anacardiaceae	<i>Spondias radlkoferi</i> <sup>6</sup>	A	Na		Atl, Bol, Suc
Anacardiaceae	<i>Spondias venulosa</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ara, Cas
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> <sup>3,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Ces, Cor, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau, Vic
Anacardiaceae	<i>Toxicodendron striatum</i> <sup>8</sup>	A	Na		NSan
Anemiaceae	<i>Anemia hirsuta</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Annonaceae	<i>Annona cherimola</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Ces, Cor, Cun, Mag, NSan, Qui, San, VCau
Annonaceae	<i>Annona edulis</i> <sup>8</sup>	A	Na		LGua, Meta, VCau
Annonaceae	<i>Annona glabra</i> <sup>8</sup>	A	Na		Ant(C), Atl, Ces, LGua, Mag, Meta
Annonaceae	<i>Annona jahonii</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ara, Cas, Meta
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> <sup>6,7,8</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Atl, Boy, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Annonaceae	<i>Annona purpurea</i> <sup>3,7</sup>	A	Na		Atl, Bol, Cas, Ces, Cho, LGua, Suc
Annonaceae	<i>Annona quinduensis</i> <sup>4,6</sup>	A	Na	[ENCP Eje Cafetero]	Ant(VC), Qui, Ris, VCau
Annonaceae	<i>Annona rensoniana</i> <sup>4,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i> <sup>6,7,8</sup>	A	Na		Ant(VC), Atl, Tol, VCau
Annonaceae	<i>Annona squamosa</i> <sup>5</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Atl, Cun, Hui, Tol
Annonaceae	<i>Guatteria alta</i> <sup>6</sup>	A	Na	[E]	Ant(VC), Cau, Cho, Nar, Ris, VCau
Annonaceae	<i>Guatteria cargadera</i> <sup>6</sup>	A	Na	[E]	Ant(VC), Cal, Cau, Cho, Cor, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, Put, San, Tol, VCau
Annonaceae	<i>Guatteria cestrifolia</i> <sup>7</sup>	A	Na	[E]	Ant(VC), Cas, Cau, Cho, Cun, Meta, NSan, San
Annonaceae	<i>Guatteria collina</i> <sup>4,8</sup>	A	Na	[E]	Meta, VCau
Annonaceae	<i>Guatteria lehmannii</i> <sup>4</sup>	A	Na	[E]	Ant(VC), Cun, VCau
Annonaceae	<i>Guatteria schomburgkiana</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Caq, Gua, Guav, Meta, VCau, Vau, Vic
Annonaceae	<i>Oxandra asbeckii</i> <sup>7</sup>	A	Na		Vic
Annonaceae	<i>Oxandra espiñana</i> <sup>4,6</sup>	A	Na	[CR]	Cun, Hui, Ris, SyP, Tol, VCau
Annonaceae	<i>Rollinia edulis</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Cas, VCau
Annonaceae	<i>Rollinia exsucca</i> <sup>7</sup>	A	Na		Cas
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> <sup>6,7,8</sup>	A	Na		Cun, Hui, LGua, San, Suc, Tol, Vic
Annonaceae	<i>Xylopia frutescens</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cal
Annonaceae	<i>Xylopia ligustrifolia</i> <sup>4,6</sup>	A	Na	[ENCP Eje Cafetero]	Cas, Cau, San, Tol, VCau
Apiaceae	<i>Eryngium foetidum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Gua, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Ris, San, VCau, Vau
Apiaceae	<i>Petroselinum sativum</i> <sup>6</sup>	H	Ex	[Rinv]	VCau
Apiaceae	<i>Spananthe paniculata</i> <sup>6</sup>	H	Na		VCau
Apocynaceae	<i>Allamanda cathartica</i> <sup>6,7</sup>	Ar, L, S	Nt		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, San, VCau
Apocynaceae	<i>Allamanda oenotherifolia</i> <sup>7</sup>	L	Na		Cas
Apocynaceae	<i>Alstonia scholaris</i> <sup>6</sup>	A	Ex		Atl
Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i> <sup>6,7</sup>	Ar, H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Caq, Cas, Cau, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, SyP, San, Tol, VCau
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cuspa</i> <sup>2,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Tol
Apocynaceae	<i>Aspidosperma desmanthum</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Caq, Cho, Cor, Cun, Gua, Mag, Meta, Nar, San, VCau, Vau
Apocynaceae	<i>Aspidosperma megalocarpon</i> <sup>6</sup>	A	Na	[ENCP Caribe]	Ant(VC), Bol, Cho, Suc
Apocynaceae	<i>Aspidosperma megalocarpon subsp. curranii</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Mag, Tol
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i> <sup>2,3,6,7,8</sup>	A	Na	[ENCP Caribe]	Atl, Bol, Ces, Cun, LGua, Mag, Suc, Tol
Apocynaceae	<i>Blepharodon mucronatum</i> <sup>4</sup>	L, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, San, Tol, VCau
Apocynaceae	<i>Calotropis procera</i> <sup>6,7</sup>	H	Nt	[Rinv]	Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, San, Tol, VCau
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i> <sup>4,6,7,8</sup>	Ar	Ex		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, NSan, San, Tol, VCau
Apocynaceae	<i>Catharanthus roseus</i> <sup>6</sup>	H, S	Ex		Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cas, Ces, Cun, Mag, NSan, Ris, Suc, Tol, VCau
Apocynaceae	<i>Ditassa longiloba</i> <sup>6</sup>	H	Na	[E]	Ant(VC), Boy, Cau, Cun, Nar, San
Apocynaceae	<i>Forsteronia spicata</i> <sup>6</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Ces, LGua, Mag, Suc, Tol, VCau
Apocynaceae	<i>Gonolobus antennatus</i> <sup>4</sup>	T	Na		VCau
Apocynaceae	<i>Gonolobus lasiostomus</i> <sup>6</sup>	T	Na		Boy, Cas, Ces, Cun, LGua, Mag
Apocynaceae	<i>Himantanthus articulatus</i> <sup>7</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cas, Ces, Cho, Cor, Cun, Guav, Meta, Nar, San, VCau, Vau, Vic
Apocynaceae	<i>Lacmellea edulis</i> <sup>7</sup>	A, Ar	Na	[ENCP Orinoquia]	Ama, Ant(VC), Bol, Boy, Caq, Cas, Meta, Put, VCau, Vau
Apocynaceae	<i>Lacmellea panamensis</i> <sup>5</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cor, Nar, VCau
Apocynaceae	<i>Mandevilla caurensis</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ama, Caq, Vic
Apocynaceae	<i>Mandevilla lancifolia</i> <sup>7</sup>	S, L	Na		Caq, Gua, Guav, VCau, Vic

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Apocynaceae	<i>Mandevilla mollissima</i> <sup>7</sup>	T	Na	[E]	Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, Tol
Apocynaceae	<i>Mandevilla scabra</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ama, Boy, Caq, Gua, MetaVau, Vic
Apocynaceae	<i>Mandevilla steyermarkii</i> <sup>7</sup>	L	Na		Cun, Gua, Hui, Ris, VCau, Vau, Vic
Apocynaceae	<i>Mandevilla subsagittata</i> <sup>4,6</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Ces, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, San, Tol, VCau
Apocynaceae	<i>Mandevilla villosa</i> <sup>2,6</sup>	T	Na		Ant(C), Bol, Cor
Apocynaceae	<i>Marsdenia altissima</i> <sup>2,6</sup>	L	Na		Atl, Bol, Ces, Cun, LGua, Mag
Apocynaceae	<i>Marsdenia macrophylla</i> <sup>4,7</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Cau, Ces, Cun, Mag, Meta, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Apocynaceae	<i>Marsdenia undulata</i> <sup>7</sup>	L	Na		Atl, Bol, Cas
Apocynaceae	<i>Matelea denticulata</i> <sup>4,7</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Ces, Cun, LGua, Meta, San, Tol, VCau
Apocynaceae	<i>Mesechites citrifolius</i> <sup>6</sup>	L	Na	[E]	Ant(VC), Cun, Hui, Mag, Tol, VCau
Apocynaceae	<i>Mesechites trifidus</i> <sup>4,6</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cas, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, San, Suc, Tol, VCau
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> <sup>5</sup>	Ar	Ex		Ant(VC), Atl, Boy, Cau, Ces, Cun, Mag, NSan, Qui, SyP, Suc, Tol, VCau
Apocynaceae	<i>Odontadenia nitida</i> <sup>6</sup>	L	Na		Caq, Meta, Suc
Apocynaceae	<i>Orthosia guilleminiana</i> <sup>4,6</sup>	L, H	Na		LGua, VCau
Apocynaceae	<i>Oxypetalum cordifolium</i> <sup>4,7</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Mag, Nar, Qui, San, Tol, VCau
Apocynaceae	<i>Peltastes peltatus</i> <sup>7</sup>	L	Na		Cas
Apocynaceae	<i>Plumeria alba</i> <sup>8</sup>	A, Ar	Ex		Atl, Ces, Mag
Apocynaceae	<i>Plumeria inodora</i> <sup>3,7</sup>	A	Na	[LC]	Atl, Ces, Cun, Mag, San, VCau, Vic
Apocynaceae	<i>Plumeria pudica</i> <sup>2,3,6,8</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, NSan, San, Vic
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> <sup>2,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Ces, Cor, Cun, Mag, SyP, Suc, VCau
Apocynaceae	<i>Prestonia exserta</i> <sup>6</sup>	T	Na		San
Apocynaceae	<i>Prestonia quinquangularis</i> <sup>4,6</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Ces, Cor, Cun, Mag, Meta, Ris, San, Tol, VCau
Apocynaceae	<i>Prestonia trifida</i> <sup>2,3,6</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cor, Suc
Apocynaceae	<i>Rauvolfia ligustrina</i> <sup>3,6</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Cas, Cor, LGua, Mag, Suc, VCau
Apocynaceae	<i>Rauvolfia littoralis</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Mag
Apocynaceae	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> <sup>3,4,6</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, San, Suc, Tol, VCau
Apocynaceae	<i>Rauvolfia viridis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Suc
Apocynaceae	<i>Rhabdadenia biflora</i> <sup>6</sup>	L	Na		Mag
Apocynaceae	<i>Sarcostemma clausum</i> <sup>4,6,7</sup>	L, H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i> <sup>3,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cau, LGua, Mag, Meta, Nar, Suc, VCau
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana cymosa</i> <sup>3,6,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cor, LGua, Mag, Suc
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana grandiflora</i> <sup>3,6,7,8</sup>	Ar, A	Na		Atl, Bol, Cal, Cas, Ces, Mag, Suc, Vic
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana littoralis</i> <sup>4</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Cal, Qui, VCau
Apocynaceae	<i>Thevetia ahouai</i> <sup>3,6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cor, LGua, Mag, Suc, VCau
Apocynaceae	<i>Vallesia glabra</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		VCau
Araceae	<i>Aglaonema commutatum</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Qui, Tol, VCau
Araceae	<i>Anthurium alatum</i> <sup>4</sup>	H	Na	[E]	Ant(VC), Cal, Cho, Qui, Ris, VCau
Araceae	<i>Anthurium bonplandii</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Ara, Caq, Cas, Gua, MetaVau, Vic
Araceae	<i>Anthurium buganua</i> <sup>4</sup>	H	Na		Cau, VCau
Araceae	<i>Anthurium caucaullense</i> <sup>4</sup>	E	Na	[DD][E]	Ant(VC), Cun, Hui, Nar, Qui, Ris, VCau
Araceae	<i>Anthurium clavigerum</i> <sup>4,6</sup>	H, He	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Guav, Mag, Meta, NSan, Ris, San, Suc, VCau, Vau
Araceae	<i>Anthurium cubense</i> <sup>5</sup>	H, Ep	Na		Atl, Bol, Cau, Ces, Mag, SyP, Suc
Araceae	<i>Anthurium fendleri</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Caq, Cas, Ces, Cho, Cun, Guav, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, San, Suc, VCau, Vau, Vic
Araceae	<i>Anthurium gracile</i> <sup>4</sup>	E	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Caq, Cas, Cau, Cho, Cor, Cun, Gua, LGua, Meta, Nar, Ris, San, VCau, Vau
Araceae	<i>Anthurium kunthii</i> <sup>4</sup>	He	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Bol, Caq, Cau, Cho, Meta, Put, Qui, Ris, San, VCau, Vau, Vic
Araceae	<i>Anthurium pentaphyllum</i> <sup>6</sup>	H, Ep	Na		Ama, Caq, Meta, Put, San
Araceae	<i>Anthurium pentaphyllum</i> var. <i>bombacifolium</i> <sup>6</sup>	H, Ep	Na		Atl, Bol, Cho, Mag, Ris, Suc
Araceae	<i>Anthurium scandens</i> <sup>4</sup>	E, He	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Cau, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau, Vau
Araceae	<i>Caladium bicolor</i> <sup>4,7</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Caq, Cas, Cau, Cho, Cun, Meta, Nar, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Araceae	<i>Caladium macroctites</i> <sup>7</sup>	H	Na	[ENCP Orinoquia]	Cas, Gua, Meta, Vic
Araceae	<i>Colocasia esculenta</i> <sup>6</sup>	H	Nt		Boy, Caq, Cas, Ces, Cho, LGua, Mag, Put, VCau
Araceae	<i>Dieffenbachia longispatha</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Cho, Cun, Mag, Meta, Ris, VCau, Vau
Araceae	<i>Dieffenbachia parlatoriei</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Cal, Cau, Cun, Mag, Meta, NSan, Ris, Suc, Tol, VCau
Araceae	<i>Dieffenbachia seguine</i> <sup>6</sup>	H	Na		Boy, Caq, Cun, Mag, Meta, San, Tol, Vau, Vic
Araceae	<i>Dieffenbachia silverstonei</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ris, VCau
Araceae	<i>Epipremnum aureum</i> <sup>6</sup>	H, Ep, He	Ex		Tol
Araceae	<i>Monstera adansonii</i> <sup>4</sup>	H, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Ris, San, VCau, Vic
Araceae	<i>Monstera dubia</i> <sup>6</sup>	H, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Caq, Cau, Ces, Cho, Cor, LGua, Mag, Meta, Put, San, Vic
Araceae	<i>Monstera gracilis</i> <sup>7</sup>	L, E	Na		Ama, Bol, Boy, Caq, Cas, Guav, Meta, PutVau
Araceae	<i>Monstera obliqua</i> <sup>4</sup>	T	Na		Ant(VC), Cal, Cau, Cun, Meta, Qui, Ris, VCau

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Araceae	<i>Monstera pinnatipartita</i> <sup>4,7</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Ces, Cor, Cun, Mag, Meta, Nar, Ris, Tol, VCau
Araceae	<i>Philodendron barrosoanum</i> <sup>4</sup>	L, E	Na		Boy, Cau, Cun, Hui, Meta, NSan, Tol, VCau
Araceae	<i>Philodendron elegans</i> <sup>4</sup>	H, E, He	Na	[E]	Ant(VC), Qui, Tol, VCau
Araceae	<i>Philodendron erubescens</i> <sup>6</sup>	H, Ep, He	Ex		Tol
Araceae	<i>Philodendron hastatum</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(VC), VCau
Araceae	<i>Philodendron hederaceum</i> <sup>4,6</sup>	E, He	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, Suc, VCau
Araceae	<i>Philodendron inaequilaterum</i> <sup>4</sup>	H, He	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Cun, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, San, VCau
Araceae	<i>Philodendron jacquinii</i> <sup>6</sup>	H, T, Ep	Na		Bol
Araceae	<i>Philodendron montanum</i> <sup>4</sup>	H	Na	[E]	Ris, VCau
Araceae	<i>Philodendron panduriforme</i> <sup>6</sup>	H, Ep	Na		Tol
Araceae	<i>Philodendron quinquenervium</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ara, Cas
Araceae	<i>Philodendron tenue</i> <sup>4</sup>	He	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Ces, Cun, Hui, Qui, Ris, VCau
Araceae	<i>Philodendron tripartitum</i> <sup>4</sup>	H, He	Na		Ant(VC), Ris, San, VCau
Araceae	<i>Philodendron verrucosum</i> <sup>4</sup>	E, He, T	Na		Ant(VC), Cau, Cun, Nar, Ris, VCau
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i> <sup>4,6</sup>	H	Na	[Rinv]	Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, Mag, Tol, VCau
Araceae	<i>Spathiphyllum grandifolium</i> <sup>4</sup>	H	Na	[VU]ENCP Eje Cal	Nar, Qui, Ris, San, VCau
Araceae	<i>Syngonium podophyllum</i> <sup>4,7</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Cal, Cas, Cau, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, Qui, Ris, San, VCau
Araceae	<i>Xanthosoma daguense</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(VC), Cal, Cau, Nar, Ris, VCau
Araceae	<i>Xanthosoma helleborifolium</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cun, Hui, Mag, Meta, VCau
Araceae	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cun, LGua, Nar, Ris, San, Tol, VCau
Araliaceae	<i>Aralia chinensis</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Ex		Tol
Araliaceae	<i>Aralia excelsa</i> <sup>2,3,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Mag, Suc
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Caq, Cau, Cho, Hui, Mag, Meta, Qui, San, Suc, Vic
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatum</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ris, VCau, Vic
Araliaceae	<i>Hydrocotyle leucocephala</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(VC), Cal, Cau, Cun, Hui, Ris, Tol, VCau
Araliaceae	<i>Hydrocotyle umbellata</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Ara, Boy, Cho, Nar, NSan, Put, San, Tol, VCau
Araliaceae	<i>Oreopanax acerifolius</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na		Ris, VCau
Araliaceae	<i>Oreopanax capitatum</i> <sup>6</sup>	A, He	Na		Mag
Araliaceae	<i>Oreopanax cecropifolius</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ris, VCau
Araliaceae	<i>Oreopanax obtusilobus</i> <sup>6</sup>	A	Na		VCau
Araliaceae	<i>Polyscias balfouriana</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Tol
Araliaceae	<i>Polyscias guilfoylei</i> <sup>5</sup>	Ar	Ex		Tol
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> <sup>1,4,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Ces, LGua, Meta, San, VCau, Vic
Arecaceae	<i>Acoelorrhapha wrightii</i> <sup>7</sup>	P	Na	[VU]ENCP Caribe	SyP
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> <sup>4,7,8</sup>	P	Na	[LC]	Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Cal, Cas, LGua, Mag, Meta, San, Suc, VCau
Arecaceae	<i>Aiphanes horrida</i> <sup>4,7,8</sup>	P	Na		Ant(VC), Ara, Cal, Cas, Cun, VCau
Arecaceae	<i>Astrocaryum jauari</i> <sup>7</sup>	P	Na		Ama, Caq, Cas, Put, Vic
Arecaceae	<i>Astrocaryum malybo</i> <sup>6</sup>	P	Na	[ENCP Caribe]	Ant(C), Bol, Mag, San, Suc
Arecaceae	<i>Attalea amygdalina</i> <sup>4</sup>	P	Na	[EN]ENCP Eje Cal	Ant(VC), Cal, Qui, Ris, VCau
Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i> <sup>3,7,8</sup>	P	Na	[LC]	Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Put, Ris, Suc, Tol, VCau, Vau
Arecaceae	<i>Attalea maripa</i> <sup>7</sup>	P	Na	[LC]ENCP Orinoquial	Caq, Gua, Guav, MetaVau, Vic
Arecaceae	<i>Bactris corossilla</i> <sup>7</sup>	P	Na		Ama, Caq, Cas, Cun, Meta, NSanVau
Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i> <sup>4,8</sup>	P	Na	[NT/VU]	Ant(C), Ant(VC), Cho, Put, San, Tol, VCau, Vau
Arecaceae	<i>Bactris gasipaes var. chichagui</i> <sup>8</sup>	P	Na	[VU]ENCP Orinoquial	LGua, Ris, VCau
Arecaceae	<i>Bactris guineensis</i> <sup>2,3,8</sup>	P	Na	[NT]	Ant(C), Atl, Bol, Ces, Cor, LGua, Mag, Suc
Arecaceae	<i>Bactris major</i> <sup>3,6,7,8</sup>	P	Na	[LC]	Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cal, Cas, Ces, Cor, Cun, Hui, Meta, Suc
Arecaceae	<i>Bactris pilosa</i> <sup>6,7</sup>	P	Na	[NT]ENCP Orinoquial	Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Cal, Cas, Cho, Cor, Cun, San, Suc, Tol
Arecaceae	<i>Chamaedorea linearis</i> <sup>4,8</sup>	P	Na	[NT]	Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Arecaceae	<i>Chamaedorea pinnatifrons</i> <sup>6</sup>	P	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Arecaceae	<i>Chamaedorea tepejilote</i> <sup>6</sup>	P	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cho, Ris, VCau
Arecaceae	<i>Coccothrinax argentata</i> <sup>6</sup>	P	Na	[ENCP Caribe]	SyP
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> <sup>6,7,8</sup>	P	Ex		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cho, Cun, Tol
Arecaceae	<i>Copernicia tectorum</i> <sup>6,8</sup>	P	Na	[ENCP Caribe]	Atl, Bol, Ces, LGua, Mag
Arecaceae	<i>Cryosophila kalbreyeri</i> <sup>6</sup>	P	Na		Ant(VC), Ces
Arecaceae	<i>Desmoncus orthacanthos</i> <sup>2,3,6</sup>	T	Na	[LC]	Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cor, Mag, Suc, VCau, Vic
Arecaceae	<i>Desmoncus polycanthos</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ama, Ara, Cal, Caq, Cas, Cun, Gua, Meta, Put, Vic
Arecaceae	<i>Dypsis lutescens</i> <sup>7</sup>	P	Ex		Ant(VC), Cun
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i> <sup>8</sup>	P	Ex	[Rinv]	Ant(C), Ant(VC), Ces, Mag
Arecaceae	<i>Elaeis oleifera</i> <sup>6,8</sup>	P	Na	[R]ENCP Eje Cal, ENCP Cau	Bol, LGua
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i> <sup>6</sup>	P	Na		Ama, Ant(VC), Cal, Caq, Cas, Cau, Cho, Cun, Gua, LGua, Mag, Meta, NSan, Put, San, VCau, Vau, Vic

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Arecaceae	<i>Geonoma interrupta</i> <sup>4,6</sup>	P	Na	[LC]	Ant(C), Ant(VC), Cal, Ces, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, VCau
Arecaceae	<i>Oenocarpus minor</i> <sup>6</sup>	P	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Gua, Guav, Meta, Nar, NSan, Put, San, Tol, VCau, Vau, Vic
Arecaceae	<i>Phoenix roebelenii</i> <sup>6</sup>	P	Ex		Tol
Arecaceae	<i>Phytelphas seemannii</i> <sup>8</sup>	P	Na		VCau
Arecaceae	<i>Pritchardia pacifica</i> <sup>7</sup>	P	Ex		Ant(VC)
Arecaceae	<i>Roystonea regia</i> <sup>7</sup>	P	Ex		Ant(VC)
Arecaceae	<i>Sabal mauritiformis</i> <sup>3,4,6,8</sup>	P	Na	[H]ENCP (p. Cal, ENCP Ca)	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cor, Cun, LGua, Mag, Suc, VCau
Arecaceae	<i>Syagrus orinocensis</i> <sup>7</sup>	P	Na	[LC]ENCP (Orinoquia)	Vic
Arecaceae	<i>Syagrus sancona</i> <sup>4,7,8</sup>	P	Na	[V]ENCP (Orinoquia)	Ant(VC), Ara, Cas, Cun, Ris, Tol, VCau
Arecaceae	<i>Washingtonia robusta</i> <sup>6</sup>	P	Ex		Tol
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia anguicida</i> <sup>3,6</sup>	H, T	Na		Atl, Bol, Ces, Cor, LGua, Mag, San, Suc
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia inflata</i> <sup>3,6</sup>	L	Na		Bol, Ces, Cor, Cun, Hui, Mag, Tol, VCau
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia littoralis</i> <sup>6</sup>	L	Na		Mag, Meta, VCau
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia maxima</i> <sup>4,6</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia nummularifolia</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ara, Cas, Meta, Vic
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia odoratissima</i> <sup>5</sup>	T	Na		Ant(VC), Bol, Ces, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Suc
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia pubescens</i> <sup>4</sup>	T	Na		VCau
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia ringens</i> <sup>4,6,7</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, Qui, San, Suc, Tol, VCau
Asparagaceae	<i>Asparagus setaceus</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Ant(VC), Tol
Asparagaceae	<i>Dracaena angustifolia</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Tol
Asparagaceae	<i>Dracaena reflexa</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Ex		Tol
Asparagaceae	<i>Furcraea cabuya</i> <sup>4,8</sup>	A	Na		Boy, Cun, Nar, Ris, San, Tol, VCau
Aspleniaceae	<i>Asplenium cirratum</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Boy, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, San, VCau
Aspleniaceae	<i>Asplenium cristatum</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant, Boy, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, San, VCau
Aspleniaceae	<i>Asplenium dissectum</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Cun, Meta, Nar, Ris, VCau
Aspleniaceae	<i>Asplenium radicans</i> <sup>4</sup>	E, H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, Mag, Nar, Ris, Tol, VCau
Aspleniaceae	<i>Asplenium serratum</i> <sup>4</sup>	E, H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Boy, Caq, Cau, Cho, Gua, Mag, Meta, NSan, Put, Qui, Ris, VCau, Vau, Vic
Asteraceae	<i>Acanthospermum australe</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ara, Boy, Cas, Cau, Ces, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, San
Asteraceae	<i>Acanthospermum hispidum</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Cau, Cun, Hui, LGua, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Cau, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Alloispermum caracasenum</i> <sup>6</sup>	T	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, Qui, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Ambrosia artemisioides</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Mag
Asteraceae	<i>Ambrosia peruviana</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Cho, Cun, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Austroeuatorium inulifolium</i> <sup>4,6</sup>	Ar, H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Cho, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Baccharis inamoena</i> <sup>2,4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> <sup>4</sup>	Ar, H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cor, Cun, Hui, LGua, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Baccharis nitida</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Caq, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Cho, Cor, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Brickellia paniculata</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		LGua
Asteraceae	<i>Calea glomerata</i> <sup>6</sup>	Ar, S	Na		Cau, Cun, Hui, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Calea jamaicensis</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cau, Cun, Hui, Mag, Nar, NSan, SyP, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Calea longipes</i> <sup>6</sup>	H	Na		Boy, Cun, Mag
Asteraceae	<i>Calea prunifolia</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Cal, Cho, Cun, Hui, NSan, SyP, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Calea sessiliflora</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Nar, NSan, Qui, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Chaptalia nutans</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Cal, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Chromolaena barranquillensis</i> <sup>6</sup>	Ar	Na	[E]	Atl, Bol, Ces, Cho, Cor, LGua, Mag, SyP, Suc
Asteraceae	<i>Chromolaena odorata</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Ris, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Asteraceae	<i>Clibadium surinamense</i> <sup>4,7</sup>	Ar, H, S	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Caq, Cau, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, Put, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau, Vau
Asteraceae	<i>Clibadium terebinthaceum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Cho, Mag, Nar, Put, VCau
Asteraceae	<i>Cosmos caudatus</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Cau, Ces, Cho, Cun, Mag, Meta, Nar, San, VCau
Asteraceae	<i>Critonia morifolia</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Boy, Cal, Ces, Cun, Gua, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, Qui, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Critoniella acuminata</i> <sup>4,6</sup>	Ar, H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Caq, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, Mag, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Delilia biflora</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, Suc, VCau
Asteraceae	<i>Dendrophorbium reflexum</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(VC)
Asteraceae	<i>Eclipta prostrata</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Egletes prostrata</i> <sup>5</sup>	H	Ex		LGua, Mag
Asteraceae	<i>Eirmocephala brachiata</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Cun, Meta, San, VCau
Asteraceae	<i>Elephantopus mollis</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau, Vau
Asteraceae	<i>Eleutheranthera ruderalis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, Qui, SyP, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Eleutheranthera tenella</i> <sup>4,6,7</sup>	H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cun, Hui, LGua, Tol, VCau

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Asteraceae	<i>Emilia coccinea</i> <sup>7</sup>	H	Nt		Ant(VC), Cas, Cau, Cho, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, Qui, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Erigeron bonariensis</i> <sup>6</sup>	H	Na		VCau
Asteraceae	<i>Hebeclinium macrophyllum</i> <sup>6</sup>	Ar, H, S	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Caq, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Guav, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, Tol, VCau, Vau
Asteraceae	<i>Isocarpha oppositifolia</i> <sup>6</sup>	H	Na		Bol, Ces, LGua, Mag
Asteraceae	<i>Lagascea mollis</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Cor, Cun, Hui, Mag, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Lepidaploa canescens</i> <sup>4,6</sup>	Ar, H, L	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Hui, Meta, Nar, Qui, VCau
Asteraceae	<i>Lepidaploa gracilis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ces, Hui
Asteraceae	<i>Liabum asclepiadeum</i> <sup>6</sup>	S	Na		Ant(VC), Cal, Cau, Cho, Cun, Hui, Nar, San, VCau
Asteraceae	<i>Liabum melastomoides</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Boy, Cal, Cun, Hui, Nar, Qui, Ris, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Lycoseris colombiana</i> <sup>7</sup>	H	Na	[E]	Cau
Asteraceae	<i>Lycoseris crocata</i> <sup>3,4,6</sup>	Ar, S, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Ces, Cun, Mag, Suc, VCau
Asteraceae	<i>Lycoseris mexicana</i> <sup>2,4,6,7</sup>	S, T	Na		Ant(VC), Cal, Cau, Cun, Hui, Qui, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Lycoseris trinervis</i> <sup>6,7</sup>	S, T	Na		Ces, Vic
Asteraceae	<i>Mikania banisteriae</i> <sup>6</sup>	L, T	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau, Vic
Asteraceae	<i>Mikania leiostachya</i> <sup>4,6</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Ces, Mag, VCau
Asteraceae	<i>Mikania micrantha</i> <sup>6</sup>	L, T	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Caq, Cas, Cau, Cho, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, San, Tol, VCau, Vau
Asteraceae	<i>Milleria quinqueflora</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Bol, Ces, Cho, LGua, Mag, NSan
Asteraceae	<i>Neuroleena lobata</i> <sup>3,6</sup>	Ar, H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Ces, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Onoseris onoseroides</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Asteraceae	<i>Onoseris purpurea</i> <sup>6</sup>	H	Na		Hui
Asteraceae	<i>Pacourina edulis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Bol
Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i> <sup>6</sup>	H	Na		VCau
Asteraceae	<i>Pectis elongata</i> <sup>4,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Tol, VCau
Asteraceae	<i>Pectis linearis</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Asteraceae	<i>Pectis linifolia</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Asteraceae	<i>Pentacalia silvascandens</i> <sup>4</sup>	T	Na		Cau, Hui, Qui, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Piptocoma discolor</i> <sup>6,7,8</sup>	A	Na		Cas, NSan, San, Tol
Asteraceae	<i>Pluchea carolinensis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl
Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Asteraceae	<i>Pollalesta acuminata</i> <sup>7</sup>	A	Na		Cas
Asteraceae	<i>Porophyllum ruderalis</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Pseudelephantopus spicatus</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cas, Cau, Cun, Mag, Meta, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Pseudelephantopus spiralis</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cau, Cun, Hui, LGua, Meta, Nar, Qui, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Pterocaulon alopecuroides</i> <sup>6</sup>	H	Na		VCau
Asteraceae	<i>Pterocaulon virgatum</i> <sup>6</sup>	H	Na		VCau
Asteraceae	<i>Schistocarpa eupatorioides</i> <sup>7</sup>	Ar, S	Na		Ant(VC)
Asteraceae	<i>Spilanthes urens</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Mag
Asteraceae	<i>Steiractinia helianthoides</i> <sup>6</sup>	A	Na		VCau
Asteraceae	<i>Steiractinia klattii</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(VC)
Asteraceae	<i>Steiractinia sodiroi</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Cau, Cun, Nar, VCau
Asteraceae	<i>Synedrella nodiflora</i> <sup>7</sup>	H	Na		Cau
Asteraceae	<i>Taraxacum campyloides</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Ces
Asteraceae	<i>Tessaria integrifolia</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Qui, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Tilesia baccata</i> <sup>6,7</sup>	Ar, L, T	Na		Mag, Vic
Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Asteraceae	<i>Trixis inula</i> <sup>7</sup>	Ar, H	Na		Ant(VC)
Asteraceae	<i>Verbesina caracasana</i> <sup>6</sup>	A	Na		Suc
Asteraceae	<i>Verbesina crassicaulis</i> <sup>4,6</sup>	A	Na	[E]	Cun, VCau
Asteraceae	<i>Verbesina nudipes</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		VCau
Asteraceae	<i>Verbesina turbacensis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Mag
Asteraceae	<i>Vernonanthera brasiliensis</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Cas, Cau
Asteraceae	<i>Vernonanthera patens</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar, H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Ces, Cor, Cun, Mag, Nar, Qui, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Vernonanthera phosphorica</i> <sup>8</sup>	A	Na		VCau
Asteraceae	<i>Vernonia arborescens</i> <sup>6</sup>	H	Na		VCau
Asteraceae	<i>Viguiera mucronata</i> <sup>6</sup>	H, T	Na		Mag
Asteraceae	<i>Wedelia fruticosa</i> <sup>3,4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, San, Tol, VCau
Asteraceae	<i>Wedelia stuebelii</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Cau
Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Asteraceae	<i>Youngia japonica</i> <sup>6</sup>	H	Nt		VCau
Atthysiaceae	<i>Diplazium cristatum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cho, Cun, LGua, Mag, Meta

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Athyriaceae	<i>Diplazium grandifolium</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Cho, LGua, Mag, Meta, Nar, San, VCau
Balanophoraceae	<i>Helosia cayennensis</i> <sup>4</sup>	Pr	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Meta, San, Tol, VCau
Balanophoraceae	<i>Scybalium depressum</i> <sup>4</sup>	Pr	Na	[DD]	Ant(VC), VCau
Bataceae	<i>Batis maritima</i> <sup>6</sup>	H	Na		LGua, Mag
Begoniaceae	<i>Begonia foliosa</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Cho, Cun, Mag, NSan, Qui, San, VCau
Begoniaceae	<i>Begonia guaduensis</i> <sup>7</sup>	S	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Cas, Ces, Cun, Mag, Meta, Nar, NSanVau
Begoniaceae	<i>Begonia stigmosa</i> <sup>6</sup>	H	Na		Boy, Mag
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma aspericarpum</i> <sup>2,6</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cor, Cun, LGua, Mag, San, Tol
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma bracteosum</i> <sup>6</sup>	L	Na		Suc
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma choceensis</i> <sup>6</sup>	T	Na		Suc
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma cladotrichum</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Cas
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma inundatum</i> <sup>2,6</sup>	L	Na		Atl, Bol, Ces, Mag, San, Suc
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma patulum</i> <sup>6</sup>	L	Na		LGua
Bignoniaceae	<i>Amphilophium crucigerum</i> <sup>3,4,6,7</sup>	L	Na		Atl, Bol, Cas, Suc, VCau
Bignoniaceae	<i>Amphilophium granulosum</i> <sup>7</sup>	L	Na		Cas
Bignoniaceae	<i>Amphilophium paniculatum</i> <sup>4,6,7</sup>	T, L	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cau, Ces, Cho, Cun, Mag, Meta, Nar, Ris, San, Suc, VCau, Vic
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma chrysanthum</i> <sup>4</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Cho, Cor, Cun, Mag, Nar, Qui, Ris, VCau
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma chrysoleucum</i> <sup>3</sup>	L	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Gua, Mag, Meta, Nar, Put, VCau, Vau, Vic
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma orbiculatum</i> <sup>2,6</sup>	L	Na		Atl, Bol, Ces, Cho, Mag, San, Suc, Tol
Bignoniaceae	<i>Bignonia aequinoctialis</i> <sup>2,4,6,7</sup>	L	Na		Ant(VC), Bol, Suc, VCau
Bignoniaceae	<i>Bignonia corymbosa</i> <sup>3,7</sup>	L	Na		Atl, Vic
Bignoniaceae	<i>Bignonia diversifolia</i> <sup>6</sup>	L	Na		Ces, LGua, San, VCau
Bignoniaceae	<i>Bignonia heterophylla</i> <sup>6</sup>	L	Na		Bol, Suc
Bignoniaceae	<i>Bignonia magnifica</i> <sup>8</sup>	L	Na		San
Bignoniaceae	<i>Bignonia neouliginosa</i> <sup>6</sup>	L	Na		Mag
Bignoniaceae	<i>Bignonia pterocalyx</i> <sup>2,7</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Mag, Suc
Bignoniaceae	<i>Callichlamys latifolia</i> <sup>4,6</sup>	L	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Ces, Cho, Cor, Cun, LGua, Mag, Nar, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, Put, Qui, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Bignoniaceae	<i>Cuspidaria subincana</i> <sup>6</sup>	L	Na		Ces, Meta, Tol
Bignoniaceae	<i>Dolichandra quadrivalvis</i> <sup>6</sup>	L	Na		Atl, VCau
Bignoniaceae	<i>Dolichandra uncata</i> <sup>6,7</sup>	L	Na		Ant(VC), Cho, LGua, Mag
Bignoniaceae	<i>Dolichandra unguis-cati</i> <sup>3,6,7</sup>	L	Na		Atl, Bol, Cas, LGua, Suc, Vic
Bignoniaceae	<i>Fridericia candicans</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ama, Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Put, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Bignoniaceae	<i>Fridericia chica</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Caq, Ces, Cho, Cor, LGua, Mag, Meta, Nar, Put, San, Tol, VCau
Bignoniaceae	<i>Fridericia conjugata</i> <sup>3,6,7</sup>	L	Na		Atl, Bol, Ces, Mag, Meta, San, Suc, Vic
Bignoniaceae	<i>Fridericia dichotoma</i> <sup>2,6</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Hui, LGua, Mag, Meta, Suc, Tol, VCau
Bignoniaceae	<i>Fridericia florida</i> <sup>4,6</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Cor, Hui, LGua, Mag, Meta, Ris, San, Tol, VCau
Bignoniaceae	<i>Fridericia mollissima</i> <sup>6,8</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Ces, Cho, Cor, Cun, LGua, Mag, Suc
Bignoniaceae	<i>Fridericia patellifera</i> <sup>6,7</sup>	L	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Caq, Cau, Ces, Cho, Mag, Meta, Nar, San
Bignoniaceae	<i>Fridericia pubescens</i> <sup>2,6</sup>	L	Na		Atl, Bol, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Suc, Vic
Bignoniaceae	<i>Godmania aesculifolia</i> <sup>7</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Cas, Ces, Meta, Vic
Bignoniaceae	<i>Handroanthus albus</i> <sup>7</sup>	A	Na		Cas
Bignoniaceae	<i>Handroanthus billbergii</i> <sup>2,3,6,7,8</sup>	A	Na	[LC]	Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, Suc
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> <sup>2,3,6,7,8</sup>	Ar	Na	[LC]ENCP Caribe	Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Bignoniaceae	<i>Handroanthus coralibe</i> <sup>1,3,6,8</sup>	A	Na	[ENCP Caribe]	Atl, Bol, Ces, Mag
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> <sup>6</sup>	A	Na	[ENCP Caribe]	Ama, Atl, Bol, Boy, Cor, LGua, Mag, San, Suc
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Atl, Cal, Cas, Ces, Cor, Cun, LGua, NSan, Tol, VCau
Bignoniaceae	<i>Handroanthus seratfolius</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ama, Atl, Boy, Cal, Ces, Cor, Cun, Meta, NSan, San, Suc, Vic
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caucana</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na	[LC]	Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> <sup>6,8</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Cho, Cor, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, Put, San, Tol, VCau, Vau
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia subsp. spectabilis</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Caq, Cho, Cor, Meta, NSan, Put, San, Tol, VCau, Vau, Vic
Bignoniaceae	<i>Jacaranda obtusifolia</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ama, Ara, Cas, Meta, Vic
Bignoniaceae	<i>Kigelia africana</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Ant(VC), Atl, Hui
Bignoniaceae	<i>Lundia corymbifera</i> <sup>6,7</sup>	L	Na		Ant(VC), Bol, Ces, Cho, Cor, Cun, Mag, NSan, San, Suc, Tol, VCau
Bignoniaceae	<i>Mansoa verrucifera</i> <sup>6</sup>	L	Na		Atl, Bol, Caq, Ces, Cho, Cun, Mag, Meta, San, Suc, Tol
Bignoniaceae	<i>Martinella obovata</i> <sup>2,6</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cor, Cun, Mag, Nar, San, Suc, VCau, Vic
Bignoniaceae	<i>Pachyptera kerere</i> <sup>3</sup>	L	Na		Atl, Bol, San
Bignoniaceae	<i>Pleonotoma clematis</i> <sup>7</sup>	L	Na		Vic
Bignoniaceae	<i>Pleonotoma variabilis</i> <sup>4</sup>	L	Na		Tol
Bignoniaceae	<i>Podranea ricasoliana</i> <sup>4</sup>	A	Ex		Ant(C), Ant(VC), Meta, VCau

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Bignoniaceae	<i>Roseodendron chryseum</i> <sup>3,6,7</sup>	A	Na	[DD]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, Suc
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i> <sup>6</sup>	A	Ex		Cun
Bignoniaceae	<i>Tabebuia insignis</i> <sup>7</sup>	A	Ex		Vic
Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cal, Cas, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Tol, VCau
Bignoniaceae	<i>Tabebuia orinocensis</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Vic
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> <sup>3,5,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag, Nar, NSan, San, Suc, Tol, VCau
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosealba</i> <sup>8</sup>	Ar	Na		Ces
Bignoniaceae	<i>Tanaecium jaroba</i> <sup>3</sup>	L	Na		Ant(C), Atl, Bol, LGua, Mag, Suc
Bignoniaceae	<i>Tanaecium pyramidatum</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ara, Cas, Mag
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> <sup>3,4,6,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cun, Hui, Mag, Nar, San, Tol, VCau
Bignoniaceae	<i>Xylophragma seemannianum</i> <sup>3,6,7</sup>	L	Na		Ant(C), Ara, Atl, Bol, Boy, Ces, Cun, LGua, Mag, Meta, Suc, Vic
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> <sup>6,7</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Guav, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, San, Tol, VCau, Vau
Bixaceae	<i>Bixa urucurana</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cas, Ces, Cho, Meta, Put, VCau, Vic
Bixaceae	<i>Cochlospermum orinocense</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Ara, Caq, Cas, Cho, San, Vic
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> <sup>2,3,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cas, Ces, Cho, Cor, Cun, Guav, LGua, Mag, Meta, San, Suc, Vic
Blechnaceae	<i>Blechnum asplenoides</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cau, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, Tol
Blechnaceae	<i>Blechnum glandulosum</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(VC), Meta, Nar, VCau
Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau, Vau
Boraginaceae	<i>Bourreria cumanensis</i> <sup>3,6,8</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, Mag
Boraginaceae	<i>Cordia alba</i> <sup>2,3,4,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, Suc, Tol, VCau
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A	Na	[LC]	Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Boraginaceae	<i>Cordia bicolor</i> <sup>6,7,8</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Bol, Cas, Ces, Cho, Cor, LGua, Meta, NSan, Suc, Vic
Boraginaceae	<i>Cordia bifurcata</i> <sup>4,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cas, Cho, Meta, Nar, Put, Ris, San, VCau
Boraginaceae	<i>Cordia bullata</i> <sup>3,7</sup>	L	Na		Ant(VC), Atl
Boraginaceae	<i>Cordia bullata var. globosa</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		LGua, Mag
Boraginaceae	<i>Cordia collococca</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, LGua, Mag, SyP
Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i> <sup>6,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Bol, Boy, Ces, LGua, Mag, San, Suc
Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i> <sup>6,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Suc, VCau
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i> <sup>3,6,8</sup>	A	Na	[DD][ENC][Orinoquial]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Ces, Cor, LGua, Mag, NSan, San
Boraginaceae	<i>Cordia lanceolata</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Cau, Mag, Nar, VCau
Boraginaceae	<i>Cordia lucidula</i> <sup>3</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cho, Put, Tol, VCau
Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i> <sup>4</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cun, Nar, Tol, VCau
Boraginaceae	<i>Cordia macuirensis</i> <sup>6,8</sup>	Ar	Na	[ENC Caribe]	LGua
Boraginaceae	<i>Cordia nodosa</i> <sup>3,8</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Caq, Cas, Cun, Gua, Guav, LGua, Mag, Meta, Put, San, Vau, Vic
Boraginaceae	<i>Cordia panamensis</i> <sup>4,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, VCau
Boraginaceae	<i>Cordia polycephala</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Cas, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Cor, Cun, Hui, LGua, NSan, SyP, Suc, VCau
Boraginaceae	<i>Cordia spinescens</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Cho, Cor, Mag, Nar, Put, San, Tol, VCau
Boraginaceae	<i>Cordia thaisiana</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ara, Cas, LGua, San
Boraginaceae	<i>Heliotropium angustospermum</i> <sup>6,7</sup>	H	Nt		Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Boraginaceae	<i>Heliotropium arborescens</i> <sup>7</sup>	Ar, H	Na		Ant(VC), VCau
Boraginaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Bol, Boy, LGua, Mag, SyP
Boraginaceae	<i>Heliotropium fruticosum</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Tol, VCau
Boraginaceae	<i>Heliotropium indicum</i> <sup>3,6,7</sup>	H	Nt		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cal, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Boraginaceae	<i>Heliotropium procumbens</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cas, Cho, Cor, Mag, Meta, San, Suc, VCau
Boraginaceae	<i>Heliotropium purdiei</i> <sup>6</sup>	H	Na	[E]	Bol, Mag, NSan
Boraginaceae	<i>Rocheportia spinosa</i> <sup>4,6</sup>	T	Na		Bol, Cun, Hui, Mag, VCau
Boraginaceae	<i>Tournefortia angustiflora</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, San, Suc, VCau
Boraginaceae	<i>Tournefortia bicolor</i> <sup>4,6</sup>	Ar, L	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Boraginaceae	<i>Tournefortia hirsutissima</i> <sup>3,4,6,7</sup>	Ar, H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Ris, SyP, San, Suc, VCau
Boraginaceae	<i>Tournefortia hispida</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Hui, VCau
Boraginaceae	<i>Tournefortia macrostachya</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ces, LGua, Mag, Qui, Ris, VCau
Boraginaceae	<i>Tournefortia maculata</i> <sup>4,6</sup>	Ar, L, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Boraginaceae	<i>Tournefortia pilostachya</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		NSan, VCau
Boraginaceae	<i>Tournefortia scabrida</i> <sup>4,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Nar, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Boraginaceae	<i>Tournefortia volubilis</i> <sup>3,4,6,7</sup>	L, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, LGua, Mag, Nar, San, Suc, VCau
Boraginaceae	<i>Varronia bullata</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(VC)
Boraginaceae	<i>Wigandia urens</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Ces, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Bromeliaceae	<i>Aechmea angustifolia</i> <sup>4,7</sup>	E	Na	[LC]	Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Cal, Cas, Cho, Cun, Meta, Nar, Put, Ris, San, Tol, VCau, Vau
Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag, Meta

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Bromeliaceae	<i>Aechmea huebneri</i> <sup>7</sup>	H, E	Na	LC	Cas
Bromeliaceae	<i>Aechmea magdalenae</i> <sup>4</sup>	H	Na	LC	Ant(C), Ant(VC), Cho, Mag, Meta, Ris, San, Tol, VCau
Bromeliaceae	<i>Aechmea spectabilis</i> <sup>6</sup>	H, E	Na	LC	LGua, Mag, NSan
Bromeliaceae	<i>Ananas ananassoides</i> <sup>7</sup>	H	Na		Vau, Vic
Bromeliaceae	<i>Ananas bracteatus</i> <sup>6</sup>	H	Na		Tol
Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i> <sup>5,7</sup>	H	Ex		Ama, Ant(VC), Atl, Meta, Tol, Vau
Bromeliaceae	<i>Ananas parguazensis</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Caq, Cho, Guav, Vic
Bromeliaceae	<i>Bromelia balansae</i> <sup>7</sup>	H	Na		Cas, Guav, Vic
Bromeliaceae	<i>Bromelia chrysantha</i> <sup>3,6</sup>	H	Na	LC	Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, San
Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i> <sup>4,7,8</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Mag, Nar, San, VCau
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i> <sup>6,8</sup>	H	Na		Atl, Cas, Ces, Hui, LGua, Mag, SyP
Bromeliaceae	<i>Catopsis sessiliflora</i> <sup>4</sup>	E	Na	LC	Ant(VC), Cau, Cho, Cun, Nar, NSan, Ris, San, VCau
Bromeliaceae	<i>Guzmania lingulata</i> <sup>6</sup>	E	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Caq, Cho, LGua, Mag, Nar, NSan, San, VCau, Vau
Bromeliaceae	<i>Guzmania monostachia</i> <sup>4,6</sup>	E	Na	LC	Ant(C), Ant(VC), Boy, Cun, LGua, Mag, NSan, San, VCau
Bromeliaceae	<i>Guzmania rionhofiana</i> <sup>4</sup>	E	Na	LC	Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cun, Nar, VCau
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia arida</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia carinata</i> <sup>8</sup>	H, E	Na		VCau
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia explosiva</i> <sup>7</sup>	H	Na	E	Ant(VC)
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia maidifolia</i> <sup>4</sup>	H	Na	LC	Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cun, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia megasepala</i> <sup>4,7</sup>	H	Na	LC	Ant(VC), Cau, Hui, NSan, San, Tol, VCau
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia pruinosa</i> <sup>7</sup>	H	Na		Vic
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia stenophylla</i> <sup>6</sup>	H	Na	CR	Tol
Bromeliaceae	<i>Puya floccosa</i> <sup>4</sup>	H	Na	LC	Boy, Cun, Hui, Meta, NSan, San, VCau
Bromeliaceae	<i>Tillandsia balbisiana</i> <sup>4,7</sup>	E	Na	LC	Ant(C), Ant(VC), Bol, Cas, Mag, San, VCau
Bromeliaceae	<i>Tillandsia bulbosa</i> <sup>4</sup>	E	Na	LC	Ant(C), Ant(VC), Bol, Cau, LGua, Meta, Nar, NSan, San, VCau
Bromeliaceae	<i>Tillandsia chontalensis</i> <sup>4,6</sup>	H	Na	LC	Ant(C), Ant(VC), LGua, Meta, NSan, San, VCau
Bromeliaceae	<i>Tillandsia elongata</i> <sup>4,7</sup>	E	Na	LC	Ant(C), Ant(VC), Bol, Cor, Cun, Mag, Tol, VCau
Bromeliaceae	<i>Tillandsia fendleri</i> <sup>4</sup>	E	Na	LC	Ant(VC), Boy, Cau, Cun, NSan, San, Tol, VCau
Bromeliaceae	<i>Tillandsia flexuosa</i> <sup>3,6,7</sup>	E	Na	LC	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Suc, Tol, Vic
Bromeliaceae	<i>Tillandsia juncea</i> <sup>4,7</sup>	E	Na	LC	Ant(C), Ant(VC), Ara, Cas, Cun, Hui, Mag, San, Tol, VCau
Bromeliaceae	<i>Tillandsia longifolia</i> <sup>7</sup>	H, E	Na		Ara, Cas
Bromeliaceae	<i>Tillandsia mima</i> <sup>4</sup>	H	Na	LC	Cau, Nar, VCau
Bromeliaceae	<i>Tillandsia polystachia</i> <sup>7</sup>	E	Na		Ant(VC)
Bromeliaceae	<i>Tillandsia pruinosa</i> <sup>4,6</sup>	E	Na	LC	Ant(VC), Cun, Hui, NSan, San, Tol, VCau
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i> <sup>4,6,7</sup>	E	Na	LC	Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Boy, Cas, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Bromeliaceae	<i>Tillandsia rhomboidea</i> <sup>4</sup>	E	Na	LC	Ant(VC), Cun, VCau
Bromeliaceae	<i>Tillandsia tenuifolia</i> <sup>6</sup>	H, E	Na		Mag
Bromeliaceae	<i>Tillandsia tenuispica</i> <sup>4</sup>	H	Na	LC	Ant(VC), San, VCau
Bromeliaceae	<i>Tillandsia usneoides</i> <sup>4,6</sup>	E	Na	LC	Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Cun, LGua, Mag, Nar, NSan, San, Suc, VCau
Bromeliaceae	<i>Tillandsia variabilis</i> <sup>4</sup>	E	Na	LC	Ant(C), Ant(VC), Cau, Mag, NSan, San, Suc, VCau
Brunelliaceae	<i>Brunellia comocladifolia</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Cau, Cun, Hui, Nar, Ris, VCau
Burseraceae	<i>Bursera glabra</i> <sup>6,8</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, Mag
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A	Na	LC	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> <sup>2,3,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cho, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, SyP, San, Suc, Tol, Vic
Burseraceae	<i>Bursera tomentosa</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, Tol
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> <sup>7</sup>	Ar, A	Na		Vic
Burseraceae	<i>Dacryodes colombiana</i> <sup>6</sup>	A	Na	E	Boy, Cun, San
Burseraceae	<i>Protium aracouchini</i> <sup>7</sup>	A, Ar	Na		Cas
Burseraceae	<i>Protium colombianum</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Hui
Burseraceae	<i>Protium crenatum</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ara
Burseraceae	<i>Protium guianense</i> <sup>7</sup>	A	Na		Vic
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ces
Burseraceae	<i>Protium tenuifolium</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, LGua, Mag, Meta, Tol, VCau
Burseraceae	<i>Protium tenuifolium</i> subsp. <i>Herbertii</i> <sup>6</sup>	A	Na		Mag
Burseraceae	<i>Tetragastris panamensis</i> <sup>7</sup>	A	Na		Vic
Burseraceae	<i>Trattinnickia rhoifolia</i> <sup>7</sup>	A	Na		Cas, Vic
Buxaceae	<i>Buxus citrifolia</i> <sup>6</sup>	A	Na	[ENCP Caribe]	Suc
Buxaceae	<i>Styloceras laurifolium</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cun, Hui
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i> <sup>2,3,6,7,8</sup>	C	Na		Atl, Bol, Ces, Hui, LGua, Mag, SyP, San, Vic
Cactaceae	<i>Armatocereus humilis</i> <sup>4,7</sup>	C	Na		Ant(VC), VCau

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Cactaceae	<i>Cereus hexagonus</i> <sup>3,6,7,8</sup>	Ar	Na	[ENCP Orinoquia]	Atl, Bol, Ces, Cun, Hui, San, VCau, Vic
Cactaceae	<i>Cereus repandus</i> <sup>6</sup>	C	Na		LGua, Mag
Cactaceae	<i>Epiphyllum hookeri</i> <sup>4,6</sup>	C	Na		Ant(C), VCau
Cactaceae	<i>Epiphyllum hookeri</i> subsp. <i>columbiense</i> <sup>6</sup>	C	Na		Cal, VCau
Cactaceae	<i>Epiphyllum phyllanthus</i> <sup>6,7</sup>	C	Na	[ENCP Orinoquia]	Ant(VC), Boy, Cho, Cun, Gua, Hui, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Cactaceae	<i>Hylocereus lemairei</i> <sup>4,6</sup>	C	Na		Cas, Hui, Mag, San, VCau
Cactaceae	<i>Hylocereus megalanthus</i> <sup>8</sup>	C	Na	[LC]	VCau
Cactaceae	<i>Hylocereus monacanthus</i> <sup>8</sup>	C	Na		LGua, VCau
Cactaceae	<i>Hylocereus undatus</i> <sup>7</sup>	C, E	Na		Ant(VC), Cun, San, VCau
Cactaceae	<i>Melocactus curvispinus</i> <sup>4,8</sup>	C	Na	[VUENCP Eje Café]	Boy, Cau, Cun, Hui, LGua, VCau
Cactaceae	<i>Melocactus mazelianus</i> <sup>7</sup>	C	Na		Vic
Cactaceae	<i>Melocactus neryi</i> <sup>7</sup>	C	Na		Vic
Cactaceae	<i>Opuntia bella</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na	[NEENCP Eje Café]	VCau
Cactaceae	<i>Opuntia caracasana</i> <sup>2,3,6,8</sup>	C	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, San
Cactaceae	<i>Opuntia dillenii</i> <sup>7,8</sup>	C	Na		Cau, San, VCau
Cactaceae	<i>Opuntia elatior</i> <sup>7</sup>	C	Na		Ant(VC)
Cactaceae	<i>Opuntia pittieri</i> <sup>4</sup>	C	Na		Boy, Cun, Hui, VCau
Cactaceae	<i>Pereskia aculeata</i> <sup>4,6</sup>	C	Na		VCau
Cactaceae	<i>Pereskia guamacho</i> <sup>2,3,6,7,8</sup>	C	Na	[ENCP Caribe]	Atl, Bol, Cas, Ces, LGua, Mag, Suc
Cactaceae	<i>Pilosocereus colombianus</i> <sup>4,7</sup>	C	Na		Cau, VCau
Cactaceae	<i>Pseudorhipsalis amazonica</i> <sup>6</sup>	C	Na		Suc
Cactaceae	<i>Pseudorhipsalis ramulosa</i> <sup>4</sup>	C	Na		Ant(VC), Cun, Meta, San, VCau
Cactaceae	<i>Rhipsalis baccifera</i> <sup>4,6,7</sup>	C	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Cas, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Tol, VCau
Cactaceae	<i>Stenocereus griseus</i> <sup>7,8</sup>	C	Na		Atl, Ces, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Tol, VCau
Cactaceae	<i>Stenocereus humilis</i> <sup>8</sup>	C	Na	[EN]	VCau
Calophyllaceae	<i>Mammea americana</i> <sup>6</sup>	A	Ex		Ant(VC), Bol, Cal, Cho, Cor, Cun, LGua, Suc
Calophyllaceae	<i>Marilia laxiflora</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Bol, Cal, Caq, Cho, Cor, Meta, Nar, Put, San, VCau
Campanulaceae	<i>Centropogon cordifolius</i> <sup>4</sup>	T	Na		VCau
Campanulaceae	<i>Centropogon cornutus</i> <sup>7</sup>	A, H, S, T	Na		Ama, Ant(VC), Cal, Caq, Cau, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, Put, Qui, San, Tol, VCau
Campanulaceae	<i>Hippobroma longiflora</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Cal, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, SyP, San, Tol, VCau, Vau
Cannabaceae	<i>Cannabis sativa</i> <sup>6</sup>	H, S	Na		Ant(VC), Ces, VCau
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cho, Hui, LGua, Mag, Meta, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Cannabaceae	<i>Celtis schippii</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Cho, Qui, Ris, VCau
Cannabaceae	<i>Celtis trinervia</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Bol, Cor, Suc
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Qui, Ris, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Cannaceae	<i>Canna indica</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, Mag, Nar, Put, Qui, SyP, San, VCau, Vau
Capparaceae	<i>Belencita nemorosa</i> <sup>1,2,3,6,8</sup>	Ar	Na	[VU/EN]	Atl, Bol, LGua, Mag
Capparaceae	<i>Capparidastrum frondosum</i> <sup>2,3,6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cun, LGua, Mag, Suc
Capparaceae	<i>Capparidastrum macrophyllum</i> <sup>4,6</sup>	A	Na	[VU/EN]	Atl, VCau
Capparaceae	<i>Capparidastrum pachaca</i> <sup>3,6,7,8</sup>	A	Na		Atl, Bol, LGua
Capparaceae	<i>Capparidastrum petiolare</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		VCau
Capparaceae	<i>Capparidastrum sola</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ara, Cas
Capparaceae	<i>Cleoserrata speciosa</i> <sup>7,8</sup>	H	Na		Ant(VC), Ces
Capparaceae	<i>Cratava tapia</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	S	Na	[LC]ENCP Eje Café]	Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Caq, Cas, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Tol, VCau, Vic
Capparaceae	<i>Cynophalla amplissima</i> <sup>6,8</sup>	Ar	Na		Atl, Ces, Cor, Mag
Capparaceae	<i>Cynophalla flexuosa</i> <sup>2,3,4,6,8</sup>	N	Na	[VU/EN]	Atl, Bol, LGua, Mag, Tol, VCau
Capparaceae	<i>Cynophalla hastata</i> <sup>6,8</sup>	A, Ar	Na		Atl, Bol, LGua, Mag, NSan, Suc
Capparaceae	<i>Cynophalla linearis</i> <sup>3,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Atl, LGua, Mag
Capparaceae	<i>Cynophalla polyantha</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(VC), Bol
Capparaceae	<i>Cynophalla sessilis</i> <sup>2,3,6</sup>	Ar	Na	[LC]E]	Atl, Bol, Cor, Cun, LGua, Mag, Suc
Capparaceae	<i>Cynophalla verrucosa</i> <sup>2,3,6,8</sup>	A, Ar	Na		Atl, Bol, LGua, Suc
Capparaceae	<i>Morisonia americana</i> <sup>2,3,6,8</sup>	A, Ar	Na		Atl, Bol, LGua, Mag, San
Capparaceae	<i>Morisonia oblongifolia</i> <sup>2,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Bol, Tol
Capparaceae	<i>Preslianthus pittieri</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cor, San
Capparaceae	<i>Quadrella ferruginea</i> <sup>6</sup>	A	Na		LGua
Capparaceae	<i>Quadrella indica</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(VC), Atl, Bol, LGua, Mag, Suc, VCau
Capparaceae	<i>Quadrella odoratissima</i> <sup>2,3,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Suc, Tol, VCau
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Ex		Ama, Ant(VC), Boy, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, San, Tol
Caricaceae	<i>Carica sphaerocarpa</i> <sup>4</sup>	A	Na	[E]	San, VCau
Caricaceae	<i>Vasconcellea cauliflora</i> <sup>4,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Mag, Suc, VCau

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Caricaceae	<i>Vasconcellea goudotiana</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cun, Mag, VCau
Caricaceae	<i>Vasconcellea microcarpa</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Suc
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> <sup>6</sup>	A	Ex		Ant(VC), Atl, Cau, Cun, Mag
Celastraceae	<i>Anthodon decussatum</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ama, Ant(VC), Cho, Suc, Vic
Celastraceae	<i>Hippocratea volubilis</i> <sup>3,6,8</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, LGua, Mag, Meta, NSan, Suc, Tol, VCau
Celastraceae	<i>Maytenus corei</i> <sup>4,6</sup>	A	Na	[VU EN CP Eje Caf.]	Cau, VCau
Celastraceae	<i>Maytenus longipes</i> <sup>3,6</sup>	A	Na	[NT E]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cor, Mag, SyP, Suc
Celastraceae	<i>Prionostemma asperum</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ant(VC)
Celastraceae	<i>Pristimera verrucosa</i> <sup>2,6</sup>	Ar	Na	[E]	Atl, Bol, LGua, Mag, San
Celastraceae	<i>Salacia cordata</i> <sup>4</sup>	Ar, L	Na		Ant(C), Ant(VC), Cor, Nar, Ris, VCau
Celastraceae	<i>Salacia macrantha</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Cas
Celastraceae	<i>Schaefferia frutescens</i> <sup>3,6</sup>	A, Ar	Na		Atl, Bol, Cun, Hui
Celastraceae	<i>Semialarium paniculatum</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ant(VC)
Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum demersum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Bol, Cor
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> <sup>6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cho, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, SyP, Suc, Tol, VCau
Chrysobalanaceae	<i>Couepia platycalyx</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cun, VCau
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella americana</i> <sup>6</sup>	A	Na		Bol, Boy, Cal, Ces, Cho, Cor, Cun, Guav, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Qui, Tol, Vau
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella bullata</i> <sup>7</sup>	A	Na		Gua, Vau, Vic
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella eriandra</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ris, Tol
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> <sup>7</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(VC), Cau, Cho, Cor, Guav, VCau, Vau, Vic
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella triandra</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ara, Cas, Cho, LGua, Mag, Meta, San, Suc
Chrysobalanaceae	<i>Licania apetala</i> <sup>8</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Ces, Cor, LGua, Meta, NSan, SanVau, Vic
Chrysobalanaceae	<i>Licania arborea</i> <sup>7</sup>	A	Na	[EN EN CP Caribe]	Ant(C), Bol, Mag
Chrysobalanaceae	<i>Licania platypus</i> <sup>7</sup>	A	Na	[EN EN CP Caribe]	Bol
Chrysobalanaceae	<i>Parinari excelsa</i> <sup>7</sup>	A	Na		Vic
Chrysobalanaceae	<i>Parinari pachyphylla</i> <sup>6,7,8</sup>	A	Na	[EN EP Om., EN CP Caribe]	Ant(C), Bol, Ces, Cor, LGua, Mag, NSan, Vic
Cleomeaceae	<i>Cleome aculeata</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Cal, Tol, VCau
Cleomeaceae	<i>Cleome spinosa</i> <sup>3,7</sup>	Ar, H, S	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cho, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, NSan, SyP, San
Cleomeaceae	<i>Cleome stylosa</i> <sup>7</sup>	H, S	Na		Ant(VC), Cho, Qui, San, VCau
Cleomeaceae	<i>Cleome viridiflora</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Cho, Cun, Hui, Meta, NSan, Put
Cusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> <sup>6</sup>	A	Na	[NE EN CP Eje Caf.]	Ama, Ant(C), Ant(VC), Bol, Caq, Cas, Ces, Cor, Cun, Gua, Guav, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, SyP, San, VCau, Vic
Cusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> var. <i>antillarum</i> <sup>6</sup>	A	Na		Atl
Cusiaceae	<i>Calophyllum inophyllum</i> <sup>6</sup>	A	Na		Atl
Cusiaceae	<i>Cusia alata</i> <sup>8</sup>	A, Ar, E	Na		Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Cusiaceae	<i>Cusia cochlifomis</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ama, Ces, Cun, NSan, VCau
Cusiaceae	<i>Cusia latipes</i> <sup>4,8</sup>	A	Na		Ant(VC), VCau
Cusiaceae	<i>Cusia lineata</i> <sup>7</sup>	A, Ar, E, L, H	Na		Ama, Ant(VC), Caq, Cau, Cho, Cun, Gua, Meta, Nar, Put, Qui, Tol
Cusiaceae	<i>Cusia major</i> <sup>8</sup>	A	Na		SyP
Cusiaceae	<i>Cusia minor</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A, Ar, E, L	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Qui, Ris, SyP, San, Tol, VCau
Cusiaceae	<i>Cusia multiflora</i> <sup>8</sup>	A, Ar, H, L	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau, Vau
Cusiaceae	<i>Cusia palmicida</i> <sup>4,6</sup>	A, E, L	Na		Ant(VC), Caq, Cho, VCau
Cusiaceae	<i>Cusia rosea</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Cho, Guav, LGua, Mag, Meta, NSan, SyP, San
Cusiaceae	<i>Garcinia madruno</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, Meta, Qui, Ris, Tol, VCau
Cusiaceae	<i>Tovomita guianensis</i> <sup>6</sup>	A	Na		VCau
Combretaceae	<i>Anogeissus acuminata</i> <sup>6</sup>	A	Ex		Atl, Mag, SyP, Suc
Combretaceae	<i>Buchenavia tetraphylla</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(VC), Cun, Meta, SanVau, Vic
Combretaceae	<i>Combretum decandrum</i> <sup>6</sup>	L	Na		Atl, Bol, Suc
Combretaceae	<i>Combretum fruticosum</i> <sup>3,6,8</sup>	L	Na		Ama, Atl, Bol, Ces, Cho, Cun, Gua, Hui, LGua, Mag, Meta, Suc, Tol, Vic
Combretaceae	<i>Combretum pyramidatum</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ara, Atl, Cas
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> <sup>6,7</sup>	A	Ex		Ant(VC), Cun, Mag, Tol
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> <sup>3,6,7</sup>	A	Na		Ara, Atl, Bol, Cas, Mag, San, Suc, VCau
Commelinaceae	<i>Callisia gracilis</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cho, Cun, Hui, Mag, Nar, VCau
Commelinaceae	<i>Callisia repens</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Mag, San, VCau
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, San, VCau
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> <sup>3,6</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Ces, Cho, Cor, Cun, LGua, Mag, Ris, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Commelinaceae	<i>Commelina rufipes</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Caq, Hui
Commelinaceae	<i>Dichorandra hexandra</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cal, Cas, Cho, Guav, Mag, Meta, Nar, Qui, Ris, San, Tol, VCau, Vau, Vic
Commelinaceae	<i>Tinantia leiocalyx</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Ces
Commelinaceae	<i>Tradescantia pallida</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Atl
Commelinaceae	<i>Tradescantia zanoniana</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Mag, VCau

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Commelinaceae	<i>Tradescantia zebrina</i> <sup>6</sup>	H	Ex		VCau
Commelinaceae	<i>Tripogandra serrulata</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Mag
Connaraceae	<i>Cnestidium rufescens</i> <sup>6</sup>	L	Na		Ama, Bol, Ces, Cho, Cor, LGua, Mag, Meta, NSan
Connaraceae	<i>Rourea antioquiensis</i> <sup>4</sup>	A	Na	[E]	Ant(VC), Ris, VCau
Connaraceae	<i>Rourea glabra</i> <sup>6</sup>	L	Na		SyP
Connaraceae	<i>Rourea grosourdiana</i> <sup>7</sup>	A	Na		Vic
Convolvulaceae	<i>Aniseia cernua</i> <sup>4</sup>	T	Na		Ces, Meta, Tol, VCau, Vau
Convolvulaceae	<i>Bonamia trichantha</i> <sup>6,7</sup>	T	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cun, Hui, Mag, Tol
Convolvulaceae	<i>Convolvulus nodiflorus</i> <sup>7</sup>	L, T	Na		Ant(VC), Hui, LGua, Mag
Convolvulaceae	<i>Cuscuta indecora</i> <sup>4,6</sup>	T	Na		Cau, Cun, Meta, VCau
Convolvulaceae	<i>Evolvulus alsinoides</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Caq, Cau, Cun, Guav, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau, Vau, Vic
Convolvulaceae	<i>Evolvulus cardiophyllus</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Bol, Cun, LGua, Mag, NSan, Tol
Convolvulaceae	<i>Evolvulus nummularius</i> <sup>4,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Cau, Cun, Mag, NSan, Tol, VCau
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cas, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, San, Tol, VCau
Convolvulaceae	<i>Evolvulus tenuis</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, San, VCau
Convolvulaceae	<i>Ipomoea alba</i> <sup>4</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Ces, Cun, Hui, Mag, Meta, Qui, VCau
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i> <sup>4,6</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, San, Tol, VCau
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i> <sup>4,6</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Ces, Cun, LGua, Mag, VCau
Convolvulaceae	<i>Ipomoea dubia</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ant(VC)
Convolvulaceae	<i>Ipomoea grandifolia</i> <sup>4</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Cor, Mag, Meta, Tol, VCau
Convolvulaceae	<i>Ipomoea hederifolia</i> <sup>4,6</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, San, Suc, VCau
Convolvulaceae	<i>Ipomoea incarnata</i> <sup>6</sup>	T	Na		Bol, Ces, LGua, Mag, NSan
Convolvulaceae	<i>Ipomoea indica</i> <sup>4</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cor, Cun, Hui, Mag, Nar, Ris, San, Tol, VCau
Convolvulaceae	<i>Ipomoea philomega</i> <sup>4</sup>	L, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Mag, Ris, San, VCau
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> <sup>4</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, San, VCau
Convolvulaceae	<i>Ipomoea quamoclit</i> <sup>6</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Mag, Meta, Nar, Qui, San, Tol, VCau
Convolvulaceae	<i>Ipomoea setifera</i> <sup>6</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Cas, Cho, Gua, Guav, Mag, Meta
Convolvulaceae	<i>Ipomoea tiliacea</i> <sup>4</sup>	T	Na		Bol, Cun, Mag, NSan, VCau
Convolvulaceae	<i>Ipomoea trifida</i> <sup>6</sup>	T	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Cho, LGua, Mag, Nar, Suc, VCau
Convolvulaceae	<i>Ipomoea violacea</i> <sup>4</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), SyP, VCau
Convolvulaceae	<i>Iseia luxurians</i> <sup>4,6</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Ces, Cor, Hui, Mag, San, VCau
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia corymbulosa</i> <sup>4</sup>	T	Na		San, VCau
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia evolvuloides</i> <sup>6</sup>	T	Na		Mag
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia pentantha</i> <sup>6</sup>	T	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cau, Cun, Gua, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia pentanthos</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ant(VC), Bol, Cun, Hui, Suc, VCau
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia sphaerostigma</i> <sup>4</sup>	T	Na		Ant(VC), Cau, Cun, Hui, VCau
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia tamnifolia</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Hui, Mag, Meta, Tol, VCau
Convolvulaceae	<i>Maripa repens</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ant(VC), Ara, Meta
Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i> <sup>6</sup>	T	Na		Atl, Bol, Cau, Ces, Cor, LGua, Mag, NSan, VCau
Convolvulaceae	<i>Merremia cissoides</i> <sup>4</sup>	T	Na		Cal, Cun, Tol, VCau
Convolvulaceae	<i>Merremia dissecta</i> <sup>6,7</sup>	T	Na		Ant(VC), Bol, Cun, Hui, SyP, Tol, VCau
Convolvulaceae	<i>Merremia quinquefolia</i> <sup>6,7</sup>	L, T	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cor, Cun, LGua, Mag, VCau
Convolvulaceae	<i>Merremia tuberosa</i> <sup>6</sup>	T	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Cho, Cun, Nar, NSan, Qui, Ris, VCau
Convolvulaceae	<i>Merremia umbellata</i> <sup>3,4,6,7</sup>	H, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Convolvulaceae	<i>Merremia wurdackii</i> <sup>7</sup>	T	Na		Vic
Costaceae	<i>Costus allenii</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cho, Qui, VCau
Costaceae	<i>Costus guanaiensis</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Caq, Cau, Ces, Cho, Mag, Meta, NSan, Put, San, VCau
Costaceae	<i>Costus laevis</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Cho, Hui, Mag, Meta, Nar, San, Tol, VCau
Costaceae	<i>Costus lima</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Cho, Mag, Nar, NSan, VCau
Costaceae	<i>Costus pulverulentus</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Boy, Cho, Mag, Nar, NSan
Costaceae	<i>Costus villosissimus</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Bol, Caq, Cau, Cho, LGua, Meta, VCau
Costaceae	<i>Dimerocostus strobilaceus</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Caq, Cas, Cho, Cor, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, San, Suc
Crassulaceae	<i>Adromischus alstonii</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Ces
Crassulaceae	<i>Echeveria bicolor</i> <sup>4</sup>	H	Na		Boy, Cau, Cun, Mag, VCau
Crassulaceae	<i>Kalanchoe blossfeldiana</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Ant(VC), Atl, Cun
Crassulaceae	<i>Kalanchoe crenata</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Atl, Ces
Cucurbitaceae	<i>Cayaponia cordata</i> <sup>4</sup>	L	Na		Ant(VC), Boy, San, VCau
Cucurbitaceae	<i>Cayaponia racemosa</i> <sup>4</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Cho, Cor, Mag, VCau
Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i> <sup>6</sup>	T	Na		Cas, Ces, Cun, LGua, NSan
Cucurbitaceae	<i>Cucumis anguria</i> <sup>3,6,7</sup>	T	Nt		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cun, LGua, Mag, San, Suc, Tol

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Cucurbitaceae	<i>Cucumis dipsaceus</i> <sup>4,6,7</sup>	T	Nt		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cau, Cho, Cun, LGua, Mag, Tol, VCau
Cucurbitaceae	<i>Cucumis melo</i> <sup>6,7</sup>	T	Nt		Ama, Ant(VC), Atl, Cal, Ces, Cho, Cun, LGua, Tol
Cucurbitaceae	<i>Fevillea cordifolia</i> <sup>6</sup>	T	Na		Ant(VC), Atl, Cho, Cun, LGua, Put
Cucurbitaceae	<i>Gurania macrophylla</i> <sup>4</sup>	L	Na		Ant(VC), Nar, VCau
Cucurbitaceae	<i>Luffa cylindrica</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ant(VC), Bol, Cal, Cho, Mag, Suc, VCau
Cucurbitaceae	<i>Luffa operculata</i> <sup>6</sup>	T	Na		Ama, Atl, Cal, Ces, Cho, Cor, Cun, Mag
Cucurbitaceae	<i>Melothria pendula</i> <sup>6,7</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Caq, Ces, Cho, Cun, Hui, Mag, Nar, San, Tol, VCau
Cucurbitaceae	<i>Melothria trilobata</i> <sup>6</sup>	T	Na		Ant(VC), Bol, Ces, Cho, Cun, LGua, Mag, Meta, San
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> <sup>3,4,6,7</sup>	T	Nt		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cas, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag, NSan, Qui, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Cucurbitaceae	<i>Psiguria warszewiczii</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ant(VC)
Cucurbitaceae	<i>Rytidostylis carthagenensis</i> <sup>3,8</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, LGua, Mag
Cucurbitaceae	<i>Sicydium tamnifolium</i> <sup>4,6</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Ces, Cor, LGua, Mag, Nar, Tol, VCau
Cunoniaceae	<i>Weinmannia pinnata</i> <sup>6</sup>	A	Na		Mag
Cyatheaceae	<i>Cyathea gibbosa</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		VCau
Cyatheaceae	<i>Cyathea petiolata</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Cho, Cor, Nar, San, VCau
Cyatheaceae	<i>Cyathea pungens</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Caq, Cho, Cun, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Ris, Tol, VCau, Vau
Cycadaceae	<i>Cycas rumphii</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Ant(VC), Hui, Meta, Tol
Cyclanthaceae	<i>Carludovicia palmata</i> <sup>4,6,7,8</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Cyclanthaceae	<i>Cyclanthus bipartitus</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Caq, Cau, Cho, Cor, Cun, Gua, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, San, Tol, VCau, Vau
Cyclanthaceae	<i>Dicranopygium callithrix</i> <sup>4</sup>	H	Na	[E]	Ris, VCau
Cyperaceae	<i>Bulbostylis leucostachya</i> <sup>7</sup>	H	Na		Gua, Vic
Cyperaceae	<i>Bulbostylis paradoxa</i> <sup>7</sup>	H	Na		Caq, Cas, Cun, Meta, San, Vic
Cyperaceae	<i>Cyperus alternifolius</i> <sup>8</sup>	H	Nt		Ant(VC), Cun, Tol, VCau
Cyperaceae	<i>Cyperus articulatus</i> <sup>6</sup>	H	Nt		Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cau, Cor, Gua, LGua, Mag, Meta, Nar, Put, Tol, VCau, Vau
Cyperaceae	<i>Cyperus confertus</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Bol, LGua, Mag
Cyperaceae	<i>Cyperus cuspidatus</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Gua, Guav, Mag, MetaVau, Vic
Cyperaceae	<i>Cyperus giganteus</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ara, Atl, Cho, Cor, Mag, VCau
Cyperaceae	<i>Cyperus iria</i> <sup>6</sup>	H	Nt		Ara, Atl, Ces, Cor, Hui, Meta, NSan, Suc, Tol, VCau
Cyperaceae	<i>Cyperus laxus</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Gua, LGua, Mag, Meta, Nar, Put, Ris, San, Tol, VCau, Vau, Vic
Cyperaceae	<i>Cyperus ligularis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cho, Cor, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, SyP, San, Suc, Tol, VCau, Vau
Cyperaceae	<i>Cyperus luzulae</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Gua, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, SyP, San, Suc, Tol, VCau, Vau, Vic
Cyperaceae	<i>Cyperus ochraceus</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, NSan
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> <sup>6</sup>	H	Nt		Ant(VC), Atl, Bol, Caq, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Cyperaceae	<i>Cyperus surinamensis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cau, Cho, Gua, Hui, LGua, Mag, Meta, San, VCau
Cyperaceae	<i>Eleocharis elegans</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Boy, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Cyperaceae	<i>Eleocharis geniculata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Cau, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, VCau
Cyperaceae	<i>Eleocharis minima</i> <sup>6</sup>	H	Na		Boy, Cas, Cun, Meta, Nar, San
Cyperaceae	<i>Eleocharis mutata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Atl, Ces, Cor, Mag, VCau, Vau
Cyperaceae	<i>Fimbristylis cymosa</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Bol, Cas, Cau, Cho, Cor, Mag, Nar
Cyperaceae	<i>Fimbristylis dichotoma</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cal, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, San, Tol, VCau, Vau, Vic
Cyperaceae	<i>Fimbristylis ovata</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Atl
Cyperaceae	<i>Fuirena umbellata</i> <sup>7</sup>	H	Ex		Ama, Ant(C), Ant(VC), Cau, Cho, Cor, Hui, Mag, Meta, Nar, San, Tol, VCau, Vic
Cyperaceae	<i>Oxycaryum cubense</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Cyperaceae	<i>Rhynchospora cephalotes</i> <sup>6</sup>	H	Na		Suc
Cyperaceae	<i>Rhynchospora nervosa</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cas, Cau, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Dicksoniaceae	<i>Lophosoria quadripinnata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Caq, Cau, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Ris, San, Tol, VCau
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> <sup>6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cas, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Suc, Tol, Vic
Dilleniaceae	<i>Davilla nitida</i> <sup>6</sup>	L	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Guav, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, Tol, VCau, Vau, Vic
Dilleniaceae	<i>Davilla rugosa</i> <sup>6</sup>	L	Na		Ama, Boy, Mag, Meta, SanVau, Vic
Dilleniaceae	<i>Tetracera portobellensis</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ant(VC)
Dilleniaceae	<i>Tetracera volubilis</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ara, Cas
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea altissima</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Ces, Cor, NSan
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea amazonum</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ama, Gua, Meta, VCau, Vau, Vic
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea atrescens</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ara, Cas, Meta, Tol, Vic
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea crotalariaifolia</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ama, Vic
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea glandulosa</i> <sup>4</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Cun, Qui, Tol, VCau
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea polygonoides</i> <sup>3,4,6,7</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Qui, Ris, Suc, VCau, Vic
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea trichanthera</i> <sup>7</sup>	T	Na		Gua, Vic
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea trifida</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ama, Ant(C), Cho, Gua, Guav, Nar, Tol, Vau, Vic
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea trifoliata</i> <sup>7</sup>	T	Na		LGua, Vic

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Diplaziopsidaceae	<i>Hemidictyum marginatum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Cho, Cun, Mag, Nar, NSan, San, VCau
Dryopteridaceae	<i>Ctenitis ampla</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Cun, Mag, Ris, San, VCau
Dryopteridaceae	<i>Ctenitis pedicellata</i> <sup>4</sup>	H	Na		Hui, Meta, VCau
Dryopteridaceae	<i>Ctenitis submarginalis</i> <sup>4</sup>	H	Na		Boy, Cal, Cun, NSan, Ris, VCau
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Cun, Nar
Dryopteridaceae	<i>Olfersia cervina</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Dryopteridaceae	<i>Polybotrya osmundacea</i> <sup>6</sup>	He	Na		Mag
Ebenaceae	<i>Diospyros inconstans</i> <sup>3,6</sup>	A	Na		Ant(C), Atl, Bol, Ces, Mag
Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		SyP
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea durissima</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cun
Ericaceae	<i>Anthopteris cuneatus</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Cho, Nar, VCau
Ericaceae	<i>Bejaria aestuans</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Tol, VCau
Ericaceae	<i>Cavendishia spicata</i> <sup>6</sup>	Ar, T	Na	[E]	Cau, VCau
Ericaceae	<i>Psammisia ferruginea</i> <sup>6</sup>	Ar, E, T	Na		VCau
Ericaceae	<i>Themistoclesia alata</i> <sup>6</sup>	Ar, E	Na		VCau
Erythroxyloideae	<i>Erythroxylum carthagense</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Cor, LGua, Mag, Suc
Erythroxyloideae	<i>Erythroxylum citrifolium</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cau, Cor, Cun, Hui, Meta, Nar, Ris, San, Tol, VCau
Erythroxyloideae	<i>Erythroxylum coca</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Ces, Guav, Hui, Mag, Meta, Put, Tol, Vau
Erythroxyloideae	<i>Erythroxylum densum</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Mag
Erythroxyloideae	<i>Erythroxylum haughtii</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na	[E]	Cau, Hui, VCau
Erythroxyloideae	<i>Erythroxylum havanense</i> <sup>2,3,6,8</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Ces, Cun, LGua, Mag, Suc
Erythroxyloideae	<i>Erythroxylum hondense</i> <sup>4,6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, NSan, Tol, VCau
Erythroxyloideae	<i>Erythroxylum impressum</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Vic
Erythroxyloideae	<i>Erythroxylum macrophyllum</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Bol, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Mag, Meta, Nar, NSan, Tol, VCau, Vau
Erythroxyloideae	<i>Erythroxylum orinocense</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		LGua, Mag, NSan, Vic
Erythroxyloideae	<i>Erythroxylum oxycarpum</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ces, Mag, NSan, San
Erythroxyloideae	<i>Erythroxylum suberosum</i> <sup>7</sup>	A, Ar	Na		Vic
Erythroxyloideae	<i>Erythroxylum ulei</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Cal, Cau, Cun, Qui, Tol, VCau
Erythroxyloideae	<i>Erythroxylum williamsii</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Vic
Euphorbiaceae	<i>Acalypha alopecuroides</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Bol, Cau, Cor, Cun, Meta, Nar, SyP, San, Suc, Tol
Euphorbiaceae	<i>Acalypha carraoana</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ces
Euphorbiaceae	<i>Acalypha cuspidata</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ces, Hui, LGua, Mag, Nar, San
Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i> <sup>4,6,7</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cal, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Acalypha hispida</i> <sup>6</sup>	Ar, S	Ex		Ant(VC), Atl, Cal, Ces, Cho, Cun, Mag, VCau
Euphorbiaceae	<i>Acalypha macrostachya</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Acalypha platyphylla</i> <sup>4,7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Cau, Hui, Nar, Qui, Ris, VCau
Euphorbiaceae	<i>Acalypha polystachya</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Hui, VCau
Euphorbiaceae	<i>Acalypha schiedana</i> <sup>2,6</sup>	A	Na		Atl, Bol, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Nar, SyP, Suc, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Acalypha setosa</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Cun, Hui, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Acalypha villosa</i> <sup>2,3,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Cun, LGua, Mag, Meta, NSan, Ris, VCau
Euphorbiaceae	<i>Adelia triloba</i> <sup>6</sup>	A	Na		SyP
Euphorbiaceae	<i>Alchornea coelophylla</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Cun, Nar, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Alchornea discolor</i> <sup>7</sup>	A	Na		Meta, Vic
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> <sup>4,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Cau, Ces, Cor, Cun, Guav, Hui, Mag, Meta, Nar, Put, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Alchornea grandiflora</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, VCau
Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Cal, Cas, Cau, Cun, Hui, Meta, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau, Vic
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(VC), Caq, Ces, Cho, Cor, Gua, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, SanVau, Vic
Euphorbiaceae	<i>Aparisthium cordatum</i> <sup>7</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Boy, Caq, Cas, Ces, Cho, Cor, Cun, Gua, Guav, Meta, Put, SanVau, Vic
Euphorbiaceae	<i>Argythamnia acutangula</i> <sup>6</sup>	H	Na		Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Bernardia amazonica</i> <sup>7</sup>	S, Ar	Na		Vic
Euphorbiaceae	<i>Caperonia palustris</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Mag, Meta, Nar, Put, Qui, San, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Cleidion castaneifolium</i> <sup>6</sup>	A	Na		Bol
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscopus aconitifolius</i> <sup>6,8</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Atl, Boy, Ces, Cun, Hui, Mag, NSan, San, Tol
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscopus jaenensis</i> <sup>4,8</sup>	Ar	Na		VCau
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscopus kunthianus</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Hui, Mag
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscopus longipes</i> <sup>6</sup>	Ar	Na	[E]	Ces, Mag
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscopus tubulosus</i> <sup>3,6,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Nar, NSan, San, VCau
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscopus urens</i> <sup>6,7,8</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, San, Suc, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Codiaeum variegatum</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Ama, Ant(VC), Cho, Cun, Meta, Qui, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Conceveiba pleiostemona</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cau, Ces, Cun, Meta

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Euphorbiaceae	<i>Croton argenteus</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cor, Mag, NSan, Suc
Euphorbiaceae	<i>Croton caracasanus</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ces, Cor, Cun, VCau
Euphorbiaceae	<i>Croton conduplicatus</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		SyP
Euphorbiaceae	<i>Croton ferrugineus</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Cau, Cun, Hui, Nar, VCau
Euphorbiaceae	<i>Croton fragrans</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ant(VC), Bol, Ces, Cho, Cun, Mag, Suc, Tol
Euphorbiaceae	<i>Croton glabellus</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ama, Cun, Hui, SyP
Euphorbiaceae	<i>Croton glandulosus</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Mag, Meta, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Croton gossypifolius</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, Ris, San, VCau
Euphorbiaceae	<i>Croton hibiscifolius</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, Ris, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Croton hirtus</i> <sup>6</sup>	H, S	Na		Ant(VC), Ara, Bol, Cau, Gua, LGua, Mag, Nar, San, Suc, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Croton holtonii</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Cun, San, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Croton leptostachyus</i> <sup>4,6,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cun, Hui, LGua, NSan, San, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Croton malambo</i> <sup>3,6,7,8</sup>	A	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, Suc
Euphorbiaceae	<i>Croton micans</i> <sup>2,6</sup>	Ar	Na		Atl, LGua, Tol
Euphorbiaceae	<i>Croton mutisianus</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cal, Cau, Cho, Cun, Hui, Mag, Qui, Ris, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Croton niveus</i> <sup>2,3,6,8</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Caq, Ces, LGua, Mag
Euphorbiaceae	<i>Croton ovalifolius</i> <sup>6</sup>	H	Na		LGua, Mag, NSan, San
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> <sup>6,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Atl, Bol, Hui, LGua, Mag
Euphorbiaceae	<i>Croton schiedeanus</i> <sup>2,4,6,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cho, Cun, Hui, Mag, Nar, Ris, SyP, San, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Croton skutchii</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cun
Euphorbiaceae	<i>Croton smithianus</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Cal, Cho, Cun, NSan, Ris, San, VCau
Euphorbiaceae	<i>Croton trinitatis</i> <sup>6</sup>	S	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Caq, Cas, Ces, Cho, Cor, Cun, Gua, Mag, Meta, SanVau, Vic
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia karsteniana</i> <sup>6</sup>	L	Na		Ant(C), Cal, Ces, Cun, Hui, Tol
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia scandens</i> <sup>6,7</sup>	T	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia stipulacea</i> <sup>4</sup>	T	Na		VCau
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia liliifolia</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cho, Cor, LGua, Mag, Meta, San, Vic
Euphorbiaceae	<i>Ditaxis argothamnoides</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, LGua, Mag, San
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cotinifolia</i> <sup>6,8</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, Ris, San, VCau
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia densiflora</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Mag, VCau
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dioeca</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i> <sup>3,4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, San, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i> <sup>3,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, SyP, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hypericifolia</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cun, Mag, SyP, San
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia millii</i> var. <i>splendens</i> <sup>6</sup>	S	Ex		Cun
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia prostrata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia thymifolia</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Atl, Bol, Caq, Cho, Cor, LGua, Mag, Nar, Put, SyP, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia tithymaloides</i> <sup>3,6</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Ces
Euphorbiaceae	<i>Garcia nutans</i> <sup>5</sup>	A	Na		Ant(VC), Atl, Bol, LGua, Mag, Suc
Euphorbiaceae	<i>Hippomane mancinella</i> <sup>6</sup>	A	Na		Atl, Bol, Cho, LGua, Mag, SyP, Suc
Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i> <sup>1,2,3,6,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, NSan, Qui, San, Suc, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Boy, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Guav, Hui, Mag, Meta, Nar, San, Suc, VCau, Vic
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gossypifolia</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Jatropha integerrima</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Bol, Cas, Ces, Cho, Cor, Cun, Mag, Nar, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Mabea macrocalyx</i> <sup>7</sup>	A	Na		Cas
Euphorbiaceae	<i>Mabea montana</i> <sup>5,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ara, Bol, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, Mag, San, Tol, VCau
Euphorbiaceae	<i>Mallotus rhamniifolius</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Ex		Bol, Ces, LGua, Mag, SyP, Tol
Euphorbiaceae	<i>Manihot brachyloba</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Cal, Caq, Cho, Cor, Mag, Meta, NSan, Ris, San, Suc, VCau, Vau
Euphorbiaceae	<i>Manihot carthagensis</i> <sup>3,6,8</sup>	A	Na		Ant(C), Atl, Bol, LGua, Mag
Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Cas, Cho, Cun, Gua, Guav, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Ris, San, VCau, Vau, Vic
Euphorbiaceae	<i>Manihot tristis</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Vic
Euphorbiaceae	<i>Omphalea triandra</i> <sup>6</sup>	L	Na		Cal
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> <sup>7,8</sup>	A, Ar	Na	[Rinv]	Ant(C), Ant(VC), Boy, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Qui, SyP, San, Suc, VCau
Euphorbiaceae	<i>Sagotia brachysepala</i> <sup>6</sup>	A	Na		LGua
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> <sup>3,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Ces, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, SyP, Suc, Tol, VCau, Vic
Euphorbiaceae	<i>Sapium jennmannii</i> <sup>7</sup>	A, Ar	Na		Cas, Vic
Euphorbiaceae	<i>Sapium stylare</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Cun, VCau
Euphorbiaceae	<i>Senefelderia testiculata</i> <sup>6</sup>	A	Na		LGua
Euphorbiaceae	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, VCau
Euphorbiaceae	<i>Tragia volubilis</i> <sup>4</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Ces, Cun, Nar, Suc, VCau
Fabaceae	<i>Abarema barbouriana</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Caq, Cho, Gua, Nar, Suc, VCau, Vic

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Fabaceae	<i>Abarema jupunba</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Boy, Cho, Gua, Guav, Meta, Put, San, Suc, Tol, Vau
Fabaceae	<i>Abrus precatorius</i> <sup>3,4,6,7</sup>	H, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cun, Mag, SyP, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Abrus pulchellus</i> <sup>7</sup>	A, H	Na		Guav, Vic
Fabaceae	<i>Acacia angustissima</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		San, VCau
Fabaceae	<i>Acacia cundinamarcae</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cun, Tol
Fabaceae	<i>Acacia dealbata</i> <sup>3,6</sup>	Ar	Nt	[Rinv]	Atl, Bol, Mag, NSan
Fabaceae	<i>Acacia decurrens</i> <sup>6</sup>	A	Ex	[Rinv]	Ant(VC), Cal, Cun, Hui, Mag, Suc
Fabaceae	<i>Acacia huilana</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Cun, Hui, Suc
Fabaceae	<i>Acacia lehmannii</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cau, Nar, VCau
Fabaceae	<i>Acacia mangium</i> <sup>8</sup>	A	Ex		Ant(VC), Ara, Ces, LGua, Meta
Fabaceae	<i>Acacia melanoxylon</i> <sup>6</sup>	A	Ex	[Rinv]	Ant(VC), Ces, Mag
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na		Cun, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Acacia tamarindifolia</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, LGua, Mag
Fabaceae	<i>Acacia tortuosa</i> <sup>3,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Cun, Hui, LGua, Mag, VCau
Fabaceae	<i>Aeschynomene brasiliana</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Cas, Cau, Cun, Hui, LGua, Meta, Tol, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Aeschynomene evenia</i> <sup>6</sup>	H, S	Na		Ara, Atl, Cas, LGua, Meta, Nar, Ris, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Aeschynomene fascicularis</i> <sup>3</sup>	H	Na		Atl, Bol, Boy, Ces, Cun, Hui, Mag
Fabaceae	<i>Aeschynomene scabra</i> <sup>7</sup>	H, S	Na		Vic
Fabaceae	<i>Aeschynomene sensitiva</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Ces, Cho, Cor, Cun, Mag, Meta, San, Tol
Fabaceae	<i>Albizia carbonaria</i> <sup>6,8</sup>	A	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cho, Cun, Hui, NSan, Ris, SyP, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Albizia guachapele</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Nar, NSan, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Albizia lebeck</i> <sup>6</sup>	A	Ex		Ant(VC), Atl, Cor, LGua, Mag, Meta
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> <sup>3,4,6,8</sup>	A	Na		Atl, Bol, Boy, Cal, Ces, LGua, Mag, Suc, VCau
Fabaceae	<i>Alysicarpus vaginalis</i> <sup>6,7</sup>	H	Ex		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cho, Cor, Mag, Nar, San, VCau
Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> <sup>7</sup>	A	Na	[ENCP Ornoquía]	Ant(VC), Cal, Cas, Guav, Meta, Tol, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Andira inermis</i> <sup>6,7,8</sup>	A	Na	[ENCP Ornoquía]	Ama, Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Ces, Cho, Cor, LGua, Mag, Meta, Nar, Qui, San, Suc, VCau
Fabaceae	<i>Andira surinamensis</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Bol, Cas, Meta, Vic
Fabaceae	<i>Andira tauroreticulata</i> <sup>4</sup>	A	Na	[ENCP Eje Cafetero]	Ant(VC), Boy, Cun, Meta, Qui, VCau
Fabaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i> <sup>7</sup>	A	Na	[ENCP Ornoquía]	Ara, Bol, Guav, Meta, Vic
Fabaceae	<i>Arachis hypogaea</i> <sup>7</sup>	H	Ex		Ama, Ant(VC), Cal, Cau, Ces, Cun, Guav, VCau
Fabaceae	<i>Bauhinia aculeata</i> <sup>6,8</sup>	T	Na		Atl, Bol, Cun, Mag, NSan, San, Suc
Fabaceae	<i>Bauhinia glabra</i> <sup>2,3,6,7,8</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Atl, Bol, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Put, San, Suc, Tol, Vic
Fabaceae	<i>Bauhinia guianensis</i> <sup>6</sup>	L	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cho, Cor, Gua, Meta, Nar, San, Suc, VCau, Vau, Vic
Fabaceae	<i>Bauhinia hymenaeifolia</i> <sup>6</sup>	T	Na		Ces, San, Tol
Fabaceae	<i>Bauhinia paultonia</i> <sup>3,6</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, Suc
Fabaceae	<i>Bauhinia petiolata</i> <sup>5</sup>	A, Ar	Na		Cun, Tol
Fabaceae	<i>Bauhinia picta</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na	[ENCP Eje Cafetero]	Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Bauhinia purpurea</i> <sup>5</sup>	A, Ar	Ex		Cun
Fabaceae	<i>Bauhinia unguilata</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ama, Bol, Ces, Cor, Mag, Meta, San, Vic
Fabaceae	<i>Bauhinia variegata</i> <sup>6</sup>	A	Ex		Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Nar, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i> <sup>7</sup>	A	Na	[ENCP Ornoquía]	Boy, Cas, Hui, Meta, Vic
Fabaceae	<i>Brownea ariza</i> <sup>6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Caq, Cas, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, Put, Qui, San, Suc, Tol, VCau, Vau
Fabaceae	<i>Brownea birschellii</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Mag, San
Fabaceae	<i>Brownea coccinea</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ara, Cas, Cho, Nar, NSan, Put, San
Fabaceae	<i>Brownea rosa-de-monte</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Boy, Caq, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, NSan, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Brownea stenantha</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cho, Cor, San, Suc
Fabaceae	<i>Caesalpinia andreana</i> <sup>5</sup>	A, Ar	Na		Cau, Hui
Fabaceae	<i>Caesalpinia bonduc</i> <sup>6,8</sup>	Ar, L	Na		Bol, Cau, Mag, Nar, SyP, VCau
Fabaceae	<i>Caesalpinia cassioides</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Bol, Cau, Hui, VCau
Fabaceae	<i>Caesalpinia coriaria</i> <sup>6,7,8</sup>	A	Na		Ara, Atl, Bol, Ces, LGua, Mag
Fabaceae	<i>Caesalpinia ebano</i> <sup>1,2,3</sup>	A	Na	[ENCP Caribe]	Ant(C), Bol
Fabaceae	<i>Caesalpinia granadillo</i> <sup>6,8</sup>	A	Na		Atl, LGua, Mag
Fabaceae	<i>Caesalpinia mollis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Atl, LGua, Mag
Fabaceae	<i>Caesalpinia pulcherima</i> <sup>6,7</sup>	A	Ex		Ama, Ant(VC), Atl, Cal, Cho, Cun, Mag, Qui, SyP, San, Tol, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Caesalpinia punctata</i> <sup>6</sup>	A	Na		Atl, Bol, LGua, Mag
Fabaceae	<i>Cajanus cajan</i> <sup>6</sup>	S	Ex		Ant(VC), Boy, Cal, Ces, Cun, LGua, Mag, Nar, NSan, San, Tol
Fabaceae	<i>Calliandra coriacea</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant, Cho, Cun, Hui, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Calliandra houstoniana</i> <sup>6</sup>	A	Na		San
Fabaceae	<i>Calliandra magdalenae</i> <sup>2,6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Ces, Cun, LGua, Mag, Meta, Put, Tol
Fabaceae	<i>Calliandra magdalenae</i> var. <i>magdalenae</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Bol, Cal, Ces, LGua, Mag

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Fabaceae	<i>Calliandra pittieri</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Boy, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, Nar, NSan, Ris, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Calliandra purdiei</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cas, Ces, Cun, Meta, NSan, Qui, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Calliandra tolimensis</i> <sup>6</sup>	A	Na	[E]	Ant(VC), Cun, Hui, Tol
Fabaceae	<i>Calliandra trinervia</i> var. <i>carbonaria</i> <sup>8</sup>	A	Na		Cau, San, VCau
Fabaceae	<i>Calopogonium caeruleum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cau, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Canavalia bicarinata</i> <sup>6</sup>	T	Na		Atl, Mag, Suc
Fabaceae	<i>Canavalia brasiliensis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cho, Cun, LGua, Mag, San, Suc, VCau
Fabaceae	<i>Canavalia ensiformis</i> <sup>6</sup>	H, T	Ex		Ant(VC), Cal, Cun, LGua, Meta, VCau
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i> <sup>7</sup>	H, L	Na		Ant(C), Atl, Bol, Cau, Cho, LGua, Mag, Nar, SyP, Vic
Fabaceae	<i>Cassia fistula</i> <sup>3,6,7,8</sup>	A	Ex		Ant(C), Ant(VC), Atl, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, Mag, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Cassia grandis</i> <sup>3,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Cau, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Cassia moschata</i> <sup>4,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cas, Cor, Cun, Mag, Meta, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Centrolobium paraense</i> <sup>3,6,8</sup>	A	Na		Ant(C), Atl, Bol, Boy, Ces, Cho, Cor
Fabaceae	<i>Centrolobium javizanum</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(VC), Cal
Fabaceae	<i>Centrosema acutifolium</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Meta
Fabaceae	<i>Centrosema macrocarpum</i> <sup>7</sup>	H, T	Na		Ant(VC), Ara, Cal, Cho, Cun, Guav, Mag, Meta, NSan, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Centrosema molle</i> <sup>6</sup>	T	Na		Cho, Mag, NSan, San, Vic
Fabaceae	<i>Centrosema plumieri</i> <sup>6,7</sup>	Ar, L, T	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, Put, Ris, SyP, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Centrosema pubescens</i> <sup>4,7</sup>	H, L, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Guav, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Centrosema sagittatum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Bol, Ces, Mag, Meta, Suc
Fabaceae	<i>Centrosema virginianum</i> <sup>6</sup>	L	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Cho, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Chaetocalyx scandens</i> <sup>6</sup>	H, T	Na		Atl, Bol, Cun, LGua, Mag, San
Fabaceae	<i>Chamaecrista absus</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Hui, Mag
Fabaceae	<i>Chamaecrista desvauxii</i> var. <i>mollissima</i> <sup>6</sup>	S	Na		Cal, Cau, Cun, Mag, Meta, San, Vic
Fabaceae	<i>Chamaecrista desvauxii</i> var. <i>triumviralis</i> <sup>6</sup>	S	Na		Suc, Vic
Fabaceae	<i>Chamaecrista flexuosa</i> <sup>6</sup>	H	Na		LGua, Mag, Vic
Fabaceae	<i>Chamaecrista kunthiana</i> <sup>7</sup>	Ar, S	Na		Vic
Fabaceae	<i>Chamaecrista nictitans</i> <sup>6</sup>	Ar, H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, San, Tol, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Chamaecrista nictitans</i> subsp. <i>patellaria</i> <sup>6</sup>	Ar, H, S	Na		Ant(VC), Caq, LGua
Fabaceae	<i>Chamaecrista pilosa</i> <sup>6</sup>	H	Na		Bol, Mag
Fabaceae	<i>Chamaecrista ramosa</i> <sup>7</sup>	H, Ar	Na		Vic
Fabaceae	<i>Chamaecrista roraimae</i> <sup>7</sup>	Ar, S	Na		Vic
Fabaceae	<i>Chamaecrista rotundifolia</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Cun, Gua, Hui, Meta, Tol, Vic
Fabaceae	<i>Chamaecrista rufa</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Mag
Fabaceae	<i>Chamaecrista serpens</i> <sup>7</sup>	H, T	Na		Ant(VC), Cau, LGua, Mag, NSan, San, Tol, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i> <sup>2,3,6,8</sup>	A	Na		Atl, Bol, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Suc, Tol
Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i> var. <i>vincentis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Hui, Tol
Fabaceae	<i>Clitoria arborescens</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ara, Cas, Cho, VCau
Fabaceae	<i>Clitoria dendrina</i> <sup>7</sup>	Ar, S	Na		Meta, Vic
Fabaceae	<i>Clitoria falcata</i> <sup>4</sup>	T	Na		Ama, Cau, Cho, Cun, Guav, Mag, Meta, Nar, VCau
Fabaceae	<i>Clitoria hermannii</i> <sup>7</sup>	A	Na		Cas, Meta, Vic
Fabaceae	<i>Cajoba rufescens</i> <sup>3,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Atl, Bol, Cho, Cun, Suc
Fabaceae	<i>Copaifera pubiflora</i> <sup>7</sup>	A	Na	[ENCP Ornitoqui]	Ara, Cas, Cau, Meta, Vic
Fabaceae	<i>Coursetia caribaea</i> <sup>6</sup>	S	Na		Atl, Boy, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Coursetia ferruginea</i> <sup>3,6,7</sup>	A, Ar	Na		Atl, Bol, Cas, Ces, Cor, LGua, Mag, Meta, Suc, Tol
Fabaceae	<i>Crotalaria incana</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Ces, Cho, Cor, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, Qui, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Crotalaria micans</i> <sup>6</sup>	Ar, H	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau, Vau, Vic
Fabaceae	<i>Crotalaria nitens</i> <sup>7</sup>	Ar, H	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Cau, Cho, Cun, Hui, LGua, Meta, Nar, NSan, Put, Ris, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Crotalaria pallida</i> <sup>6,7</sup>	Ar, H	Ex		Ant(VC), Ara, Cal, Caq, Cas, Cau, Cho, Cun, Gua, Hui, LGua, Meta, NSan, Qui, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Crotalaria retusa</i> <sup>3,6,7</sup>	H	Ex		Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cas, Ces, Cho, Cor, LGua, Mag, Nar, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Crotalaria sagittalis</i> <sup>7</sup>	H, T	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cho, Cun, Guav, LGua, Mag, Meta, Nar, San, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Crotalaria verrucosa</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Atl, Bol, Mag, SyP
Fabaceae	<i>Cynometra bauhiniaefolia</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Ces, Cor, GuavVau
Fabaceae	<i>Dalbergia amazonia</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Ara, Cas
Fabaceae	<i>Dalbergia brownii</i> <sup>3,4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Caq, Cau, Cho, Mag, SyP, Suc, VCau, Vau
Fabaceae	<i>Dalbergia ecataphyllum</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Caq, Cho, Cor, LGua, Mag, SyP, Vau
Fabaceae	<i>Dalbergia obovata</i> <sup>7</sup>	T	Ex		Cas
Fabaceae	<i>Delonix regia</i> <sup>6,7</sup>	A	Ex		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Ces, Cor, Cun, Meta, Tol, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Desmanthus leptophyllus</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Cun, LGua, San, Suc, VCau
Fabaceae	<i>Desmanthus virgatus</i> <sup>4,7</sup>	Ar, H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, SyP, San, Suc, Tol, VCau

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Fabaceae	<i>Desmodium affine</i> <sup>6,7</sup>	S	Na		Ant(VC), Ces, Cho, Hui, LGua, Ris, VCau
Fabaceae	<i>Desmodium barbatum</i> <sup>7</sup>	Ar, H, T	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Cas, Cau, Cun, Gua, Guav, Hui, Mag, Meta, Nar, San, Tol, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Desmodium cajanifolium</i> <sup>7</sup>	Ar, H	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Guav, Hui, Mag, Meta, NSan, San, Tol, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Desmodium glabrum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Bol, Boy, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i> <sup>6,7</sup>	H, S	Na		Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Desmodium orinocense</i> <sup>7</sup>	H	Na		Vic
Fabaceae	<i>Desmodium procumbens</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Ces, LGua, Mag
Fabaceae	<i>Desmodium purpusii</i> <sup>4,6,8</sup>	H, L, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cho, Cun, Meta, Put, Qui, Ris, Suc, VCau
Fabaceae	<i>Desmodium scorpiurus</i> <sup>6</sup>	H, T	Na		Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cho, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Desmodium tortuosum</i> <sup>6,7</sup>	Ar, H	Na		Ant(VC), Atl, Boy, Cas, Cau, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Desmodium triflorum</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Cau, Cho, Meta, Nar, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Dioclea cuspidata</i> <sup>4</sup>	T	Na		VCau
Fabaceae	<i>Dioclea guianensis</i> <sup>6,7</sup>	Ar, L	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Bol, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Guav, Hui, Mag, Meta, NSan, San, VCau, Vau, Vic
Fabaceae	<i>Dioclea holtiana</i> <sup>4</sup>	T	Na		VCau, Vic
Fabaceae	<i>Dioclea pulchra</i> <sup>4</sup>	L	Na		Ant(VC), Boy, Cun, Hui, Nar, San, VCau
Fabaceae	<i>Dioclea sericea</i> <sup>6,7</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, Tol, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i> <sup>6,8</sup>	A	Na		Atl, Bol, LGua, Mag, NSan, Suc
Fabaceae	<i>Entada abyssinica</i> <sup>8</sup>	A	Ex		Mag, Suc
Fabaceae	<i>Entada gigas</i> <sup>5</sup>	L	Na		Ant(VC), Cal, Cho, Cun, LGua, Nar, NSan, Ris, San
Fabaceae	<i>Entada polystachya</i> <sup>6,7</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cas, Ces, Cho, Cor, LGua, Mag
Fabaceae	<i>Enterolobium barinense</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ara, Cas
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> <sup>7</sup>	A	Na		Cas
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> <sup>3,6,7,8</sup>	A	Na	[ENCP Orinoquia]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Enterolobium schomburgkii</i> <sup>6,7</sup>	A	Na	[ENCP Orinoquia]	Ama, Ant(VC), Bol, Boy, Ces, Guav, Meta, San, SucVau, Vic
Fabaceae	<i>Enterolobium timbouva</i> <sup>7</sup>	A	Na		Cas, Vic
Fabaceae	<i>Erythrina berteroa</i> <sup>3,6</sup>	A	Na		Ant(C), Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, Suc
Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Cho, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cas, Cau, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Erythrina rubrinervia</i> <sup>4,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Erythrina velutina</i> <sup>3,8</sup>	A	Na		Atl, LGua, Mag
Fabaceae	<i>Fairchildia panamensis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Suc
Fabaceae	<i>Fissicalyx fendleri</i> <sup>7</sup>	A	Na		Cas, Ces, Cho, Cor, Guav, NSan
Fabaceae	<i>Galactia striata</i> <sup>6,7</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, San, Tol, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Geoffroea decorticans</i> <sup>5</sup>	A	Na		VCau
Fabaceae	<i>Geoffroea spinosa</i> <sup>3</sup>	A	Na		Atl, Bol, LGua, VCau
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i> <sup>3,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Ris, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i> <sup>6,8</sup>	A	Na	[ENCP Caribe]	Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, San
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> <sup>3,4,7,6,7,8</sup>	A	Na	[ENCP Caribe]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Cau, Cor, LGua, Meta, Qui, San, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Hymenolobium petraeum</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Vic
Fabaceae	<i>Indigofera hirsuta</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ara, Boy, Cal, Cau, Cun, Meta, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Indigofera jamaicensis</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Hui, LGua, Mag, NSan, VCau
Fabaceae	<i>Indigofera lespedezioides</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Ara, Bol, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, San, Tol, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Indigofera spicata</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Ant(VC), Mag
Fabaceae	<i>Indigofera suffruticosa</i> <sup>4,6,7</sup>	A, H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Qui, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Indigofera trita</i> <sup>4,6</sup>	H, Ar	Na		Mag, VCau
Fabaceae	<i>Inga acuminata</i> <sup>7</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Cas, Ces, Cho, Cun, Mag, Meta, Put, Ris, SanVau
Fabaceae	<i>Inga alba</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Caq, Cas, Cho, Cun, Guav, Meta, VCau, Vau, Vic
Fabaceae	<i>Inga cecropietorum</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(VC), HuiVau
Fabaceae	<i>Inga ciliata</i> <sup>6</sup>	A	Na		Boy, Cas, Cun, Put, VCau
Fabaceae	<i>Inga cinnamomea</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Caq, Ces, Cho, Cun, Meta, Nar, Suc, VCau, Vau
Fabaceae	<i>Inga coruscans</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Ces, Cun, Hui, Mag, Nar, VCau
Fabaceae	<i>Inga densiflora</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na		Ant(VC), Cal, Cau, Cun, Hui, Meta, Nar, Ris, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Inga edulis</i> <sup>6,8</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Gua, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau, Vau, Vic
Fabaceae	<i>Inga fastuosa</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Caq, Cas, Cau, Cho, Hui, Ris, Tol, Vau
Fabaceae	<i>Inga hayesii</i> <sup>3</sup>	A	Na		Ant(C), Atl, Bol
Fabaceae	<i>Inga heterophylla</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cho, Mag, San, SucVau, Vic
Fabaceae	<i>Inga ingoides</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, San, VCau
Fabaceae	<i>Inga interrupta</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Boy, Cas, Meta
Fabaceae	<i>Inga laurina</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(VC), Cas, Gua, Mag, Nar, VCau, Vau, Vic

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Fabaceae	<i>Inga manabiensis</i> <sup>4</sup>	A	Na	[E]	VCau
Fabaceae	<i>Inga marginata</i> <sup>4,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Ces, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, Qui, San, VCau
Fabaceae	<i>Inga nobilis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Caq, Cas, Ces, Cho, Cor, Cun, Guav, Meta, NSan, Put, San, VCau, Vau
Fabaceae	<i>Inga nobilis</i> subsp. <i>quaternata</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cho, Cun, Gua, Guav, Mag, Meta, San, Suc
Fabaceae	<i>Inga oerstediana</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Cas, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Inga punctata</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Cal, Caq, Cas, Gau, Ces, Cho, Cun, Guav, Hui, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Inga rubiginosa</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Meta, VCau, Vau
Fabaceae	<i>Inga sapindoides</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cas, Ces, Cor, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, VCau
Fabaceae	<i>Inga semialata</i> <sup>8</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Cho, Cun, Put, Ris, San, VCau
Fabaceae	<i>Inga sertulifera</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Caq, Cas, Cho, Guav, VCau
Fabaceae	<i>Inga spectabilis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Caq, Cas, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, Meta, NSan, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Inga tayronaensis</i> <sup>6</sup>	A	Na	[E]	Mag
Fabaceae	<i>Inga vera</i> <sup>4,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag, NSan, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> <sup>6,7,8</sup>	A, Ar	Ex	[Rinv]	Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cho, Cor, Cun, Meta, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Leucaena trichodes</i> <sup>6</sup>	A	Na		Bol, Cho, LGua, Mag, Suc
Fabaceae	<i>Libidibia ebano</i> <sup>6,7,8</sup>	A	Na	[EN]	Bol, Ces, LGua, Mag
Fabaceae	<i>Libidibia paraguayensis</i> <sup>3,6</sup>	A	Na		LGua
Fabaceae	<i>Lonchocarpus atropurpureus</i> <sup>6</sup>	A	Na		Bol, LGua, Mag
Fabaceae	<i>Lonchocarpus macrophyllus</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), VCau
Fabaceae	<i>Lonchocarpus negrensis</i> <sup>7</sup>	L	Na		Caq, Cas, Meta
Fabaceae	<i>Lonchocarpus pictus</i> <sup>3,7</sup>	A, Ar	Na		Ara, Atl, Bol, Cas, San
Fabaceae	<i>Lonchocarpus punctatus</i> <sup>3,6,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cor, LGua, Mag, Suc, VCau
Fabaceae	<i>Lonchocarpus sanctae-marthae</i> <sup>6,8</sup>	A	Na	[ENCP Caribe]	Atl, Bol, Cal, Ces, LGua, Mag, Suc
Fabaceae	<i>Lonchocarpus sericeus</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cal, Caq, Cho, Cor, Cun, LGua, NSan, Suc, Tol, VCau, Vau
Fabaceae	<i>Lonchocarpus velutinus</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cas, Ces, Cun, Mag, NSan
Fabaceae	<i>Lonchocarpus violaceus</i> <sup>6</sup>	A	Na		Bol, LGua, Suc
Fabaceae	<i>Machaerium arboreum</i> <sup>2,6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Ces, Cor, LGua, Mag, Meta, NSan, Suc, Vic
Fabaceae	<i>Machaerium biovolum</i> <sup>3,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Ces, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Vic
Fabaceae	<i>Machaerium capote</i> <sup>1,2,3,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cas, Cor, Cun, Hui, Mag, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Machaerium glabratum</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ant(VC), Cun, Mag, Suc
Fabaceae	<i>Machaerium goudotii</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ant(VC), Cun, Mag, Tol
Fabaceae	<i>Machaerium inundatum</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Bol, Cun, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Machaerium macrophyllum</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Guav, NSan
Fabaceae	<i>Machaerium microphyllum</i> <sup>3,6</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag, NSan, San, VCau
Fabaceae	<i>Macroptilium atropurpureum</i> <sup>6,7</sup>	T	Na		Ant(VC), Atl, Cau, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Macroptilium lathyroides</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Boy, Cal, Caq, Cau, Cun, Guav, LGua, Mag, Meta, Put, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Mimosa albida</i> <sup>6,7</sup>	Ar, H, T	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Cho, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Mimosa arenosa</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ces, LGua
Fabaceae	<i>Mimosa arenosa</i> var. <i>leiocarpa</i> <sup>6</sup>	A	Na		LGua, Mag
Fabaceae	<i>Mimosa camporum</i> <sup>3,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Suc, Tol
Fabaceae	<i>Mimosa colombiana</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ant(VC), Boy, Caq, Cas, Guav, Meta, San, Vic
Fabaceae	<i>Mimosa distachya</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Mag
Fabaceae	<i>Mimosa invisa</i> <sup>7</sup>	H, T	Na		Ant(VC), Cho, NSan
Fabaceae	<i>Mimosa leiocarpa</i> <sup>6</sup>	A	Na		Bol, LGua, Mag
Fabaceae	<i>Mimosa pellita</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cas, Cho, Cor, Cun, Mag, Meta, Tol
Fabaceae	<i>Mimosa pigra</i> <sup>3,4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cau, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Suc, VCau
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i> <sup>3,4,6,7</sup>	Ar, H	Nt		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, SyP, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Mimosa quadrivalvis</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Ces, Mag, Suc, VCau
Fabaceae	<i>Mimosa somnians</i> <sup>4</sup>	H, S	Na		Ant(VC), Boy, Cas, Cau, Cun, Hui, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Mimosa tarda</i> <sup>5</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Cho, Cun, Mag, NSan, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Mucuna mollis</i> <sup>6</sup>	L	Na		Ama, Ant(VC), Cal, Cau, Cho, Cun, NSan, Qui, Ris, San, VCau
Fabaceae	<i>Mucuna mutisiana</i> <sup>3,4,6</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Boy, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Mucuna pruriens</i> <sup>6,7</sup>	L	Ex		Ant(VC), Cal, Cas, Cau, Ces, Cho, Hui, Mag, Meta, Ris, Suc, VCau
Fabaceae	<i>Mucuna sloanei</i> <sup>6</sup>	T	Na		Ama, Boy, Caq, Cas, Cau, Cun, Meta, Nar, NSan, Put
Fabaceae	<i>Muellera broadwayi</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		LGua
Fabaceae	<i>Myrospermum frutescens</i> <sup>3,6</sup>	A	Na	[ENCP Orinoquía]	Atl, Bol, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag
Fabaceae	<i>Myroxylon balsamum</i> <sup>2,3,4,6,8</sup>	Ar	Na	[ENCP Caribe]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, VCau
Fabaceae	<i>Ormosia coccinea</i> <sup>6</sup>	A	Na		Tol
Fabaceae	<i>Ormosia colombiana</i> <sup>6</sup>	A	Na	[NE]ENCP Eje Calle	Tol
Fabaceae	<i>Ormosia macrocalyx</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ara, Cas



## ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Fabaceae	<i>Senna tora</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Atl
Fabaceae	<i>Senna uniflora</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Hui
Fabaceae	<i>Senna velutina</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Cun
Fabaceae	<i>Sesbania exasperata</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Mag
Fabaceae	<i>Sesbania grandiflora</i> <sup>6</sup>	A	Ex		Mag
Fabaceae	<i>Sesbania herbacea</i> <sup>6</sup>	H	Na		Cal
Fabaceae	<i>Sesbania sericea</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Mag
Fabaceae	<i>Stylosanthes guianensis</i> <sup>4,6</sup>	Ar, H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Stylosanthes hamata</i> <sup>6</sup>	H, S	Na		Atl, Bol, Cun, Hui, LGua, Mag, San, Tol
Fabaceae	<i>Stylosanthes humilis</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Fabaceae	<i>Stylosanthes viscosa</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Fabaceae	<i>Styphnolobium sporadicum</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(VC)
Fabaceae	<i>Swartzia pittieri</i> <sup>7</sup>	A	Na		Vic
Fabaceae	<i>Swartzia robinifolia</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, San, VCau
Fabaceae	<i>Swartzia simplex</i> <sup>3,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cor, Mag, Nar, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Swartzia trianae</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Ara, Cal, Cas, Cun, Meta, San, Tol
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i> <sup>6,7</sup>	A	Ex		Ant(VC), Cun, Mag, Suc, Tol
Fabaceae	<i>Tephrosia cinerea</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, San, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Tephrosia nitens</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Cun
Fabaceae	<i>Tephrosia purpurea</i> <sup>6</sup>	S	Na		Mag
Fabaceae	<i>Tephrosia sinapou</i> <sup>7</sup>	Ar, H	Na		Ant(VC)
Fabaceae	<i>Teramnus volubilis</i> <sup>6</sup>	H, T	Na		Suc
Fabaceae	<i>Uribea tamarindoides</i> <sup>2,6</sup>	A	Na		Ant(C), Bol, Cun, Mag, Suc
Fabaceae	<i>Vachellia collinsii</i> <sup>3,6</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Ces, SyP, Suc
Fabaceae	<i>Vachellia farnesiana</i> <sup>2,3,4,6,7,8</sup>	Ar	Ex	[Rinv]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Suc, Tol, VCau
Fabaceae	<i>Vachellia macracantha</i> <sup>3,4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, VCau
Fabaceae	<i>Vachellia tortuosa</i> <sup>3</sup>	Ar	Na		Ant(C), Atl, LGua, Mag, San
Fabaceae	<i>Vigna caracalla</i> <sup>3,6</sup>	L	Na		Ant(C), Atl, Bol, Boy, Cun, Mag, Meta, Suc, Tol
Fabaceae	<i>Vigna luteola</i> <sup>6</sup>	H, L, T	Na		Suc
Fabaceae	<i>Vigna radiata</i> <sup>6</sup>	H, Ar	Ex		LGua
Fabaceae	<i>Vigna unguiculata</i> <sup>6</sup>	H	Na		LGua
Fabaceae	<i>Zapoteca caracasana</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cun, Tol
Fabaceae	<i>Zapoteca formosa</i> <sup>2,6,8</sup>	A	Na		Ant(C), Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, NSan
Fabaceae	<i>Zapoteca tetragona</i> <sup>6,7</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), VCau
Fabaceae	<i>Zornia diphylla</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cun, Meta, VCau
Fabaceae	<i>Zygia inaequalis</i> <sup>3,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cas, Cau, Cor, Mag, Meta, Ris, San, Suc, VCau, Vic
Fabaceae	<i>Zygia latifolia</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Cau, Mag
Fabaceae	<i>Zygia longifolia</i> <sup>4,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, San, Suc, Tol, VCau
Gentianaceae	<i>Chelonanthus alatus</i> <sup>4,7</sup>	H, S	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Cal, Caq, Cas, Cho, Cun, Meta, NSan, VCau
Gentianaceae	<i>Curtia tenuifolia</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Boy, Caq, CasVau, Vic
Gentianaceae	<i>Voyria aphylla</i> <sup>4</sup>	S	Na	[IENCP Ornitoqui]	Ant(C), Ant(VC), Cau, Ces, Mag, Meta, NSan, San, VCau
Gesneriaceae	<i>Besleria solanoides</i> <sup>6</sup>	H, S	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau, Vau
Gesneriaceae	<i>Chrysothemis dichroa</i> <sup>7</sup>	H	Na		Vic
Gesneriaceae	<i>Codonanthe crassifolia</i> <sup>7</sup>	H, E	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Boy, Caq, Cas, Cau, Cho, Gua, Meta, RisVau, Vic
Gesneriaceae	<i>Columnea sanguinea</i> <sup>6</sup>	H, E	Na		Ant(VC), Boy, Cho, Mag, Meta, Qui, Ris, San, VCau
Gesneriaceae	<i>Drymonia serrulata</i> <sup>6,7</sup>	He	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, Ris, San, VCau
Gesneriaceae	<i>Kohleria inaequalis</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Ces, Hui, LGua, Nar, Qui, Ris, VCau
Gesneriaceae	<i>Kohleria spicata</i> <sup>4</sup>	Ar, H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, Qui, Ris, Tol, VCau
Gleicheniaceae	<i>Sticherus bifidus</i> <sup>8</sup>	H	Na		San
Goupiaceae	<i>Goupia glabra</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Caq, Cas, Nar, San, VCau, Vau, Vic
Haemodoraceae	<i>Xiphidium caeruleum</i> <sup>3,4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Suc, Tol, VCau
Heliconiaceae	<i>Heliconia bihai</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Ant(VC), Mag, Put, Suc
Heliconiaceae	<i>Heliconia brachyantha</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Bol, Cho, San, Suc
Heliconiaceae	<i>Heliconia caribaea</i> <sup>6</sup>	H	Na		LGua
Heliconiaceae	<i>Heliconia episcopalis</i> <sup>4,6</sup>	H	Na	[IENCP Esp. Cate.]	Ant(C), Ant(VC), Bol, Cun, Meta, NSan, San, Suc, VCau
Heliconiaceae	<i>Heliconia latispatha</i> <sup>3,6,7,8</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, NSan, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Heliconiaceae	<i>Heliconia longiflora</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cho, San, Suc
Heliconiaceae	<i>Heliconia marginata</i> <sup>3</sup>	H	Na		Ant(C), Atl, Bol, Cas, Ces, Mag, Meta, San
Heliconiaceae	<i>Heliconia metallica</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cho, Cor, Mag, San, SucVau
Heliconiaceae	<i>Heliconia osaensis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Mag, San, Suc

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Heliconiaceae	<i>Heliconia platystachys</i> <sup>4,6,8</sup>	H	Na	[LC]	Ant(C), Ant(VC), Cal, Ces, Cor, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Heliconiaceae	<i>Heliconia rostrata</i> <sup>7</sup>	H	Ex		Ama, Ant(VC), Cun, Meta, Put
Heliconiaceae	<i>Heliconia stricta</i> <sup>4,7</sup>	H	Na	[LC]	Ant(VC), Boy, Cas, Cau, Cun, Meta, NSan, Ris, Tol, VCau
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i> <sup>3,6,7,8</sup>	A	Na	[ENCP Caribe]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Ces, LGua, Mag, San, Suc
Hernandiaceae	<i>Hernandia didymantha</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cho
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum maxonii</i> <sup>6</sup>	E	Na		Mag
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes polypodioides</i> <sup>6</sup>	E	Na		Mag
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i> <sup>6,8</sup>	A, Ar	Na		Cun, NSan, San, Tol
Hypericaceae	<i>Vismia macrophylla</i> <sup>8</sup>	A, Ar	Na		San
Icacinaceae	<i>Calatola costaricensis</i> <sup>5</sup>	A	Na		Ant(VC), Cal, Ces, Cho, Cun, Mag, Qui, Ris, Tol, VCau
Iridaceae	<i>Cipura campanulata</i> <sup>4</sup>	H	Na		VCau
Krameriaceae	<i>Krameria ixine</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		LGua, Mag, San
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Qui, San, Tol, VCau, Vic
Lamiaceae	<i>Aegiphila elata</i> <sup>4</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Cal, Cun, Meta, Ris, VCau
Lamiaceae	<i>Aegiphila grandis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cun, Mag, Nar, Qui, San, Tol
Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i> <sup>7</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(VC), Cas, Cho, Meta, San, VCau
Lamiaceae	<i>Aegiphila laeta</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cho, Cor, LGua, Mag, Nar, Ris, San, Suc
Lamiaceae	<i>Aegiphila laevis</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		VCau
Lamiaceae	<i>Aegiphila mollis</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ara, Atl, Bol, Cas, Ces, Cun, Guav, Hui, Mag, Meta, Qui, Tol, VCau, Vau
Lamiaceae	<i>Aegiphila novogranatensis</i> <sup>4</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Ces, Cho, Nar, Tol, VCau
Lamiaceae	<i>Aegiphila truncata</i> <sup>4,6</sup>	A	Na	[E]	Ant(VC), Cun, VCau
Lamiaceae	<i>Callicarpa acuminata</i> <sup>4,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Meta, Ris, SyP, Tol, VCau
Lamiaceae	<i>Clerodendrum umbellatum</i> <sup>6</sup>	L	Nt		Ant(VC), Atl, Cal, Cau, Tol
Lamiaceae	<i>Cornutia microcalycina</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cho, Cun, Mag, Nar, VCau
Lamiaceae	<i>Cornutia odorata</i> <sup>6</sup>	A	Na		Bol, Ces, Cun, Mag, Meta, Nar, Tol
Lamiaceae	<i>Cornutia pyramidata</i> <sup>4</sup>	A, Ar	Nt		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, LGua, Mag, Nar, Tol, VCau
Lamiaceae	<i>Gmelina arborea</i> <sup>8</sup>	A	Ex		Ant(VC), Bol, Mag
Lamiaceae	<i>Hyptis brevipes</i> <sup>6</sup>	H	Na		Cas, Tol
Lamiaceae	<i>Hyptis capitata</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cas, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, Ris, SyP, San, Tol, VCau
Lamiaceae	<i>Hyptis colombiana</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Ces, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, San, Tol, VCau
Lamiaceae	<i>Hyptis mutabilis</i> <sup>7</sup>	H, S	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Lamiaceae	<i>Hyptis pectinata</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Boy, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Ris, San, Tol, VCau
Lamiaceae	<i>Hyptis personata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Cal, Ris, San, VCau
Lamiaceae	<i>Hyptis spicigera</i> <sup>4,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Mag, VCau
Lamiaceae	<i>Hyptis suaveolens</i> <sup>3,6,7</sup>	H, S	Na		Ant(VC), Ara, Atl, Cas, Ces, LGua, Mag
Lamiaceae	<i>Hyptis verticillata</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cau, Cho, Cor, Cun, Hui, Nar, Ris, SyP, Tol, VCau
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i> <sup>4,6,7</sup>	H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cun, Hui, San, Tol, VCau
Lamiaceae	<i>Marsypianthes chamaedrys</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Cas, Cun, Hui, Meta, Nar, Qui, Ris, Tol, VCau
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i> <sup>4,7</sup>	H	Ex		Ant(C), Ant(VC), Atl, Boy, Cun, Nar, San, VCau
Lamiaceae	<i>Ocimum campechianum</i> <sup>5,7</sup>	H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Qui, Tol, VCau
Lamiaceae	<i>Ocimum tenuiflorum</i> <sup>4</sup>	H	Ex		Bol, Mag, SyP
Lamiaceae	<i>Salvia misella</i> <sup>6</sup>	H	Na		VCau
Lamiaceae	<i>Salvia occidentalis</i> <sup>6</sup>	S	Na		SyP
Lamiaceae	<i>Scutellaria purpurascens</i> <sup>4</sup>	H	Na		Cun, Hui, Meta, San, Tol, VCau
Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i> <sup>6,8</sup>	A	Ex		Hui, Mag, Tol
Lamiaceae	<i>Vitex capitata</i> <sup>7</sup>	A	Na		Vic
Lamiaceae	<i>Vitex compressa</i> <sup>2,6,8</sup>	A	Na		Bol, Ces, LGua, Mag, Meta
Lamiaceae	<i>Vitex cymosa</i> <sup>3,4,6,8</sup>	A	Na		Atl, Bol, Cal, Ces, Cun, LGua, Mag, SyP, San, Tol, VCau
Lamiaceae	<i>Vitex orinocensis</i> <sup>7</sup>	A	Na		Cas
Lamiaceae	<i>Volkameria aculeata</i> <sup>6</sup>	A, Ar, T	Ex		LGua
Lauraceae	<i>Aniba perutilis</i> <sup>6</sup>	A	Na	[ENCP Caribe (ENCP Sina)]	Ant(VC), Cal, VCau
Lauraceae	<i>Aniba puchury-minor</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cho, Cun, Meta, Nar, Qui, San, Tol, VCau
Lauraceae	<i>Beilschmiedia costaricensis</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Cun, Hui, Nar, Qui, VCau
Lauraceae	<i>Beilschmiedia sulcata</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cun, Meta, Nar, Qui, VCau
Lauraceae	<i>Cinnamomum triplinerve</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, Qui, Ris, Tol, VCau
Lauraceae	<i>Endlicheria klugii</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Cau, Put
Lauraceae	<i>Nectandra acutifolia</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Meta, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Lauraceae	<i>Nectandra cuspidata</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, San, Tol, VCau, Vic
Lauraceae	<i>Nectandra lineata</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Qui, Tol, VCau
Lauraceae	<i>Nectandra lineatifolia</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ant(VC), Cal, Cau, Cun, Hui, Qui, Ris, VCau

## ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Lauraceae	<i>Nectandra martinicensis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cho, Cun, Mag, San
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i> <sup>6,8</sup>	A	Na		Ant(VC), Ara, Boy, Caq, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau, Vic
Lauraceae	<i>Nectandra purpurea</i> <sup>4,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Qui, Suc, VCau
Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Caq, Cau, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, San, VCau
Lauraceae	<i>Nectandra turbacensis</i> <sup>3,4,6,8</sup>	A	Na	[ENCP Eje Cafetero]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Qui, Ris, SyP, San, Tol, VCau
Lauraceae	<i>Ocotea aurantiadora</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cau, Qui, San, VCau
Lauraceae	<i>Ocotea bofo</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Cho, Guav, Meta, Vic
Lauraceae	<i>Ocotea cernua</i> <sup>4,8</sup>	A	Na		Ant(VC), Cal, Cas, Meta, Nar, San, VCau
Lauraceae	<i>Ocotea guianensis</i> <sup>6,8</sup>	A	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Caq, Cau, Cun, Gua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Lauraceae	<i>Ocotea helicterifolia</i> <sup>4</sup>	A	Na		VCau
Lauraceae	<i>Ocotea longifolia</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Caq, Cau, Cho, Cun, Guav, Meta, San, Tol, VCau, Vau, Vic
Lauraceae	<i>Ocotea macrophylla</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cun, Hui, Qui, VCau
Lauraceae	<i>Ocotea macropoda</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ant(VC), Cun, Qui, Ris, VCau
Lauraceae	<i>Ocotea tessmannii</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Boy, Cal, Cun, VCau
Lauraceae	<i>Ocotea veraguensis</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na		Ris, VCau
Lauraceae	<i>Persea americana</i> <sup>6</sup>	A	Nt		Cun, LGua
Lauraceae	<i>Persea caerulea</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Tol, VCau
Lauraceae	<i>Persea cuneata</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ant(VC), Cau, Nar, San, VCau
Lauraceae	<i>Pleurothrium trianae</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ant(VC), NSan, Qui, VCau
Lecythidaceae	<i>Cariniana pyriformis</i> <sup>7</sup>	A	Na	[ENCP Eje Cafetero]	Ant(C), Bol, Boy, Cho, Cor, NSan, San
Lecythidaceae	<i>Couroupita guianensis</i> <sup>7</sup>	A	Na	[ENCP Orinoquia]	Ant(VC), Ara, Boy, Caq, Cas, Cor, Guav, Meta, PutVau
Lecythidaceae	<i>Eschweilera caudiculata</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(VC), Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Mag, Nar, Qui, Tol, VCau
Lecythidaceae	<i>Gustavia gracillima</i> <sup>6</sup>	A	Na	[E]	Ant(C), Cal, Ces
Lecythidaceae	<i>Gustavia speciosa</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cal, Ces, Cho, Cun, Mag, Qui, Ris, Tol, VCau
Lecythidaceae	<i>Gustavia superba</i> <sup>2,3,6,8</sup>	A	Na	[LC[ENCP Caribe]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cau, Ces, Cor, Mag, Meta, Nar, San, Suc, VCau
Lecythidaceae	<i>Lecythis minor</i> <sup>1,2,3,6,7,8</sup>	A	Na	[LC[ENCP Caribe]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cor, LGua, Mag, Ris, San, Suc, VCau
Lecythidaceae	<i>Lecythis tuiyana</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(C), Cho, San, Suc
Lentibulariaceae	<i>Utricularia foliosa</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Linderniaceae	<i>Lindernia crustacea</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cal, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Guav, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, San, Tol, VCau, Vic
Loasaceae	<i>Granovia scandens</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Ces, Cun, Mag, Nar, VCau
Loasaceae	<i>Mentzelia aspera</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Cun, Mag, Nar, San, Suc, VCau
Loasaceae	<i>Mentzelia scabra</i> <sup>8</sup>	H	Na		Boy, Ces, Nar
Loganiaceae	<i>Spigelia anthermia</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, Ris, SyP, San, Tol, VCau
Loganiaceae	<i>Spigelia hamelioides</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Loganiaceae	<i>Strychnos tarapotensis</i> <sup>3</sup>	A	Na		Atl, Bol, Cau, LGua
Lomariopsidaceae	<i>Cycloptelis semicordata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Ces, Cho, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Loranthaceae	<i>Cladocolea lenticellata</i> <sup>4</sup>	Pr	Na		Ant(VC), Ris, VCau
Loranthaceae	<i>Oryctanthus alveolatus</i> <sup>4,6,7</sup>	Hp	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, Qui, Ris, San, Tol, VCau, Vic
Loranthaceae	<i>Phthirusa pyriformis</i> <sup>4,6,7</sup>	Hp	Na		Ant(VC), Atl, Cau, Cun, Suc, VCau
Loranthaceae	<i>Phthirusa stelis</i> <sup>6</sup>	Hp	Na		Atl, LGua
Loranthaceae	<i>Struthanthus leptostachyus</i> <sup>4</sup>	Hp	Na		Ant(VC), Cun, Nar, Qui, Ris, VCau
Lycopodiaceae	<i>Lycopodiella cernua</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Cas, Cau, Cho, Cun, Gua, Guav, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, SyP, San, Tol, VCau, Vau, Vic
Lygodiaceae	<i>Lygodium venustum</i> <sup>6</sup>	H, T	Na		Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Lythraceae	<i>Adenaria floribunda</i> <sup>4,6,7</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Boy, Cho, Cor, Cun, Hui, Meta, NSan, San, Suc, Tol, VCau
Lythraceae	<i>Cuphea racemosa</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Boy, Cal, Cau, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Ris, San, VCau
Lythraceae	<i>Lafoesia acuminata</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Nar, VCau
Lythraceae	<i>Lafoesia punicifolia</i> <sup>8</sup>	A	Na		Ant(VC), Ces, Cho, Mag, Suc, VCau
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i> <sup>6</sup>	A	Ex		Ant(VC), Bol, Cor, Cun, Tol, VCau, Vic
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis muricata</i> <sup>6,7</sup>	Ar, L	Na		Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, San, Tol
Malpighiaceae	<i>Branwenia cornifolia</i> <sup>2,6</sup>	Ar	Na		Cun, Hui, Tol
Malpighiaceae	<i>Bunchosia argentea</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, Put, Qui, VCau
Malpighiaceae	<i>Bunchosia cestrifolia</i> <sup>6</sup>	A	Na		Boy, Cau, Ces, Cun, Hui, NSan, San, Tol
Malpighiaceae	<i>Bunchosia diphyllo</i> <sup>3</sup>	Ar, T	Na		Atl, Bol, Boy, Cal, Ces, Mag
Malpighiaceae	<i>Bunchosia hartwegiana</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Ces, Cor, NSan, San
Malpighiaceae	<i>Bunchosia nitida</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Ces, Cho, Qui, Tol, VCau
Malpighiaceae	<i>Bunchosia odorata</i> <sup>3,6</sup>	A, Ar	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, NSan
Malpighiaceae	<i>Bunchosia pseudonitida</i> <sup>2,4,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, NSan, Qui, SyP, Suc, VCau
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> <sup>6,7,8</sup>	A	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Cas, Ces, Cho, Cor, Cun, Gua, Guav, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, SyP, San, Suc, Tol, Vic
Malpighiaceae	<i>Byrsonima spicata</i> <sup>8</sup>	A	Na		Ant(VC), Cas, Cho, Cor, Guav, LGua, Meta, NSan, San, Tol
Malpighiaceae	<i>Diplopterys heterostyla</i> <sup>1</sup>	L	Na		Atl, Bol, LGua, Mag

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Malpighiaceae	<i>Galpimia gracilis</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Atl, VCau
Malpighiaceae	<i>Hiraea cephalotes</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ant(VC), Hui, Mag, Nar, Ris, VCau
Malpighiaceae	<i>Hiraea reclinata</i> <sup>3,4,6</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cor, LGua, Mag, San, Suc, VCau
Malpighiaceae	<i>Hiraea ternifolia</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Boy, Ces, Cor, Cun, Mag, Meta, NSan, Tol
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i> <sup>7</sup>	Ar	Ex		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cau, Cor, LGua, Mag, NSan, Suc, VCau
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i> <sup>2,3,4,6,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, San, Suc, Tol, VCau
Malpighiaceae	<i>Mascagnia alloperlys</i> <sup>6</sup>	L	Na		Bol, Suc
Malpighiaceae	<i>Mascagnia ovatifolia</i> <sup>3</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Ces, LGua, Mag, Meta, San, VCau
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon bogotense</i> <sup>2,6</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon dichotomum</i> <sup>3,7</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Ces, Cun, Mag, Meta, San, Tol
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon echitoides</i> <sup>4,6,7</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Ces, Hui, Nar, NSan, VCau
Malpighiaceae	<i>Tetrapteryx crispa</i> <sup>6</sup>	L, A	Na		Ant(VC), Atl, Bol, LGua, Mag, Meta, San
Malpighiaceae	<i>Tetrapteryx diptera</i> <sup>4</sup>	L	Na		Ant(VC), Hui, VCau
Malpighiaceae	<i>Tetrapteryx discolor</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ara, Cas
Malvaceae	<i>Abutilon ibarense</i> <sup>4,6,7</sup>	A	Na		Ant(VC), Cau, Cun, Hui, San, VCau
Malvaceae	<i>Abutilon petiolare</i> <sup>6</sup>	H, S	Na	[E]	Bol, Boy, Cun, LGua, Mag
Malvaceae	<i>Allosidastrum pyramidatum</i> <sup>6</sup>	A, S	Na		Atl, Cun, LGua, Mag, San
Malvaceae	<i>Anoda cristata</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Caq, Cau, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, Qui, SyP, San, VCau
Malvaceae	<i>Apeiba tiburou</i> <sup>3,6,7</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Ces, Cho, Cor, Mag, Meta, San, Suc, Vic
Malvaceae	<i>Ayenia magna</i> <sup>6</sup>	H, Ar	Na		Atl, Bol, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Suc, Tol
Malvaceae	<i>Bastardia viscosa</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Suc, VCau
Malvaceae	<i>Byttneria aculeata</i> <sup>4,6</sup>	L, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cho, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, San, Suc, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Byttneria catalpifolia</i> <sup>4</sup>	L, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cho, LGua, Mag, Meta, Suc, VCau
Malvaceae	<i>Byttneria mollis</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Boy, Cun, Hui, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Cavanillesia chicamochae</i> <sup>8</sup>	A	Na	[E]	San
Malvaceae	<i>Cavanillesia platanifolia</i> <sup>3,6,8</sup>	A	Na	[NT/VU] [ENCP Caribbe]	Ant(C), Atl, Bol, Ces, Cho, Suc
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> <sup>2,3,4,6,7,8</sup>	A	Na	[LC] [ENCP Eje Cafe]	Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Malvaceae	<i>Corchorus hirtus</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cau, Cun, Guav, Mag, NSan, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Corchorus orinocensis</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Boy, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Corchorus siliquosus</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cho, Cor, Cun, LGua, Put, Suc
Malvaceae	<i>Gaya mutisiana</i> <sup>4</sup>	H	Na	[VU] [E]	VCau
Malvaceae	<i>Gossypium barbadense</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Atl, Bol, Caq, Cau, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, SyP, San, Suc, VCau
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Atl, Boy, Mag, VCau, Vic
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> <sup>2,3,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Ris, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Malvaceae	<i>Hampea thespesioides</i> <sup>7</sup>	A	Na	[E]	Ant(VC), Boy, Cal, Cho, Cun
Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i> <sup>6,8</sup>	Ar, T	Na		Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, San, Tol
Malvaceae	<i>Helicteres carthagenensis</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, Mag
Malvaceae	<i>Helicteres guazumifolia</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cas, Cor, Mag, Meta, NSan, San, VCau, Vic
Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ant(VC), Ara, Boy, Cal, Caq, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, San, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Heliocarpus popayanensis</i> <sup>8</sup>	A	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Mag, NSan, VCau
Malvaceae	<i>Herissantia crispa</i> <sup>6,7</sup>	T	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cau, LGua, Mag, NSan, San, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Herrania albiflora</i> <sup>7</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Ara, San
Malvaceae	<i>Hibiscus phoeniceus</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Boy, LGua, Mag, Nar
Malvaceae	<i>Hibiscus sabdariffa</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Ant(VC), Atl, SyP, San
Malvaceae	<i>Hibiscus tilliaceous</i> <sup>6</sup>	A	Ex		Bol, Cau, Cho, Mag, Nar, SyP, VCau
Malvaceae	<i>Kosteletzkya depressa</i> <sup>6</sup>	H	Na		Bol, Cor, Mag
Malvaceae	<i>Luehea candida</i> <sup>3,7,8</sup>	A	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, Vic
Malvaceae	<i>Luehea seemanii</i> <sup>6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Ces, Mag, Qui, San, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i> <sup>6,8</sup>	A	Na		Ces, LGua, NSan, San
Malvaceae	<i>Malachra alceaifolia</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, NSan, SyP, Suc, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Malachra rudis</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cau, Cor, Cun, Hui, Nar, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Malvastrum americanum</i> <sup>4,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cau, Cor, Cun, Hui, Mag, NSan, Qui, San, VCau
Malvaceae	<i>Malvastrum coromandelianum</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Cor, Cun, Meta, SyP, San, Suc
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> <sup>3,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ara, Atl, Bol, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, SyP, San, Suc, Tol
Malvaceae	<i>Malvaviscus penduliflorus</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Ant(VC), Bol, Caq, Ces, Cho, Mag, Nar, San, VCau
Malvaceae	<i>Matisia cordata</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(VC)
Malvaceae	<i>Melochia colombiana</i> <sup>4</sup>	Ar	Na	[E]	VCau
Malvaceae	<i>Melochia lupulina</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Cor, Cun, Mag, San, Suc, VCau
Malvaceae	<i>Melochia mollis</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cun, Hui, Mag, Nar, NSan, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Melochia nodiflora</i> <sup>6</sup>	Ar, S	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, Mag

## ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Malvaceae	<i>Melochia parvifolia</i> <sup>6,7</sup>	H, S	Na		Atl, Bol, Cau, Ces, Cun, LGua, Mag, San, Suc, Vic
Malvaceae	<i>Melochia pilosa</i> <sup>4,7</sup>	Ar, H	Na		Ant(V), Cas, Ces, Cun, Mag, Meta, San, VCau
Malvaceae	<i>Melochia pyramidata</i> <sup>6,7</sup>	Ar, H	Na		Ant(C), Ant(V), Atl, Bol, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, Mag, San, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Melochia spicata</i> <sup>4</sup>	Ar, H	Na		Ant(C), Ant(V), Ara, Bol, Boy, Cas, Cau, Cun, Hui, Meta, NSan, San, Tol, VCau, Vic
Malvaceae	<i>Melochia tomentosa</i> <sup>6</sup>	H, Ar, S	Na		Atl, Bol, LGua, Mag, NSan, San, VCau
Malvaceae	<i>Melochia villosa</i> <sup>7</sup>	H	Na		Cau, Gua, Hui, Mag, Meta, Vic
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(V), Atl, Bol, Cal, Cas, Cau, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(C), Cau, Cun, Nar, VCau
Malvaceae	<i>Pachira nukakica</i> <sup>7</sup>	A	Na	[E]	Vic
Malvaceae	<i>Pachira obovata</i> <sup>7</sup>	A	Na		Vic
Malvaceae	<i>Pachira quinata</i> <sup>3,5,6,7,8</sup>	A	Na	[EN]ENCP Caribe]	Ara, Atl, Bol, Cas, LGua, Suc
Malvaceae	<i>Pachira subandina</i> <sup>4</sup>	A	Na	[EN]	Cal, Hui, VCau
Malvaceae	<i>Pavonia fruticosa</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar, H, S	Na		Ant(C), Ant(V), Ara, Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cun, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Pavonia peruviana</i> <sup>4</sup>	H	Na		VCau
Malvaceae	<i>Pavonia schiedeana</i> <sup>4</sup>	H	Na		Bol, VCau
Malvaceae	<i>Pavonia spinifex</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(V), Atl, Boy, Cau, Cun, Nar, VCau
Malvaceae	<i>Peltaea sessiliflora</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(V), Cas, Cor, Cun, Mag, Meta, NSan, San, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Pseudobombax croizatij</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Vic
Malvaceae	<i>Pseudobombax maximum</i> <sup>6,8</sup>	A	Na		Atl, Ces, Mag
Malvaceae	<i>Pseudobombax septenatum</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(V), Atl, Bol, Cal, Cas, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, San, Suc, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Pterygota colombiana</i> <sup>4,6</sup>	A	Na	[EN]ENCP Caribe]	Ant(C), Ant(V), Bol, LGua, Mag, Suc, VCau
Malvaceae	<i>Pterygota excelsa</i> <sup>6</sup>	A	Na		VCau
Malvaceae	<i>Quararibea asterolepis</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ant(V), Ris, VCau
Malvaceae	<i>Sida abutilifolia</i> <sup>4</sup>	H	Na		Atl, Bol, Boy, Ces, Cun, Hui, Mag, Nar, San, VCau
Malvaceae	<i>Sida acuta</i> <sup>3,4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(V), Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Qui, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Sida aggregata</i> <sup>6</sup>	A, S	Na		Atl, Cas, Cun, LGua, Mag, NSan, San
Malvaceae	<i>Sida ciliaris</i> <sup>6</sup>	H	Na		LGua
Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i> <sup>4,6,7</sup>	S	Na		Ant(C), Ant(V), Atl, Boy, Cas, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, San, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Sida glabra</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(V), Atl, Bol, Boy, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, San, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Sida glomerata</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(V), Ara, Atl, Bol, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, San, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Sida hyssopifolia</i> <sup>4</sup>	H	Na		Mag, VCau
Malvaceae	<i>Sida jamaicensis</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(V)
Malvaceae	<i>Sida linifolia</i> <sup>4,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(V), Cal, Cas, Cau, Cun, Mag, NSan, San, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Sida martiana</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(V), Boy, Cau, Ces, Hui, Mag, San, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Sida poeppigiana</i> <sup>4,7</sup>	H, S	Na		Ant(C), Ant(V), Boy, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, Ris, San, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(V), Ara, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, SyP, San, Tol, VCau, Vic
Malvaceae	<i>Sida salviaefolia</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Malvaceae	<i>Sida salviifolia</i> <sup>6</sup>	H	Na		LGua
Malvaceae	<i>Sida setosa</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(V)
Malvaceae	<i>Sida spinosa</i> <sup>7</sup>	H	Na		Cau
Malvaceae	<i>Sidastrum paniculatum</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Cau, Cun, Hui, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Sterculia apetala</i> <sup>3,4,5,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(V), Ara, Atl, Bol, Cas, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, San, Suc, VCau
Malvaceae	<i>Sterculia colombiana</i> <sup>8</sup>	A	Na		NSan
Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i> <sup>8</sup>	A	Ex		Hui
Malvaceae	<i>Triumfetta bogotensis</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Suc
Malvaceae	<i>Triumfetta lappula</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(V), Cau, Ces, Hui, Mag, Meta, NSan, SyP, San, Suc, VCau
Malvaceae	<i>Triumfetta mollissima</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(V), Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Meta, San, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Triumfetta semitriloba</i> <sup>5</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(V), Atl, Boy, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Qui, San, VCau
Malvaceae	<i>Urena lobata</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(V)
Malvaceae	<i>Urena sinuata</i> <sup>7</sup>	S	Na		Ara
Malvaceae	<i>Waltheria berteroi</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		LGua, Vic
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(V), Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Tol, VCau
Malvaceae	<i>Wercklea ferox</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		VCau
Malvaceae	<i>Wissadula amplissima</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(V)
Malvaceae	<i>Wissadula periplocifolia</i> <sup>6,7</sup>	Ar, S	Na		LGua, Vic
Marantaceae	<i>Calathea crotalifera</i> <sup>5</sup>	H	Na		Ant(V), Boy, Cal, Cho, Cor, LGua, Meta, Put, VCau
Marantaceae	<i>Calathea inocephala</i> <sup>6</sup>	H	Na		Cho, Mag, Tol, VCau, Vau
Marantaceae	<i>Calathea lutea</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(V), Bol, Boy, Cau, Ces, Cho, Cun, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Marantaceae	<i>Goepertia propinqua</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Ara, Cas, Cho, Guav, Meta
Marantaceae	<i>Maranta arundinacea</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Bol, Cas, Ces, Hui, Mag, Suc, Tol, VCau

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Marantaceae	<i>Maranta gibba</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Ces, LGua, Mag, Qui, Ris
Marantaceae	<i>Stromanthe jacquinii</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cor, LGua, Mag, Meta, Nar, VCau
Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cor, Mag, San, VCau
Marcgraviaceae	<i>Marcgravia nepenthoides</i> <sup>4</sup>	L	Na		Ant(C), Ris, VCau
Marsileaceae	<i>Marsilea minuta</i> <sup>6</sup>	H	Ex		LGua
Melastomataceae	<i>Acanthella sprucei</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ama, Caq, Gua, GuavVau, Vic
Melastomataceae	<i>Aciotis purpurascens</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cau, Cho, Cun, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, San, Tol, VCau, Vau, Vic
Melastomataceae	<i>Adelobotrys adscendens</i> <sup>4,6</sup>	E, He, L	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Caq, Cau, Cho, Ris, San, VCau
Melastomataceae	<i>Adelobotrys hoyosii</i> <sup>6</sup>	Ar	Na	E	Ant(VC), Cal
Melastomataceae	<i>Arthrostemma ciliatum</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Melastomataceae	<i>Bellucia grossularioides</i> <sup>8</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Boy, Caq, Cas, Ces, Cun, Gua, Guav, Meta, Nar, Put, SanVau, Vic
Melastomataceae	<i>Bellucia pentamera</i> <sup>6,8</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Cal, Caq, Cau, Cho, Cor, Cun, Guav, LGua, Meta, Nar, NSan, Put, Ris, San, Tol, VCau, Vau
Melastomataceae	<i>Blakea podagrica</i> <sup>6</sup>	A, L	Na	E	Ant(VC), Cho, Nar, Ris, VCau
Melastomataceae	<i>Cidemia capitellata</i> <sup>6</sup>	Ar, H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Gua, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau, Vau, Vic
Melastomataceae	<i>Cidemia ciliata</i> <sup>6</sup>	Ar, H	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Melastomataceae	<i>Cidemia dentata</i> <sup>6</sup>	Ar, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Caq, Ces, Cho, Guav, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, VCau, Vau
Melastomataceae	<i>Cidemia hirta</i> <sup>4,6</sup>	Ar, S	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Boy, Caq, Cas, Cau, Cho, Cor, Cun, Gua, Meta, Nar, Put, Ris, San, Tol, VCau, Vau
Melastomataceae	<i>Cidemia octona</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Ces, Cor, Cun, Mag, Meta, Nar, Ris, San, Tol, VCau
Melastomataceae	<i>Cidemia ostrina</i> <sup>6</sup>	Ar, S	Na		Ant(VC), Cal, Cau, Cho, Cor, Nar, Ris, San, VCau
Melastomataceae	<i>Cidemia pilosa</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Boy, Ces, Ris
Melastomataceae	<i>Cidemia quinquenervia</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Cun, Mag, Suc, VCau
Melastomataceae	<i>Cidemia septulinervia</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Cal, Cau, Cho, Guav, LGua, Mag, Meta, Nar, Put, San, VCau
Melastomataceae	<i>Cidemia strigillosa</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Caq, Cas, Cho, Cun, Gua, Hui, Meta, Put, San, Tol, VCau, Vau
Melastomataceae	<i>Conostegia extinctoria</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cal, Tol
Melastomataceae	<i>Conostegia icosandra</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(VC), LGua, Mag
Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Cal, Cun, Mag, Tol
Melastomataceae	<i>Graffenrieda galeottii</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cal, Cau, Meta, Ris, Tol, VCau
Melastomataceae	<i>Graffenrieda rotundifolia</i> <sup>7</sup>	A, Ar	Na		Gua, Vic
Melastomataceae	<i>Henriettea goudotiana</i> <sup>4</sup>	A, Ar	Na	E	Ant(VC), Cun, Hui, Meta, VCau, Vic
Melastomataceae	<i>Huilaea kirkbridei</i> <sup>6</sup>	A	Na	E	Mag
Melastomataceae	<i>Leandra dichotoma</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cal, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, VCau
Melastomataceae	<i>Leandra longicoma</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Cal, Caq, Cho, Meta, Nar, Put, San, Tol, VCau, Vau
Melastomataceae	<i>Leandra solenifera</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Meta, San, Tol, VCau
Melastomataceae	<i>Miconia acinodendron</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Cor, Cun, Guav, Mag, Meta, NSan, Suc
Melastomataceae	<i>Miconia affinis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Bol, Cal, Cas, Cho, Cun, Guav, Hui, Meta, Nar, Put, Ris, San, Tol, VCau
Melastomataceae	<i>Miconia aggregata</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cau, Cun, Hui, Ris, Tol, VCau
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> <sup>6,7</sup>	Ar, N	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cas, Cau, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Melastomataceae	<i>Miconia argentea</i> <sup>6</sup>	A	Na		SyP
Melastomataceae	<i>Miconia aurea</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Hui, Meta, Put, Vau
Melastomataceae	<i>Miconia barbinervis</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cho, Cun, LGua, Nar, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Melastomataceae	<i>Miconia bubalina</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ama, Cal, Cho, Meta, Put, Ris
Melastomataceae	<i>Miconia cataractae</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Boy, Cau, Cun, Mag, Meta, NSan, San
Melastomataceae	<i>Miconia caucana</i> <sup>7</sup>	Ar	Na	E	Ant(VC), Cho
Melastomataceae	<i>Miconia caudata</i> <sup>4,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Qui, Ris, Tol, VCau
Melastomataceae	<i>Miconia floribunda</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cho, Cun, Hui, Mag, NSan, Ris, San, Tol
Melastomataceae	<i>Miconia impetiolaris</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Ces, Cun, San, Suc
Melastomataceae	<i>Miconia inaequalifolia</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Cal, Caq, Meta
Melastomataceae	<i>Miconia longifolia</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cas, Cau, Cun, Mag, Meta, NSan, San, VCau
Melastomataceae	<i>Miconia matthaei</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(VC), LGua, Meta, Put, Ris
Melastomataceae	<i>Miconia minutiflora</i> <sup>6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cas, Cor, Cun, Meta, NSan, San, Tol, VCau, Vic
Melastomataceae	<i>Miconia pileata</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Cal, Cau, Cho, Cor, VCau
Melastomataceae	<i>Miconia prasina</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cal, Caq, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Guav, Hui, Meta, Nar, NSan, Put, Ris, San, Tol, VCau, Vic
Melastomataceae	<i>Miconia pterocaulon</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Caq, Cor, Meta, NSan, Put, VCau, Vau
Melastomataceae	<i>Miconia pustulata</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cal, Cau, Nar, Qui, Tol, VCau
Melastomataceae	<i>Miconia reducens</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Boy, Caq, Cau, Cho, Hui, Meta, Nar, NSan, Qui, San, VCau
Melastomataceae	<i>Miconia rubiginosa</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Cas, Cau, Ces, Cun, Gua, Guav, Hui, LGua, Meta, NSan, San, Tol, VCau, Vic
Melastomataceae	<i>Miconia rufescens</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Caq, Cas, Cun, Guav, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, San, Tol, VCau, Vic
Melastomataceae	<i>Miconia serrulata</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cal, Caq, Cau, Ces, Cho, Cun, Guav, Meta, Put, SanVau
Melastomataceae	<i>Miconia shattuckii</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(C), Cho, Mag
Melastomataceae	<i>Miconia spicellata</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Cun, Hui, Mag, NSan, Ris, San, Tol, VCau

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Melastomataceae	<i>Miconia stenostachya</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Cas, Cau, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Melastomataceae	<i>Miconia subsessilifolia</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Cal
Melastomataceae	<i>Miconia ternatifolia</i> <sup>4,8</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Meta, Ris, Tol, VCau
Melastomataceae	<i>Miconia trinervia</i> <sup>4,6,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cal, Cas, Ces, Cun, Meta, Nar, NSan, Qui, San, VCau, Vic
Melastomataceae	<i>Miconia triplinervis</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Mag, Qui, VCau
Melastomataceae	<i>Miconia tuberculata</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Boy, Cun, Mag, NSan, VCau
Melastomataceae	<i>Monochaetum cinereum</i> <sup>6</sup>	Ar	Na	[E]	Ces, Mag
Melastomataceae	<i>Monochaetum lineatum</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Boy, Cal, Caq, Cau, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, Put, Ris, VCau
Melastomataceae	<i>Monochaetum rotundifolium</i> <sup>6</sup>	Ar	Na	[E]	Mag, Suc
Melastomataceae	<i>Mouriri myrtilloides</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Caq, Ces, Gua, Hui, Meta, SyP, Vic
Melastomataceae	<i>Ossaea micrantha</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Mag
Melastomataceae	<i>Ossaea quinquenervia</i> <sup>6,7</sup>	Ar, S	Na		Ant(VC), Mag
Melastomataceae	<i>Tibouchina ciliaris</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Meta, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Melastomataceae	<i>Tibouchina lindeniana</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		San
Melastomataceae	<i>Tibouchina longifolia</i> <sup>6,7</sup>	Ar, H, S	Na		Ant(VC), Mag
Melastomataceae	<i>Tococa platyphylla</i> <sup>6</sup>	H	Na		VCau
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> <sup>7</sup>	Ar	Ex		Ant(VC), Cun, Tol
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> <sup>2,4,5,6,7,8</sup>	A	Na	[ENPC de Colombia]	Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, Ris, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, San, Suc, Tol, VCau
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> <sup>7</sup>	Ar	Ex		Ant(VC), Bol, Boy, Cau, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Meliaceae	<i>Ruagea glabra</i> <sup>8</sup>	A	Na		LGua
Meliaceae	<i>Schmardaea microphylla</i> <sup>7</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC)
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> <sup>6,8</sup>	A	Na	[ENPC Caribe]	Atl, Hui, LGua
Meliaceae	<i>Toona ciliata</i> <sup>6</sup>	A	Ex		VCau
Meliaceae	<i>Trichilia acuminata</i> <sup>2,3,6</sup>	A	Na		Ant(C), Atl, Bol, Cun, Mag, Suc
Meliaceae	<i>Trichilia appendiculata</i> <sup>3,4,6</sup>	A	Na		Atl, Bol, Ces, Cun, Mag, Suc, VCau
Meliaceae	<i>Trichilia carinata</i> <sup>2,6</sup>	A	Na	[E]	Tol
Meliaceae	<i>Trichilia elegans</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Meta, San, Tol, VCau
Meliaceae	<i>Trichilia havanensis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Mag, VCau
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i> <sup>3,4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Ces, Cun, Hui, Mag, SyP, Suc, Tol, VCau
Meliaceae	<i>Trichilia martiana</i> <sup>3,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, SyP, Suc, VCau
Meliaceae	<i>Trichilia oligogfoliata</i> <sup>2,6</sup>	A	Na	[E]	Tol
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i> <sup>2,4,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Cun, Hui, Meta, Nar, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Meliaceae	<i>Trichilia pleana</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Mag
Meliaceae	<i>Trichilia schomburgkii</i> <sup>4</sup>	A	Na		Meta, VCau
Meliaceae	<i>Trichilia trifolia</i> <sup>7</sup>	A, Ar	Na		Ara, Cas
Menispermaceae	<i>Abuta spicata</i> <sup>4</sup>	T	Na		VCau
Menispermaceae	<i>Anomosperrum chloranthum</i> <sup>4</sup>	L	Na		Ant(VC), Cho, Nar, VCau
Menispermaceae	<i>Cissampelos fasciculata</i> <sup>4,6</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Caq, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Nar, Put, Qui, San, VCau
Menispermaceae	<i>Cissampelos laxiflora</i> <sup>4,6</sup>	T	Na		Ama, Ant(VC), Cal, Cho, Meta, Nar, Put, VCau
Menispermaceae	<i>Cissampelos pareira</i> <sup>4,6,7</sup>	T	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Caq, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Put, Qui, SyP, San, Suc, Tol, VCau, Vau
Menispermaceae	<i>Cissampelos tropaeolifolia</i> <sup>4</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cho, Cor, Cun, Meta, Ris, San, VCau
Menispermaceae	<i>Disciphania ernstii</i> <sup>4,6</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cun, Mag, Meta, VCau
Menispermaceae	<i>Odontocarya tamoides</i> var. <i>canescens</i> <sup>6</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cho, Mag, Tol
Menyanthaceae	<i>Nymphoides indica</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cas, Cor, Ris, VCau
Molluginaceae	<i>Glinus lotoides</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Mag
Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Hui, LGua, Mag, Suc, Tol
Monimiaceae	<i>Mollinedia campanulacea</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cho, Qui, San, VCau
Monimiaceae	<i>Mollinedia tomentosa</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Boy, Ces, Hui, Qui, Ris, VCau
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i> <sup>7</sup>	A	Ex		Ant(VC), Cau, Cho, Nar, VCau
Moraceae	<i>Batocarpus costaricensis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(C), Bol, Cal, Cho
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> <sup>1,2,3,4,6,7,8</sup>	A	Na	[ENPC Caribe]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cau, Ces, Cho, Cun, LGua, Mag, Ris, Suc, VCau
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivariense</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ces, Cho, LGua, Mag, Tol, VCau
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i> <sup>3</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Caq, Cho, Cor, Nar, San, Suc, VCau, Vic
Moraceae	<i>Brosimum lactescens</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Ara, Boy, Caq, Cas, Cho, Meta, Vic
Moraceae	<i>Castilla elastica</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ant(VC), Cho, Cor, Meta, Nar, Suc, VCau
Moraceae	<i>Castilla elastica</i> subsp. <i>costaricana</i> <sup>6</sup>	A	Na		Suc
Moraceae	<i>Castilla tuna</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cho, Meta, Nar, Suc
Moraceae	<i>Clarisia biflora</i> <sup>4,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cas, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, Qui, Ris, San, VCau
Moraceae	<i>Dorstenia brasiliensis</i> <sup>7</sup>	H	Na		Meta, Vic

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Moraceae	<i>Dorstenia contrajerva</i> <sup>3,4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Ces, Mag, Meta, San, Tol, VCau
Moraceae	<i>Ficus benghalensis</i> <sup>5</sup>	A	Na		Atl, Bol, Ces, Mag
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i> <sup>6</sup>	A	Ex		Atl, Tol
Moraceae	<i>Ficus carica</i> <sup>6</sup>	A	Ex		Ant(VC), Cun, Tol, VCau
Moraceae	<i>Ficus coerulescens</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Cal, Cun, Hui, Mag, Nar, Ris, VCau
Moraceae	<i>Ficus crocata</i> <sup>5</sup>	A	Na		Ant(VC), Atl, Cor, Cun, Mag, Tol, VCau
Moraceae	<i>Ficus dendroica</i> <sup>6,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, San, Tol
Moraceae	<i>Ficus dugandii</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cun, Hui, Mag, NSan, San, Suc
Moraceae	<i>Ficus elastica</i> <sup>6</sup>	A	Ex		Ant(VC), Atl, Cun, VCau
Moraceae	<i>Ficus eliadis</i> <sup>5</sup>	A, Ar	Na		Atl, Bol, Mag, Suc
Moraceae	<i>Ficus hartwegii</i> <sup>4,6</sup>	A, He	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cau, Cun, Mag, Nar, Qui, Tol, VCau
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Moraceae	<i>Ficus lyrata</i> <sup>6,8</sup>	A, Ar	Ex		Ant(VC), LGua, Tol, VCau
Moraceae	<i>Ficus maitin</i> <sup>6</sup>	A	Na		Mag
Moraceae	<i>Ficus mathewsii</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Cas, Meta, Tol, Vau
Moraceae	<i>Ficus maxima</i> <sup>6,8</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Cau, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, San, Tol, VCau
Moraceae	<i>Ficus membranacea</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Mag
Moraceae	<i>Ficus nymphaeifolia</i> <sup>3,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Ces, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, San, Suc, Tol, VCau
Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Cal, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, Ris, Suc, Tol, VCau
Moraceae	<i>Ficus pallida</i> <sup>4,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, San, Tol, VCau
Moraceae	<i>Ficus pandurata</i> <sup>8</sup>	A, Ep, He	Ex		Ces
Moraceae	<i>Ficus paraensis</i> <sup>4</sup>	A, He	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, LGua, Meta, Nar, San, VCau
Moraceae	<i>Ficus pertusa</i> <sup>7</sup>	A, He	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cau, Cho, Cor, Cun, Hui, Meta, NSan, Ris, San, Tol, VCau
Moraceae	<i>Ficus religiosa</i> <sup>6</sup>	A	Ex		Atl, Bol, VCau
Moraceae	<i>Ficus repens</i> <sup>6</sup>	T	Ex		Ant(VC), Cun, Tol, VCau
Moraceae	<i>Ficus tonduzii</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Cun, Hui, Mag, Nar, Qui, San, Tol, VCau
Moraceae	<i>Ficus trigonata</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ces, SyP, VCau
Moraceae	<i>Ficus velutina</i> <sup>4,6,7</sup>	A	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Nar, NSan, Qui, San, Tol, VCau
Moraceae	<i>Ficus yoponensis</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ces, Cun, NSan, Tol, VCau
Moraceae	<i>Ficus ypsilophlebia</i> <sup>3,6</sup>	A	Na		Atl, Bol, Ces, Mag, Suc
Moraceae	<i>Ficus zarzalenis</i> <sup>4,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cun, Hui, Tol, VCau
Moraceae	<i>Helicostylis tovarensis</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Cho, Hui, Meta, Nar, Put, VCau
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Moraceae	<i>Morus insignis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, Qui, Ris, Tol, VCau
Moraceae	<i>Poulsenia armata</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, Qui, Tol, VCau
Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cun, LGua, Mag, Meta, San, VCau
Moraceae	<i>Sorocea sprucei</i> <sup>1,2,3,4,6,7</sup>	A	Na		Atl, Bol, Cas, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Moraceae	<i>Sorocea trophoides</i> <sup>4,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Ces, Cun, Mag, Meta, Qui, Ris, Tol, VCau
Moraceae	<i>Trophis caucana</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Cun, Hui, Qui, Suc, Tol, VCau
Moraceae	<i>Trophis racemosa</i> <sup>6,8</sup>	A	Na		Bol, LGua, Mag, VCau
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i> <sup>7</sup>	A	Ex		Ant(VC), Bol, LGua, SyP, VCau
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, San, Suc, Tol, VCau
Musaceae	<i>Musa velutina</i> <sup>7</sup>	H	Ex		Ant(VC)
Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i> <sup>7,8</sup>	H	Ex		Atl, Boy, Cau, Cho, Cun, Mag, VCau
Myricaceae	<i>Morella cerifera</i> <sup>5</sup>	Ar	Na		SyP
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i> <sup>6</sup>	A	Na		Bol
Myrtaceae	<i>Calycorectes grandifolius</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Mag
Myrtaceae	<i>Calyptranthes forsteri</i> <sup>5</sup>	A	Na		Ama, SyP
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i> <sup>3,6</sup>	A	Na		Atl, Bol, LGua, Mag, SyP
Myrtaceae	<i>Eugenia biflora</i> <sup>4,6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Cun, Hui, San, VCau, Vic
Myrtaceae	<i>Eugenia brasiliensis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cun
Myrtaceae	<i>Eugenia costaricensis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Bol, Cho, Mag
Myrtaceae	<i>Eugenia cribrata</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ara, Cas, Meta
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Meta, Nar, VCau
Myrtaceae	<i>Eugenia galalonensis</i> <sup>6</sup>	A	Na		SyP
Myrtaceae	<i>Eugenia lambertiana</i> <sup>5</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Caq, Gua, LGua, MetaVau
Myrtaceae	<i>Eugenia monticola</i> <sup>4,8</sup>	A	Na		Ant(VC), Cal, Tol, VCau
Myrtaceae	<i>Eugenia procera</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na		Atl, Ces, LGua, Mag, VCau
Myrtaceae	<i>Eugenia rhombea</i> <sup>2,6</sup>	Ar	Na		Bol
Myrtaceae	<i>Eugenia splendens</i> <sup>5</sup>	Ar	Na		Mag

## ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Myrtaceae	<i>Eugenia venezuelensis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cho, SyP
Myrtaceae	<i>Myrcia multiflora</i> <sup>6,8</sup>	Ar	Na		Ces, Tol
Myrtaceae	<i>Myrcia popayanensis</i> <sup>6,7,8</sup>	A	Na	[E]	Ant(VC), Cal, Cau, Cor, Cun, Hui, Ris, Tol, VCau
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> <sup>7,8</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Cau, Ces, Hui, Meta, Put, San, VCau
Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cun, LGua, SyP, San, VCau
Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxyloides</i> <sup>8</sup>	A, Ar	Na		Boy, Cun, LGua
Myrtaceae	<i>Myrciaria floribunda</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Bol, Caq, Cho, Cun, Mag, Meta, San, VCau, Vau
Myrtaceae	<i>Pimenta dioica</i> <sup>6</sup>	A	Na		SyP
Myrtaceae	<i>Pseudanmomis umbellifera</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		LGua
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i> <sup>6</sup>	A	Ex		NSan
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> <sup>6,8</sup>	Ar	Na		Atl, Cun, Tol, VCau
Myrtaceae	<i>Psidium guineense</i> <sup>4,6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Ces, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, San, Tol, VCau
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> <sup>6,8</sup>	Ar	Ex		Mag, San, Tol, VCau
Nelumbonaceae	<i>Nelumbo lutea</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Ant(VC), Mag
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis cordifolia</i> <sup>4</sup>	H	Nt	[Rinv]	Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Mag, NSan, San, Tol, VCau
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis hirsutula</i> <sup>4</sup>	H	Ex		Ant(C), Cau, VCau
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis rivularis</i> <sup>6</sup>	H	Nt		Ama, Ant(VC), Boy, Caq, Ces, Cho, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, VCau, Vau
Nyctaginaceae	<i>Allionia incarnata</i> <sup>6</sup>	H	Na		LGua, San
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia coccinea</i> <sup>6</sup>	H	Nt		Bol, Cho, Cor, Cun, LGua, Mag, VCau
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia diffusa</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Ces, Cun, LGua, Mag, Nar, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia scandens</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i> <sup>6,7</sup>	H, T	Ex		Ant(VC), Bol, Cun, Qui, SyP, VCau
Nyctaginaceae	<i>Guapira costaricana</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Ces, Cun, NSan, Qui, VCau
Nyctaginaceae	<i>Guapira myrtiflora</i> <sup>4</sup>	A	Na		VCau
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ara, Cas
Nyctaginaceae	<i>Guapira pacureiro</i> <sup>7,8</sup>	A	Na		Ara, Atl, Cas, LGua, Mag, Suc
Nyctaginaceae	<i>Guapira uberrima</i> <sup>8</sup>	A	Na	[E]	Ces, Mag
Nyctaginaceae	<i>Mirabilis jalapa</i> <sup>4,6</sup>	H	Ex		Ant(C), Ant(VC), Boy, Ces, Cun, NSan, Qui, San, Tol, VCau
Nyctaginaceae	<i>Neea amplifolia</i> <sup>6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Cal, Cho, LGua, Mag
Nyctaginaceae	<i>Neea divaricata</i> <sup>4</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Hui, Mag, Meta, Ris, San, VCau
Nyctaginaceae	<i>Neea nigricans</i> <sup>3</sup>	A	Na		Atl, Bol
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i> <sup>6</sup>	A	Na		SyP
Nyctaginaceae	<i>Neea virens</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ces, Cho, Mag
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i> <sup>3,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Ces, Mag, Nar, Qui, VCau
Nyctaginaceae	<i>Pisonia macranthocarpa</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ant(VC), Atl
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea odorata</i> <sup>4</sup>	H	Na		VCau
Ochnaceae	<i>Ouratea lucens</i> <sup>4,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Cor, Cun, Meta, Ris, Suc, VCau
Ochnaceae	<i>Ouratea nitida</i> <sup>6</sup>	A	Na		SyP
Ochnaceae	<i>Sauvagesia erecta</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cau, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, San, Tol, VCau, Vic
Olacaceae	<i>Heisteria acuminata</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Caq, Cau, Cho, Cor, Cun, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, San, VCau, Vau
Olacaceae	<i>Ximenesia americana</i> <sup>3,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Cun, Mag, Suc, Tol
Onagraceae	<i>Fuchsia boliviana</i> <sup>6</sup>	Ar, H, S	Nt		Ant(VC), Boy, Cal, Cun, Ris, San, Tol
Onagraceae	<i>Ludwigia affinis</i> <sup>4,7</sup>	Ar, H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Cal, LGua, Meta, Nar, San, Tol, VCau
Onagraceae	<i>Ludwigia erecta</i> <sup>4,6,7</sup>	H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Ces, Cor, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, Tol, VCau
Onagraceae	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Atl, Bol, Caq, Cas, Cau, Cho, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, Suc, VCau, Vau, Vic
Onagraceae	<i>Ludwigia inclinata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ara, Cho, Hui, Meta, Tol, Vic
Onagraceae	<i>Ludwigia leptocarpa</i> <sup>4,6</sup>	H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cor, Cun, Meta, VCau
Onagraceae	<i>Ludwigia nervosa</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Cas, Cun, Mag, Meta, San, Tol, Vic
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> <sup>4,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, SyP, San, Tol, VCau, Vic
Onagraceae	<i>Ludwigia peploides</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Boy, Cau, Cun, Ris, VCau
Onagraceae	<i>Ludwigia peruviana</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar, H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Ris, San, VCau
Orchidaceae	<i>Bletia purpurea</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Mag, VCau
Orchidaceae	<i>Brassavola nodosa</i> <sup>6</sup>	E	Na		Ant(C), Cho, LGua, Mag, SyP, Tol
Orchidaceae	<i>Bulbophyllum exaltatum</i> <sup>4</sup>	E	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Campylocentrum micranthum</i> <sup>4</sup>	E	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cun, Ris, VCau
Orchidaceae	<i>Catasetum macrocarpum</i> <sup>7</sup>	H, E	Na		Cas
Orchidaceae	<i>Catasetum ochraceum</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Catasetum pileatum</i> <sup>7</sup>	H, E	Na		Vic
Orchidaceae	<i>Catasetum tabulare</i> <sup>4</sup>	E	Na	[E]	Ant(VC), Cal, VCau

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Orchidaceae	<i>Cattleya quadricolor</i> <sup>4</sup>	H, E	Na	[EN][EENCF Eje-Cafe]	Ris, VCau
Orchidaceae	<i>Cattleya violacea</i> <sup>7</sup>	E	Na	[LC][EENCF Orinoquia]	Gua, Vic
Orchidaceae	<i>Cleistes rosea</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(VC), Cau, Cho, Cun, Hui, San, Tol, VCau, Vic
Orchidaceae	<i>Compartmentia falcata</i> <sup>4</sup>	E	Na	[LC]	Ant(VC), Cau, Cun, NSan, Ris, San, Tol, VCau
Orchidaceae	<i>Coryanthes mastersiana</i> <sup>4</sup>	E	Na	[LC]	Ant(VC), VCau
Orchidaceae	<i>Cranichis wagneri</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(VC), VCau
Orchidaceae	<i>Cyclopogon elatus</i> <sup>4</sup>	E, H	Na		Ant(VC), VCau
Orchidaceae	<i>Cyclopogon lindleyanus</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), VCau
Orchidaceae	<i>Gyrtopodium paniculatum</i> <sup>4,8</sup>	H, E	Na		VCau, Vic
Orchidaceae	<i>Dimerandra emarginata</i> <sup>4</sup>	E	Na		Ant(C), San, VCau
Orchidaceae	<i>Elleanthus aurantiacus</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Cho, Cun, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Orchidaceae	<i>Encyclia ceratistes</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Encyclia oncioides</i> <sup>7</sup>	H, E	Na		Ant(VC), Boy
Orchidaceae	<i>Epidendrum anceps</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		Cun, VCau
Orchidaceae	<i>Epidendrum calanthum</i> <sup>7</sup>	H	Na		Boy, Caq, Cun, Meta, NSan, SanVau, Vic
Orchidaceae	<i>Epidendrum rigidum</i> <sup>4,6</sup>	H	Na	[E]	Ant(C), Ant(VC), Ces, Cun, Hui, LGua, Meta, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau, Vic
Orchidaceae	<i>Epidendrum melinanthum</i> <sup>4</sup>	H	Na	[E]	VCau
Orchidaceae	<i>Epidendrum peperomia</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		Cun, VCau
Orchidaceae	<i>Epidendrum purum</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		Cau, Cun, San, VCau
Orchidaceae	<i>Epidendrum rigidum</i> <sup>4</sup>	E	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cun, Meta, NSan, VCau
Orchidaceae	<i>Epidendrum secundum</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Cun, Hui, Nar, San, VCau
Orchidaceae	<i>Erycina pumilio</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Eulophia alta</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		Ant(VC), Boy, VCau
Orchidaceae	<i>Galeandra beyrichii</i> <sup>4</sup>	H	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Gomphichis traceyae</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Cun, Meta, VCau
Orchidaceae	<i>Guarianthe patinii</i> <sup>7</sup>	E	Na		Ant(VC)
Orchidaceae	<i>Habenaria monorrhiza</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cun, Hui, Mag, Nar, NSan, Ris, San, Tol, VCau
Orchidaceae	<i>Habenaria repens</i> <sup>4,6</sup>	H, E	Na		Cun, VCau
Orchidaceae	<i>Heterotaxis equitans</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Heterotaxis sessilis</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Heterotaxis valenzuelana</i> <sup>4</sup>	H	Na		Boy, VCau
Orchidaceae	<i>Jacquinella globosa</i> <sup>4,6</sup>	E	Na		Ant(VC), Cau, Cun, Hui, VCau
Orchidaceae	<i>Laelia splendida</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		Cun, VCau
Orchidaceae	<i>Lepanthes cornulalis</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Lepanthes wagneri</i> <sup>6</sup>	E	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Cun, Mag, NSan, Put, San
Orchidaceae	<i>Liparis nervosa</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(VC), San, VCau
Orchidaceae	<i>Masdevallia uncifera</i> <sup>4</sup>	H, E	Na	[LC]	Cau, VCau
Orchidaceae	<i>Maxillariella cassapensis</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Maxillariella guareimensis</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		Ant(VC), VCau
Orchidaceae	<i>Maxillariella spilotantha</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Maxillariella variabilis</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Microchilus mdrinanii</i> <sup>6</sup>	H	Na	[E]	Mag
Orchidaceae	<i>Natylia incurva</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> <sup>4,6,7</sup>	E, H	Na	[EENCF Orinoquia]	Ant(C), Ant(VC), Bol, Cau, Ces, Suc, VCau
Orchidaceae	<i>Oncidium baueri</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		Ant(VC), VCau
Orchidaceae	<i>Oncidium fuscatum</i> <sup>4</sup>	E	Na		Ant(C), Ant(VC), VCau
Orchidaceae	<i>Oncidium hastilabium</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Pabstiella aryeri</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		Ant(C), Ant(VC), VCau
Orchidaceae	<i>Pelexia olivacea</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Polystachya foliosa</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Ris, VCau
Orchidaceae	<i>Ponera striata</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Prosthechea livida</i> <sup>4,6,7</sup>	H, E	Na		Cau, San, VCau
Orchidaceae	<i>Prosthechea vespa</i> <sup>4</sup>	E	Na		Ant(VC), Hui, VCau
Orchidaceae	<i>Rhetinantha friedrichsthalii</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		Cun, VCau
Orchidaceae	<i>Rodriguezia granadensis</i> <sup>4</sup>	E	Na	[E][LC]	Ant(VC), San, VCau
Orchidaceae	<i>Rodriguezia lanceolata</i> <sup>4</sup>	E	Na	[LC]	Ant(C), Ant(VC), Boy, VCau
Orchidaceae	<i>Sacoila lanceolata</i> <sup>6</sup>	H, E	Na		Suc
Orchidaceae	<i>Scaphyglottis aurea</i> <sup>6</sup>	E, H	Na		Mag
Orchidaceae	<i>Scaphyglottis prolifera</i> <sup>4</sup>	E	Na		Ant(VC), Meta, NSan, Ris, VCau
Orchidaceae	<i>Sobralia bleitiae</i> <sup>7</sup>	H, E	Na		Ara, Cas

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Orchidaceae	<i>Sobralia liliastrum</i> <sup>7</sup>	H, E	Na		Vic
Orchidaceae	<i>Sobralia roezlii</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(VC), VCau
Orchidaceae	<i>Sobralia virginalis</i> <sup>4</sup>	H	Na	[E]	Ant(C), Ant(VC), VCau
Orchidaceae	<i>Trichocentrum carthagense</i> <sup>4,7</sup>	H, E	Na		Ant(VC), Boy, Cas, VCau
Orchidaceae	<i>Trichocentrum cebolleta</i> <sup>7</sup>	H, E	Na		Ara, Cas, Vic
Orchidaceae	<i>Trizeuxis falcata</i> <sup>4,6,7</sup>	E	Na		Ant(VC), Ara, Cas, Cau, Cun, VCau
Orchidaceae	<i>Vanilla calyculata</i> <sup>4</sup>	H, He	Na		Tol, VCau
Orchidaceae	<i>Vanilla odorata</i> <sup>4,6</sup>	T	Na		Ant(C), Cau, Tol, VCau
Orchidaceae	<i>Vanilla planifolia</i> <sup>7</sup>	E, T	Na		Vic
Orchidaceae	<i>Vanilla pompona</i> <sup>4</sup>	H, He	Na		San, VCau
Orchidaceae	<i>Warczewiczella marginata</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		San, VCau
Orchidaceae	<i>Warrea wareana</i> <sup>4</sup>	H	Na		VCau
Orchidaceae	<i>Xylobium foveatum</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		VCau
Orobanchaceae	<i>Buchnera pusilla</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Cau, Hui, Mag, Nar, Tol
Orobanchaceae	<i>Escobedia grandiflora</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau, Vic
Oxalidaceae	<i>Biophytum dendroides</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Cau, Cho, Cun, Hui, Meta, Qui, Tol, VCau
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Mag, Nar, Ris, San, Tol, VCau
Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cun, Nar, Qui, VCau
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Bol, Boy, Cun, Hui, Mag, NSan, San, Tol, VCau
Papaveraceae	<i>Papaver somniferum</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Atl
Passifloraceae	<i>Passiflora adenopoda</i> <sup>4,6</sup>	T	Na	[LC]	Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Ces, Cun, Hui, Mag, Qui, Ris, Tol, VCau
Passifloraceae	<i>Passiflora bicornis</i> <sup>6</sup>	T	Na		Ces
Passifloraceae	<i>Passiflora capsularis</i> <sup>4,6</sup>	T	Na	[LC]	Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cun, LGua, Mag, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Passifloraceae	<i>Passiflora coriacea</i> <sup>4,6,7</sup>	T	Na	[LC]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cun, Hui, Mag, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau, Vic
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> <sup>3,4,6</sup>	T	Na	[LC]	Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Passifloraceae	<i>Passiflora garckeii</i> <sup>7</sup>	T	Na		Vic
Passifloraceae	<i>Passiflora hahnii</i> <sup>4</sup>	T	Na		Cal, Qui, VCau
Passifloraceae	<i>Passiflora magdalenae</i> <sup>4</sup>	T	Na	[VU][E]	Cal, Cun, Tol, VCau
Passifloraceae	<i>Passiflora misera</i> <sup>6</sup>	T	Na		Mag
Passifloraceae	<i>Passiflora phaeocaula</i> <sup>7</sup>	H, T	Na	[LC]	Vic
Passifloraceae	<i>Passiflora rubra</i> <sup>4</sup>	T	Na	[LC]	Ant(C), Ant(VC), Cal, Cun, Hui, LGua, Qui, Ris, Tol, VCau
Passifloraceae	<i>Passiflora seemannii</i> <sup>6</sup>	T	Na		San
Passifloraceae	<i>Passiflora serrulata</i> <sup>4</sup>	H, T	Na		LGua
Passifloraceae	<i>Passiflora smithii</i> <sup>6</sup>	T	Ex		San
Passifloraceae	<i>Passiflora sphaerocarpa</i> <sup>4,6,8</sup>	T	Na	[LC][ENCP Eje Café]	Cun, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Passifloraceae	<i>Passiflora suberosa</i> <sup>4,6,7,8</sup>	L	Na		Ant(VC), Bol, SyP, VCau
Passifloraceae	<i>Passiflora subpeltata</i> <sup>6,7</sup>	T	Na		Mag, Vic
Passifloraceae	<i>Passiflora vellozii</i> <sup>6</sup>	H, T	Na		Ces
Passifloraceae	<i>Turnera subulata</i> <sup>4</sup>	H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Tol, VCau
Passifloraceae	<i>Turnera ulmifolia</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, San, Tol, VCau
Peraceae	<i>Pera arborea</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cal, Hui, Tol
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchomeoides</i> <sup>8</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Cho, LGua, Mag, VCau
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma asperifolia</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cun
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma fendleri</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cun, San
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cau, Cho, Cun, Hui, Put, Ris
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma scabrida</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(VC), Ris
Phyllanthaceae	<i>Margaritaria nobilis</i> <sup>3,4,6,7</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Ces, Cun, LGua, Mag, Meta, San, Suc, Tol, VCau
Phyllanthaceae	<i>Meineckia neogranatensis</i> <sup>6</sup>	H, Ar	Na		Cun, Tol
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus acuminatus</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus botryanthus</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), LGua
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus salviifolius</i> <sup>8</sup>	A	Na		Mag
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus tenellus</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		VCau
Phyllanthaceae	<i>Richeria grandis</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(VC)
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i> <sup>3,4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, SyP, Suc, Tol, VCau
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca rivinoides</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Phytolaccaceae	<i>Rivina humilis</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Phytolaccaceae	<i>Seguiera americana</i> <sup>2,3,6,8</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, Meta, Tol
Phytolaccaceae	<i>Seguiera macrophylla</i> <sup>3,6</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, Meta
Phytolaccaceae	<i>Trichostigma octandrum</i> <sup>2,3,4,6,7</sup>	A, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cas, Cun, Meta, Qui, Suc, Tol, VCau

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Picramniaceae	<i>Picramnia latifolia</i> <sup>3,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cor, Hui, Mag, Meta, Tol
Piperaceae	<i>Manekia sydownii</i> <sup>6</sup>	L	Na		Ant(VC), Atl, Cho, VCau
Piperaceae	<i>Peperomia andreii</i> <sup>4</sup>	H	Na	[E]	VCau
Piperaceae	<i>Peperomia blanda</i> <sup>4,6</sup>	H, E	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, VCau
Piperaceae	<i>Peperomia distachyos</i> <sup>4</sup>	H, E	Na		Ant(C), Ant(VC), Mag, NSan, VCau
Piperaceae	<i>Peperomia glabella</i> <sup>6</sup>	E, H	Na		Mag
Piperaceae	<i>Peperomia macrotricha</i> <sup>7</sup>	H	Na	[E]	Ant(VC)
Piperaceae	<i>Peperomia magnoliifolia</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cun, LGua, Mag, Tol, VCau
Piperaceae	<i>Peperomia pellucida</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Mag, Meta, San, Suc, VCau
Piperaceae	<i>Peperomia pereskifolia</i> <sup>4,6</sup>	E	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Cun, Hui, Ris, San, VCau
Piperaceae	<i>Peperomia quadrangularis</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Vic
Piperaceae	<i>Peperomia rotundifolia</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Cau, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, San, VCau
Piperaceae	<i>Peperomia urocarpa</i> <sup>6</sup>	E, H	Na		Mag
Piperaceae	<i>Peperomia zarzalana</i> <sup>4,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cun, Hui, NSan, San, Tol, VCau
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> <sup>3,6,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Piperaceae	<i>Piper aequale</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Mag, Meta, San, Tol, VCau
Piperaceae	<i>Piper amalago</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Piperaceae	<i>Piper arboreum</i> <sup>4,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, San, Suc, VCau, Vic
Piperaceae	<i>Piper augustum</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Mag, Meta, Nar, Ris, Tol, VCau
Piperaceae	<i>Piper auritum</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Cun, Nar, Qui, San, VCau
Piperaceae	<i>Piper calceolarium</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Qui, Ris, VCau
Piperaceae	<i>Piper cisnerosense</i> <sup>6</sup>	Ar	Na	[E]	Cal
Piperaceae	<i>Piper cornifolium</i> <sup>4</sup>	S	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Ces, Cun, LGua, Mag, Nar, Tol, VCau
Piperaceae	<i>Piper crassinervium</i> <sup>4,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cau, Hui, Meta, Nar, NSan, Ris, San, Tol, VCau
Piperaceae	<i>Piper eriopodon</i> <sup>6</sup>	A	Na		Mag
Piperaceae	<i>Piper glanduligerum</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cau, Cun, NSan, Tol, VCau
Piperaceae	<i>Piper gorgonillense</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(VC)
Piperaceae	<i>Piper grande</i> <sup>5</sup>	Ar	Na		Mag
Piperaceae	<i>Piper haughtii</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na	[E]	Ant(C), Ant(VC), San, VCau
Piperaceae	<i>Piper hispidum</i> <sup>4,6,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, San, VCau
Piperaceae	<i>Piper holtonii</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Ces, Cun, Hui, Ris, San, Tol, VCau
Piperaceae	<i>Piper marginatum</i> <sup>3,6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Suc, Tol, Vic
Piperaceae	<i>Piper munchanum</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Mag
Piperaceae	<i>Piper obliquum</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC)
Piperaceae	<i>Piper peltatum</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Ces, Hui, Mag, Meta, Ris, San, Suc, VCau
Piperaceae	<i>Piper reticulatum</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ces, Mag, Suc, VCau
Piperaceae	<i>Piper setosum</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		VCau
Piperaceae	<i>Piper tuberculatum</i> <sup>4,6,7</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Suc, Tol, VCau
Piperaceae	<i>Piper umbellatum</i> <sup>4</sup>	H	Na	[E]	Ant(C), Ant(VC), Cau, Cun, VCau
Piperaceae	<i>Piper villiramulum</i> <sup>5</sup>	A, Ar	Na		Mag
Plagiogyriaceae	<i>Plagiogyria euphlebia</i> <sup>4</sup>	H	Na		VCau
Plagiogyriaceae	<i>Plagiogyria pectinata</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cor, Cun, Nar, San, Tol, VCau
Plantaginaceae	<i>Lophospermum erubescens</i> <sup>4</sup>	T	Ex		Ant(C), Ant(VC), Cau, Qui, VCau
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> <sup>4</sup>	H	Ex		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, VCau
Plantaginaceae	<i>Russelia equisetiformis</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Atl
Plantaginaceae	<i>Russelia sarmentosa</i> <sup>7</sup>	Ar, S	Na		Ant(VC)
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, SyP, Suc, Tol, VCau, Vic
Plantaginaceae	<i>Stemodia durantifolia</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cau, Cor, Hui, Mag, San, VCau
Plumbaginaceae	<i>Plumbago auriculata</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Atl
Plumbaginaceae	<i>Plumbago zeylanica</i> <sup>6,7</sup>	H	Nt		Ant(VC), LGua
Poaceae	<i>Acroceras zizanioides</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Gua, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, San, VCau
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i> <sup>7</sup>	H	Na	[Rinv]	Ama, Ant(VC), Ara, Boy, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Gua, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, SyP, San, Tol, VCau, Vau, Vic
Poaceae	<i>Anthephora hemaphrodita</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Cau, LGua, Mag, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Poaceae	<i>Axonopus chrysoblepharis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Cho, Cun, Mag, Meta, Tol, VCau, Vic
Poaceae	<i>Axonopus fissifolius</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Boy, Caq, Ces, Gua, Mag, Meta, Nar, Tol, Vic
Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i> <sup>8</sup>	H	Ex	[Rinv]	Ama, Guav, Mag
Poaceae	<i>Bathriochloa ischaemum</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Mag, San
Poaceae	<i>Bathriochloa pertusa</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cau, Ces, Cun, Mag, San, Suc, Tol
Poaceae	<i>Bouteloua curtispindula</i> <sup>4</sup>	H	Na		Boy, Hui, Nar, San, VCau
Poaceae	<i>Bouteloua radicata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Poaceae	<i>Bouteloua repens</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Suc, Tol, VCau
Poaceae	<i>Brachiaria brizantha</i> <sup>6</sup>	H	Nt	[Rinv]	Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cun, Hui, Mag, Qui, Ris, Tol, VCau
Poaceae	<i>Brachiaria decumbens</i> <sup>3,6,8</sup>	H	Nt	[Rinv]	Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cas, Cau, Cun, Meta, VCau, Vic
Poaceae	<i>Brachiaria fasciculata</i> <sup>3,6,7</sup>	H	Nt		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, San, Tol, VCau
Poaceae	<i>Brachiaria mollis</i> <sup>6,7</sup>	H	Nt		Ant(VC), Hui
Poaceae	<i>Brachiaria mutica</i> <sup>6</sup>	H	Nt		Mag, SyP
Poaceae	<i>Brachiaria reptans</i> <sup>6,7</sup>	H	Ex		Ant(VC), SyP
Poaceae	<i>Cenchrus brownii</i> <sup>6,7</sup>	H	Nt		Ant(VC), Atl, Bol, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, San, Tol, Vic
Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, San, Tol, VCau
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Cau, Ces, Hui, LGua, Mag, Nar, Qui, San, Suc, Tol, VCau
Poaceae	<i>Cenchrus pilosus</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, LGua, Mag
Poaceae	<i>Chloris barbata</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Ara, Atl, Bol, Cun, LGua, Mag, Meta, SyP, San, Tol, VCau
Poaceae	<i>Chloris radiata</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Ant(VC), Cau, Cun, Hui, Mag, Put, Qui, San, Tol, VCau
Poaceae	<i>Chusquea londoniae</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cho, Cun, VCau
Poaceae	<i>Coix lacryma-jobi</i> <sup>6</sup>	H	Nt		Ama, Ara, Bol, Caq, Cau, Ces, Cho, Cun, Gua, LGua, Mag, Meta, Nar, Put, Tol, VCau, Vau
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> <sup>6,7</sup>	H	Nt	[Rinv]	Ant(VC), Ara, Atl, Boy, Cal, Cas, Ces, Cor, Cun, Guav, LGua, Mag, Nar, SyP, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> <sup>6,7</sup>	H	Nt		Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, SyP, San, Suc, VCau
Poaceae	<i>Dichanthium annulatum</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Cun, Suc, Tol, VCau
Poaceae	<i>Dichanthium aristatum</i> <sup>7</sup>	H	Ex		Cau, Cun, Nar, NSan, Tol, VCau
Poaceae	<i>Digitaria bicornis</i> <sup>6,7</sup>	H	Nt		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cal, Cho, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, SyP, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Poaceae	<i>Digitaria ciliaris</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Bol, Cor, Guav, Hui, Mag, Meta, Nar, San, Tol, VCau
Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Qui, Tol, VCau, Vau, Vic
Poaceae	<i>Digitaria insularis</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Caq, Cau, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, SyP, San, Tol, VCau
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Guav, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, SyP, Suc, Tol, VCau
Poaceae	<i>Echinochloa polystachya</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Cas, Cor, LGua, Mag, San, Suc
Poaceae	<i>Echinochloa gracilis</i> <sup>7</sup>	H	Na		Meta, Vic
Poaceae	<i>Eleusine indica</i> <sup>6,7</sup>	H	Nt		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cho, Cun, Gua, Guav, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Ris, SyP, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Poaceae	<i>Elionurus ciliaris</i> <sup>6</sup>	H	Na		Hui, Tol
Poaceae	<i>Elionurus tripsacoides</i> <sup>6</sup>	H	Na		Cas, Cun, Hui, Suc, Tol
Poaceae	<i>Enteropogon mollis</i> <sup>6</sup>	H	Na		LGua, Mag
Poaceae	<i>Eragrostis acutiflora</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Ara, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Guav, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, SyP, San, Tol, VCau
Poaceae	<i>Eragrostis amabilis</i> <sup>7</sup>	H	Nt		Ant(VC), Ara, Atl, Caq, Cor, Cun, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, San, Tol, Vic
Poaceae	<i>Eragrostis ciliaris</i> <sup>6</sup>	H	Nt		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cas, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, SyP, San, Tol, VCau, Vic
Poaceae	<i>Eragrostis hypnoides</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Caq, Cas, Cau, Cor, Guav, Mag, Meta, San, VCau, Vau
Poaceae	<i>Eriochloa aristata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Bol
Poaceae	<i>Guadua amplexifolia</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Ces, LGua
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i> <sup>3,4,6,8</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i> <sup>4,8</sup>	H	Na	[Rinv]	Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Cal, Cas, Cau, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Ris, San, Tol, VCau
Poaceae	<i>Heteropogon contortus</i> <sup>6</sup>	H	Na		Boy, Ces, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, San
Poaceae	<i>Hymenachne amplexicaulis</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Cau, Ces, Cor, LGua, Mag, Meta, San, Tol, VCau, Vic
Poaceae	<i>Hyparrhenia bracteata</i> <sup>6</sup>	H	Nt		Cau, Hui, Mag, Meta, Put, San, Tol
Poaceae	<i>Hyparrhenia rufa</i> <sup>3,6,7,8</sup>	H	Nt	[Rinv]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Poaceae	<i>Imperata contracta</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cas, Cho, Hui, Mag, Meta, Nar, San, Tol, VCau, Vic
Poaceae	<i>Ischaemum timorense</i> <sup>6</sup>	H	Ex		SyP
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i> <sup>3,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Cau, Ces, Cun, Mag, Meta, Nar, Ris, Tol, VCau
Poaceae	<i>Lasiacis ruscifolia</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Poaceae	<i>Lasiacis sorghoidea</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Caq, Cau, Cho, Cun, Guav, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, SyP, San, Tol, VCau, Vic
Poaceae	<i>Leptochloa mucronata</i> <sup>5</sup>	H	Nt		Atl, Cau, Cun, Mag, Meta, San, Tol, VCau
Poaceae	<i>Leptochloa virgata</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Cau, Cho, Cun, Mag, SyP, San, Tol, VCau
Poaceae	<i>Lithachne pauciflora</i> <sup>4</sup>	H	Na		Cau, Hui, Meta, Tol, VCau
Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i> <sup>7</sup>	H	Na	[Inv]	Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Ces, Cun, Guav, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, San, Tol, VCau, Vau
Poaceae	<i>Melinis repens</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Boy, Cal, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, Tol, VCau
Poaceae	<i>Olyra ciliatifolia</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Poaceae	<i>Olyra latifolia</i> <sup>3,4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, SyP, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Poaceae	<i>Oplismenus burmanni</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Cau, LGua, Mag
Poaceae	<i>Oplismenus hirtellus</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Nar, NSan, Ris, SyP, San, VCau
Poaceae	<i>Oryza latifolia</i> <sup>6</sup>	H	Na		Cal, LGua
Poaceae	<i>Panicum antidotale</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Atl, LGua, Mag, Nar, San, Tol, VCau
Poaceae	<i>Panicum laxum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Cal, Cas, Cau, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau, Vic
Poaceae	<i>Panicum maximum</i> <sup>3,6,7,8</sup>	H	Ex	[Rinv]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Ces, Hui, LGua, Mag, Meta, VCau, Vic

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Poaceae	<i>Panicum pilosum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Poaceae	<i>Panicum strigosum</i> <sup>6</sup>	H	Nt		Mag
Poaceae	<i>Panicum trichanthum</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Poaceae	<i>Panicum trichoides</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(VC), LGua
Poaceae	<i>Pappophorum pappiferum</i> <sup>6</sup>	H	Nt		Tol
Poaceae	<i>Paspalidium utowanaeum</i> <sup>6</sup>	H	Nt		LGua
Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Tol
Poaceae	<i>Paspalum fasciculatum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cas, Cor, Mag, Nar, San, Vic
Poaceae	<i>Paspalum intermedium</i> <sup>6</sup>	H	Nt		Cas, Cun, Meta, Vic
Poaceae	<i>Paspalum macrophyllum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Hui
Poaceae	<i>Paspalum prostratum</i> <sup>6</sup>	H	Na		LGua
Poaceae	<i>Paspalum repens</i> <sup>6</sup>	H	Na		LGua, Mag
Poaceae	<i>Paspalum vaginatum</i> <sup>6</sup>	H	Nt		SyP
Poaceae	<i>Paspalum virgatum</i> <sup>8</sup>	H	Na		Bol
Poaceae	<i>Pennisetum purpureum</i> <sup>6</sup>	H	Na	Rinv	SyP
Poaceae	<i>Pentarrhaphis scabra</i> <sup>6</sup>	H	Na		Hui
Poaceae	<i>Pharus mezii</i> <sup>3</sup>	H	Na		Atl, Bol, Mag
Poaceae	<i>Rhipidocladum racemiflorum</i> <sup>4,8</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Ces, Cun, Mag, Qui, Ris, Tol, VCau
Poaceae	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> <sup>7</sup>	H	Na	Rinv	Ant(VC)
Poaceae	<i>Setaria grisebachii</i> <sup>6</sup>	H	Na		LGua
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Cal, Ces, Cun, LGua, Vic
Poaceae	<i>Setaria vulpisetia</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Poaceae	<i>Sorghum bicolor</i> <sup>7</sup>	H	Ex		Ant(VC)
Poaceae	<i>Sporobolus pyramidalis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Tol
Poaceae	<i>Sporobolus pyramidatus</i> <sup>6</sup>	H	Ex		LGua, Mag
Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Mag
Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i> <sup>6</sup>	H	Ex		SyP
Poaceae	<i>Stipa plumosa</i> <sup>6</sup>	H	Na		LGua
Poaceae	<i>Tragus berteronianus</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Boy, LGua, San, VCau
Poaceae	<i>Tripsacum laxum</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Hui
Poaceae	<i>Vulpia myuros</i> <sup>6</sup>	H	Na		Hui
Poaceae	<i>Zea mays</i> <sup>6</sup>	H	Ex		LGua
Poaceae	<i>Zoysia matrella</i> <sup>7</sup>	H	Ex		Ant(VC)
Polemoniaceae	<i>Cobaea scandens</i> <sup>4</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cun, VCau
Polygalaceae	<i>Bredemeyera floribunda</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Atl, Ces, Cor, Mag, Meta, San, Suc
Polygalaceae	<i>Monnina cladostachya</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cau, Cun, Ris, San, Tol, VCau
Polygalaceae	<i>Polygala asperuloides</i> <sup>7</sup>	H	Na		Cau
Polygalaceae	<i>Securidaca coriacea</i> <sup>6,7</sup>	L	Na		Ara, Cas, Hui
Polygalaceae	<i>Securidaca diversifolia</i> <sup>2,6,7</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Cas, Cun, Mag, NSan, San, Suc, VCau
Polygalaceae	<i>Securidaca paniculata</i> <sup>6</sup>	L	Na		NSan
Polygalaceae	<i>Securidaca planchoniana</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Mag, Meta, NSan, VCau
Polygalaceae	<i>Securidaca pubescens</i> <sup>6</sup>	L	Na		VCau
Polygalaceae	<i>Securidaca scandens</i> <sup>6</sup>	T	Na		Atl
Polygalaceae	<i>Securidaca tenuifolia</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ant(VC)
Polygonaceae	<i>Antigonon leptopus</i> <sup>6</sup>	T	Ex		Atl, Bol, Ces, Cor, Cun, Mag, Meta, Nar, SyP, San, Suc, Tol
Polygonaceae	<i>Coccoloba caracasana</i> <sup>3,6,7</sup>	A, Ar	Na		Ara, Atl, Bol, Ces, Cho, Guav, Mag, Meta
Polygonaceae	<i>Coccoloba coronata</i> <sup>3,6,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Ces, Cho, Cor, LGua, Mag, Meta, San
Polygonaceae	<i>Coccoloba densifrons</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Caq, Cor, Cun, Meta, PutVau
Polygonaceae	<i>Coccoloba lehmannii</i> <sup>1,2,6</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Ces, Cho, Cun, Meta, San, Tol
Polygonaceae	<i>Coccoloba obovata</i> <sup>2,4,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Qui, Suc, Tol, VCau
Polygonaceae	<i>Coccoloba obtusifolia</i> <sup>2,6,8</sup>	A, Ar	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, Suc
Polygonaceae	<i>Coccoloba padiformis</i> <sup>7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Bol, Ces, Cho, Mag, NSan
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cho, Cun, Mag, SyP, Suc, VCau
Polygonaceae	<i>Coccoloba williamsii</i> <sup>3</sup>	A	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cho
Polygonaceae	<i>Persicaria ferruginea</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cor, Meta, VCau
Polygonaceae	<i>Persicaria hispida</i> <sup>4,6</sup>	H	Ex		Ant(C), Ant(VC), Bol, Ces, Cor, Cun, Mag, San, Tol, VCau
Polygonaceae	<i>Ruprechtia ramiflora</i> <sup>2,3,6,8</sup>	A	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, NSan, San
Polygonaceae	<i>Symmeria paniculata</i> <sup>3</sup>	A	Na		Atl, Bol, Ces, Cor
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> <sup>2,3,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Polygonaceae	<i>Triplaris cumingiana</i> <sup>6</sup>	A	Na		LGua, Mag, Suc

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Polygonaceae	<i>Triplaris melaenodendron</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(VC), Cun, Tol, VCau
Polygonaceae	<i>Triplaris weigeltiana</i> <sup>7</sup>	A	Na		Cas
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum brevifolium</i> <sup>6</sup>	E, H	Na		Ant(C), Cal, Cho, Hui, Mag, Meta, VCau
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum costatum</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum magnificum</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(VC), Cho, Cun, San, VCau
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum phyllitidis</i> <sup>4,6</sup>	E, H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Caq, Cau, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, San, Tol, VCau
Polypodiaceae	<i>Dicranoglossum desvauxii</i> <sup>4</sup>	E	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Caq, Cho, Cun, Meta, Ris, San, VCau
Polypodiaceae	<i>Dicranoglossum furcatum</i> <sup>4</sup>	E	Na		Ant, Cho, Ris, VCau
Polypodiaceae	<i>Microgramma lycopodioides</i> <sup>6</sup>	E, T	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Ces, Cho, Cun, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, San, VCau
Polypodiaceae	<i>Microgramma percussa</i> <sup>4</sup>	E, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, VCau, Vic
Polypodiaceae	<i>Microgramma vacciniifolia</i> <sup>6</sup>	T	Na		Mag
Polypodiaceae	<i>Pecluma plumula</i> <sup>4</sup>	E	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cun, Mag, Meta, NSan, San, VCau
Polypodiaceae	<i>Phlebodium decumanum</i> <sup>6</sup>	E, H	Na		Suc
Polypodiaceae	<i>Pleopeltis macrocarpa</i> <sup>7</sup>	E	Na		Ant(VC)
Polypodiaceae	<i>Pleopeltis remota</i> <sup>7</sup>	E	Na		Ant(VC)
Polypodiaceae	<i>Serpocaulon loriceum</i> <sup>6</sup>	E	Na		Mag
Polypodiaceae	<i>Xiphopteris serrulata</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Mag, Meta, Nar, San, VCau
Pontederiaceae	<i>Eichhornia azurea</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Bol, Cal, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, Mag, San
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i> <sup>6</sup>	H	Na	[Inv]	Ama, Ant(C), Atl, Bol, Cas, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, Mag, Nar, VCau
Pontederiaceae	<i>Heteranthera limosa</i> <sup>6</sup>	H	Na		Cun, Hui, LGua, Mag, Tol
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cor, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, SyP, Tol, VCau
Portulacaceae	<i>Portulaca pilosa</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Primulaceae	<i>Ardisia foetida</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, Ris, Suc, Tol, VCau
Primulaceae	<i>Ardisia guianensis</i> <sup>4,6,8</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Cau, Ces, Cho, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Ris, Tol, VCau, Vau
Primulaceae	<i>Ardisia revoluta</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Mag
Primulaceae	<i>Bonellia frutescens</i> <sup>3,6,7</sup>	A, Ar	Na		Atl, Bol, LGua, Mag
Primulaceae	<i>Clavija latifolia</i> <sup>3,6</sup>	Ar	Na	[E]	Atl, Bol, Cal, Ces, Mag
Primulaceae	<i>Clavija membranacea</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Bol, Cau, Cho, Mag, VCau
Primulaceae	<i>Clavija mezii</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cho
Primulaceae	<i>Clavija minor</i> <sup>4</sup>	Ar	Na	[E]	Boy, San, VCau
Primulaceae	<i>Clavija ornata</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ara, Caq, Cas, Guav, Meta, Put
Primulaceae	<i>Cybianthus poeppigii</i> <sup>8</sup>	A, Ar, S	Na		Ant(VC), Cau, Cho, Hui, Meta, NSan, Put, San
Primulaceae	<i>Geissanthus mezianus</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cau, Hui, Nar, Put
Primulaceae	<i>Jacquinia armillaris</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Bol, LGua
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> <sup>4,6</sup>	A, Ar, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau, Vic
Primulaceae	<i>Myrsine pellucida</i> <sup>4,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Cun, Hui, NSan, Qui, San, VCau
Primulaceae	<i>Parathesis candolleana</i> <sup>4</sup>	A	Na		Cau, Cun, Mag, Qui, Ris, VCau
Primulaceae	<i>Parathesis reticulata</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Cau
Primulaceae	<i>Parathesis serrulata</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Mag
Primulaceae	<i>Stylogyne longifolia</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		VCau
Primulaceae	<i>Stylogyne micrantha</i> <sup>6</sup>	A	Na		Suc
Primulaceae	<i>Stylogyne turbacensis</i> <sup>3,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Ces, Cun, LGua, Mag, Meta, NSan, Ris, San, Suc, Tol
Proteaceae	<i>Panopsis polystachya</i> <sup>6</sup>	A	Na		VCau
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> <sup>4,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cun, Hui, Mag, NSan, San, Tol, VCau, Vic
Proteaceae	<i>Roupala pachypoda</i> <sup>8</sup>	A	Na		Hui, Tol
Pteridaceae	<i>Acrostichum aureum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Atl, Bol, Cau, Cho, Cor, Mag, Nar, Suc, VCau
Pteridaceae	<i>Acrostichum danaeifolium</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Cal, Cho, Mag, Suc, VCau
Pteridaceae	<i>Adiantum concinnum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, San, VCau
Pteridaceae	<i>Adiantum fructuosum</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cho, Mag, Meta, VCau
Pteridaceae	<i>Adiantum latifolium</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Boy, Caq, Cau, Cho, Cun, Guav, Meta, Nar, NSan, VCau, Vau, Vic
Pteridaceae	<i>Adiantum lucidum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Atl, Bol, Ces, Cho, Cor, LGua, Mag
Pteridaceae	<i>Adiantum macrophyllum</i> <sup>4</sup>	H	Ex		Ant(C), Ant(VC), Caq, Cho, Cun, Guav, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, San, VCau, Vau
Pteridaceae	<i>Adiantum polyphyllum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ces, Cun, LGua, Mag, Meta, NSan, Tol
Pteridaceae	<i>Adiantum pulverulentum</i> <sup>4</sup>	H	Ex		Ama, Ant(C), Ant(VC), Bol, Caq, Cau, Ces, Cho, Cun, Mag, Meta, Nar, Qui, Ris, San, VCau
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Mag, Nar, NSan, Qui, San, Tol, VCau
Pteridaceae	<i>Adiantum tetraphyllum</i> <sup>4</sup>	H	Ex		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Caq, Cho, Cun, Mag, Meta, Nar, Put, Ris, San, Tol, VCau
Pteridaceae	<i>Ceratopteris thalictroides</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Atl, Boy, Cor, Meta
Pteridaceae	<i>Cheilanthes lendigera</i> <sup>4</sup>	H	Na		Boy, Cau, Cun, Mag, Nar, San, VCau
Pteridaceae	<i>Cheilanthes microphylla</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cun, Nar, San, VCau

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Pteridaceae	<i>Hemionitis palmata</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Cun, Mag, Tol
Pteridaceae	<i>Hemionitis rufa</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Nar, NSan, Tol, VCau
Pteridaceae	<i>Pellaea ovata</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ces, Cun, Nar, San, VCau
Pteridaceae	<i>Pityrogramma calomelanos</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau, Vic
Pteridaceae	<i>Pityrogramma trifoliata</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Pteridaceae	<i>Pteris deflexa</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cun, Mag, Nar, Ris, Tol, VCau
Pteridaceae	<i>Pteris grandifolia</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Pteridaceae	<i>Pteris propinqua</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cun, Hui, LGua, Mag, Ris, VCau
Pteridaceae	<i>Pteris quadriaurita</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, VCau
Ranunculaceae	<i>Clematis dioica</i> <sup>4</sup>	T	Na		San, Tol, VCau
Ranunculaceae	<i>Clematis guadeloupae</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ant(VC), San
Rhamnaceae	<i>Colubrina elliptica</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Mag, VCau
Rhamnaceae	<i>Frangula goudotiana</i> <sup>8</sup>	A	Na		Ant(VC), LGua, Mag, Suc, Tol
Rhamnaceae	<i>Frangula sphaerosperma</i> <sup>4</sup>	A, Ar	Ex		Ant(C), San, VCau
Rhamnaceae	<i>Gouania discolor</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ama, Ara, CasVau
Rhamnaceae	<i>Gouania polygama</i> <sup>4,6,7</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cau, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, San, Suc, VCau
Rhamnaceae	<i>Sageretia elegans</i> <sup>4,6,7</sup>	T	Na		Ant(VC), Cal, Cau, San, VCau
Rhamnaceae	<i>Ziziphus jujuba</i> <sup>2,4,6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Ces, LGua, Mag, SyP, Suc, Tol, VCau
Rhamnaceae	<i>Ziziphus saeri</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		LGua
Rhamnaceae	<i>Ziziphus strychnifolia</i> <sup>6</sup>	A	Na		Tol
Rosaceae	<i>Rubus guyanensis</i> <sup>6</sup>	S, T	Na		VCau
Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i> <sup>3,6</sup>	Ar	Na	[ENCP Eje Cafetero]	Ama, Ant(C), Atl, Bol, Boy, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Mag, Meta, SyP, SucVau, Vic
Rubiaceae	<i>Alseis mutisii</i> <sup>6</sup>	A	Na		Atl, Bol, LGua, Mag
Rubiaceae	<i>Amaioua corymbosa</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Gua, Meta, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Guav, NSan, SyP, San, SucVau, Vic
Rubiaceae	<i>Amphidasya ambigua</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ama, Ant(VC), Cal, Cau, Cho, Cor, Nar, Put, Ris, San, VCau
Rubiaceae	<i>Appunia seibertii</i> <sup>3,6</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Ces, Suc
Rubiaceae	<i>Arachnothryx discolor</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(VC), Cho, Cun, Tol
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum thymifolium</i> <sup>4</sup>	H	Na		Cau, Ces, Cun, Nar, VCau
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i> <sup>3,6,8</sup>	A	Na		Atl, Bol, Ces, Cho, LGua, Mag, Suc
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> <sup>2,4,6,7,8</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, Qui, Ris, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Rubiaceae	<i>Chiococca belizensis</i> <sup>4,6,7</sup>	T	Na		Ant(VC), Cal, Cho, Hui, VCau
Rubiaceae	<i>Chomelia protracta</i> <sup>6</sup>	Ar	Nt		SyP
Rubiaceae	<i>Chomelia spinosa</i> <sup>2,3,6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cas, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, NSan, SyP, Suc, Tol
Rubiaceae	<i>Chomelia tenuiflora</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Cas, Cho
Rubiaceae	<i>Condaminea corymbosa</i> <sup>4,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Caq, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Rubiaceae	<i>Cosmibuena grandiflora</i> <sup>4,6</sup>	A, E	Na		Ant(VC), Boy, Cas, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau, Vau
Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i> <sup>7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cal, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Suc, Tol
Rubiaceae	<i>Declieuxia fruticosa</i> <sup>4</sup>	H	Na		Bol, Boy, Caq, Cas, Cau, Guav, Hui, Mag, Meta, NSan, San, VCau, Vic
Rubiaceae	<i>Dioicodendron dioicum</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, NSan, Qui, Ris, San, VCau
Rubiaceae	<i>Exostema caribaeum</i> <sup>6</sup>	Ar, A	Nt		SyP
Rubiaceae	<i>Faramea jasminoides</i> <sup>6</sup>	A	Na		Tol
Rubiaceae	<i>Faramea multiflora</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Boy, Caq, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Gua, Guav, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, San, Suc, Tol, VCau
Rubiaceae	<i>Faramea occidentalis</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cas, Ces, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, SyP, San, Suc, VCau
Rubiaceae	<i>Galium hypocarpium</i> <sup>4,6</sup>	H, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> <sup>2,3,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Rubiaceae	<i>Geophila macropoda</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Bol, Cas, Meta, Nar, Ris, VCau
Rubiaceae	<i>Gonzalagunia cornifolia</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Cal, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Rubiaceae	<i>Gonzalagunia ovatifolia</i> <sup>4</sup>	S, Ar	Na		Cho, Mag
Rubiaceae	<i>Guettarda comata</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Qui, Ris, VCau
Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Bol, Boy, SyP, Suc
Rubiaceae	<i>Guettarda malacophylla</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Atl, Hui, Mag
Rubiaceae	<i>Guettarda odorata</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Atl, Ces, LGua
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i> <sup>2,3,4,6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Rubiaceae	<i>Hillia parasitica</i> <sup>6</sup>	Ar, He, S	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Cau, Cho, Cun, Hui, Mag, Nar, NSan, Ris, San, VCau
Rubiaceae	<i>Isertia haenkeana</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cal, Cas, Cho, Cor, Cun, Gua, Guav, LGua, Meta, NSan, San, Tol, Vic
Rubiaceae	<i>Isertia laevis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Cas, Cau, Cho, Cun, Hui, Meta, Put, San, Tol, VCau
Rubiaceae	<i>Ixora coccinea</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Ama, Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Mag, Nar, Tol, VCau
Rubiaceae	<i>Ixora floribunda</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cun, Mag, Suc
Rubiaceae	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cau, Ces, Cun, Hui, Nar, Qui, Ris, San, Tol, VCau

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Rubiaceae	<i>Machaonia acuminata</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Cho, Cun, Hui, San, Tol, VCau
Rubiaceae	<i>Machaonia ottonis</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Cun, Hui, Meta
Rubiaceae	<i>Macrocneum roseum</i> <sup>4,5,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Hui, Qui, VCau
Rubiaceae	<i>Manettia cryptantha</i> <sup>6</sup>	T	Na		Ant(VC), Hui
Rubiaceae	<i>Margaritopsis microdon</i> <sup>3,4,6,7</sup>	S, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Mag, VCau
Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cho, Cor, Hui, SyP
Rubiaceae	<i>Morinda royoc</i> <sup>6,8</sup>	Ar	Na		Bol, Cho, Cor, Gua, LGua, Mag, SyP, Suc
Rubiaceae	<i>Mussaenda erythrophylla</i> <sup>7</sup>	Ar	Ex		Ant(VC), VCau
Rubiaceae	<i>Mussaenda philippica</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC), Bol, VCau
Rubiaceae	<i>Notopleura macrophylla</i> <sup>6</sup>	H, S	Na		Ara, Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Ris, San, Tol, VCau
Rubiaceae	<i>Notopleura uliginosa</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ara, Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Ces, Cho, Hui, Mag, Nar, NSan, Put, Ris
Rubiaceae	<i>Oldenlandia corymbosa</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Ara, Atl, Cal, Cau, Cho, Meta, Nar, Tol, VCau
Rubiaceae	<i>Oldenlandia lancifolia</i> <sup>7</sup>	H	Ex		Ant(VC)
Rubiaceae	<i>Palicourea calophlebia</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Tol
Rubiaceae	<i>Palicourea croceoides</i> <sup>4</sup>	Ar, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Cau, Ces, Mag, Meta, VCau, Vic
Rubiaceae	<i>Palicourea guianensis</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Rubiaceae	<i>Palicourea ovalis</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		VCau
Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i> <sup>5</sup>	Ar	Na		San
Rubiaceae	<i>Pittoniotis trichantha</i> <sup>2,3,6</sup>	A	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, Suc
Rubiaceae	<i>Pogonopus exsertus</i> <sup>6,7</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Bol
Rubiaceae	<i>Pogonopus speciosus</i> <sup>6,8</sup>	Ar, A	Na		Ces, LGua, Mag
Rubiaceae	<i>Posoqueria coriacea</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		VCau
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Cal, Cun
Rubiaceae	<i>Psychotria alba</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		VCau
Rubiaceae	<i>Psychotria berteriana</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Mag
Rubiaceae	<i>Psychotria brachiata</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, VCau
Rubiaceae	<i>Psychotria carthagensis</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	S	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Ris, San, Suc, Tol, VCau, Vic
Rubiaceae	<i>Psychotria cuspidata</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Cal
Rubiaceae	<i>Psychotria deflexa</i> <sup>4</sup>	Ar, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Cas, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, NSan, San, Tol, VCau
Rubiaceae	<i>Psychotria grandis</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Cor, Mag, Ris, San, VCau
Rubiaceae	<i>Psychotria hebeclada</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cau, Ces, Cun, Mag, Ris, San, Suc, VCau
Rubiaceae	<i>Psychotria horizontalis</i> <sup>3,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cas, Ces, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, SyP, San, Suc
Rubiaceae	<i>Psychotria hylocharis</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Mag
Rubiaceae	<i>Psychotria marginata</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Cau, Cor, LGua, Mag, Nar, Ris, San, VCau
Rubiaceae	<i>Psychotria micrantha</i> <sup>4,6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Cal, Cau, Cun, Mag, Meta, Nar, Qui, Ris, Tol, VCau
Rubiaceae	<i>Psychotria mirandae</i> <sup>6</sup>	H, S	Na		Ris
Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, Suc, VCau
Rubiaceae	<i>Psychotria pilosa</i> <sup>5</sup>	Ar, S	Na		Mag
Rubiaceae	<i>Psychotria trichotoma</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Qui, Ris, San, VCau
Rubiaceae	<i>Psychotria viridis</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Cal, Cas, Cau, Meta, Qui, VCau
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i> <sup>2,6,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Bol, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, SyP, San, Tol
Rubiaceae	<i>Randia armata</i> <sup>2,3,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cas, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Qui, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Rubiaceae	<i>Randia dioica</i> <sup>3,6</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Cas, Ces, NSan, Tol
Rubiaceae	<i>Randia hondensis</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Cun
Rubiaceae	<i>Randia obcordata</i> <sup>6,8</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Ces, LGua, Mag
Rubiaceae	<i>Raritebe palicoureoides</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Cal
Rubiaceae	<i>Richardia scabra</i> <sup>7</sup>	H	Na		Cau
Rubiaceae	<i>Rondeletia mariquitensis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Tol
Rubiaceae	<i>Rondeletia pubescens</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Cun
Rubiaceae	<i>Rondeletia purdiei</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Atl, Bol, Mag
Rubiaceae	<i>Rosenbergiodendron formosum</i> <sup>3,6,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ara, Atl, Bol, Ces, Cun, LGua, Mag, Suc
Rubiaceae	<i>Simira cesariana</i> <sup>6,8</sup>	A	Na	[ENCP Caribe]	Ces, LGua
Rubiaceae	<i>Simira cordifolia</i> <sup>4,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Ces, Mag, Ris, Suc, VCau, Vic
Rubiaceae	<i>Simira klugei</i> <sup>6</sup>	A	Na		LGua
Rubiaceae	<i>Simira pisoniiformis</i> <sup>7</sup>	A	Na		Vic
Rubiaceae	<i>Sommeria donnell-smithii</i> <sup>4</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Ris, VCau
Rubiaceae	<i>Spermacoce capitata</i> <sup>7</sup>	H, S	Na		Ara, Cas
Rubiaceae	<i>Spermacoce densiflora</i> <sup>6,7</sup>	H, S	Na		Ant(VC), Mag
Rubiaceae	<i>Spermacoce ovalifolia</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Rubiaceae	<i>Spermacoce prostrata</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, VCau

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Rubiaceae	<i>Spermaceo scabiosoides</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Rubiaceae	<i>Spermaceo tenuior</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cun, LGua, Mag, Nar, Qui, VCau
Rubiaceae	<i>Stenosepala hirsuta</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cor, Cun, San
Rubiaceae	<i>Tocayena orinocensis</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Vic
Rubiaceae	<i>Uncaria tomentosa</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ara, Cas
Rubiaceae	<i>Warszewicia coccinea</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Meta, Nar, NSan, Ris, San, VCau, Vic
Rutaceae	<i>Amyris ignea</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ces, LGua
Rutaceae	<i>Amyris pinnata</i> <sup>2,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(VC), Cau, Ces, Cun, Hui, Ris, Tol, VCau
Rutaceae	<i>Amyris sylvatica</i> <sup>6</sup>	A	Na		Bol, Cun, LGua, NSan, SyP, San
Rutaceae	<i>Atalantia simplicifolia</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Hui
Rutaceae	<i>Citrus limon</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Ex		Ant(VC), Boy, Cun, Nar, VCau
Rutaceae	<i>Esenbeckia alata</i> <sup>1,2,6</sup>	A	Na		Bol, Cun, Mag, Suc, Tol, VCau
Rutaceae	<i>Esenbeckia grandiflora</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		VCau
Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i> <sup>1,2,6</sup>	A	Na		Bol, Mag
Rutaceae	<i>Murraya paniculata</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Atl, Bol, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag, San, Tol, VCau
Rutaceae	<i>Pilocarpus goudotianus</i> <sup>1</sup>	Ar	Na		Hui, LGua
Rutaceae	<i>Pilocarpus racemosus</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(VC)
Rutaceae	<i>Swinglea glutinosa</i> <sup>7</sup>	Ar	Ex		Ant(VC)
Rutaceae	<i>Triphasia trifolia</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Cor
Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Cas, Cau, Ces, Cun, NSan, San, Tol, VCau
Rutaceae	<i>Zanthoxylum culantrillo</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(VC)
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> <sup>4,6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, NSan, Ris, SyP, San, Tol, VCau
Rutaceae	<i>Zanthoxylum gentryi</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na	[E]	Cau, VCau
Rutaceae	<i>Zanthoxylum martinicense</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cor, SyP, VCau
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cor, Cun, Hui, LGua, NSan, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rigidum</i> <sup>4,8</sup>	A	Na		Cun, NSan, San, Tol, VCau
Rutaceae	<i>Zanthoxylum schreberi</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(VC), Cau, Cun, Hui, VCau
Rutaceae	<i>Zanthoxylum setulosum</i> <sup>3</sup>	A	Na		Atl, Cor
Rutaceae	<i>Zanthoxylum verrucosum</i> <sup>6,8</sup>	A	Na		Tol, VCau
Salicaceae	<i>Banara glauca</i> <sup>4,7</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Cal, Cau, Cun, Hui, NSan, Tol, VCau
Salicaceae	<i>Banara guianensis</i> <sup>4</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Caq, Cas, Cau, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, Tol, VCau
Salicaceae	<i>Banara ibaguensis</i> <sup>5</sup>	A, Ar	Na	[E]	Ant(VC), Cun, Meta, Tol
Salicaceae	<i>Banara ulmifolia</i> <sup>4</sup>	A	Na	[E]	Ant(VC), Cau, VCau
Salicaceae	<i>Casearia aculeata</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Cal, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Mag, Meta, Qui, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> <sup>6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(VC), Atl, Bol, Caq, Cas, Cau, Cho, Guav, LGua, Mag, Meta, Put, San, VCau, Vau
Salicaceae	<i>Casearia cambayensis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Tol, VCau
Salicaceae	<i>Casearia commersoniana</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(VC), Caq, Cho, Cun, Gua, Meta, Put, SyP, San, Vic
Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cas, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Suc, Tol, VCau
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Bol, Mag, Meta, Suc
Salicaceae	<i>Casearia grandiflora</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		San
Salicaceae	<i>Casearia guianensis</i> <sup>7</sup>	A	Ex		Ant(VC), Ara, Bol, Boy, Cas, Cho, Mag, Meta, NSan, Suc, Vic
Salicaceae	<i>Casearia javitensis</i> <sup>8</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Caq, Cor, Gua, Guav, Meta, Put, San, Tol, VCau, Vau
Salicaceae	<i>Casearia mariquitensis</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cas, Meta, Nar, Put, Ris, Tol, Vau
Salicaceae	<i>Casearia praecox</i> <sup>2,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Mag, Suc, Tol
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> <sup>2,4,6,8</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, San, Tol, VCau, Vic
Salicaceae	<i>Casearia tremula</i> <sup>6</sup>	Ar	Ex		Atl, Bol, LGua, Mag, San
Salicaceae	<i>Casearia ulmifolia</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cas, Hui, Meta, VCau, Vic
Salicaceae	<i>Casearia zizyphoides</i> <sup>2,6</sup>	Ar	Ex		Bol, Ces, LGua, Mag, Tol
Salicaceae	<i>Hasseltia floribunda</i> <sup>4,6</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, Qui, Ris, San, Suc, VCau
Salicaceae	<i>Hecatostemon completus</i> <sup>1,6</sup>	Ar	Na		Bol, LGua, Mag
Salicaceae	<i>Homalium racemosum</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ama, Bol, Ces, Cho, Guav, Meta, SanVau
Salicaceae	<i>Laetia americana</i> <sup>4,6</sup>	A	Na	[ENCP Eje Cafetero]	Atl, Bol, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, Mag, Suc, VCau
Salicaceae	<i>Laetia corymbulosa</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ama, Cal, Meta, VCau
Salicaceae	<i>Lunania parviflora</i> <sup>3,4</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Mag, Nar, NSan, Ris, San, VCau
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Ex		Ant(VC), Boy, Cau, Cun, VCau
Salicaceae	<i>Xylosma elegans</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Hui
Salicaceae	<i>Xylosma intermedia</i> <sup>3,4,6</sup>	Ar	Ex		Atl, Bol, Cun, LGua, Mag, Meta, Suc, VCau
Salicaceae	<i>Xylosma spiculifera</i> <sup>8</sup>	Ar	Na		Ces
Santalaceae	<i>Acanthosyrus glabrata</i> <sup>3</sup>	A	Na		Atl, Bol
Santalaceae	<i>Phoradendron muconatum</i> <sup>7</sup>	He	Na		Ant(VC)

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Santalaceae	<i>Phoradendron quadrangulare</i> <sup>4,7</sup>	Hp	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Sapindaceae	<i>Allophylus amazonicus</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(VC), Ara, Cas, Meta
Sapindaceae	<i>Allophylus angustatus</i> <sup>4</sup>	A	Na		Ant(VC), Cho, Cun, Qui, Tol, VCau, Vau
Sapindaceae	<i>Allophylus mollis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cal, Cau, Cun, Put, Qui, Ris, Tol, VCau
Sapindaceae	<i>Allophylus obliquus</i> <sup>6</sup>	A	Na		VCau
Sapindaceae	<i>Allophylus racemosus</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A, Ar	Nt		Atl, Bol, Tol, VCau, Vic
Sapindaceae	<i>Blighia sapida</i> <sup>6,7</sup>	A	Ex		Ant(VC), Bol, Ces, San, Tol, VCau
Sapindaceae	<i>Cardiospermum corindum</i> <sup>4,6,7</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, LGua, Mag, San, VCau
Sapindaceae	<i>Cardiospermum grandiflorum</i> <sup>4,6,7</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Caq, Cas, Cun, Mag, Meta, NSan, Suc, Tol, VCau
Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicacabum</i> <sup>7</sup>	H, T	Na		Ama, Ant(VC), Atl, Cau, Ces, Cun, Gua, Hui, LGua, Mag, Put, San, VCau, Vau
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Cal, Cas, Cau, Cor, Cun, Gua, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Qui, Ris, Tol, VCau
Sapindaceae	<i>Cupania cinerea</i> <sup>4,6,7</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Caq, Cun, Hui, Meta, Nar, NSan, Put, Tol, VCau
Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ant(VC), Cal, Cau, Cun, LGua, San, Suc, VCau
Sapindaceae	<i>Cupania scrobiculata</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ant(VC), Boy, Caq, Cho, Guav, Meta, VCau, Vau
Sapindaceae	<i>Dilodendron costaricense</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Ces, Cho, Suc
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> <sup>4,6,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, SyP, San, VCau
Sapindaceae	<i>Llagunoa nitida</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Boy, NSan, VCau
Sapindaceae	<i>Matayba camponeura</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cas, Cor, Cun, San
Sapindaceae	<i>Matayba scrobiculata</i> <sup>3,6</sup>	A, Ar	Na		Atl, Bol, Boy, Ces, Cor, LGua, Mag
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i> <sup>2,3,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Sapindaceae	<i>Melicoccus oliviformis</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A	Na	[ENCP Caribe]	Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, Suc, VCau
Sapindaceae	<i>Paullinia alata</i> <sup>3,6,7</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cas, Cor, Cun, Hui, Meta, NSan, Qui, Suc, Tol
Sapindaceae	<i>Paullinia cururu</i> <sup>2,3,6,7</sup>	L, S, T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Ces, LGua, Mag, SyP, Suc
Sapindaceae	<i>Paullinia densiflora</i> <sup>6,7</sup>	L	Na		Ant(VC), Cal
Sapindaceae	<i>Paullinia dodgei</i> <sup>4</sup>	L	Na		VCau
Sapindaceae	<i>Paullinia faginea</i> <sup>4,6</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Mag, Meta, Nar, VCau
Sapindaceae	<i>Paullinia fraxinifolia</i> <sup>4</sup>	L	Na		Ant(VC), VCau
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i> <sup>6,7</sup>	L	Na		Ara, Cas, Ces
Sapindaceae	<i>Paullinia globosa</i> <sup>4,6</sup>	L	Na	[E]	Ris, VCau
Sapindaceae	<i>Paullinia glomerulosa</i> <sup>6</sup>	L	Na		Ces
Sapindaceae	<i>Paullinia haughtii</i> <sup>6</sup>	L	Na		San
Sapindaceae	<i>Paullinia imberbis</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ant(VC)
Sapindaceae	<i>Paullinia macrocarpa</i> <sup>6</sup>	L	Na		Mag
Sapindaceae	<i>Paullinia nobilis</i> <sup>6</sup>	L	Na		San
Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i> <sup>3</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cas, LGua, Mag, Meta, Tol
Sapindaceae	<i>Paullinia pterocarpa</i> <sup>6</sup>	L	Na		NSan
Sapindaceae	<i>Paullinia turbacensis</i> <sup>2,3</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Cor
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> <sup>3,4,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Suc, Tol, VCau
Sapindaceae	<i>Serjania adusta</i> <sup>6,7</sup>	L	Na		Ara, Cas, Ces
Sapindaceae	<i>Serjania atrolineata</i> <sup>6,7</sup>	L	Na		Suc, Vic
Sapindaceae	<i>Serjania clematidea</i> <sup>4,7</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Cal, Cas, Cun, Mag, Meta, Nar, Tol, VCau, Vic
Sapindaceae	<i>Serjania columbiana</i> <sup>6</sup>	L	Na		LGua
Sapindaceae	<i>Serjania communis</i> <sup>6</sup>	L	Na		Ces
Sapindaceae	<i>Serjania deltoidea</i> <sup>7</sup>	L	Na		Cau
Sapindaceae	<i>Serjania grandidens</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ant(VC)
Sapindaceae	<i>Serjania grandis</i> <sup>6</sup>	L	Na		Cun, Tol
Sapindaceae	<i>Serjania mexicana</i> <sup>3,6</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Suc
Sapindaceae	<i>Serjania pyramidata</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ant(VC)
Sapindaceae	<i>Serjania thombea</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ant(VC), Ara, Cas
Sapindaceae	<i>Talisia cerasina</i> <sup>6</sup>	A	Na		Tol
Sapindaceae	<i>Talisia stricta</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Tol
Sapindaceae	<i>Thinouia myriantha</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ant(VC)
Sapindaceae	<i>Urvillea ulmacea</i> <sup>7</sup>	T	Na		Ant(VC), Cau
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum argenteum</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Ara, Bol, Cas, Cho, Cun, Mag, Meta, Ris, San, VCau
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum argenteum subsp. auratum</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cun, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, San, VCau
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum argenteum subsp. nitidum</i> <sup>6</sup>	A	Na		Mag
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Cho, Hui, Mag, Meta, Nar, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum parvulum</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), VCau
Sapotaceae	<i>Manilkara chicle</i> <sup>6</sup>	A	Nt		Atl, Mag, Suc
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ant(VC), Atl, Ces, Cor, Cun, NSan, SyP, Suc, Tol, VCau

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Sapotaceae	<i>Pouteria baehniiana</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cun
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> <sup>6</sup>	A	Na		Hui, Tol
Sapotaceae	<i>Pouteria durlandii</i> <sup>3</sup>	A	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cor, Cun, Mag
Sapotaceae	<i>Pouteria glomerata</i> <sup>6</sup>	A	Na		Tol
Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ara, Cas
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> <sup>4</sup>	A	Na	[NEJENCP Eje Café]	Ant(VC), Nar, Qui, Tol, VCau
Sapotaceae	<i>Pradosia colombiana</i> <sup>3,6,8</sup>	A	Na	[JENCP Caribe]	Atl, Bol, Ces, LGua, Mag, Suc
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> <sup>6</sup>	A	Ex		Cun, LGua, Mag
Schlegeliaceae	<i>Schlegelia dressleri</i> <sup>6</sup>	Ep	Na		VCau
Schlegeliaceae	<i>Schlegelia scandens</i> <sup>4</sup>	Ep	Na		Ama, VCau, Vau
Schoepfiaceae	<i>Schoepfia schreberi</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Ex		Tol
Scrophulariaceae	<i>Buddleia americana</i> <sup>4,7</sup>	Ar, A	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cau, Ces, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Scrophulariaceae	<i>Capraria biflora</i> <sup>3,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Selaginellaceae	<i>Selaginella diffusa</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Selaginellaceae	<i>Selaginella erythropus</i> <sup>4,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Cal, Cun, Hui, Nar, NSan, Ris, Tol, VCau
Selaginellaceae	<i>Selaginella microphylla</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Selaginellaceae	<i>Selaginella novae-hollandiae</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Selaginellaceae	<i>Selaginella wolffii</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(VC), Nar, VCau
Simaroubaceae	<i>Castela erecta</i> <sup>4,6,8</sup>	Ar	Na		LGua, VCau
Simaroubaceae	<i>Quassia amara</i> <sup>3,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Mag, San
Simaroubaceae	<i>Simaba cedron</i> <sup>7</sup>	A, Ar	Na		Vic
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Cas, Hui, SyP
Siparunaceae	<i>Siparuna laurifolia</i> <sup>6,7</sup>	Ar, L, T	Na		Ant(VC), VCau
Smilacaceae	<i>Smilax fluminensis</i> <sup>4</sup>	L	Na		Ant(VC), VCau
Smilacaceae	<i>Smilax maypurensis</i> <sup>7</sup>	L	Na		Vic
Smilacaceae	<i>Smilax oblongata</i> <sup>4</sup>	T	Na		VCau
Smilacaceae	<i>Smilax siphilitica</i> <sup>4</sup>	L	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Meta, VCau
Smilacaceae	<i>Smilax spinosa</i> <sup>3</sup>	T	Na		Atl, Bol, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, SyP, San
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> <sup>3,4,6,7</sup>	H, S	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Ces, Cho, Cun, Guav, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, VCau, Vau, Vic
Solanaceae	<i>Capsicum lycianthoides</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Nar, Put, Qui, Ris, VCau
Solanaceae	<i>Capsicum rhomboideum</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, Tol, VCau
Solanaceae	<i>Cestrum alternifolium</i> <sup>6,7,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau
Solanaceae	<i>Cestrum diversifolium</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Ara, Cas, Cun
Solanaceae	<i>Cestrum latifolium</i> <sup>6,7</sup>	A, Ar	Na		Ant(VC), Ara, Bol, Cas, Hui, Mag, Meta, NSan, Put, Suc
Solanaceae	<i>Cestrum mariquitense</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cau, Cun, Meta, Qui, San, Tol, VCau
Solanaceae	<i>Cestrum microcalyx</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(VC), Boy, Cau, Cho, Cun, Meta, Nar, Put, Qui, VCau
Solanaceae	<i>Cestrum nocturnum</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Cau, Cho, Cun, Meta, Qui, Ris, Tol, VCau
Solanaceae	<i>Cestrum reflexum</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cau, Cho, Put, Ris, VCau
Solanaceae	<i>Cestrum scandens</i> <sup>3</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cal, Caq, Cor, Hui, Mag, San, Tol
Solanaceae	<i>Cestrum tomentosum</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Ces, Cun, Mag, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, VCau
Solanaceae	<i>Datura innoxia</i> <sup>6</sup>	H	Ex		LGua
Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Ant(VC), Boy, Cun, Hui, Nar, NSan, Tol, VCau
Solanaceae	<i>Jaltomata viridiflora</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Nar, Qui, Ris, San, VCau
Solanaceae	<i>Juanulloa ochracea</i> <sup>7</sup>	He	Na		Ant(VC), Ara, Boy, Caq, Cas, Cun, Meta, Nar, Put, San
Solanaceae	<i>Lycianthes amatitlanensis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(VC), Cau, Cho, Cun, Mag, NSan, Qui, Ris, San
Solanaceae	<i>Lycianthes inaequilatera</i> <sup>4,6</sup>	Ar, H	Na		Ant(C), Ant(VC), Mag, Ris, VCau
Solanaceae	<i>Lycianthes lycioides</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Boy, Cun, Hui, VCau
Solanaceae	<i>Lycianthes pauciflora</i> <sup>4,6</sup>	T, L	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cau, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, Qui, Ris, VCau
Solanaceae	<i>Lycium infaustum</i> <sup>6</sup>	S, Ar	Ex		LGua, Mag
Solanaceae	<i>Lycium tweedianum</i> <sup>6,8</sup>	Ar	Nt		LGua
Solanaceae	<i>Nicotiana tabacum</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Ces, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, VCau
Solanaceae	<i>Physalis angulata</i> <sup>3,4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cor, Cun, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, SyP, San, Suc, VCau
Solanaceae	<i>Physalis peruviana</i> <sup>6</sup>	H	Ex		VCau
Solanaceae	<i>Physalis pubescens</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Solanaceae	<i>Solanum adhaerens</i> <sup>3</sup>	S, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cor, Mag, Meta, NSan
Solanaceae	<i>Solanum agrarium</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> <sup>4,6</sup>	H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, SyP, San, Tol, VCau
Solanaceae	<i>Solanum argenteum</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Boy, Qui, VCau
Solanaceae	<i>Solanum aturense</i> <sup>6</sup>	T	Na		VCau
Solanaceae	<i>Solanum campaniforme</i> <sup>3</sup>	Ar	Na		VCau

ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Solanaceae	<i>Solanum capsicoides</i> <sup>4</sup>	Ar	Nt		Ant(VC), Cun, VCau
Solanaceae	<i>Solanum crotonifolium</i> <sup>4,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Ces, Cun, LGua, Mag, Ris, San, Tol, VCau
Solanaceae	<i>Solanum fallax</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		VCau
Solanaceae	<i>Solanum hazenii</i> <sup>3</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Nar, NSan, Qui, San, VCau
Solanaceae	<i>Solanum hirtum</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, San, Suc, Tol
Solanaceae	<i>Solanum jamaicense</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Solanaceae	<i>Solanum laevigatum</i> <sup>4,8</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Nar, Qui, Ris, Tol, VCau
Solanaceae	<i>Solanum lanceifolium</i> <sup>4,6</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Boy, Ces, Cun, Mag, NSan, Qui, SyP, San, VCau
Solanaceae	<i>Solanum lepidotum</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		VCau
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Solanaceae	<i>Solanum mammosum</i> <sup>4,7</sup>	H, S	Nt		Ant(VC), Cas, Cau, Cun, Meta, San, VCau
Solanaceae	<i>Solanum monachophyllum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Solanaceae	<i>Solanum pseudolulo</i> <sup>4,7</sup>	H, S	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Cun, Hui, Ris, San, Tol, VCau
Solanaceae	<i>Solanum rudepannum</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, Qui, Ris, SyP, San, VCau
Solanaceae	<i>Solanum sisymbriifolium</i> <sup>4</sup>	S	Nt		Ant(VC), Boy, Cal, Cau, Cun, Hui, Nar, San, Tol, VCau
Solanaceae	<i>Solanum stellatiglandulosum</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ant(VC)
Solanaceae	<i>Solanum subinerme</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Mag
Solanaceae	<i>Solanum torvum</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), VCau
Solanaceae	<i>Solanum umbellatum</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cau, Nar, NSan, Qui, San, VCau
Solanaceae	<i>Witheringia solanacea</i> <sup>6</sup>	Ar, H	Na		San, VCau
Sphenocleaceae	<i>Sphenoclea zeylanica</i> <sup>6</sup>	H	Nt		Mag
Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i> <sup>6</sup>	A	Na		Cal, VCau
Talinaceae	<i>Talinum fruticosum</i> <sup>3,4,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Mag, Tol, VCau
Talinaceae	<i>Talinum paniculatum</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, NSan, Qui, SyP, Tol, VCau
Tectariaceae	<i>Tectaria heracleifolia</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Tectariaceae	<i>Tectaria incisa</i> <sup>6</sup>	H	Na		Cal, Mag
Tectariaceae	<i>Tectaria lizarzaburui</i> <sup>6</sup>	H	Na		Suc
Tectariaceae	<i>Tectaria pedata</i> <sup>4</sup>	H	Na		VCau
Thelypteridaceae	<i>Macrothelypteris torresiana</i> <sup>4,6</sup>	H	Nt		Ant(C), Ant(VC), Cau, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, Ris, San, VCau
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris biolleyi</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris consobrina</i> <sup>6</sup>	H	Na		Cas
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris conspersa</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cas, Hui, VCau
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris dentata</i> <sup>4,6</sup>	H	Nt		Ant(C), Ant(VC), Hui, LGua, Mag, Meta, VCau
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris gemmulifera</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Cun, Mag, Meta, NSan, Ris, San, VCau, Vic
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris inaequans</i> <sup>4</sup>	H	Na		Cun, VCau
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris patens</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris straminea</i> <sup>4</sup>	H	Na		LGua, VCau
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris tristis</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ces, Suc
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis americana</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Mag, Nar, Tol, VCau
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis coriacea</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Ex		Mag
Thymelaeaceae	<i>Schoenobiblus peruvianus</i> <sup>6</sup>	A, Ar, S	Na		VCau
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i> <sup>8</sup>	H	Na		Ces
Typhaceae	<i>Typha latifolia</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Atl, Ces, Cun, San, VCau
Ulmaceae	<i>Ampelocera albertiae</i> <sup>4</sup>	A	Na	[MEINCP Eje Calle]	Qui, Ris, VCau
Ulmaceae	<i>Ampelocera edentula</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Guay, Suc
Ulmaceae	<i>Ampelocera macphersonii</i> <sup>1,2,3,6,8</sup>	A	Na	[ENCP Caribe]	Atl, Bol, Ces, Cor, Qui, Suc, VCau
Ulmaceae	<i>Phyllostylon brasiliense</i> <sup>6</sup>	A	Na		Bol
Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i> <sup>6,8</sup>	A	Ex		Ces, LGua
Urticaceae	<i>Boehmeria caudata</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Urticaceae	<i>Cecropia albicans</i> <sup>6</sup>	A	Ex		VCau
Urticaceae	<i>Cecropia angustifolia</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Boy, Cal, Cag, Cas, Cau, Ces, Cho, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Put, Qui, Ris, San, Tol, VCau
Urticaceae	<i>Cecropia engleriana</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Ama, Cal, Cas, Meta, NSan, Put, Vic
Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Bol, Boy, Cag, Cau, Ces, Cho, Meta, NSan, Put, San, VCau, Vau
Urticaceae	<i>Cecropia mutisiana</i> <sup>4,6,8</sup>	A	Na	[E]	Cal, Cau, Cun, Hui, Qui, Ris, Tol, VCau
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i> <sup>6</sup>	A	Na		Ant(VC), Bol, Boy, Cau, Cho, Cor, Nar, Ris, San, VCau
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> <sup>1,6,7,8</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, NSan, SyP, San, Suc, Tol, VCau, Vau, Vic
Urticaceae	<i>Cecropia subintegra</i> <sup>6</sup>	A	Na		Nar, VCau
Urticaceae	<i>Cecropia telealba</i> <sup>8</sup>	A	Na	[E]	Ant(VC), Ces, Cun, Qui, VCau
Urticaceae	<i>Coussapoa ovalifolia</i> <sup>7</sup>	A	Na		Ama, Ant(VC), Ara, Cas, Put

## ANEXO I Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Urticaceae	<i>Hemistylus boehmerioides</i> <sup>7</sup>	Ar, S	Na		Ant(VC)
Urticaceae	<i>Laportea aestuans</i> <sup>4,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Mag, Meta, Qui, VCau
Urticaceae	<i>Myriocarpa longipes</i> <sup>8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Ces, Cho, LGua, San
Urticaceae	<i>Myriocarpa stipitata</i> <sup>4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cal, Cun, Hui, LGua, Mag, Qui, Ris, San, VCau
Urticaceae	<i>Phenax angustifolius</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Urticaceae	<i>Pilea involucrata</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Mag, VCau
Urticaceae	<i>Pilea microphylla</i> <sup>7</sup>	H	Na		Ant(VC)
Urticaceae	<i>Pilea pubescens</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Ara, Boy, Cau, Ces, Cun, VCau
Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i> <sup>6</sup>	A	Na		VCau
Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i> <sup>6</sup>	A	Na		VCau
Urticaceae	<i>Pouzolzia obliqua</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Mag
Urticaceae	<i>Pouzolzia occidentalis</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Ces
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> <sup>4,6,7,8</sup>	Ar, H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, Suc, Tol, VCau
Urticaceae	<i>Urera caracasana</i> <sup>3,4,6,7</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Ces, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, San, VCau, Vic
Urticaceae	<i>Urera elata</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cor, Cun, Hui, VCau
Urticaceae	<i>Urera laciniata</i> <sup>4</sup>	Ar, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Cau, Nar, Qui, Tol, VCau
Urticaceae	<i>Urera simplex</i> <sup>6</sup>	A, Ar, L	Na		VCau
Urticaceae	<i>Urera verrucosa</i> <sup>4,7</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Boy, Hui, Suc, VCau
Urticaceae	<i>Urtica longispica</i> <sup>4</sup>	Ar, H	Na		Cal, Cau, Cun, Nar, NSan, Qui, San, VCau
Urticaceae	<i>Urtica urens</i> <sup>8</sup>	H	Ex		Cal
Velloziaceae	<i>Vellozia tubiflora</i> <sup>7</sup>	H	Na		Vic
Verbenaceae	<i>Bouchea prismatica</i> <sup>4,6,7</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cau, Cun, Mag, San, Suc, Tol, VCau
Verbenaceae	<i>Citharexylum kunthianum</i> <sup>4,6,7,8</sup>	A, Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Hui, Nar, VCau
Verbenaceae	<i>Citharexylum poeppigii</i> <sup>7</sup>	Ar	Na		Ara, Cas, Meta, Put
Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i> <sup>4</sup>	Ar	Nt		Ant(C), Ant(VC), Atl, Boy, Cal, Cau, Cor, Cun, Mag, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Verbenaceae	<i>Duranta obtusifolia</i> <sup>4,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Cun, Hui, Mag, Nar, Ris, VCau
Verbenaceae	<i>Duranta triacantha</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		VCau
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> <sup>6,7,8</sup>	Ar, H	Nt		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, San, Suc, Tol, VCau
Verbenaceae	<i>Lantana canescens</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Cun, Hui, Mag, Nar, NSan, San, VCau
Verbenaceae	<i>Lantana fucata</i> <sup>4,7</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Boy, Cau, Cun, Hui, San, Tol, VCau
Verbenaceae	<i>Lantana haughtii</i> <sup>7</sup>	S	Ex		Cau
Verbenaceae	<i>Lantana hirsuta</i> <sup>6</sup>	H	Nt		Mag
Verbenaceae	<i>Lantana hirta</i> <sup>4</sup>	Ar, H, S	Na		Ant(VC), VCau
Verbenaceae	<i>Lantana horrida</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Ces, Suc
Verbenaceae	<i>Lantana lopez-palacii</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Cau, Cun, Hui, Nar, NSan, San, Tol, VCau
Verbenaceae	<i>Lantana rugulosa</i> <sup>4</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Cun, Mag, Nar, Tol, VCau
Verbenaceae	<i>Lantana trifolia</i> <sup>4,7</sup>	Ar, H, S	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Cas, Cau, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, San, Tol, VCau
Verbenaceae	<i>Lippia alba</i> <sup>4,7</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cas, Cun, LGua, Mag, SyP, San, VCau
Verbenaceae	<i>Lippia americana</i> <sup>6</sup>	Ar	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Ces, LGua, Mag, Meta, San, Suc
Verbenaceae	<i>Lippia origanoides</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Cau, Cun, LGua, Mag, Nar, NSan, San
Verbenaceae	<i>Petrea pubescens</i> <sup>2,4,6</sup>	A	Na		Ant(C), Ant(VC), Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, Ris, San, Tol, VCau
Verbenaceae	<i>Petrea rugosa</i> <sup>4,6</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Cau, Cor, Cun, Hui, Mag, Meta, Ris, Tol, VCau
Verbenaceae	<i>Petrea volubilis</i> <sup>6,7</sup>	Ar, L	Na		Bol, San, Suc, Vic
Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i> <sup>6</sup>	H	Na		Mag
Verbenaceae	<i>Priva lappulacea</i> <sup>6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cal, Ces, Cor, Hui, LGua, Mag, Nar, SyP, Tol
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> <sup>7</sup>	H, S	Na		Cau
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta indica</i> <sup>7</sup>	H	Ex		Vic
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta orubica</i> <sup>6</sup>	H	Ex		Ces, LGua, Mag
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i> <sup>6</sup>	H	Na		VCau
Violaceae	<i>Gloospermum sphaerocarpum</i> <sup>6</sup>	A, Ar	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Cal, Cho, Mag, Meta, Put, San
Violaceae	<i>Hybanthus prunifolius</i> <sup>3,6,8</sup>	Ar	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Ces, Mag, Meta, San, Suc
Violaceae	<i>Rimorea pubiflora</i> <sup>6,7</sup>	Ar	Na		Atl, Vic
Vitaceae	<i>Cissus alata</i> <sup>7</sup>	L	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Caq, Cho, Cun, Mag, Meta, Nar, San, Suc, Tol, Vic
Vitaceae	<i>Cissus erosa</i> <sup>4,6,7</sup>	L	Na		Ama, Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Cal, Caq, Cas, Cau, Cho, Cun, Gua, Guav, Mag, Meta, Nar, NSan, Ris, San, VCau, Vic
Vitaceae	<i>Cissus fuliginea</i> <sup>2,4</sup>	T	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Cho, Guav, Mag, San, Suc, VCau
Vitaceae	<i>Cissus granulosa</i> <sup>4,6</sup>	T	Na		Ris, San, VCau
Vitaceae	<i>Cissus sicyoides</i> <sup>6,7</sup>	L, T	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cor, Cun, Hui, Meta, Tol, VCau
Vitaceae	<i>Cissus trianae</i> <sup>4</sup>	L	Na		Ant(VC), Caq, Cun, Hui, Nar, NSan, San, VCau
Vitaceae	<i>Cissus trifoliata</i> <sup>6</sup>	L	Ex		LGua, Mag
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i> <sup>2,4,6,7</sup>	Ar, L	Na		Ant(C), Ant(VC), Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cho, Cor, Cun, Hui, LGua, Mag, Meta, Nar, NSan, Qui, Ris, SyP, San, Suc, Tol, VCau

## ANEXO 1 Cap. 2

Familia (APG III)	Especie / Referencias	Forma de crecimiento	Origen	Conservación	Localidad
Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i> <sup>6,7</sup>	Ar, L	Na		Cau, Mag
Vochysiaceae	<i>Qualea dinizii</i> <sup>7</sup>	A	Na		Vic
Vochysiaceae	<i>Vochysia crassifolia</i> <sup>7</sup>	A	Na		Vic
Vochysiaceae	<i>Vochysia lehmannii</i> <sup>6,7</sup>	A	Na		Cas, Cun, Tol
Zamiaceae	<i>Zamia muricata</i> <sup>6,8</sup>	H, Ar	Na	[ENCP Caribe]	Bol, San
Zingiberaceae	<i>Alpinia purpurata</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Cau, Cho, Nar, VCau
Zingiberaceae	<i>Alpinia zerumbet</i> <sup>7</sup>	H	Ex		Ant(VC), VCau
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i> <sup>7</sup>	H	Nt	[Rinv]	Ama, Ant(C), Ant(VC), Cho, Cun, LGua, Mag, Nar, Put, San, Tol, VCau
Zingiberaceae	<i>Renealmia aromatica</i> <sup>4,6</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Cas, Ces, Cun, LGua, Mag, San, VCau
Zingiberaceae	<i>Renealmia cernua</i> <sup>4</sup>	H	Na		Ant(C), Ant(VC), Bol, Boy, Gal, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Meta, NSan, Qui, San, Tol, VCau
Zingiberaceae	<i>Zingiber spectabile</i> <sup>7</sup>	H	Ex		Ant(VC)
Zygophyllaceae	<i>Bulnesia arborea</i> <sup>2,3,6,7,8</sup>	A	Na	[ENCP Caribe]	Ant(C), Atl, Bol, Ces, Cun, LGua, Mag, Suc, Tol, VCau
Zygophyllaceae	<i>Bulnesia carrapo</i> <sup>1,2,6,7,8</sup>	A	Na	[E]	Ant(VC), Boy, Cun, Tol
Zygophyllaceae	<i>Guaiaacum officinale</i> <sup>4,6,7</sup>	Ar	Na	[ENCP Caribe]	Atl, LGua, Mag, Suc, VCau
Zygophyllaceae	<i>Kallstroemia maxima</i> <sup>6,7</sup>	H	Na		Ant(VC), Atl, Bol, Cau, Cor, Cun, Mag, Tol, VCau
Zygophyllaceae	<i>Tribulus cistoides</i> <sup>6</sup>	H	Na		Atl, Mag



*Pseudobombax croizatii*  
Ilustración: Camila Pizano

## ANEXO 2 Cap. 3

Listado de especies de aves encontradas en el bosque seco tropical del valle del Magdalena. Los nombres científicos que se encuentran en negrilla son las especies registradas solamente durante los censos mediante puntos de conteos. El listado está en orden filogenético y la taxonomía y nombres en latín siguen la clasificación propuesta por el Comité de Clasificación de Sur América (Remsen et al. 2013). La clasificación de cada una de las especies en las diferentes categorías está basada en las bases de datos de Parker III et al. (1996) y Karr et al. (1990). La clave para la interpretación de cada uno de los códigos se encuentra en el Anexo 3. Sens: Sensibilidad al impacto humano. Hab Esp: Hábitat específico.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	Dieta	Sens	Estrato	Habitat	Hab Esp	Bateas	Jabirú	Mana Dulce	Venadillo	Boqueron	Potosí
<b>Tinamidae</b>	<i>Crypturellus soui</i>	F	L	T	B	F1E			X	X	X	
<b>Tinamidae</b>	<i>Crypturellus erythropus</i>	F	L	T	B	F5				X		
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	FI	L	Aq	Aq	A1	X	X	X	X	X	X
Anatidae	<i>Nomonyx dominicus</i>	FI	M	Aq	Aq	A1	X		X			
Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	F	M	S	B	F1			X			
<b>Cracidae</b>	<i>Ortalis columbiana</i>	F	M	S	B	F1E	X	X	X	X	X	X
<b>Odontophoridae</b>	<i>Colinus cristatus</i>	O	L	T	AA	N1	X	X	X			X
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	P	L	C	Aq	A2	X	X				
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	P	M	Aq	Aq	A3		X				
Ardeidae	<i>Cochlearius cochlearius</i>	I/V	H	Aq	Aq	A3		X				
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	I/V	L	Aq	Aq	A1		X				
Ardeidae	<i>Butorides striata</i>	I/V	L	Aq	Aq	A1	X	X	X	X	X	X
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	I/V	L	Aq	AA	N3	X	X	X	X	X	X
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	P	L	Aq	Aq	A1		X				
Ardeidae	<i>Ardea cocoi</i>	P	L	Aq	Aq	A1		X			X	X
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	P	L	Aq	Aq	A1	X	X	X		X	X
Ardeidae	<i>Ptilherodius pileatus</i>	I/V	M	Aq	Aq	A1	X	X	X			X
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	I/V	L	Aq	Aq	A1	X	X				
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	I/V	M	Aq	Aq	A1		X				
Threskiornithidae	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	I	M	Aq	B	F2		X				
Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	I	M	Aq	Aq	A1	X	X	X	X		X
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	CA	L	C	AA	N3	X	X	X	X	X	X
Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	CA	M	C	AA	N6		X		X		
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	CA	L	C	AA	N8	X	X	X	X	X	X
Cathartidae	<i>Sarcoramphus papa</i>	CA	M	C	B	F1		X				
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	P	M	C	Aq	A2	X					
Accipitridae	<i>Gampsonyx swainsonii</i>	I/V	L	C	B	F1E	X	X				
<b>Accipitridae</b>	<i>Accipiter bicolor</i>	A	M	C	B	F5	X	X				X
Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i>	I/V	M	C	B	F5		X				
Accipitridae	<i>Buteogallus meridionalis</i>	I/V	L	C	AA	N6	X	X				
<b>Accipitridae</b>	<i>Rupornis magnirostris</i>	I	L	D	B	F1E	X	X	X	X	X	X
Accipitridae	<i>Buteo nitidus</i>	I/V	M	C	B	F3	X					
<b>Rallidae</b>	<i>Aramides cajaneus</i>	O	H	T	B	F2	X	X	X	X		X
<b>Rallidae</b>	<i>Laterallus albigularis</i>	I/V	L	Aq	Aq	A1		X				X
Rallidae	<i>Porphyrio martinicus</i>	I/V	L	Aq	Aq	A1		X	X	X		X
<b>Charadriidae</b>	<i>Vanellus chilensis</i>	O	L	T	AA	N6		X	X			X
<b>Burhinidae</b>	<i>Burhinus bistriatus</i>	O	L	T	AA	N6	X					
Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i>	I/V	L	Aq	Aq	A1	X	X	X	X		X
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	F	L	T	AA	N1		X				
Columbidae	<i>Columbina minuta</i>	F	L	T	AA	N1			X			
<b>Columbidae</b>	<i>Columbina talpacoti</i>	F	L	T	AA	N8	X	X	X	X		
<b>Columbidae</b>	<i>Claravis pretiosa</i>	F	L	T	B	F1E	X	X	X	X		X

ANEXO 2 Cap. 3

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	Dieta	Sens	Estrato	Habitat	Hab Esp	Bateas	Jabirú	Mana Dulce	Venadillo	Boqueron	Potosí
Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i>	F	M	D	B	F3	X	X	X	X		
Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	F	H	D	B	F1						X
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	F	L	T	AA	N8	X	X	X	X		
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	F	L	T	B	F5	X	X	X	X	X	X
Cuculidae	<i>Coccyca minuta</i>	I	L	S	B	F1E			X			
Cuculidae	<i>Coccyca pumila</i>	I	M	M	B	F5			X			
Cuculidae	<i>Playa cayana</i>	I	L	D	B	F1	X	X	X	X	X	X
Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	I	M	D	B	F3	X					
Cuculidae	<i>Crotophaga major</i>	I	M	T	B	F2	X	X	X			
Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	I	L	T	AA	N8	X	X	X	X	X	X
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	I	L	T	AA	N8	X	X	X	X	X	X
Cuculidae	<i>Tapera naevia</i>	I	L	T	AA	N8	X	X	X			X
Cuculidae	<i>Dromococcyx phasianellus</i>	I	M	T	B	F1			X			
Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	I	L	N	B	F2	X	X		X	X	X
Nyctibidae	<i>Nyctibius griseus</i>	I	L	N	B	F1E		X				
Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	I	L	N	AA	N1		X				
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	I	L	N	B	F1E	X		X	X	X	X
Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	I	L	A	B	F4	X	X		X		
Apodidae	<i>Chaetura spinicauda</i>	I	L	A	B	F1E		X				
Apodidae	<i>Aeronautes montivagus</i>	I	M	A	B	F4		X				
Trochilidae	<i>Florisuga mellivora</i>	N	L	M	B	F1			X			
Trochilidae	<i>Phaethornis striigularis</i>	N	M	S	B	F1				X		
Trochilidae	<i>Phaethornis anthophilus</i>	N	L	S	B	F1	X	X	X	X		X
Trochilidae	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	N	L	M	B	F2		X	X			X
Trochilidae	<i>Chlorostilbon gibsoni</i>	N	L	S	B	F5		X	X		X	
Trochilidae	<i>Chalybura buffonii</i>	N	L	S	B	F1		X	X			
Trochilidae	<i>Thalurania colombica</i>	N	M	S	B	F1					X	
Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i>	N	L	S	B	F1E		X	X		X	X
Trochilidae	<i>Amazilia amabilis</i>	N	L	S	B	F1E		X				
Trochilidae	<i>Amazilia saucerrottei</i>	N	L	S	B	F1E		X				
Trochilidae	<i>Lepidopygia goudoti</i>	N	M	S	B	F5	X	X		X		
Trochilidae	<i>Damophila julie</i>	N	M	S	B	F1E		X	X			X
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	P	L	Aq	Aq	A4	X	X	X			X
Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	P	L	Aq	Aq	A5	X	X	X		X	X
Alcedinidae	<i>Chloroceryle aenea</i>	P	M	Aq	Aq	A5						X
Momotidae	<i>Momotus subrufescens</i>	O	M	S	B	F1	X	X	X	X		
Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	I	L	M	B	F1E	X	X	X	X	X	X
Bucconidae	<i>Nystalus radiatus</i>	I	M	D	B	F1E	X	X	X	X		X
Bucconidae	<i>Hypnelus ruficollis</i>	I	L	M	B	F5		X				
Picidae	<i>Picumnus olivaceus</i>	I	L	M	B	F1E	X	X	X	X	X	X
Picidae	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	I	L	D	B	F1E		X	X	X	X	X
Picidae	<i>Veniliornis kirkii</i>	I	M	D	B	F1	X	X	X	X		X
Picidae	<i>Colaptes punctigula</i>	I	L	M	B	F3		X	X			X
Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	O	L	D	B	F3	X	X	X	X	X	X
Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	O	M	D	B	F3		X	X			
Falconidae	<i>Herpetheres cachinnans</i>	H	L	C	B	F1E	X	X	X	X	X	X
Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	I/V	M	C	B	F1			X	X		
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	CA	L	C	AA	N1	X	X		X	X	X
Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	I/V	L	C	AA	N6	X	X	X	X	X	2
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	I/V	L	C	AA	N7		X	X	X		X
Falconidae	<i>Falco ruficularis</i>	I	L	A	B	F1E	X	X	X			
Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	I/V	L	C	AA	N6		X	X			
Psittacidae	<i>Psittacara wagleri</i>	F	M	D	B	F4E					X	
Psittacidae	<i>Eupsittula pertinax</i>	F	M	D	B	F5	X	X				X
Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	F	L	D	B	F5	X	X	X	X	X	X
Psittacidae	<i>Brotogeris jugularis</i>	F	L	D	B	F5	X	X	X	X	X	X

## ANEXO 2 Cap. 3

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	Dieta	Sens	Estrato	Habitat	Hab Esp	Bateas	Jabiru	Mana Dulce	Venadillo	Boqueron	Potosí
Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	F	L	D	B	F3		X		X	X	X
Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	F	M	D	B	F2	X	X	X	X		X
Thamnophilidae	<i>Cymbilaimus lineatus</i>	I	M	D	B	F1			X			
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	I	L	S	AA	N8	X	X	X	X	X	X
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus atrinucha</i>	I	L	S	B	F5		X	X	X	X	
Thamnophilidae	<i>Myrmotherula ignota</i>	I	L	D	B	F1E			X			
Thamnophilidae	<i>Formicivora grisea</i>	I	L	S	B	F5	X	X	X	X	X	X
Thamnophilidae	<i>Cercomacra tyrannina</i>	I	L	S	B	F1E		X			X	
Thamnophilidae	<i>Cercomacra nigricans</i>	I	M	S	B	F1E		X	X	X		
Thamnophilidae	<i>Myrmeciza longipes</i>	I	L	T	B	F5	X	X	X	X	X	X
Thamnophilidae	<i>Myrmeciza immaculata</i>	I	H	S	B	F1			X			
Furnaridae	<i>Dendrocicla fuliginosa</i>	I	H	S	B	F1		X				X
Furnaridae	<i>Xiphorhynchus susurrans</i>	I	L	S	B	F1	X	X	X	X	X	X
Furnaridae	<i>Dendroplex picus</i>	I	L	M	B	F3	X	X	X	X	X	X
Furnaridae	<i>Campylorhynchus trochilirostris</i>	I	H	S	B	F1	X	X	X	X		X
Furnaridae	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	I	L	S	B	F5			X		X	X
Furnaridae	<i>Xenops minutus</i>	I	M	S	B	F1		X	X	X	X	X
Furnaridae	<i>Furnarius leucopus</i>	I	L	T	B	F2		X		X		X
Furnaridae	<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	I	M	T	Aq	A1		X				
Furnaridae	<i>Synallaxis albescens</i>	I	L	S	AA	N4	X	X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Phyllomyias griseiceps</i>	I	L	D	B	F1E					X	
Tyrannidae	<i>Tyrannulus elatus</i>	O	L	D	B	F3		X	X	X	X	
Tyrannidae	<i>Myiopagis gaimardii</i>	I	M	D	B	F1		X	X	X	X	
Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	I	M	D	B	F1	X	X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	O	L	D	AA	N8	X	X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	I	L	D	B	F2	X	X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Phaeomyias murina</i>	I	L	D	AA	N1		X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Capsiempis flaveola</i>	I	L	S	B	F1E		X	X	X		
Tyrannidae	<i>Euscarthmus meloryphus</i>	I	L	S	AA	N1	X		X	X		X
Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	O	M	S	B	F1		X	X		X	
Tyrannidae	<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	I	M	S	B	F1	X	X	X	X		
Tyrannidae	<i>Oncostoma olivaceum</i>	I	L	S	B	F1E		X				
Tyrannidae	<i>Atalotriccus pilaris</i>	I	L	M	B	F5	X	X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	I	M	S	B	F5	X	X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Poecilatriccus sylvia</i>	I	L	S	B	F1E	X	X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	I	L	S	B	F1E	X	X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Todirostrum nigricaps</i>	I	M	D	B	F1		X	X	X		
Tyrannidae	<i>Tolmomyias sulphurens</i>	I	M	D	B	F1	X	X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	I	L	S	B	F3	X	X	X	X		
Tyrannidae	<i>Contopus cinereus</i>	I	L	S	B	F1E			X			
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	I	L	T	AA	N3	X	X	X	X		X
Tyrannidae	<i>Fluvicola pica</i>	I	M	Aq	Aq	A1	X	X	X			
Tyrannidae	<i>Arundinicola leucocephala</i>	O	M	Aq	Aq	A1		X				
Tyrannidae	<i>Machetornis rixosa</i>	O	L	T	AA	N3		X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Legatus leucophalus</i>	F	L	D	B	F1E		X	X	X	X	
Tyrannidae	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	O	L	D	AA	N8	X	X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	O	L	M	B	F1E		X	X			X
Tyrannidae	<i>Myiozetetes granadensis</i>	O	L	D	B	F3				X		
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	O	L	T	B	F2		X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Pitangus lictor</i>	O	L	S	AA	N2		X	X			
Tyrannidae	<i>Myiodiastres maculatus</i>	O	L	M	B	F1E	X	X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	O	L	D	B	F1E	X	X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	O	L	D	B	F2	X	X	X	X	X	X
Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	I	L	D	AA	N6	X	X	X			X
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	I	L	M	B	F4		X				
Tyrannidae	<i>Myiarchus apicalis</i>	O	L	M	B	F5	X	X	X	X	X	X

ANEXO 2 Cap. 3

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	Dieta	Sens	Estrato	Habitat	Hab Esp	Bateas	Jabirú	Mana Dulce	Venadillo	Baqueon	Potosí
Tyrannidae	<i>Myiarchus crinitus</i>	O	L	M	B	F1	X	X				X
Pipridae	<i>Chiroxiphia lanceolata</i>	F	L	S	B	F5		X	X	X		X
Pipridae	<i>Manacus manacus</i>	F	L	S	B	F1E	X	X	X	X	X	X
Tityridae	<i>Tityra inquisitor</i>	O	M	D	B	F1		X				
Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	O	M	D	B	F1		X				
Tityridae	<i>Pachyramphus rufus</i>	I	L	D	B	F3			X			
Tityridae	<i>Pachyramphus cinnamomeus</i>	I	L	D	B	F1E		X	X			X
Tityridae	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	O	L	D	B	F1E			X		X	
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	I	L	M	B	F1E	X	X	X	X	X	X
Vireonidae	<i>Hylophilus aurantiifrons</i>	O	L	D	B	F5				X		
Vireonidae	<i>Hylophilus flavipes</i>	O	L	M	B	F5	X	X	X	X	X	X
Corvidae	<i>Cyanocorax affinis</i>	O	L	D	B	F1E	X	X	X	X	X	X
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	I	L	A	AA	N8	X		X	X		
Hirundinidae	<i>Progne tapera</i>	I	L	A	AA	N6		X				
Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	I	L	A	AA	N8		X				
Hirundinidae	<i>Tachycineta albiventer</i>	I	L	A	Aq	A4		X				
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	I	L	T	AA	N8	X	X	X	X	X	X
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus griseus</i>	O	L	S	AA	N1	X		X	X	X	X
Troglodytidae	<i>Pheugopedius fasciatoventris</i>	I	M	S	B	F1E	X	X	X	X	X	X
Troglodytidae	<i>Cantorchilus leucotis</i>	I	L	S	B	F1E			X			
Troglodytidae	<i>Henicorhina leucosticta</i>	I	M	S	B	F1		X	X	X	X	X
Poliotilidae	<i>Ramphocaelus melanurus</i>	I	L	S	B	F1E			X			
Poliotilidae	<i>Poliottila plumbea</i>	I	L	S	B	F5	X	X	X	X	X	X
Donacobiidae	<i>Donacobius atricapilla</i>	I	M	S	Aq	A1		X				
Turdidae	<i>Catharus aurantirostris</i>	O	L	T	B	F4E					X	
Turdidae	<i>Catharus minimus</i>	O	M	M	B	F1	X					
Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	O	M	M	B	F4	X				X	X
Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	O	L	T	B	F1E	X	X	X	X	X	X
Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	O	L	T	B	F3	X	X	X	X	X	X
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	I	L	D	AA	N1	X	X		X		X
Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	I	M	S	B	F1	X	X	X	X	X	X
Thraupidae	<i>Tachyphonus luctuosus</i>	O	M	M	B	F1	X	X	X	X		X
Thraupidae	<i>Tachyphonus rufus</i>	O	L	S	B	F2			X			
Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	O	L	S	B	F2	X	X	X	X	X	X
Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	O	L	D	B	F1E	X	X	X	X	X	
Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	O	L	D	B	F1E	X	X	X	X	X	
Thraupidae	<i>Tangara vitriolina</i>	O	L	T	B	F2	X	X	X	X		X
Thraupidae	<i>Tangara cyanicollis</i>	O	L	D	B	F4			X		X	
Thraupidae	<i>Tangara gyrola</i>	O	M	D	B	F4					X	
Thraupidae	<i>Tangara larvata</i>	O	L	D	B	F1E				X		
Thraupidae	<i>Dacnis lineata</i>	O	M	D	B	F1		X	X		X	
Thraupidae	<i>Dacnis cayana</i>	O	L	D	B	F1		X	X			
Thraupidae	<i>Conirostrum leucogenys</i>	O	L	D	B	F1E		X	X			
Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i>	G	L	T	AA	N1	X	X	X	X	X	X
Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	G	L	T	AA	N8	X	X	X	X		
Thraupidae	<i>Sporophila americana</i>	G	L	T	AA	N8					X	
Thraupidae	<i>Sporophila schistacea</i>	G	M	S	B	F1E	X		X	X		X
Thraupidae	<i>Sporophila intermedia</i>	G	L	T	AA	N8		X				
Thraupidae	<i>Sporophila nigricollis</i>	G	L	S	AA	N8	X	X	X			
Thraupidae	<i>Sporophila minuta</i>	G	L	S	AA	N6		X	X			
Thraupidae	<i>Oryzoborus funereus</i>	O	L	S	AA	N8		X	X	X		
Thraupidae	<i>Oryzoborus crassirostris</i>	O	M	S	AA	N2			X			
Thraupidae	<i>Coryphospingus pileatus</i>	O	L	T	AA	N1	X	X	X	X		X
Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	N	L	D	B	F1	X	X	X		X	X
Incertae	<i>Tiaris bicolor</i>	G	L	T	AA	N1	X		X			X
Incertae	<i>Salinator maximus</i>	O	L	M	B	F1E		X	X			

## ANEXO 2 Cap. 3

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	Dieta	Sens	Estrato	Habitat	Hab Esp	Bateas	Jabirú	Mana Dulce	Venadillo	Boqueron	Potosí
Incertae	<i>Saltator coerulescens</i>	O	L	M	AA	N8		X	X	X		
Incertae	<i>Saltator striatipectus</i>	O	L	M	B	F5	X	X	X	X	X	X
Emberizidae	<i>Ammodramus humeralis</i>	G	L	T	AA	N5	X	X		X		
Emberizidae	<i>Arremonops conirostris</i>	I	L	T	B	F1E	X		X		X	
Emberizidae	<i>Arremon aurantirostris</i>	O	M	T	B	F1	X		X		X	
Incertae	<i>Piranga rubra</i>	O	L	D	B	F3	X					
Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	I	M	T	B	F1		X				
Parulidae	<i>Setophaga pitiayumi</i>	I	M	D	B	F4	X					
Parulidae	<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	I	M	T	B	F1	X		X		X	X
Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	I	L	S	B	F5E	X	X	X	X	X	X
Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	O	M	D	B	F1						X
Icteridae	<i>Icterus mesomelas</i>	O	L	D	B	F5			X			
Icteridae	<i>Icterus auricapillus</i>	O	L	D	B	F5		X	X			
Icteridae	<i>Icterus nigrogularis</i>	O	L	D	B	F5		X	X	X		X
Icteridae	<i>Chrysomus icterocephalus</i>	O	M	Aq	Aq	A1		X		X		X
Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	O	L	T	B	F5			X	X		
Icteridae	<i>Sturnella militaris</i>	I	L	T	AA	N3		X		X		
Fringillidae	<i>Euphonia concinna</i>	F	L	D	B	F5	X	X	X	X	X	X
Fringillidae	<i>Euphonia laniirostris</i>	F	L	D	B	F3	X	X	X	X	X	X

## ANEXO 3 Cap. 3

Abreviaciones para cada una de las categorías de dieta, sensibilidad al impacto humano, estrato, hábitat y hábitat específico.

Abb.	Categoría	Abb.	Categoría	Abb.	Categoría
<i>Dieta</i>		<i>Estrato</i>		<i>Hab Esp</i>	
A	Aves	A	Aéreo	F1	Bosque Húmedo Tropical
CA	Carroña	C	Carnívoro	F2	Bosque Secundario
FI	Filtrador	D	Dosel	F1E	Borde Bosque Húmedo Tropical
F	Frugívoro	M	Medio	F3	Bosque de Galería
G	Granívoro	N	Nocturno	F4	Bosque Montano
H	Herpetos	S	Sotobosque	F4E	Borde de bosque montano
I	Insectívoro	T	Terrestre	F5	Bosque deciduo tropical
I/V	Insectos/Vertebrados	<i>Hábitat</i>		F5E	Borde bosque deciduo tropical
N	Néctar	Aq	Acuático	N1	Matorral Árido
O	Omnívoro	AA	Áreas Abiertas	N2	Matorral Ripario
P	Peces	B	Bosque	N3	Cultivos
<i>Sens</i>		<i>Hab Esp</i>		N4	Cerrado
L	Baja	A1	Pantanos	N5	Pastizales
M	Media	A2	Aguas Costeras	N6	Pastizal inundable
H	Alta	A3	Lagos	N7	Pastizal Templado
<i>Estrato</i>		A4	Rio	N8	Matorral de Crecimiento
Aq	Acuático	A5	Quebradas		Secundario

## ANEXO 4 Cap. 3

Resultados del ajuste de diferentes modelos a los patrones de abundancia de especies para toda la comunidad de bosque seco tropical (BST) y de cada uno de las localidades muestreadas. Se muestran los resultados para cada uno de los parámetros, la desviación entre los valores observados y los predichos por los modelos y los resultados de AIC y BIC. Las diferencias superiores a dos unidades en valores de AIC y BIC entre los modelos indican diferencias significativas. Se resalta el modelo que mejor se ajustó a la distribución observada, y los dos modelos mejor ajustados cuando no se encontró una diferencia significativa entre el ajuste de éstos.

	PAR1	PAR2	PAR3	DESVIACIÓN	AIC	BIC
<b>BST</b>						
Nulo				374.4	1000.8	1000.8
Geometrica	0.0			67.6	695.9	698.9
Lognormal	2.7	1.2		267.4	897.7	903.7
Zipf	0.1	-0.8		1037.2	1667.6	1673.5
Mandelbrot	1.4E+31	-13	325.7	60.9	693.2	702.2
<b>Bateas</b>						
Nulo				50.9	265.9	265.9
Geometrica	0.1			30.3	247.4	249.5
Lognormal	1.5	1.1		23.0	242.1	246.4
Zipf	0.2	-0.9		68.1	287.2	291.5
Mandelbrot	54.0	-2.3	13.9	6.2	227.2	233.7
<b>Potosi</b>						
Nulo				18.9	317.9	317.9
Geometrica	0.0			22.0	323.1	325.5
Lognormal	1.9	1.0		27.2	330.3	335.1
Zipf	0.1	-0.7		131.2	434.3	439.1
Mandelbrot	1.2E+11	-6.2	98.8	19.1	324.1	331.3
<b>Boqueron</b>						
Nulo				19.6	201.5	201.5
Geometrica	0.1			12.0	195.8	198.0
Lognormal	0.9	0.9		11.0	196.8	201.2
Zipf	0.1	-0.7		22.4	208.2	212.5
Mandelbrot	22.6	-2.0	16.4	4.4	192.2	198.7
<b>Mana Dulce</b>						
Nulo				15.8	431.8	431.8
Geometrica	0.0			26.6	444.6	447.3
Lognormal	2.0	0.9		35.0	455.0	460.4
Zipf	0.1	-0.7		181.2	601.2	606.7
Mandelbrot	2.1E+18	-8.5	215.8	24.2	446.2	454.4

## ANEXO 4 Cap. 3

	PAR 1	PAR 2	PAR 3	DESVIACIÓN	AIC	BIC
<b>Venadillo</b>						
Nulo				42.1	250.7	250.7
Geometrica	0.1			37.0	247.5	249.8
Lognormal	1.2	1.1		11.9	224.4	228.8
Zipf	0.2	-0.8		36.2	248.8	253.2
Mandelbrot	6.8	-1.8	9.3	17.0	231.5	238.1
<b>Jabiru</b>						
Nulo				18.4	333.7	333.7
Geometrica	0.0			33.4	350.7	353.2
Lognormal	1.7	1.0		14.8	334.2	339.2
Zipf	0.1	-0.7		92.1	411.5	416.5
Mandelbrot	1.1E+06	-4.0	65.8	28.7	350.1	357.6

## ANEXO 5 Cap. 3

**Métodos suplementarios:** explicación más detallada sobre los modelos de abundancia de especies ajustados a las comunidades de aves de BST del valle Alto del Magdalena.

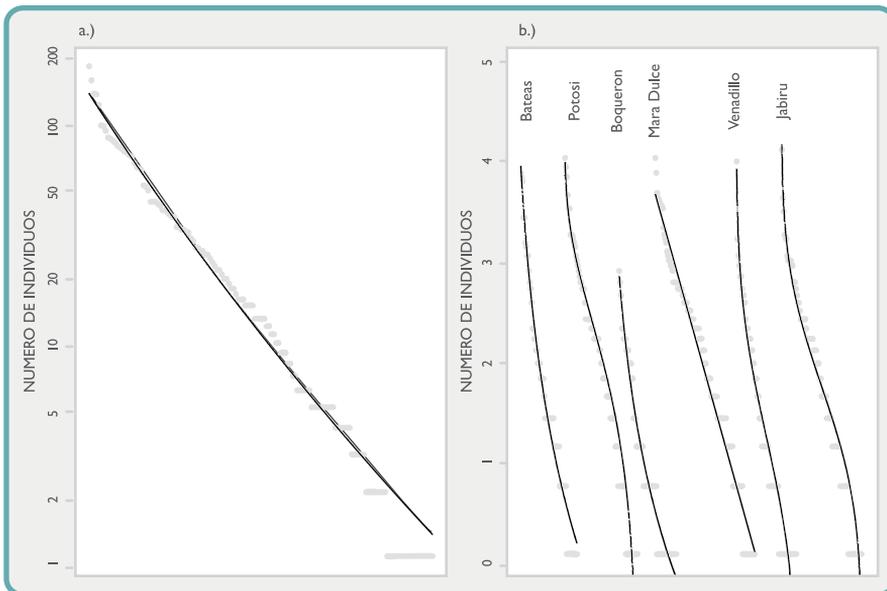
El modelo nulo equivale al modelo “*broken stick*”, en el cual la abundancia es repartida aleatoriamente entre las especies de la comunidad. Esto es análogo a romper una tabla arrojándola al piso y tomando los pedazos resultantes y asignándolo a cada una de las especies (Macarthur 1957, 1960). La tabla equivale al total de recursos disponibles en el hábitat y cada una de las porciones es la proporción de recursos utilizada por cada una de las especies. En el modelo de la serie geométrica los recursos no son repartidos al azar pero la especie más abundante es la que utiliza una fracción determinada de los recursos, la segunda especie utiliza la misma fracción de los recursos restantes y consecutivamente hasta que los recursos se agotan (Motomura 1932). El modelo log-normal asume que el logaritmo natural de la abundancia de las especies está distribuido normalmente en la comunidad y por lo tanto la abundancia es más balanceada que en los dos modelos anteriores (Preston 1948).

El modelo de Zipf es un modelo basado en las diferencias de nicho de las especies según el cual la entrada de las especies a la comunidad depende de algunas condiciones previas en el sistema. Por ejemplo, las especies pioneras requieren pocas condiciones previas y por lo tanto tienen una mayor probabilidad de estar en la comunidad con una abundancia relativa alta. En contraste, las demás especies tienen algunos requerimientos mayores y por lo tanto tienen una menor probabilidad de entrar en la comunidad y estarán representadas por un menor número de individuos en ésta (Frontier 1985, Wilson 1991).

El modelo Mandelbrot es el mismo modelo que el Zipf pero incorpora un parámetro adicional que estima la diversidad de **nichos** disponibles en el hábitat a partir del balance observado en la abundancia de las especies. Los valores altos de este parámetro indican una alta homogeneidad en la abundancia de las especies (Wilson 1991). Finalmente, para determinar el modelo que mejor se ajustaba a los datos observados, se calculó el **AIC** (Akaike Information Criterion) y **BIC** (Bayesian Information Criterion), los cuales pesan la probabilidad de que los datos estén explicados por el modelo en cuestión por el número de parámetros estimados por el mismo. Esto basado en la premisa de que una mayor cantidad de parámetros en el modelo hace que éste se ajuste mejor a los datos observados. El modelo con el menor valor de AIC y BIC es el que mejor se ajusta a los datos. Una diferencia de dos unidades entre los valores de AIC/BIC de diferentes modelos indica diferencias significativas entre el ajuste de los modelos.

## ANEXO 6 Cap. 3

Ranking de abundancia de cada una de las especies encontradas en a) el BST del valle Alto del Magdalena y b) cada una de las localidades del estudio. Los puntos grises indican los valores observados de abundancia de cada una de las especies y las líneas negras muestran los valores predichos por el modelo que mejor se ajustó a los valores observados. En las localidades donde más de un modelo se ajustó igualmente bien a los datos, se muestra sólo el modelo con menor AIC en la figura.



# ANEXO 7 Cap. 5

Distribución potencial, remanente y en áreas naturales protegidas de las especies de anfibios cuya distribución incluye el BST de Colombia y han sido evaluadas por la UICN. EN: En Peligro; VU: Vulnerable; LC: Preocupación menor.

Nombre de especie	Categoría IUCN	Rango remanente*			Rango remanente áreas naturales protegidas**							
		Rango potencial (ha)	(Ha)	%	Todas las categorías (ha)	Todas las categorías (%)	Nacionales (ha)	Nacionales (%)	Regionales (ha)	Regionales (%)	Locales (ha)	Locales (%)
<i>Agalychnis callidryas</i>	LC	0.41	0.08	18.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Allobates wayuu</i>	VU	0.14	0.14	100.00	0.14	100.00	0.14	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Espadarana prosoblepon</i>	LC	1.40	0.07	5.31	0.00	5.76	0.00	0.00	0.00	5.76	0.00	0.00
<i>Ceratophrys calcarata</i>	LC	15.34	7.61	49.59	0.89	11.73	0.86	11.33	0.03	0.40	0.00	0.00
<i>Chiasmocleis panamensis</i>	LC	15.33	5.16	33.68	0.18	3.51	0.11	2.22	0.03	0.60	0.04	0.70
<i>Sachatamia punctulata</i>	VU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Colostethus ruthveni</i>	EN	0.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Craugastor fitzingeri</i>	LC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Craugastor longirostris</i>	LC	1.42	1.09	76.87	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
<i>Craugastor raniformis</i>	LC	8.77	2.58	29.47	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00
<i>Dendrobates truncatus</i>	LC	2.39	1.85	77.53	0.03	1.51	0.00	0.00	0.03	1.51	0.00	0.00
<i>Dendropsophus ebraccatus</i>	LC	2.85	0.05	1.80	0.02	39.65	0.00	0.00	0.02	39.65	0.00	0.00
<i>Dendropsophus microcephalus</i>	LC	29.23	13.85	47.39	1.20	8.69	0.94	6.80	0.23	1.63	0.04	0.26
<i>Dendropsophus phlebotodes</i>	LC	1.69	0.14	8.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dendropsophus subocularis</i>	LC	1.10	0.07	6.37	0.00	0.41	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00
<i>Elachistocleis ovalis</i>	LC	28.59	14.23	49.77	1.29	9.08	1.08	7.62	0.17	1.21	0.04	0.26
<i>Engystomops pustulosus</i>	LC	32.71	15.89	48.59	1.16	7.30	0.94	5.93	0.18	1.14	0.04	0.23
<i>Gastrotheca niceferi</i>	LC	0.82	0.35	43.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Hyalinobatrachium colymbiphylum</i>	LC	0.86	0.02	2.20	0.00	2.39	0.00	0.00	0.00	2.39	0.00	0.00
<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i>	LC	5.51	2.39	43.42	0.02	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.89
<i>Hyloscirtus palmeri</i>	LC	0.55	0.09	16.33	0.00	5.11	0.00	0.00	0.00	5.11	0.00	0.00
<i>Hyloxalus bocagei</i>	LC	0.01	0.01	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Hyloxalus vergeli</i>	VU	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Hypsiboas boans</i>	LC	1.89	0.03	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Hypsiboas crepitans</i>	LC	46.10	19.05	41.32	1.40	7.37	1.08	5.69	0.28	1.49	0.04	0.19
<i>Hypsiboas pugnax</i>	LC	22.28	8.51	38.18	0.23	2.75	0.11	1.34	0.08	0.98	0.04	0.43
<i>Hypsiboas rosenbergi</i>	LC	0.04	0.01	12.79	0.00	73.14	0.00	0.00	0.00	73.14	0.00	0.00
<i>Leptodactylus insularum</i>	LC	31.51	15.21	48.26	1.35	8.85	1.08	7.13	0.22	1.48	0.04	0.24
<i>Leptodactylus colombiensis</i>	LC	13.77	2.66	19.29	0.08	3.00	0.04	1.46	0.04	1.54	0.00	0.00
<i>Leptodactylus fragilis</i>	LC	12.47	5.90	47.29	0.04	0.63	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.62
<i>Leptodactylus fuscus</i>	LC	48.91	18.85	38.54	1.40	7.45	1.08	5.75	0.28	1.50	0.04	0.19
<i>Leptodactylus poecilochilus</i>	LC	16.81	9.14	54.37	0.99	10.86	0.83	9.06	0.13	1.40	0.04	0.40
<i>Leptodactylus savagei</i>	LC	0.89	0.89	100.00	0.63	70.12	0.63	70.12	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lithobates vaillanti</i>	LC	4.11	0.93	22.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Nelsonophryne aterrima</i>	LC	3.83	1.80	46.92	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00
<i>Phyllomedusa venusta</i>	LC	14.82	5.68	38.31	0.15	2.56	0.11	2.02	0.03	0.55	0.00	0.00
<i>Pipa parva</i>	LC	0.09	0.08	94.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pleurodema brachyops</i>	LC	24.79	11.44	46.13	1.35	11.84	1.08	9.48	0.23	2.04	0.04	0.32
<i>Pristimantis achatinus</i>	LC	2.68	1.42	52.90	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00

## ANEXO 7 Cap. 6

Nombre de especie	Categoría IUCN	Rango remanente*			Rango remanente áreas naturales protegidas**							
		Rango potencial (ha)	(Ha)	%	Todas las categorías (ha)	Todas las categorías (%)	Nacionales (ha)	Nacionales (%)	Regionales (ha)	Regionales (%)	Locales (ha)	Locales (%)
<i>Pristimantis gagei</i>	LC	5.28	1.78	33.79	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00
<i>Pristimantis palmeri</i>	LC	0.89	0.03	3.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pristimantis taeniatus</i>	LC	3.13	0.02	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pristimantis viejas</i>	LC	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pristimantis wniagram</i>	LC	15.38	1.56	10.17	0.07	4.56	0.04	2.49	0.03	2.07	0.00	0.00
<i>Pseudis paradoxa</i>	LC	19.15	8.59	44.86	0.18	2.12	0.11	1.33	0.03	0.36	0.04	0.43
<i>Pseudopaludicola pusilla</i>	LC	7.07	2.62	37.02	0.23	8.82	0.00	0.00	0.19	7.42	0.04	1.40
<i>Elachistocleis pearsei</i>	LC	30.31	14.51	47.87	1.35	9.33	1.08	7.47	0.23	1.61	0.04	0.25
<i>Rhaebo haematiticus</i>	LC	2.24	0.35	15.71	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
<i>Rheobates palmatus</i>	LC	0.54	0.06	10.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Rhinella humboldti</i>	LC	32.31	16.12	49.89	1.35	8.40	1.08	6.73	0.23	1.45	0.04	0.23
<i>Rhinella marina</i>	LC	27.57	12.40	44.96	1.35	10.92	1.08	8.75	0.23	1.88	0.04	0.29
<i>Scarthyra vigilans</i>	LC	15.09	7.38	48.88	0.07	0.98	0.00	0.02	0.03	0.47	0.04	0.49
<i>Scinax rostratus</i>	LC	18.06	7.16	39.63	0.18	2.54	0.11	1.60	0.03	0.43	0.04	0.51
<i>Scinax ruber</i>	LC	32.05	16.22	50.62	1.35	8.35	1.08	6.68	0.23	1.44	0.04	0.23
<i>Scinax xsignatus</i>	LC	15.95	5.48	34.39	0.18	3.31	0.11	2.09	0.03	0.56	0.04	0.67
<i>Smilisca phaeota</i>	LC	0.19	0.02	7.96	0.00	28.24	0.00	0.00	0.00	28.24	0.00	0.00
<i>Smilisca sula</i>	LC	8.49	2.14	25.16	0.14	6.79	0.11	5.36	0.03	1.43	0.00	0.00
<i>Trachycephalus typhonius</i>	LC	24.97	11.32	45.32	1.32	11.64	1.08	9.58	0.23	2.06	0.00	0.00
<i>Eleutherodactylus johnstonei</i> -	LC											
<i>Lithobates catesbeianus</i> -	LC	15.97	3.91	24.50	0.14	3.56	0.12	3.04	0.02	0.52	0.00	0.00

\* **Rango de distribución geográfica de la especie en vegetación natural remanente:** Valores obtenidos a partir de la superposición espacial entre (a) las distribuciones potenciales basadas en concepto experto de las especies evaluadas por la IUCN (IUCN. 2013. Red List Spatial Data. Version 2012.1. <http://www.iucnredlist.org/technical-documents/spatial-data>) con (b) el mapa de Bosque Seco Tropical de Colombia (IAvH. 2012. Portafolio de restauración del BST en Colombia en escala 1:100.000).

\*\* **Rango de distribución geográfica en vegetación natural remanente dentro de áreas naturales protegidas:**

Valores obtenidos a partir de la superposición espacial entre (a) y (b) con (c) las áreas naturales protegidas de Colombia (Vásquez y Serrano 2009).

- Especie exótica e invasora de anfibio dentro del BST de Colombia

Cabe resaltar que las especies que no tenían un polígono de distribución asociado en la base de datos de la IUCN, no fueron consideradas para este análisis.

## GLOSARIO

- **Acuaporinas:** proteínas de la membrana encargadas de transportar el agua a través de los compartimientos celulares. Están presentes en todos los seres vivos y son fundamentales para la regulación hídrica de los mismos.
- **Anemocoría:** dispersión de semillas por el viento.
- **Autocoría:** dispersión de semillas por parte de la planta misma generalmente con ayuda de algún factor ambiental. Por ejemplo, una baja humedad relativa en un ambiente seco puede hacer explotar algunos frutos que lanzan las semillas lejos del árbol parental.
- **Criterio de información Akaike (AIC):** medida de la calidad relativa de un modelo estadístico para un conjunto de datos. Se utiliza para seleccionar el modelo que mejor se ajusta a un conjunto de datos determinado.
- **Alisios:** vientos que soplan todo el año en las capas bajas de la atmósfera desde los trópicos hacia el ecuador, en dirección noreste en el hemisferio norte y en dirección sureste en el hemisferio sur.
- **Arcillolitas:** rocas sedimentarias de origen detrítico. Son compactas, sin fisilidad o laminación, y están formadas por partículas del tamaño de la arcilla.
- **Arenitas calcáreas:** rocas formadas por la consolidación de arenas calcáreas.
- **Asíntota:** porción de una curva que se convierte en línea de manera que la distancia entre la curva y la línea se acerca a 0 hacia el infinito.
- **Aspectos tróficos:** relaciones de depredación de una cadena trófica de un ecosistema en particular. Los organismos dentro de una cadena trófica pueden ser presa y/o consumidores.
- **Autoincompatible:** incapacidad de una planta hermafrodita para producir semillas por autopolinización.
- **Basaltos:** rocas ígneas de grano fino en las que predominan los minerales de color oscuro que consisten de más del 50% de feldespatos, plagioclasa y silicatos ferromagnesianos.
- **Biogeografía:** estudio sobre la distribución de los organismos en el planeta, los procesos evolutivos que la han originado, y los factores que la modifican.
- **Buzamiento:** ángulo que forma la línea de máxima pendiente de una superficie en un estrato, filo, o falla con su proyección sobre el plano horizontal.
- **Cámara trampa:** cámara automatizada que se activa por medio de un sensor de movimiento y/o calor, capturando imágenes fotográficas de animales en estado salvaje.
- **Campo sujo:** tipo de cerrado que se caracteriza por presentar vegetación con fisionomía herbácea con algunos arbustos dispersos.
- **Capilaridad:** tendencia de un líquido de subir o bajar en un tubo capilar o un material absorbente como resultado de la tensión de la superficie del mismo.
- **Caatinga:** ecoregión seca del noreste brasileiro que se caracteriza por presentar arbustos xerofíticos, bosques achaparrados de espinas, y especies suculentas como los cactus.

- **Cebo:** sustancia o alimento que imita a una presa y se utiliza para atraer a un depredador.
- **Cerrado:** amplia ecorregión de la sabana tropical de Brasil que se caracteriza por tener suelos infértiles y una fuerte estacionalidad de lluvias. Al igual que el bosque seco tropical, este ecosistema presenta una estación seca y una de lluvias. Cuenta con una enorme biodiversidad y una fisonomía variada que va desde áreas despejadas donde dominan los pastos que carecen de vegetación leñosa, hasta densas formaciones arbóreas. Se originó hace 8 a 4 millones de años, lo cual coincide con el surgimiento y la expansión de los biomas dominados por los pastos  $C_4$ .
- **Coexistencia:** presencia de mecanismos que evitan que se cumpla el supuesto de exclusión competitiva por medio del cual las especies más competitivas excluyen a las menos competitivas dentro de una comunidad.
- **Competencia interespecífica:** competencia entre individuos de diferentes especies.
- **Competencia intraspecífica:** competencia entre individuos de una misma especie.
- **Comunidad:** conjunto de organismos de todas las especies que coexisten en un ecosistema.
- **Conectividad estructural:** grado de movimiento de las especies y/o de procesos ecológicos que se da por la continuidad entre los ecosistemas en un paisaje fragmentado.
- **Coraza laterítica:** horizonte de suelo endurecido que se forma como resultado de la acumulación residual de hierro, aluminio, óxido de hierro o pisolitos.
- **Cronosecuencia sucesional:** conjunto de sitios que representan un gradiente en el tiempo en el proceso de sucesión ecológica de un ecosistema.
- **Diplopodo:** clase de artrópodos dentro del subphylum Myriapoda que se caracterizan por tener dos pares de patas en cada uno de sus segmentos corporales. Su nombre común es “milpies”, y tienen de 36 a 1000 patas. Su cuerpo es cilíndrico o aplanado, se mueven lento y la mayoría son detritívoros, es decir que se alimentan de hojas y otro tipo de material vegetal en descomposición.
- **Diversidad alfa:** diversidad biológica o riqueza de especies en una unidad de paisaje o un hábitat determinado.
- **Diversidad beta:** diversidad biológica o recambio de especies a lo largo de gradientes o entre distintos tipos de hábitat.
- **Diversidad gamma:** diversidad biológica o riqueza de especies para una región. Incluye las diversidades alfa y beta.
- **Dosel:** estrato superior de un bosque que comprende la región de las copas de los árboles.
- **Ejemplar tipo:** ejemplar de referencia en una colección biológica sobre el cual se ha realizado la descripción de una especie determinada.
- **Endemismo:** característica ecológica de las especies que ocurren únicamente en una localidad geográfica definida como una isla, un tipo de ecosistema o un país determinado.

- **Ensamblaje:** composición de una comunidad de organismos que está determinada por los recursos disponibles, la competencia entre especies y las presiones antropogénicas.
- **Escarceo:** formación de pequeñas olas ampolladas que se levantan en los parajes donde hay corrientes.
- **Especie(s) endémica(s):** especies de distribución limitada a un área geográfica reducida, y que no se encuentran naturalmente en ninguna otro lugar del planeta.
- **Evapotranspiración:** pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa además de la pérdida de agua por transpiración de la vegetación.
- **Grupo funcional:** grupo de especies que desempeñan un papel ecológico parecido dentro de una comunidad, o que son similares en sus atributos o respuesta a los disturbios.
- **Hongo quitridio (*Batrachochytrium dendro-batidis*):** hongo microscópico parásito que infecta la piel, afectando el equilibrio osmótico de los anfibios adultos, a los que mata en pocos meses. La infección de este hongo es la causa principal de los declives de poblaciones silvestres de anfibios en todo el mundo.
- **Ígneos:** volcánicos; procedentes de la masa en fusión existente en el interior de la Tierra.
- **Isoyeta:** curva que en un mapa une los puntos que reciben la misma cantidad de precipitación en un tiempo determinado.
- **Médano:** duna o montón de arena que se acumula a nivel del agua, en lugares donde algún cuerpo de agua tiene poca profundidad.
- **Metacomunidad:** red de comunidades locales conectadas por eventos de dispersión de una o varias especies.
- **Nicho:** conjunto de factores ambientales y recursos que le permiten sobrevivir a un organismo en un hábitat particular. El nicho también incluye todas las interacciones bióticas de los organismos dentro de una comunidad que incluyen competencia, depredación, parasitismo y mutualismo.
- **Orobioma:** bioma que se caracteriza por la presencia de montañas que cambian el régimen hídrico y forman cinturones o fajas de vegetación a través de un gradiente altitudinal.
- **Orogenia:** formación de las montañas.
- **Osmosis:** movimiento espontáneo de moléculas de un solvente a través de una membrana semipermeable hacia una región más concentrada en el sentido en que se equilibre la concentración del soluto en ambos lados de la membrana.
- **Parámetros poblacionales:** características de una población. Por ejemplo, el tamaño de la población y la media y varianza asociada a alguna medida de la población (e.g. tamaño de los individuos y número de crías).
- **Plantas Nodrizas:** plantas que al establecerse dan protección o recursos a otras plantas en ambientes bajo condiciones difíciles, facilitando así su establecimiento.
- **Población:** conjunto de organismos de la misma especie que viven en un lugar determinado y que poseen características propias del grupo que no tienen los individuos que lo conforman.

● **Población fuente:** subpoblación “fuente” donadora de individuos que se sostiene a sí misma pero también a otras subpoblaciones.

● **Población sumidero:** subpoblación que depende de una subpoblación “fuente” y que no sobreviviría en caso de desaparecer la fuente.

● **Polinización cruzada:** polinización dada por el transporte de polen entre flores de individuos diferentes.

● **Regeneración:** proceso de cambio gradual que se da en un ecosistema cuando una comunidad natural es reemplazada por otra. Principalmente, es la capacidad de recuperación de un ecosistema natural después de un disturbio significativo. Este proceso generalmente comienza con el establecimiento de especies pioneras de plantas de semillas pequeñas dispersadas por el viento de crecimiento rápido, y continúa con el establecimiento de especies de semillas más grandes de crecimiento lento.

● **Selección:** factor natural o artificial que reduce el éxito reproductivo de una proporción de la población, mientras aumenta el número de individuos con rasgos o ventajas adaptativas.

● **Sotobosque:** estrato inferior que crece sobre el suelo de los bosques y consiste en una mezcla de hojarasca, plántulas, individuos juveniles, arbustos y hierbas.

● **Sucesión secundaria:** sucesión ecológica o regeneración natural que se da en un ecosistema por su propia dinámica interna después de una perturbación grande como un incendio, una inundación, o la tala de un bosque.

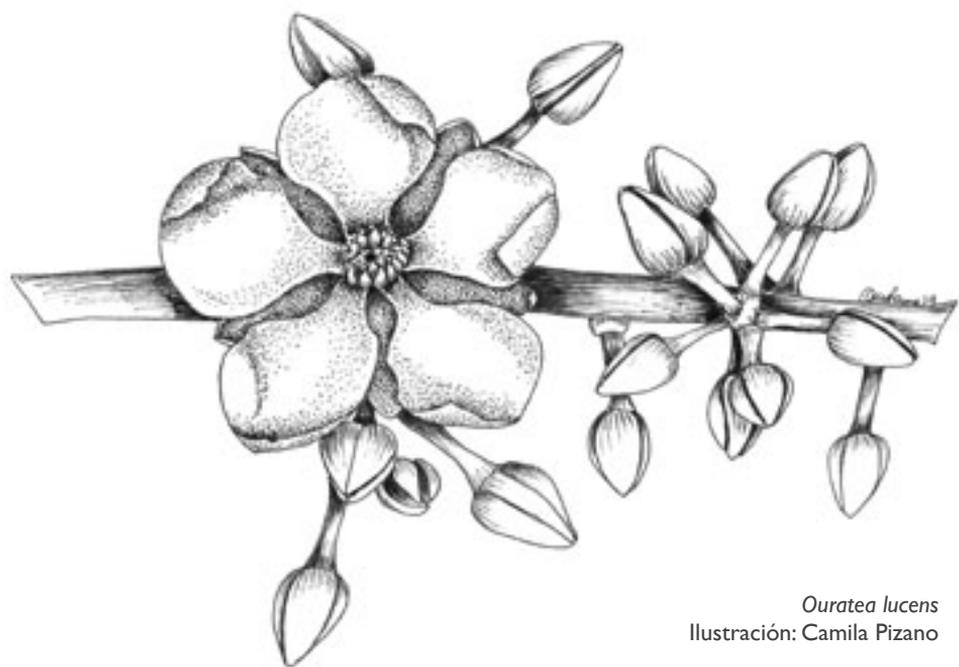
● **Transporte facilitado:** proceso de difusión transmembranal que se da cuando las moléculas pasan a través de la bicapa de fosfolípidos por medio de la ayuda de las proteínas de transporte de las membranas celulares.

● **Variación clinal:** cambio gradual de rasgos fenotípicos de una misma especie a lo largo de gradientes ambientales.



*Quadrella odoratissima*  
Ilustración: Camila Pizano





*Ouratea lucens*  
Ilustración: Camila Pizano



**Nuestras Publicaciones**  
Las publicaciones del Instituto Humboldt divulgan el conocimiento sobre la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad de Colombia, para provecho de su sociedad y hacen parte de sus estrategias institucionales de comunicación, educación y conciencia pública.

[www.humboldt.org.co](http://www.humboldt.org.co)  
[publicaciones@humboldt.org.co](mailto:publicaciones@humboldt.org.co)  
[editor@humboldt.org.co](mailto:editor@humboldt.org.co)



**MinAmbiente**  
Ministerio del Ambiente,  
Pneumático Sostenible

**PROSPERIDAD  
PARA TODOS**

