



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**ANÁLISIS FLORÍSTICO, ESTRUCTURAL Y
BIOTIPOLOGICO FOLIAR DE LA VEGETACIÓN LEÑOSA
EN BOSQUES RIBEREÑOS DE LA CUENCA BAJA DEL
RÍO PAUTO (CASANARE-COLOMBIA)**

Diego Mauricio Cabrera Amaya

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Departamento de Biología
Bogotá, Colombia

2014

ANÁLISIS FLORÍSTICO, ESTRUCTURAL Y BIOTIPOLOGÍCO FOLIAR DE LA VEGETACIÓN LEÑOSA EN BOSQUES RIBEREÑOS DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO PAUTO (CASANARE-COLOMBIA)

Diego Mauricio Cabrera Amaya

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ciencias Biología

Director:

M.Sc. Orlando Rivera Díaz

Línea de Investigación:

Ecología

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Departamento de Biología
Bogotá, Colombia

2014

TÍTULO EN INGLÉS

**FLORISTIC, STRUCTURAL AND LEAF BIOTYOLOGICAL
ANALISYS OF WOODY VEGETATION IN THE RIPARIAN
FORESTS OF PAUTO RIVER -LOWER BASIN-
(CASANARE-COLOMBIA)**

Diego Mauricio Cabrera Amaya

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Departamento de Biología
Bogotá, Colombia
2014

...A la memoria de un árbol verdadero...

Agradecimientos

Quiero agradecer de manera especial al profesor Orlando Rivera Díaz por la dirección de esta investigación; a la Fundación Yoluka, en cabeza de los biólogos Carolina Mora-Fernández, Jhon Alexander Infante-Betancour y Teddy Germán Angarita, y a la Fundación Horizonte Verde, en cabeza de Lourdes Peñuela, por la financiación y apoyo logístico del proyecto; al jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis por el apoyo económico que realizó al proyecto a través del programa de estímulos a la investigación Thomas van der Hammen en su primera edición; a la Universidad Nacional de Colombia por el espacio de preparación académica y profesional; al Herbario Nacional Colombiano (COL), en cabeza del profesor Carlos Parra (administrador general del Herbario Nacional durante el desarrollo de este trabajo) por la colaboración en el procesamiento del material vegetal y la consulta del herbario; y finalmente a los profesionales Francisco Castro, Laura Judith Giraldo, Eliana Katherine García y Jorge Fung Uceda por su valiosa colaboración en campo, en el herbario y en la fase de laboratorio.

Adicionalmente agradezco a mi familia y mis amigos más cercanos Francisco, Jhon, Carlos, Mauricio, Vladimir y Felipe por su apoyo constante y valiosos consejos durante el curso de esta maestría y el desarrollo de esta investigación.

Estructura del documento

El cuerpo del presente escrito se encuentra organizado con una sección introductoria general que constituye el capítulo 1, una sección de resultados conformada por los capítulos 2, 3 y 4, y finalmente la síntesis de la investigación en el capítulo 5.

En el capítulo 1 se presenta el problema, los objetivos, los antecedentes y el marco conceptual en donde se describen brevemente los fundamentos teóricos de la investigación.

Los capítulos 2, 3 y 4 se presentan en forma de artículos científicos independientes de acuerdo con las recomendaciones del Sistema Nacional de Bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia; de esta forma se facilita su redacción con miras a una posterior presentación a una revista científica. De acuerdo con esto, cada capítulo cuenta con toda la información pertinente para su comprensión independientemente de los otros capítulos.

Finalmente, el capítulo de síntesis relaciona brevemente los principales resultados y conclusiones en un contexto integral a la luz de los componentes florístico, estructural y biotipológico.

Resumen

Se realizó el análisis de la composición, la estructura y la biotipología foliar de la vegetación leñosa en la cuenca baja del río Pauto (Casanare-Colombia). Se evaluó la composición y estructura de la vegetación a través de colecciones generales y parcelas de 20x50 m y se recolectaron muestras de hojas de un individuo por especie en cada parcela para evaluar la biotipología foliar; el material recolectado se procesó y se depositó en el Herbario Nacional Colombiano (COL). Se registraron 79 familias, 207 géneros y 279 especies. Las familias más ricas en especies fueron: Rubiaceae; Euphorbiaceae, Fabaceae, Moraceae y Sapindaceae, y los géneros más ricos fueron *Casearia*, *Ficus*, *Piper*, *Tillandsia* y *Annona*. Los levantamientos de las llanuras aluviales de desborde presentan diferencias florísticas con las llanuras eólicas. La mayor parte de las especies presenta una amplia distribución en el norte de Suramérica. Con respecto a la estructura, la distribución de clases diamétricas presentó una curva en forma de j invertida, mientras que la distribución de clases altimétricas mostró una tendencia unimodal. Las especies con mayores valores de importancia fueron *Attalea butyracea*, *Euterpe precatoria*, *Clarisia biflora*, *Mauritia flexuosa*, *Sloanea terniflora*, *Sarcaulus brasiliensis*, *Discocarpus spruceanus*, *Maquira coriácea*, *Dendropanax arboreus* y *Vitex orinocensis*. Hay un predominio de la cobertura en el estrato arbóreo y un estado sucesional temprano, aunque está más avanzado en bosques de vega que bosques de galería o en morichales. El patrón biotipológico foliar responde básicamente al clima y se presenta como hojas mesófilas, simples, alternas, con forma alargada, ápice puntiformes, base angulada, margen entero, área foliar específica (AFE) media-baja y esclerofilia y succulencia bajas. Las especies se agrupan en 10 conjuntos y se destaca una estrategia de uso de los recursos basada en la producción de biomasa de acuerdo con la relación compensatoria: alta AFE y baja esclerofilia.

Palabras clave: bosque de vega, bosque de galería, morichales, distribución, valor de importancia, área foliar específica, grupo funcional

Abstract

Analysis of the composition, structure and leaf biotypology of woody vegetation was performed in the lower river basin Pauto (Casanare, Colombia). The composition and structure of vegetation were evaluated through general collections and 20x50 m plots, and leaf samples were collected from one individual per species in each plot to assess the foliar biotypology; the collected material was processed and deposited in the Herbario Nacional Colombiano (COL). 79 families, 207 genera and 279 species were recorded. The richest families in species were: Rubiaceae; Euphorbiaceae, Fabaceae, Moraceae and Sapindaceae, and the richest genera were *Casearia*, *Ficus*, *Piper*, *Tillandsia* and *Annona*. The uprisings of floodplains have floristic differences overflow with eolic plains. Most of the species is widely distributed in northern South America. Regarding the structure, diameter class distribution curve provided an inverted J-shaped, while the distribution of altimetric classes showed a unimodal trend. The species with highest importance values were *Attalea butyracea*, *Euterpe precatoria*, *Clarisia biflora*, *Mauritia flexuosa*, *Sloanea terniflora*, *Sarcaulus brasiliensis*, *Discocarpus spruceanus*, *Maquira coriacea*, *Dendropanax arboreus* and *Vitex orinocensis*. There is a predominance of cover in the tree layer and an early successional stage, although it is more advanced in floodplains forests that gallery forests or *morichales*. Biotyping leaf pattern responds substantially to the climate and is presented as mesophilic, simple, alternate leaves, elongated, pinpoint apex, angled base, margin entire, specific leaf area (SLA) medium-low and low sclerophylly and succulence. The species are grouped in 10 sets and stands out a strategy for resource use based on biomass production according to the compensatory relationship: AFE high and low sclerophyllous.

Keywords: floodplain forest, gallery forest, morichales, distribution, importance value, specific leaf area, functional group

Contenido

| | Pág. |
|--|--------------|
| Estructura del documento | XI |
| Resumen | XIII |
| Abstract..... | XIV |
| Lista de figuras..... | XVIII |
| Lista de tablas | XXI |
| Lista de anexos | XXII |
| 1. Introducción | 25 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 25 |
| 1.1 Objetivos..... | 26 |
| 1.1.1 Objetivo general | 26 |
| 1.1.2 Objetivos específicos | 26 |
| 1.2 Preguntas de investigación | 27 |
| 1.3 Antecedentes..... | 27 |
| 1.3.1 Composición y estructura de los bosques ribereños | 27 |
| 1.3.2 Ecología de bosques ribereños | 29 |
| 1.4 Marco conceptual | 29 |
| 1.4.1 Generalidades sobre los bosques ribereños | 29 |
| 1.4.2 Rasgos de historia de vida y biotipología foliar..... | 32 |
| 1.5 Área de estudio..... | 36 |
| 1.5.1 Contexto geomorfológico de los bosques en las llanuras aluviales de Arauca y Casanare..... | 36 |
| 1.5.2 Aspectos climáticos..... | 38 |
| 1.5.3 Puntos de muestreo | 38 |
| 1.6 Literatura citada | 42 |
| 1.7 Anexos | 50 |
| 2. Composición florística de los bosques ribereños de la cuenca baja del Río Pauto (Casanare-Colombia)..... | 52 |
| 2.1 Resumen | 52 |
| 2.2 Abstract | 53 |
| 2.3 Introducción | 53 |
| 2.4 Materiales y Métodos..... | 55 |
| 2.4.1 Área de estudio | 55 |
| 2.4.2 Fase de campo | 55 |
| 2.4.3 Fase de laboratorio | 56 |
| 2.4.4 Análisis de la información..... | 56 |
| 2.5 Resultados..... | 57 |
| 2.5.1 Catálogo de la flora vascular de los bosques ribereños de la cuenca baja del Río Pauto (Casanare-Colombia) | 57 |

| | | |
|--|--|------------|
| 2.5.2 | Riqueza ponderada | 77 |
| 2.5.3 | Patrones generales de diversidad y riqueza | 77 |
| 2.5.4 | Patrones de diversidad y riqueza por ambiente | 81 |
| 2.5.5 | Patrones generales de distribución de las especies | 84 |
| 2.5.1 | Especies amenazadas | 86 |
| 2.6 | Discusión | 87 |
| 2.6.1 | Riqueza ponderada | 87 |
| 2.6.2 | Patrones generales de diversidad y riqueza | 87 |
| 2.6.3 | Patrones de diversidad y riqueza por ambiente | 90 |
| 2.6.4 | Patrones generales de distribución de las especies | 91 |
| 2.6.5 | Especies amenazadas | 92 |
| 2.7 | Conclusiones | 93 |
| 2.8 | Literatura citada | 94 |
| 2.9 | Anexos | 101 |
| 3. Estructura de la vegetación leñosa en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto (Casanare-Colombia) | | 119 |
| 3.1 | Resumen | 119 |
| 3.2 | Abstract | 120 |
| 3.3 | Introducción | 120 |
| 3.4 | Materiales y Métodos | 122 |
| 3.4.1 | Área de estudio | 122 |
| 3.4.2 | Fase de campo | 122 |
| 3.4.3 | Fase de laboratorio y Métodos de análisis | 122 |
| 3.5 | Resultados | 123 |
| 3.5.1 | Valores de importancia | 123 |
| 3.5.2 | Estructura horizontal | 124 |
| 3.5.3 | Estructura vertical | 128 |
| 3.6 | Discusión | 137 |
| 3.6.1 | Valores de importancia | 137 |
| 3.6.2 | Estructura horizontal | 137 |
| 3.6.3 | Estructura vertical | 138 |
| 3.7 | Conclusiones | 142 |
| 3.8 | Literatura citada | 143 |
| 3.9 | Anexos | 146 |
| 4. Biotipología foliar de la vegetación leñosa de bosques ribereños en la cuenca baja del Río Pauto (Casanare-Colombia) | | 159 |
| 4.1 | Resumen | 159 |
| 4.2 | Abstract | 160 |
| 4.3 | Introducción | 160 |
| 4.4 | Materiales y Métodos | 162 |
| 4.4.1 | Área de estudio | 162 |
| 4.4.2 | Fase de campo | 162 |
| 4.4.3 | Fase de laboratorio | 163 |
| 4.4.4 | Análisis de la información | 166 |
| 4.5 | Resultados | 167 |
| 4.5.1 | Descripción general de las variables morfológicas | 167 |
| 4.5.2 | Agrupamiento de especies por biotipología foliar | 171 |
| 4.5.3 | Variación morfoecológica entre grupos de especies | 174 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 4.6 | Discusión | 176 |
| 4.6.1 | Variables morfológicas | 176 |
| 4.6.1 | Agrupamiento de especies | 178 |
| 4.6.2 | Variación morfoecológica entre grupos foliares | 179 |
| 4.7 | Conclusiones | 182 |
| 4.8 | Literatura citada | 183 |
| 4.9 | Anexos | 187 |
| 5. | Síntesis | 195 |
| | Recomendaciones finales | 196 |

Lista de figuras

| | Pág. |
|--|------|
| Figura 1-1. Contexto general de los bosques ribereños en el paisaje de sabanas inundables de la cuenca baja del río Pauto. | 32 |
| Figura 1-2. A) Ápice acuminado de <i>Faramea occidentalis</i> (Barro Colorado, Panamá), modificado de Burd (2007). B) Esquema de las zonas con actividad fotosintética en una hoja inmadura de <i>Liquidambar styraciflua</i> (Carolina del Norte, EE.UU.), modificado de Baker-Brosh & Peet (1997)..... | 35 |
| Figura 1-3. Variación de los ápices puntiformes en el gradiente altitudinal de la cordillera Occidental colombiana, tomado de Tafur & Rangel-Ch. (2005). | 36 |
| Figura 1-4. Corte esquemático de sedimentación superficial a través de Boyacá y Casanare, modificado de Goosen (1964). | 37 |
| Figura 1-5. Principales paisajes encontrados en la cuenca baja del río Pauto, modificado de Goosen (1964)..... | 39 |
| Figura 1-6. Mapa del área de estudio, en gris oscuro aparecen los municipios de la cuenca baja del río Pauto (Google Earth 2013). | 40 |
| Figura 2-1. Similitud de los levantamientos en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto utilizando el índice de Sorensen. E = Llanura eólica, A = Llanura aluvial de desbrote, VP = Vega del Pauto, VM = Vega del Meta, G = Galería, M = Morichal. . | 82 |
| Figura 2-2. Patrones de distribución de las especies encontradas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto. A) Por regiones naturales de América (en orden latitudinal), B) Por amplitud del rango altitudinal. | 85 |
| Figura 3-1. Índice de valor de importancia por especies. A) Subpaisaje Llanura eólica de la cuenca baja del río Pauto. B) Subpaisaje Llanura aluvial de desborde. | 125 |

| | |
|---|-----|
| Figura 3-2. Especies con los mayores DAP por tipo de bosque en la cuenca baja del río Pauto..... | 126 |
| Figura 3-3. Clases de DAP para los diferentes tipos de bosque de la cuenca baja del río Pauto. A-D) Subpaisaje Llanura eólica. A) Bosque de vega del río Pauto. B) Bosque de vega del río Meta. C) Bosque de galería. D) Morichal. E-F) Subpaisaje Llanura aluvial de desborde. E) Bosque de vega del río Pauto. F) Bosque de galería..... | 127 |
| Figura 3-4. Especies con los mayores alturas por tipo de bosque en la cuenca baja del río Pauto..... | 128 |
| Figura 3-5: Clases de altura para los diferentes tipos de bosque de la cuenca baja del río Pauto. A-D) Subpaisaje Llanura eólica. A) Bosque de vega del río Pauto. B) Bosque de vega del río Meta. C) Bosque de galería. D) Morichal. E-F) Subpaisaje Llanura aluvial de desborde. E) Bosque de vega del río Pauto. F) Bosque de galería..... | 130 |
| Figura 3-6: Diagrama de estratos de Ogawa para los diferentes tipos de bosque de la cuenca baja del río Pauto. A-D) Subpaisaje Llanura eólica. A) Bosque de vega del río Pauto. B) Bosque de vega del río Meta. C) Bosque de galería. D) Morichal. E-F) Subpaisaje Llanura aluvial de desborde. E) Bosque de vega del río Pauto. F) Bosque de galería. | 131 |
| Figura 3-7: Diagrama estructural de los bosques de vega del Pauto en el subpaisaje de llanura eólica de la cuenca baja del río Pauto..... | 133 |
| Figura 3-8: Diagrama estructural de los bosques de vega del río Meta en el subpaisaje de llanura eólica de la cuenca baja del río Pauto..... | 133 |
| Figura 3-9: Diagrama estructural de los bosques de galería en el subpaisaje de llanura eólica de la cuenca baja del río Pauto. | 134 |
| Figura 3-10: Diagrama estructural de los Morichales en el subpaisaje de llanura eólica de la cuenca baja del río Pauto. | 134 |
| Figura 3-11: Diagrama estructural de los bosques de vega del río Pauto en el subpaisaje de llanura aluvial de desborde de la cuenca baja del río Pauto. | 136 |
| Figura 3-12: Diagrama estructural de los bosques de galería en el subpaisaje de llanura aluvial de desborde de la cuenca baja del río Pauto..... | 136 |
| Figura 4-1. A) Esquema del montaje para la digitalización del área foliar. B) Cámara fotográfica utilizada en la medición del área. | 166 |

- Figura 4-2. Frecuencia de las formas de crecimiento en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.167
- Figura 4-3. Frecuencia de los diferentes estados de las variables foliares morfológicas en la bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto. A) Disposición o filotaxis, B) Forma de la lámina, C) Forma del ápice, D) Forma de base, E) Tipo de margen, F) Área foliar.170
- Figura 4-4. Dendrograma inicial del análisis de conglomerados con los 50 primeros nodos de las especies leñosas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.171
- Figura 4-5. Patrón biotipológico foliar y variables morfoecológicas mejor representadas dentro de los grupos de especies en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.....174
- Figura 4-6. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis (izq.) y comparaciones por pares de Mann-Whitney (der.) entre grupos foliares (*El número 1 indica diferencias significativas según la prueba de Mann-Whitney ($p < 0,05$)). A) Área foliar específica (AFE); B) % Esclerofilia; C) Suculencia.175

Lista de tablas

Pág.

| | |
|---|-----|
| Tabla 1-1. Descripción de los puntos de muestreo en la cuenca baja del río Pauto. E = Llanura eólica, A = Llanura aluvial de desbrode, VP = Vega del Pauto, VM = Vega del Meta, G = Galería, M = Morichal. | 41 |
| Tabla 2-1. Distribución de riqueza de plantas vasculares a nivel de géneros por familia, especies por género y especies por familia en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto. | 77 |
| Tabla 2-2. Diversidad taxonómica por grandes grupos de plantas en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto. | 77 |
| Tabla 2-3. Riqueza de las familias más diversificadas en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto. | 78 |
| Tabla 2-4. Riqueza de los géneros más diversificados en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto. | 78 |
| Tabla 2-5. Diversidad taxonómica por formas de crecimiento en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto. | 79 |
| Tabla 2-6. Familias y géneros más ricos en especies según su forma de crecimiento en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto. | 80 |
| Tabla 2-7. Diversidad taxonómica en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto por tipo de bosque. | 83 |
| Tabla 2-8. Familias y géneros más ricos en especies según el tipo de bosque ribereño en la cuenca baja del río Pauto. | 83 |
| Tabla 2-9. Especies de los bosques ribereños en la cuenca baja del río Pauto cuya categoría de amenaza ha sido evaluada nacional e internacionalmente. LC = preocupación menor; NT = casi amenazada; VU = vulnerable; EN = en peligro; DD = datos insuficientes. | 86 |
| Tabla 4-1. Descripción de los puntos de muestreo en la cuenca baja del río Pauto. E = Llanura eólica, A = Llanura aluvial de desbrode, VP = Vega del Pauto, VM = Vega del Meta, G = Galería. | 162 |
| Tabla 4-2. Variables foliares cualitativas utilizadas y sus diferentes categorías. | 164 |
| Tabla 4-3. Categorías de área foliar e Índices morfoecológicos en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto. | 165 |
| Tabla 4-4. Frecuencia (No. de individuos) de las variables foliares morfológicas en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto. | 169 |
| Tabla 4-5. Resultados del algoritmo de centros móviles aplicado a la clasificación de las especies leñosas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto. | 172 |

Lista de anexos

Pág.

| | |
|--|-----|
| Anexo 1-1. Paisajes en la cuenca baja del río Pauto. A-D) Llanura aluvial de desborde, E-H) Llanura eólica. B y F) Sabanas secas; C y G) Sabanas húmedas; D y H) Esteros. | 50 |
| Anexo 1-2. Fotografías de algunos sitios de muestreo en la cuenca baja del río Pauto. A-B) Bosques de vega, C-D) Bosques de galería y E-F) Morichales..... | 51 |
| Anexo 2-1. Equivalencias entre los nombres de las familias de plantas vasculares según los sistemas de clasificación Cronquist (1981) y Tryon & Tryon (1982) y los nombres de los sistemas APG III (APG 2009; Chase & Reveal 2009) y Smith <i>et al.</i> (2006).. | 101 |
| Anexo 2-2. Número de géneros y especies por familia presentes en bosques ribereños de la cuenca baja del Río Pauto (Casanare-Colombia) | 106 |
| Anexo 2-3. Número de especies por género presentes en bosques ribereños de la cuenca baja del Río Pauto (Casanare-Colombia) | 107 |
| Anexo 2-4. Presencia de las especies de los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto en diferentes países de América. | 109 |
| Anexo 2-5. Archivo fotográfico de algunas especies registradas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto. | 110 |
| Anexo 3-1. DAP máximo (cm ²) por especie en cada tipo de bosque (indv. DAP>10 cm). | 146 |
| Anexo 3-2. Índice de valor de importancia por familia en el subpaisaje Llanura eólica de la cuenca baja del río Pauto. | 148 |
| Anexo 3-3. Índice de valor de importancia por especie en el subpaisaje Llanura eólica de la cuenca baja del río Pauto. | 149 |
| Anexo 3-4. Índice de valor de importancia por familia en el subpaisaje Llanura aluvial de desborde de la cuenca baja del río Pauto..... | 150 |
| Anexo 3-5. Índice de valor de importancia por especie en el subpaisaje Llanura aluvial de desborde de la cuenca baja del río Pauto..... | 151 |
| Anexo 3-6. Altura máxima (m) por especie en cada tipo de bosque (indv. DAP>10 cm). | 152 |
| Anexo 3-7. Perfil idealizado de los bosques del subpaisaje Llanura eólica. A) Bosque de vega del río Pauto, Finca Altamira. B) Bosque de vega del río Meta, Finca La Bretaña. C) Bosque de galería, Finca La Bretaña. D) Morichal, Finca Matemoriche. | 154 |
| Anexo 3-8. Perfil idealizado de los bosques del subpaisaje Llanura aluvial de desborde. A) Bosque de vega del río Pauto, Finca El Sinaí. B) Bosque de vega del río Pauto, Finca San Miguel. C) Bosque de vega del río Pauto, Finca La Lucha. D) Bosque de galería Finca Candalayes. E) Bosque de galería Finca La Palmita..... | 158 |
| Anexo 4-1. Representación del análisis factorial de correspondencias múltiples (ACM) con las variables categóricas de biotipología foliar e índices morfoecológicos de las especies leñosas de la cuenca baja del río Pauto. | 187 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 4-2. Diagrama de índices de nivel para la clasificación preliminar de las especies leñosas de la cuenca baja del río Pauto. | 188 |
| Anexo 4-3. Composición de los grupos de especies y valores de índices morfoecológicos en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto. | 189 |
| Anexo 4-4. Estadísticos descriptivos de las variables morfoecológicas por grupo de especies en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto..... | 194 |

1. Introducción

1.1 Planteamiento del problema

Tener un panorama claro de los recursos con los que cuenta el país permite la formulación e implementación de medidas adecuadas y eficaces para administrarlos de forma sostenible, pero en el caso de los bosques de ribereños de la cuenca baja del río Pauto el conocimiento acerca de su biología, su importancia ecológica, cultural y económica es limitado, en especial teniendo en cuenta la pequeña proporción del área que ocupa este tipo de bosques dentro del paisaje orinoquense.

La Orinoquia es una región que se ha ubicado en un lugar primordial en Colombia dentro de los renglones económicos agrícola y pecuario debido a su gran extensión (Veneklaas *et al.* 2005), llegando a ser considerada como la despensa del país (Gast 2006), pero también se destaca por su riqueza hídrica, por su diversidad biótica y cultural, su potencial industrial (forestal, acuícola y petrolífero) (Gast 2006). De la misma forma, dentro de los departamentos que conforman esta región natural colombiana, el departamento de Casanare se caracteriza por su gran riqueza petrolífera y ganadera, y además posee tres de las 19 áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en la Cuenca de Orinoco (Ospina & Higgins 2011). Es posible encontrar en este departamento una gran variedad de sabanas y distintos tipos de bosques, desde los bosques del piedemonte llanero, hasta los bosques ribereños ubicados en las márgenes de los principales caños y ríos del departamento (Garavito-Fonseca 2008).

La importancia de los bosques ribereños de esta región se ve reflejada en los aspectos biológico, ecológico, cultural y económico, pues contienen muchas especies y recursos que de otra forma no estarían disponibles en las sabanas (Veneklaas *et al.* 2005). Sin embargo, esta importancia no es suficientemente reconocida, en contraste con la que se le da a las sabanas desde el sector agropecuario, todo lo cual dificulta estudiar el funcionamiento de éstos bosques y comprender su verdadero valor para el país (Veneklaas *et al.* 2005). Adicionalmente, dada la creciente demanda de tierra para

expandir e intensificar la agricultura, la ganadería, las plantaciones exóticas y la industria de los hidrocarburos en la Orinoquia, el manejo de la vegetación nativa actual ha generado cambios en los regímenes de fuegos, de sedimentación de los cauces y los flujos de nutrientes, además de la extracción intensiva de productos maderables y no maderables, los cuales afectan gravemente este tipo de ecosistemas (FAO 1965; Brunnschweiler 1972; Seré & Estrada 1985; Klink *et al.* 1993; Smith *et al.* 1997; Veneklaas *et al.* 2005).

La información consolidada sobre las especies de plantas que componen este tipo de bosques, la forma en que éstas se distribuyen en el espacio e incluso los patrones morfológicos que presentan las plantas que los habitan, es necesaria para la toma de decisiones en torno a su conservación, uso y manejo sostenible dentro de un contexto de creciente demanda de tierra para expandir e intensificar las actividades económicas en la región. Por ello los objetivos del presente trabajo fueron:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Analizar los patrones florísticos, estructurales y biotipológicos foliares de la vegetación leñosa en bosques ribereños de la cuenca baja del Río Pauto (Colombia, Casanare).

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar florísticamente la vegetación leñosa en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.
- Caracterizar la estructura de la vegetación leñosa en los bosques ribereños de la cuenca baja del Río Pauto.
- Caracterizar los patrones biotipológicos foliares de las principales especies de plantas leñosas en los bosques ribereños de la cuenca baja del Río Pauto.

1.2 Preguntas de investigación

¿Cuáles son las diferencias o similitudes florísticas, estructurales y de la biotipología foliar que presentan los bosques ribereños del río Pauto con respecto a otros bosques del Casanare, de la Orinoquía y de otras regiones de Colombia y América tropical?
¿Cómo se explican tales diferencias o similitudes?

1.3 Antecedentes

1.3.1 Composición y estructura de los bosques ribereños

El conocimiento general sobre los bosques ribereños de la Orinoquia, y de la flora orinoquense en general, se remonta a las primeras expediciones del naturalista y explorador alemán Alexander von Humboldt en el norte de Suramérica durante principios del siglo XIX; no obstante, habría que esperar varias décadas a que el trabajo del botánico colombiano José Jerónimo Triana revelara el patrimonio biológico de esta región en territorio colombiano, entre otras, como jefe de botánica de la Comisión Corográfica (Díaz-Piedrahita 1990; Rangel-Ch. et al. 2004). El resultado de la labor de Triana sería publicado junto con el botánico francés Jules Planchon en el *Prodomus Florae Novo-Granantensis* (Triana & Planchon 1862), la primera gran compilación de la flora colombiana, ejemplo seguido en Venezuela por Knuth y Pittier con el catálogo de la flora venezolana (Knuth 1928; Pittier 1945; Pittier *et al.* 1947). No obstante, las primeras menciones concretas a los bosques ribereños de la Orinoquia (principalmente en Venezuela) se remontan a Jahn (1921), González-Vale (1945) y posteriormente Beard (1946; 1955) y Hueck (1960), en donde se proponen algunas hipótesis sobre los procesos que los originan y los mantienen en el tiempo. Más adelante, la FAO (1965) realizó en Colombia un “Reconocimiento Edafológico de los Llanos Orientales”, el cual, aunque más enfocado hacia la geomorfología y el análisis climático, estableció también relaciones entre las características de los suelos y la vegetación natural.

A partir de dicho estudio, el conocimiento acerca de los bosques ribereños de la Orinoquia colombiana ha sido limitado, o al menos aquel publicado de manera formal, ya que gran parte de la información se encuentra en informes técnicos de estudios de impacto ambiental realizados para obras de infraestructura y proyectos de exploración petrolera. Se destacan algunos trabajos con apuntes acerca de la composición y estructura de la vegetación en las revisiones de la serie Colombia Diversidad Biótica

(Rangel-Ch. *et al.* 1997; Van der Hammen & Rangel-Ch. 1997), los estudios locales en el Parque Nacional Natural El Tuparro (Vincelli 1981; Barbosa 1992; Mendoza 2007; Villarreal-Leal 2007;) y en otras áreas de sabanas con influencia de la Guayana (Parra-O. 2006; Castro-Lima 2010). De manera especial para bosques ribereños se pueden citar algunos trabajos en Guainía en la Serranía del Naquén (Córdoba 1995), en la Estación Biológica Bachaqueros (Garibello 2000) y en la reserva Gran Tomo (Correa-Gómez & Stevenson 2010), ambos en el departamento del Vichada. En el departamento del Meta se encuentran estudios en el municipio de Puerto López (Meta) (Carvajal *et al.* 2007) y otros dos se desarrollan asociados al río Yukao (Quintero 2001; Veneklaas *et al.* 2005); otros estudios incluyen caracterizaciones de usos potenciales de la vegetación en bosques del municipio de Fuente de Oro (Navas & Barragán 2002), en reservas protectoras de los alrededores de Villavicencio (Pérez 2005) y estudios puntuales en morichales del municipio de San Martín (Caro 2006). Por otro lado, algunos de los estudios más importantes referenciados en el departamento de Casanare son la caracterización del hábitat del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*-Rodentia) dentro del programa para su conservación y uso sostenible (Vieira-Muñoz 2007), en proyectos de exploración petrolera en el departamento de Casanare (Pinzón-Pérez *et al.* 2011), y algunas aproximaciones etnobotánicas con comunidades indígenas en el municipio de Orocué (Ávila 2006; Miranda 2006).

En contraste, en la Orinoquia venezolana se han identificado toda una serie de bosques siempreverdes, brevicaducifolios, caducifolios y algunos subxerofíticos en la zona de planicies aluviales inundables de los Llanos Occidentales (estados de Apure, Barinas, Guarico y Portuguesa, equivalentes a las planicies aluviales inundables de Casanare-Arauca), entre otras zonas de la Orinoquia venezolana (González-Vale 1945; Sarmiento *et al.* 1971; Huber & Alarcón 1988). En años recientes, algunos estudios puntuales relacionados con bosques ribereños orinoquenses en territorio venezolano incluyen estudios en la cuenca del Orinoco en el estado de Amazonas (Camaripano-Venero & Castillo 2003; Morales-Rojas & Castillo-Suarez 2005), y sobre bosques inundables del estado Bolívar a orillas del río Orinoco (Díaz & Rosales 2006), en ambos casos, ecosistemas con inmersos en la región biogeográfica de la Guayana. También otros trabajos con gran relevancia por su afinidad con esta zona son los presentados en la Flora de la Guayana Venezolana con información taxonómica, ecológica y biogeográfica (Steyermark *et al.* 1995). En Venezuela la información de estos bosques ha sido plasmada en la obra "Catálogo anotado e ilustrado de la Flora Vasculare de los Llanos de

Venezuela” (Duno de Stefano *et al.* 2007), la cual se convierte en uno de los mayores referentes sobre la composición y estructura de la vegetación de la Orinoquia. De manera particular se encuentra en esta publicación un análisis de la diversidad florística regional (Riina *et al.* 2007), y las síntesis sobre bosques (Aymard & González 2007) y morichales (Fernández 2007). La información florística de esta publicación se encuentra disponible y ampliada para todo el territorio venezolano en el Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela (Hokche *et al.* 2008). Posteriormente en la revisión de los bosques secos macrotérmicos de Venezuela también se incluye información sobre este tipo de bosques (Aymard *et al.* 2011).

1.3.2 Ecología de bosques ribereños

En cuanto al estudio de la ecología de los bosques ribereños en Colombia, muy pocos estudios van más allá de la composición y estructura. Como ejemplo de ello se encuentran: Garibello (2001), quien evaluó en zonas ribereñas de la cuenca alta del río Tomo la variación de la composición y estructura de la vegetación del ecotono bosque-sabana según variables ambientales como la distancia al cuerpo de agua y el drenaje del suelo; Veneklaas *et al.* (2005), quienes realizaron la descripción de los diferentes tipos de vegetación y evaluaron su relación con numerosas variables del ambiente, principalmente del suelo.

Sin embargo, las aproximaciones desde el punto de vista biotipológico que se incluyen son escasas todavía en Colombia, tal como lo demuestran los estudios de Rangel-Ch. *et al.* (1986) en la Isla Gorgona, Córdoba (1995) en la región amazónica, Tafur & Rangel-Ch. (2005) en la región andina Berdugo-Lattke (2011) en la región Caribe, por mencionar los más importantes dentro del territorio colombiano, pero hasta ahora ninguno realizado en la Orinoquia.

1.4 Marco conceptual

1.4.1 Generalidades sobre los bosques ribereños

Los bosques ribereños son áreas transicionales semiterrestres que se ven influenciadas regularmente por aguas continentales, y frecuentemente se extienden desde las márgenes de los cursos de agua hacia los límites de las comunidades de zonas netamente terrestres en donde no hay influencia del agua (Naiman & Decamps 1997,

Naiman *et al.* 2005). Debido a su ubicación espacial, estos sistemas establecen interacciones entre componentes acuáticos y terrestres del paisaje (Naiman *et al.* 2005); tal es el caso de los bosques ribereños de las sabanas tropicales, que son franjas angostas de bosque asociadas a los cursos de agua, inmersas en un paisaje dominado por vegetación herbácea tipo *grassland*, o sabana propiamente dicha en el caso de la Orinoquia (Veneklaas *et al.* 2005) (Figura 1-1); esta característica hace a los bosques ribereños muy propensos a fragmentarse por causa de la morfología de los planos de inundación, el fuego y/o las alteraciones humanas (Veneklaas *et al.* 2005). En cambio, los bosques ribereños inundables de la Amazonía conocidos como *várzea* e *igapó* presentan grandes semejanzas con los bosques de tierra firme que componen la matriz circundante que también es boscosa (Rosales *et al.* 1999).

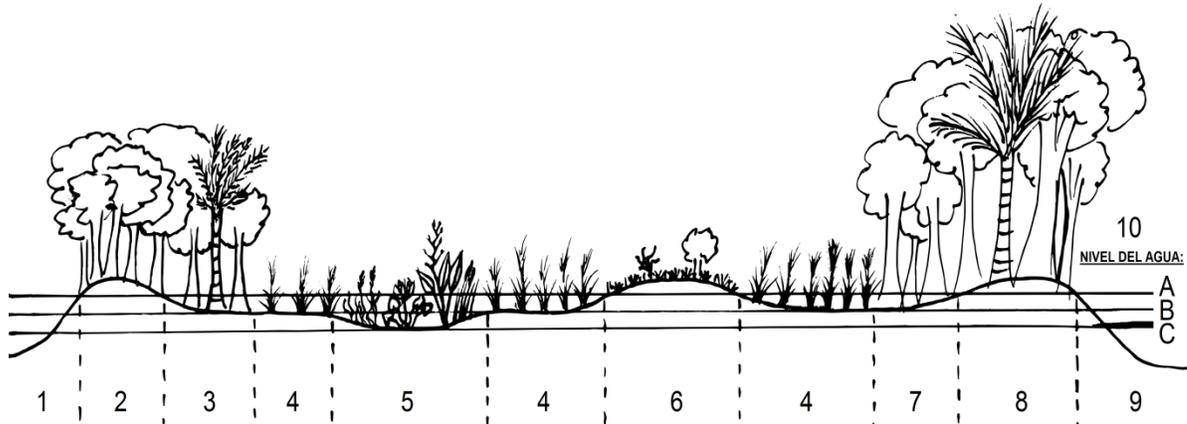
Los bosques ribereños son sistemas que ocupan un lugar preponderante en los procesos físico-bióticos del paisaje a diferentes escalas (Naiman *et al.* 2005). Dentro de las funciones físicas de la vegetación ribereña se encuentran: la modificación del transporte de sedimentos, ya sea alterando las condiciones hidráulicas del canal o atrapando los materiales; el control sobre el microclima de los cursos de agua; y por último, el mantenimiento de las conexiones biológicas a través de los gradientes ambientales del paisaje (Naiman *et al.* 1993; Naiman & Decamps 1997; Naiman *et al.* 2005). Entre las funciones ecológicas que prestan estos bosques se encuentran: ofrecer refugio y lugares de cría para la fauna de ríos y sabanas (Redford & Da Fonseca 1986; Machado-Allison 1990; Ojasti 1990; Calvacanti 1992; Medellín & Redford 1992; Naiman *et al.* 2005); proveer materia orgánica para los organismos de sistemas lóticos (Cummins 1974; Kangas 1994; Naiman & Decamps 1997); amortiguar las entradas perjudiciales de sedimentos, nutrientes y agroquímicos provenientes de tierras altas (Peterjohn & Correll 1984; Naiman *et al.* 2005); y surtir a seres humanos y animales domésticos de recursos escasos en la sabana tales como agua, forraje, leña y otros productos no maderables (Adams 1989; Ratter *et al.* 1997). En las cuencas del Amazonas y el Orinoco también se atribuye un papel fundamental a los bosques ribereños en cuanto al mantenimiento de la diversidad forestal en ambas regiones durante los períodos fríos y secos del Pleistoceno, pues se cree que la biota resguardada en los relictos de bosques ribereños se dispersó nuevamente hacia la matriz a medida que se incrementó la temperatura y la humedad (Rosales *et al.* 1999).

Ahora bien, aunque los términos bosque ribereño (*riparian* en inglés, incorrectamente utilizado en español como “ripario”) y bosque de galería son sinónimos y se usan

indistintamente para referirse al mismo concepto en la literatura (Fraume 2007), es frecuente encontrar el uso de bosque de galería para describir subtipos particulares de estos bosques. Por ejemplo, Rangel-Ch. *et al.* (1997), presentan una compilación de términos fisionómicos, fitográficos, fisiográficos y geográficos en donde se mencionan los bosques altos y bajos de la vega de los ríos Arauca y Guaviare, bosques de galería inundables y no inundables, bosques de rebalse, bosques riparios (“sic”) inundables, no inundables y multiestratificados. Por su parte, Rosales *et al.* (1999) extienden los términos *várzea* e *igapó* de los bosques inundables amazónicos para describir formaciones boscosas equivalentes en la cuenca del río Orinoco.

Por esta razón, para efectos del presente trabajo, se utilizará el término **bosque ribereño** de manera general y como casos particulares o subtipos de éste se utilizarán los términos **bosque de vega** y **bosque de galería**. Los bosques de vega son aquellos que se desarrollan sobre superficies de inundación en los valles aluviales de los ríos de aguas blancas provenientes de los Andes (como por ejemplo los ríos Pauto y Meta) (Figura 1-1), los cuales presentan una gran exuberancia dado que están soportados por suelos de fertilidad media o alta (Baptiste & Ariza 2008). En cambio, los bosques de galería (en ocasiones también conocidos como bosques de rebalse), se desarrollan en las márgenes de ríos, caños y cañadas que nacen en las sabanas (Figura 1-1), pueden ser inundables o no inundables, según si se encuentran en los planos de inundación o en los diques de las riberas (Baptiste & Ariza 2008). **Los morichales** por otra parte, se caracterizan principalmente por la presencia de la palma “moriche” (*Mauritia flexuosa*), pero además de eso, presentan una fuerte influencia de las inundaciones, tanto en las riberas de los cursos de agua (al igual que los bosques de vega y de galería), como aislados en medio de las sabanas inundables (Neiff *et al.* 2004; Caro 2006; Fernández 2007; Baptiste & Ariza 2008). Muchas veces estos ecosistemas representan estadios sucesionales tempranos de otro tipo de bosques ribereños (Fernández 2007), por esta razón se incluyen dentro del presente estudio (Figura 1-1).

Figura 1-1. Contexto general de los bosques ribereños en el paisaje de sabanas inundables de la cuenca baja del río Pauto.



- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. Caño orinoquense (aguas negras o claras) | 7. Bosque de vega inundable |
| 2. Bosque de galería no inundable | 8. Bosque de vega no inundable |
| 3. Bosque de galería inundable | 9. Río andino (aguas blancas) |
| 4. Sabana inundable (bajo) | 10. Nivel del agua: |
| 5. Humedal estacional (estero y morichal) | A. Aguas altas |
| 6. Sabana no inundable o bien drenada (banco, banquetta, médanos y escarceos) | B. Aguas bajas |
| | C. Estación seca |

1.4.2 Rasgos de historia de vida y biotipología foliar

Los bosques ribereños son sistemas muy dinámicos que se ven afectados fuertemente en sus características bióticas por los cursos de agua (Naiman & Decamps 1997), los cuales condicionan su estructura y composición, y también las estrategias de adaptación de las plantas que se someten a sus regímenes de disturbio (Naiman & Decamps 1997; Naiman *et al.* 2005). Estas estrategias de adaptación se conocen comúnmente en la literatura como rasgos de historia de vida, los cuales se definen como manifestaciones fenotípicas, ya sea morfológicas o fisiológicas, que ayudan a las plantas a hacer frente a factores ambientales desfavorables, especialmente factores abióticos (Menninger & Palmer 2006). Estos rasgos influyen significativamente en el establecimiento, la reproducción y la supervivencia, a través de la habilidad de adquirir, usar y conservar los recursos (Reich *et al.* 2003). Entre los rasgos de historia de vida que manifiestan las plantas ribereñas se pueden encontrar: adaptaciones morfológicas ante la escases de oxígeno en el suelo o sustratos inestables tales como: raíces adventicias, raíces tabloides, flexibilidad radical y aerénquima (particularmente en especies herbáceas, pero ocasionalmente en algunas leñosas) (Naiman & Decamps 1997); adaptaciones reproductivas como la dispersión de las semillas de forma sincronizada con el retiro

estacional de la inundación (lo que asegura el éxito en la germinación y la colonización) (Johansson *et al.* 1996; Sigafos 1964), mientras que otras especies usan la hidrocoria para dispersar los propágulos a nuevos sitios de establecimiento aprovechando la época de inundaciones (Johansson *et al.* 1996; Nilsson *et al.* 1991).

De manera general, la presencia de este tipo de rasgos determina la composición de especies presentes en una comunidad ribereña, la cual tenderá a estar conformada por especies adaptadas a las inundaciones a diferencia de las especies presentes en la matriz circundante que son menos especializadas dada la poca frecuencia de este tipo de disturbios (Naiman & Decamps 1997).

Las similitudes en los rasgos de historia de vida de las especies en estos ambientes indican que probablemente explotan de la misma forma el mismo tipo de recursos o que pueden ocupar el mismo papel en las comunidades y producir el mismo efecto sobre el funcionamiento de los ecosistemas; las agrupaciones de especies resultantes se conocen en el primer caso como gremios (Root 2000; Tilman 2000) y en el segundo como grupos funcionales (Steneck 2000; Tilman 2000), aunque según el contexto y los rasgos evaluados, gremio y grupo funcional pueden resultar sinónimos (Tilman 2000). Muchas veces estos grupos resultan difíciles de reconocer, pues generalmente se consideran relevantes para su delimitación sólo aquellos rasgos que influyen en la respuesta al ambiente y/o cuyos efectos son determinantes en el funcionamiento del ecosistema (Díaz & Cabido 2001). Por ejemplo, Naiman & Decamps (1997) identifican cuatro grupos básicos de especies en bosques ribereños teniendo en cuenta las estrategias de reproducción, dispersión y establecimiento que utilizan para hacer frente a los disturbios:

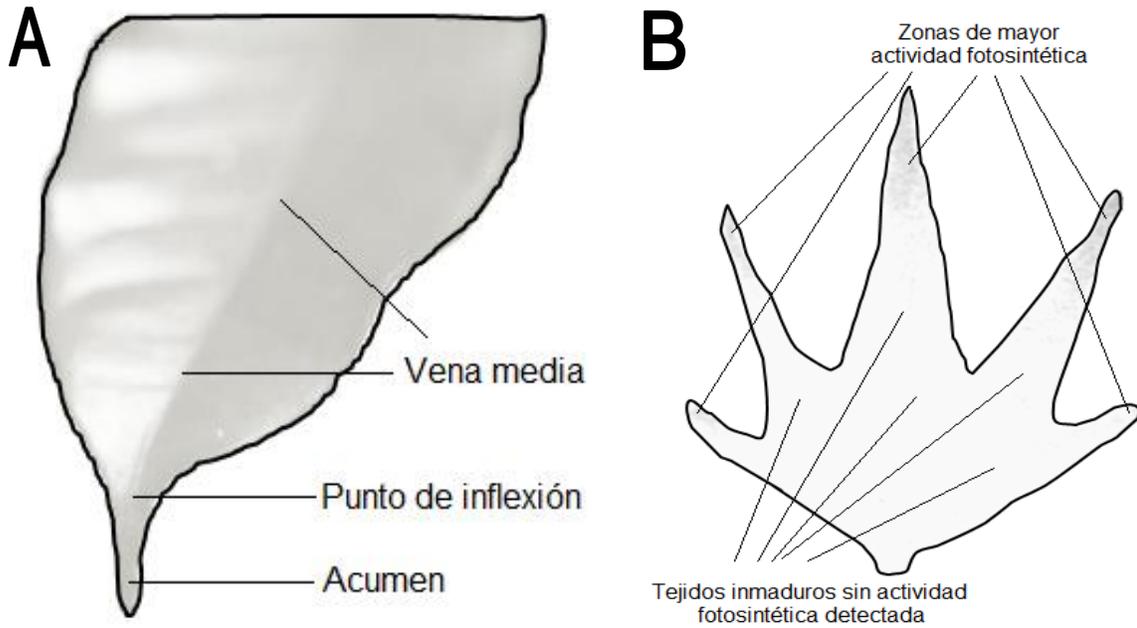
- **Invasoras:** producen grandes cantidades de propágulos dispersados por el viento o el agua capaces de colonizar sustratos aluviales.
- **Sobrevivientes:** rebrotan después de una rotura o enterramiento de tallos o raíces durante las inundaciones o después de haber sido parcialmente comidas por herbívoros.
- **Resistentes:** soportan inundaciones por semanas durante la estación de crecimiento, así como fuegos moderados o epidemias.
- **Evasoras:** carecen de adaptaciones a tipos de disturbio específicos, de manera que sus individuos mueren en caso de no germinar en hábitats favorables.

Otras aproximaciones incluyen rasgos morfoecológicos de las hojas tales como el área foliar (*leaf area* LA), el área foliar específica (AFE ó *specific leaf area* SLA) y la

esclerofilia o contenido de materia seca foliar (*leaf dry matter content* LDMC). Particularmente, el área foliar específica está relacionada estrechamente con la tasa de crecimiento relativo (Osoné *et al.* 2008), de forma tal que las especies de rápido crecimiento presentan mayor área foliar específica, pues implica que la hoja invierte menos biomasa por unidad de área (Poorter 2002). Esta variable está relacionada con otros rasgos fisiológicos, pues se ha encontrado que las especies con valores altos de AFE presentan concentraciones altas de componentes citoplasmáticos como proteínas, minerales, ácidos orgánicos y nitrógeno, además de presentar altas tasas de actividad fotosintética (Poorter 2002). En cambio, aquellas especies con baja AFE poseen más componentes en la pared celular como la lignina, lo cual hace a las hojas más duras y menos palatables a los herbívoros (Poorter 2002). De la misma forma, se ha encontrado que las especies perennifolias generalmente presentan menores valores de AFE que las especies caducifolias (Poorter 2002). Esta variable presenta una relación compensatoria (*trade-off*) con la esclerofilia o LDMC, de manera que mientras más alta sea el AFE, más baja será la esclerofilia (Poorter & Garnier 1999, Garnier *et al.* 2001). Algunos ejemplos de grupos funcionales basados en este tipo de variables son la clasificación funcional de las especies en matorrales con diferentes regímenes de fuego y grados de alteración (Foster & Brooks 2005) o la caracterización funcional de *restingas* en el suroriente de Brasil (llanuras arenosas costeras) (Pla *et al.* 2012, sec.2.4).

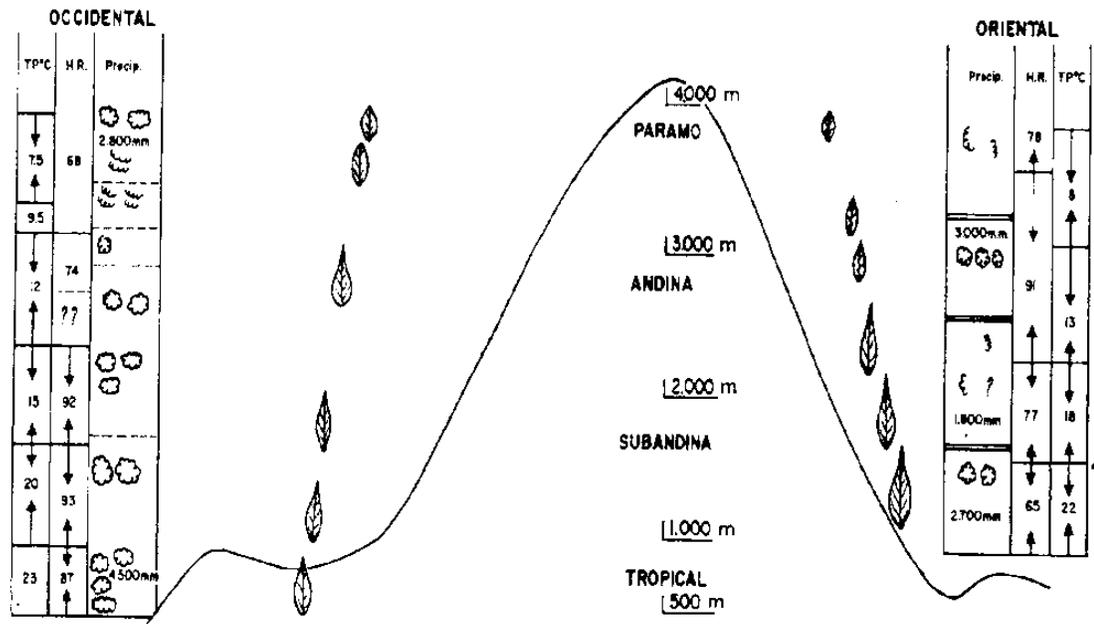
Otros rasgos de historia de vida menos estudiados para estos propósitos son aquellos relacionados con la biotipología foliar como forma de la lámina, del ápice o de la base, de los cuales se han identificado numerosas implicaciones evolutivas y funcionales en las angiospermas (Nicotra *et al.* 2011). Por ejemplo, se sabe que la forma acuminada de los ápices representa una ventaja adaptativa al darle a las hojas la capacidad de liberarse más rápido del exceso de agua de lluvia (Ivey & Lightbody 1985; DeSilva 2001; Farji-Brener *et al.* 2002; Burd 2007) (Figura 1-2A). Así mismo, se ha encontrado que los márgenes dentados y lobulados son más frecuentes en las regiones templadas a medida que disminuye la temperatura media anual y la estacionalidad se hace más marcada, ya que favorecen el inicio de la actividad fotosintética temprana en hojas inmaduras (Baker-Brosh & Peet 1997) (Figura 1-2B); de la misma manera, este tipo de márgenes presentan mayor frecuencia en climas fríos, en donde favorecen un mayor intercambio de gases (Royer & Wilf 2006).

Figura 1-2. A) Ápice acuminado de *Faramea occidentalis* (Barro Colorado, Panamá), modificado de Burd (2007). B) Esquema de las zonas con actividad fotosintética en una hoja inmadura de *Liquidambar styraciflua* (Carolina del Norte, EE.UU.), modificado de Baker-Brosh & Peet (1997).



En Colombia, este punto de vista biotipológico ha sido abordado por Rangel-Ch. *et al.* (1986) Córdoba (1995) Tafur & Rangel-Ch. (2005) y Berdugo-Lattke (2011), por mencionar los trabajos más importantes. En dichos trabajos se identificaron patrones morfológicos de las hojas a través de amplios gradientes ambientales. Por ejemplo, Tafur & Rangel-Ch. (2005) en la cordillera Occidental colombiana, muestran una predominancia de los ápices puntiformes en zonas con mayor precipitación (que a su vez corresponden a tierras bajas) y márgenes dentadas más frecuentes en climas fríos de alta montaña (Figura 1-3), mientras que Berdugo-Lattke (2011) encontró un patrón similar en tierras bajas, a excepción de una mayor proporción de márgenes irregulares en zonas con altas precipitaciones.

Figura 1-3. Variación de los ápices puntiformes en el gradiente altitudinal de la cordillera Occidental colombiana, tomado de Tafur & Rangel-Ch. (2005).

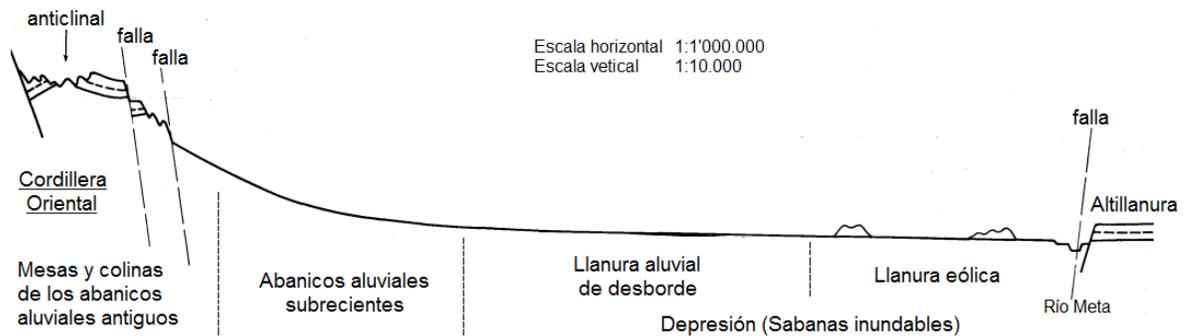


1.5 Área de estudio

1.5.1 Contexto geomorfológico de los bosques en las llanuras aluviales de Arauca y Casanare

Geológicamente la cuenca baja del río Pauto hace parte de la llanura aluvial de Arauca y Casanare, la cual se hundió durante el Pleistoceno por la falla que separa esta región con la altillanura del Vichada, y sobre la cual corre hoy en día el Río Meta; esto convirtió a la región en una depresión y por consiguiente, generó el drenaje pobre de las sabanas que se aprecia en la actualidad (Goosen 1964) (Figura 1-4). Adicionalmente, este fenómeno ha permitido que esta región haya recibido grandes cantidades de sedimentos aluviales durante el Terciario y el Cuaternario producto de los procesos erosivos asociados al levantamiento de la Cordillera Oriental (Goosen 1964). A pesar de esto, los suelos de las llanuras inundables del Casanare son oligotróficos y permanecen una buena parte del año en condiciones de humedad excesiva; sólo es posible encontrar suelos con fertilidad alta en las orillas de los ríos y caños de aguas blancas (cuyas aguas se originan en los Andes) (León-Sicard & Palacios-Fernández 2011).

Figura 1-4. Corte esquemático de sedimentación superficial a través de Boyacá y Casanare, modificado de Goosen (1964).



El paisaje de llanuras aluviales (o sabanas inundables) equivale al 10% de los ecosistemas naturales de la cuenca del Orinoco (Rippstein *et al.* 2001; Romero *et al.* 2004); limita con el piedemonte llanero al occidente, por el sur con la margen derecha del río Meta y al nororiente se continúa con las sabanas bajas de Apure en Venezuela (Rippstein *et al.* 2001). Como parte este paisaje, la cuenca baja del río Pauto se caracteriza por una topografía plano-cóncava, en donde las zonas más bajas conforman humedales estacionales que se inundan durante la estación de lluvias, como es el caso de los bajos y esteros que aparecen sabana adentro, muchas veces lejos de la influencia de los cursos de agua. En cambio, la vegetación arbórea bajo la influencia directa de los ríos y caños corresponde a bosques ribereños. Dentro de este paisaje se pueden encontrar dos subdivisiones o subpaisajes: las llanuras aluviales de desborde y las llanuras eólicas (Goosen 1964; Rippstein *et al.* 2001) (Figura 1-5).

El subpaisaje de llanuras aluviales de desborde se encuentra en el área aluvial de los ríos de aguas blancas (de origen andino, tales como el Pauto, el Cravo Sur, Cravo Norte, etc.) y sus suelos presentan una textura dominada por arenas de composición cuarzosa (León-Sicard & Palacios-Fernández 2011). Este subpaisaje se ubica en la parte media del departamento del Casanare, y se constituye como el más extenso de las sabanas inundables, representado a su vez por tierras cubiertas de gramíneas, donde pueden aparecer árboles en forma esporádica (Romero *et al.* 2004). Los ecosistemas de este sub-paisaje son los más degradados en la Orinoquia debido que han sido deforestados para actividades como agricultura y ganadería de ceba (Mora-Fernández *et al.* 2011).

El subpaisaje de llanura eólica se localiza en la parte suroriental del departamento en áreas aledañas al río Meta (Rippstein *et al.* 2001; Pinzón-Pérez *et al.* 2011). Este sub-paisaje se diferencia de la llanura aluvial de desborde por su composición florística, la

cual a su vez responde al tipo de suelo con influencia eólica que contiene una proporción mayor de arenas, las cuales fueron depositadas por el viento en los periodos secos interglaciales y en algunas zonas ha permitido la formación de médanos o antiguas dunas de arena (Goosen 1964; León-Sicard & Palacios-Fernández 2011).

1.5.2 Aspectos climáticos

La región en los alrededores de los municipios de San Luis de Palenque y Trinidad presenta un clima cálido (tropical lluvioso de sabana según el sistema Thornthwaite); la temperatura promedio es de 26°C, con máximos en abril (36.0°C) y julio (35.5°C) y mínimos en diciembre (18.6°C) y mayo (20.8°C) (Mora-Fernández *et al.* 2011). La precipitación presenta un total anual de 2048 mm, distribuida en dos estaciones climáticas: la estación seca, que se extiende desde diciembre hasta marzo, y la estación lluviosa, la cual se extiende desde abril hasta noviembre, con mayo, junio y julio como los meses más lluviosos (Mora-Fernández *et al.* 2011).

1.5.3 Puntos de muestreo

El muestreo se realizó a lo largo de la cuenca baja del Río Pauto abarcando los dos subpaisajes mencionados anteriormente: En el subpaisaje de llanura eólica se trabajó en la vereda Guaracura, la cual hace parte del municipio de San Luis de Palenque y es la más cercana al Río Meta. El subpaisaje de llanura aluvial de desborde incluyó las veredas San Vicente y La Cañada del municipio de Trinidad, y las veredas La Venturosa y Palestina de San Luis de Palenque (Figura 1-6 y Tabla 1-1). Se realizaron 9 levantamientos de 50x20 m para un total de 0,9 ha muestradas.

Figura 1-5. Principales paisajes encontrados en la cuenca baja del río Pauto, modificado de Goosen (1964).

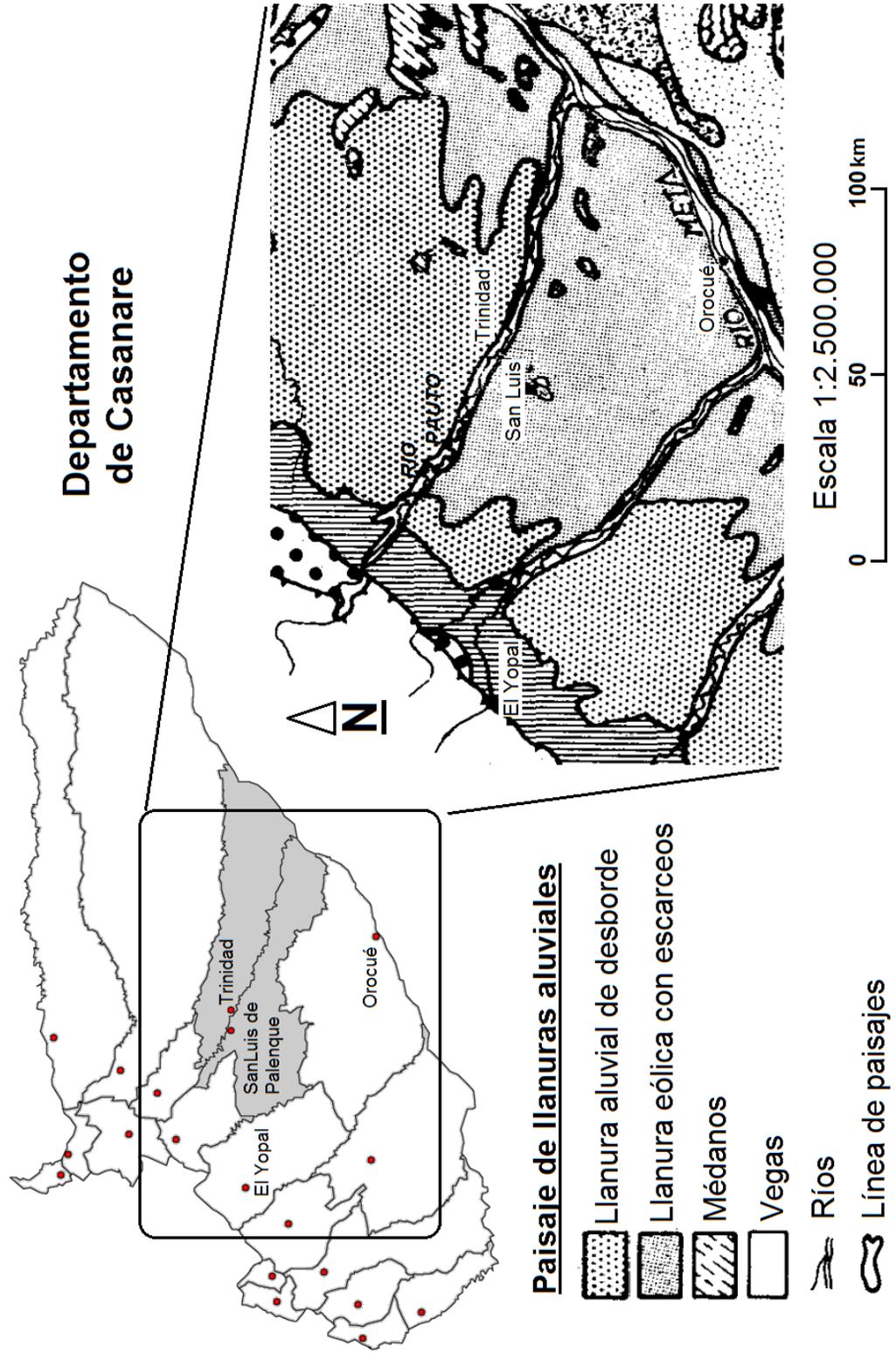


Figura 1-6. Mapa del área de estudio, en gris oscuro aparecen los municipios de la cuenca baja del río Pauto (Google Earth 2013).

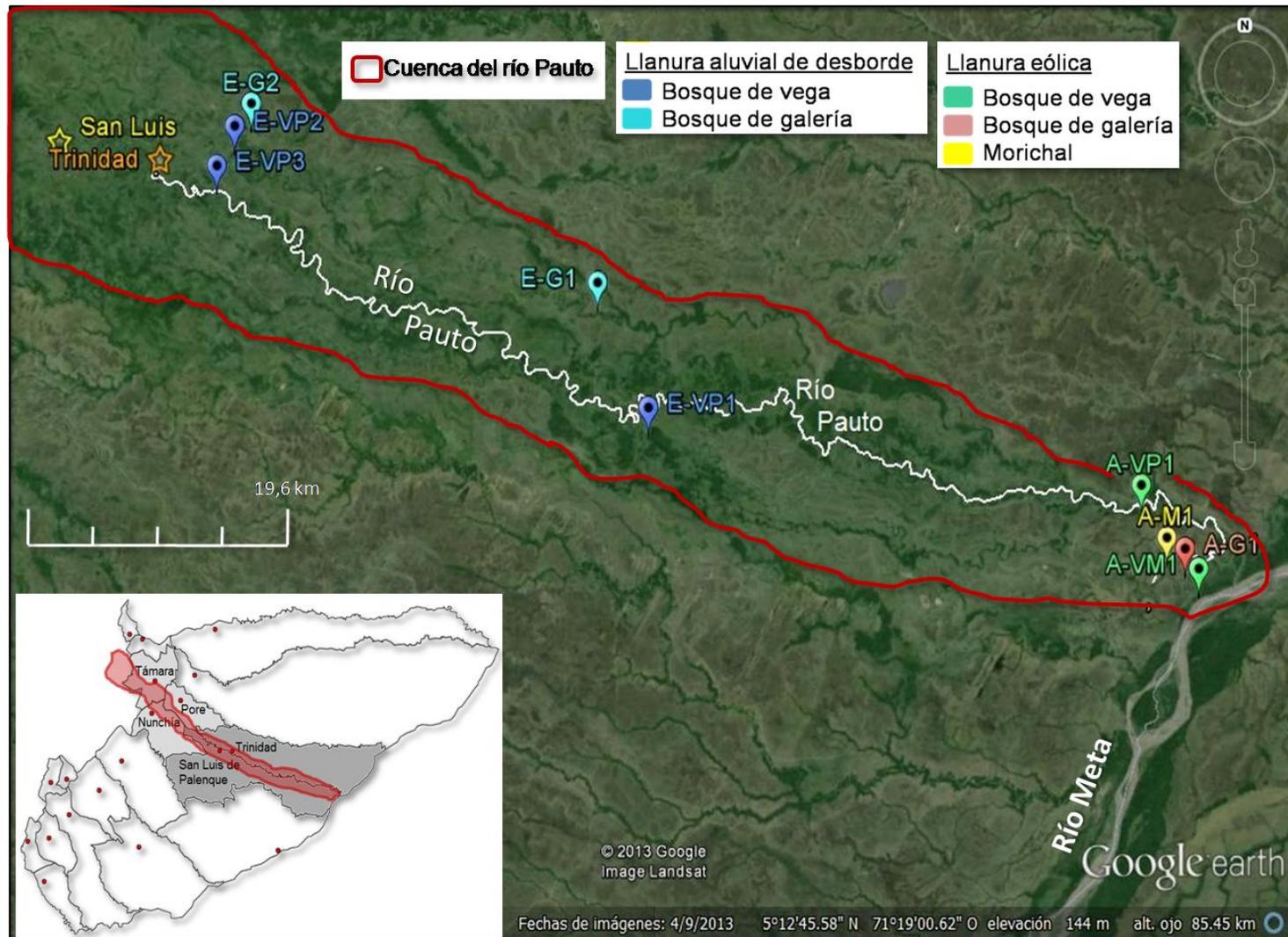


Tabla 1-1. Descripción de los puntos de muestreo en la cuenca baja del río Pauto. E = Llanura eólica, A = Llanura aluvial de desbrote, VP = Vega del Pauto, VM = Vega del Meta, G = Galería, M = Morichal.

| Paisaje | Ambiente | Código Parcela | Área (ha) | Latitud | Longitud | Altitud | Finca | Vereda | Municipio | |
|--|----------------------------------|----------------|------------|--------------|---------------|---------|------------------|--------------|----------------------|--|
| Llanura eólica | Bosque Vega Río Pauto | E-VP1 | 0,1 | N 5°11'13.0" | W 70°58'49.4" | 137 m | Altamira | Guaracura | San Luis de Palenque | |
| | Bosque Vega Río Meta | E-VM1 | 0,1 | N 5°8'05.6" | W 70°56'28.6" | 126 m | La Bretaña | | | |
| | Bosque Galería | E-G1 | 0,1 | N 5°8'50.4" | W 70°57'02.3" | 141 m | La Bretaña | | | |
| | Morichal | E-M1 | 0,1 | N 5°9'15.1" | W 70°57'47.2" | 123 m | Matemoriche | | | |
| Subtotal área llanura eólica | | | 0,4 | | | | | | | |
| Llanura aluvial de desborde | Bosque Vega Río Pauto | A-VP1 | 0,1 | N 5°14'08.6" | W 71°19'15.2" | 167 m | El Sinaí | La Venturosa | San Luis de Palenque | |
| | | A-VP2 | 0,1 | N 5°24'45.6" | W 71°36'33.3" | 169 m | Finca San Miguel | La Cañada | Trinidad | |
| | | A-VP3 | 0,1 | N 5°23'15.0" | W 71°37'16.9" | 173 m | La Lucha | Palestina | San Luis de Palenque | |
| | Subtotal área Bosque Vega | | | 0,3 | | | | | | |
| | Bosque Galería | A-G1 | 0,1 | N 5°18'49.2" | W 71°21'22.8" | 153 m | Candalayes | San Vicente | Trinidad | |
| | | A-G2 | 0,1 | N 5°25'36.7" | W 71°35'52.1" | 158 m | La Palmita | La Cañada | | |
| Subtotal área Bosque Galería | | | 0,2 | | | | | | | |
| Subtotal área Llanura aluvial de desborde | | | 0,5 | | | | | | | |
| Total área muestreada | | | 0,9 | | | | | | | |

1.6 Literatura citada

- Adams, W.M. 1989. Dam construction and the degradation of floodplain forest on the Turkwel River, Kenya. *Land Degradation & Rehabilitation* 1:189–198.
- Ávila, R. 2006. *El conocimiento tradicional Sáliba sobre el bosque y su caracterización como herramientas de apoyo a los Planes de Manejo Forestal: el caso del resguardo Indígenas de San Juanito, Orocué, Casanare*. Trabajo de grado para optar al título de Ecólogo, Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Carrera de Ecología.
- Aymard, G., J.A. Farreras, & R. Schargel. 2011. Bosques secos macrotérmicos de Venezuela. *BioLlanía Edición Esp.* 10:155–177.
- Aymard, G., & V. González. 2007. Consideraciones generales sobre la composición florística y diversidad de los bosques de los llanos de Venezuela. En: *Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vascular de los Llanos de Venezuela, Parte I: Introducción geobotánica*, Eds. R. Duno de Stefano, G. Aymard, & O. Huber, pp. 59–71. Caracas: FUDENA – Fundación Empresas Polar – FIBV.
- Baker-Brosh, K.F., & R.K. Peet. 1997. The Ecological Significance of Lobed and Toothed Leaves in Temperate Forest Trees. *Ecology* 78(4):1250–1255.
- Baptiste, L.G., & A. Ariza. 2008. Ecología de las Sabanas Inundables de Casanare. En: *Memorias, 1º Congreso Internacional de Producción y Desarrollo Sostenible, Versión Sabanas inundables, 1º Simposio de Recursos Genéticos del Trópico Húmedo*, Eds. A. Salamanca, L. Baleta, & J. Benítez, pp. 120–140. Arauca, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Sede Arauca.
- Barbosa, C.E. 1992. *Contribución al conocimiento de la flórmula del Parque Nacional Natural El Tuparro. Serie de publicaciones especiales del Inderena, biblioteca Andrés Posada Arango N° 3*. Bogotá, Colombia: INDERENA.
- Beard, J. S. 1955. A Note on Gallery Forests. *Ecology* 36(2) (April 1):339–340.
- Beard, J.S. 1946. Los climax de vegetación en la América tropical. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín* 6(23):225–293.
- Berdugo-Lattke, M.L. 2011. Patrones biotipológicos a nivel foliar de la vegetación y su respuesta a las series hídricas en áreas de la Región Caribe de Colombia. Tesis de Maestría, Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología.
- Brunnschweiler, D. 1972. *The Llanos: frontier of Colombia. Monograph 9*. Michigan St. Univ.: Latin American Studies Center.
- Burd, Martin. 2007. Adaptive Function of Drip Tips: A Test of the Epiphyll Hypothesis in *Psychotria marginata* and *Faramea occidentalis* (Rubiaceae). *Journal of Tropical Ecology* 23(4) (July 1):449–455.

- Calvacanti, R.B. 1992. The importance of forest edges in the ecology of open country cerrado birds. En: *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*, Eds. P.A. Furley, J. Proctor, & J.A. Ratter, pp. 513–518. Chapman and Hall.
- Camaripano-Venero, B., & A. Castillo. 2003. Catalogo de espermatofitas del bosque estacionalmente inundable del rio Sipapo, Estado Amazonas, Venezuela. *Acta Botanica Venezuelica* 26(2):125–229.
- Caro, M. 2006. *Caracterización florística y estructural de la vegetación de un morichal en la hacienda Mataredonda, Municipio de San Martín, Meta*. Trabajo de grado para optar al título de Ecóloga, Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.
- Carvajal, L., C. Parra, J. Patarroyo, A. Gualdrón, M. Jiménez, & A. Garzón. 2007. *Composición florística y estructural del bosque de galería, Puerto López Meta; Catalogo ilustrado*. Corporación para el desarrollo sostenible del area de manejo especial la Macarena - CORMACARENA.
- Castro-Lima, F. 2010. Avance del conocimiento de la flora del Andén Orinoqués en el departamento del Vichada, Colombia. *Orinoquia* 14:58–67.
- Córdoba, M. 1995. *Caracterización florístico-estructural y biotipológica de la vegetación en dos tipos de bosques en la parte central de la serranía de Naquén (Guainía)*. Trabajo de Grado, Bogotá D.C.: Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana.
- Correa-Gómez, D.F., & P.R. Stevenson. 2010. Estructura y diversidad de bosques de galería de una sabana estacional de los llanos orientales colombianos (Reserva Tomo Grande, Vichada). *Orinoquia* 14(1):31–48.
- Cummins, K.W. 1974. Structure and function of stream ecosystems. *Bioscience* 24:631–641.
- Díaz, S., & M. Cabido. 2001. Vive la difference: Plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution* 16:646–655.
- Díaz, W., & J. Rosales. 2006. Analisis florístico y descripción de la vegetación inundable de Varzeas orinoquenses en el Bajo Rio Orinoco, Venezuela. *Acta Botanica Venezuelica* 29(01):39–68.
- Díaz-Piedrahita, S. 1990. Tres naturalistas del siglo XIX unidos entorno a una flora. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 17(66):415–423.
- Duno de Stefano, R., G. Aymard, & O. Huber, Eds. 2007. *Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vasculare de los Llanos de Venezuela*. Caracas: FUDENA – Fundación Empresas Polar – FIBV.
- FAO. 1965. *Reconocimiento edafológico de los Llanos Orientales, Colombia*. Vol. II. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Farji-Brener, A., O. Carrero, L. Paolini, M. La Torre, E. Quintero, E. Bonaccorso, L. Arnedo, & R. Villalobos. 2002. Función del acumen en las hojas y su distribución vertical en un bosque lluvioso tropical de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 50(2):561–567.
- Fernández, A. 2007. Los morichales de los Llanos de Venezuela. En: *Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vasculare de los Llanos de Venezuela, Parte I: Introducción geobotánica*, Eds. R. Duno de Stefano, G. Aymard, & O. Huber, pp. 91–98. Caracas: FUDENA – Fundación Empresas Polar – FIBV.
- Foster, T.E., & J.R. Brooks. 2005. Functional groups based on leaf physiology: are they spatially and temporally robust? *Oecologia* 144(3):337–352.
- Fraume, N.J. 2007. *Diccionario Ambiental*. Bogotá D.C.: ECOE EDICIONES.
- Garavito-Fonseca, J. 2008. Priorización de áreas para la conservación de la mastofauna silvestre en Casanare – Colombia. Tesis de maestría, Guanare, Venezuela: UNELLEZ.
- Garibello, J. 2001. Estructura de la vegetación leñosa del ecotono bosque de galería-sabana en la altillanura de la cuenca alta del río Tomo (Estación Biológica Bachaqueros – Departamento del Vichada). Tesis de grado Biología, Bogotá, D.C. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología.
- Garnier, E., B. Shipley, C. Roumet, & G. Laurent. 2001. A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. *Functional Ecology* 15(5):688–695.
- Gast, F. 2006. Presentación. En: *Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005 - 2015 – Propuesta Técnica*, Eds. H.D Correa, S.L. Ruiz, & L.M. Arévalo. Bogotá D.C.: Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ – Colombia, SP - 13.
- González-Vale, M.A. 1945. Estudio forestal sobre los llanos occidentales de Venezuela. En: *Inter-American Conference on Agriculture*, pp. 100. Caracas: Editorial Crisol.
- Google Earth. 2013. Souce: “San Luis de Palenque” y “Trinidad”. 5°12'45.58" N 71°19'00.62" W. Date on Image: 04/09/2013. Accessed: January 17, 2014.
- Goosen, D. 1964. Geomorfología de los Llanos Orientales. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 12(46):129–139.
- Hokche, O., P.E. Berry, & O. Huber. 2008. *Nuevo Catálogo de la Flora Vasculare de Venezuela*. Caracas: Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser.
- Huber, O., & C. Alarcón. 1988. *Mapa de vegetación de Venezuela*. Caracas: Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables y The Nature Conservancy. 1:2.000.000.

- Hueck, K. 1960. Mapa de la vegetación de la República de Venezuela. *Boletín IFLA* 4:1–49.
- Ivey, C.T., & N. DeSilva. 2001. A Test of the Function of Drip Tips. *Biotropica* 33(1):188–191.
- Jahn, A. 1921. *Esbozo de las formaciones geológicas de Venezuela*. Caracas: Litografía del comercio.
- Johansson, M., C. Nilsson, & E. Nilsson. 1996. Do rivers function as corridors for plant dispersal? *Journal of Vegetation Science* 7:593–98.
- Kangas, P. 1994. Riparian influences on a tropical river ecosystem in Belize, Central America. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences* 20:109–118.
- Klink, C.A., A.G. Moreira, & O.T. Solbrig. 1993. Ecological impacts of agricultural development in the Brazilian Cerrados. En: *The world's savannas. Man and the Biosphere (MAB) series, Vol. 12.*, Eds. M.D. Young & O.T. Solbrig, pp. 259–282. Parthenon: Unesco.
- Knuth, R. 1928. *Initia Florae venezuelensis*. Dahlem bei Berlin: Verlag des Repertoriums.
- León-Sicard, T., & A. Palacios-Fernández. 2011. Los suelos del bloque Cubiro en los municipios de San Luis y Trinidad, Casanare-Colombia. En: *Mamíferos, Reptiles y Ecosistemas del Bloque Cubiro (Casanare): Educación Ambiental para la Conservación*, Ed. T. León-Sicard, pp. 75–96. Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional de Colombia, Alange Energy Corp.
- Lightbody, J.P. 1985. Distribution of Leaf Shapes of *Piper* sp. in a Tropical Cloud Forest: Evidence for the Role of Drip-tips. *Biotropica* 17(4) (December 1):339–342.
- Machado-Allison, A. 1990. Ecología de los peces de las áreas inundables de los Llanos de Venezuela. *Interciencia* 15:411–423.
- Medellin, R.A., & K.H. Redford. 1992. The role of mammals in neotropical forest-savanna boundaries. En: *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*, Eds. P.A. Furley, J. Proctor, & J.A. Ratter, pp. 519–548. Chapman and Hall.
- Mendoza, H. 2007. Vegetación. Capítulo 3. En: *Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (Sector Noreste), Vichada, Colombia*, Eds. H. Villarreal-Leal & J. Maldonado-Ocampo, pp. 53–86. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Menninger, H.L., & M.A. Palmer. 2006. Restoring Ecological Communities: From Theory to Practice. En: *Foundations of Restoration Ecology*, Eds. D.A. Falk, M.A. Palmer, & J.B. Zedler, pp. 88–113. Island Press.
- Miranda, L. 2006. Caracterización Florística y Estructural arbórea de un bosque de galería y su análisis Etnobotánico en la comunidad Indígena Sáliba del Resguardo Paravare (Orocué-Casanare). Tesis de Grado para optar el título de Ecóloga,

- Bogotá D.C.: Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana.
- Mora-Fernández, C., C. Castellanos-Castro, A. Cardona-Cardozo, L. Pinzón-Pérez, & J.O. Vargas-Ríos. 2011. Geología, geomorfología, clima y vegetación. En: *Mamíferos, Reptiles y Ecosistemas del Bloque Cubiro (Casanare): Educación Ambiental para la Conservación*, Ed. T. León-Sicard, pp. 49–73. Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional de Colombia, Alange Energy Corp.
- Morales-Rojas, T., & A. Castillo-Suarez. 2005. Catalogo dendrológico comentado del bosque ribereño de la confluencia de los rios Cuao-Sipapo (Estado Amazonas, Venezuela). *Acta Botanica Venezuelica* 28(1):63–87.
- Naiman, R.J., & H. Decamps. 1997. The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28(1):621–658.
- Naiman, R.J., H. Décamps, & M.E. McClain. 2005. *Riparia: Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities*. San Diego: Elsevier/Academic Press.
- Naiman, R.J., H. Decamps, & M. Pollock. 1993. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications* 3:209–212.
- Navas, G.E., & C.A. Barragán. 2002. *Caracterización y usos potenciales de especies vegetales de un bosque de galería secundario*. Boletín Técnico No. 28. Villavicencio, Meta. Colombia: Corpoica.
- Neiff, J.J., S.L. Casco, & J.C. Arias. 2004. Glosario de Humedales Latinoamericanos. En: *Humedales de Iberoamérica.*, Ed. J.J. Neiff, pp. 336–380. Cuba: CYTED, Subprograma XVII – Red Iberoamericana de Humedales.
- Nicotra, A.B., A. Leigh, C.K. Boyce, C.S. Jones, K.J. Niklas, D.L. Royer, & H. Tsukaya. 2011. The evolution and functional significance of leaf shape in the angiosperms. *Functional Plant Biology* 38(7):535–552.
- Nilsson, C., A. Ekblad, M. Gardfjell, & B. Carlberg. 1991. Long-term effects of river regulation on river margin vegetation. *Journal of Applied Ecology* 28:963–87.
- Ojasti, J. 1990. Las comunidades de mamíferos en sabanas neotropicales. En: *Las sabanas Americanas. Aspectos de su biogeografía, ecología y utilización*, Ed. G. Sarmiento, pp. 259–293. Caracas: CIELAT.
- Osone, Yoko, Atsushi Ishida, & Masaki Tateno. 2008. Correlation between Relative Growth Rate and Specific Leaf Area Requires Associations of Specific Leaf Area with Nitrogen Absorption Rate of Roots. *New Phytologist* 179(2) (July 1):417–427.
- Ospina, A.H., & M.L. Higgins. 2011. Presentación. En: *Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento*, Eds. J.S. Usma & F. Trujillo. Bogotá D.C.: Gobernación de Casanare - WWF Colombia.
- Parra-O., C. 2006. Estudio general de la vegetación nativa de puerto Carreño (Vichada, Colombia). *Caldasia* 28(2):165–177.

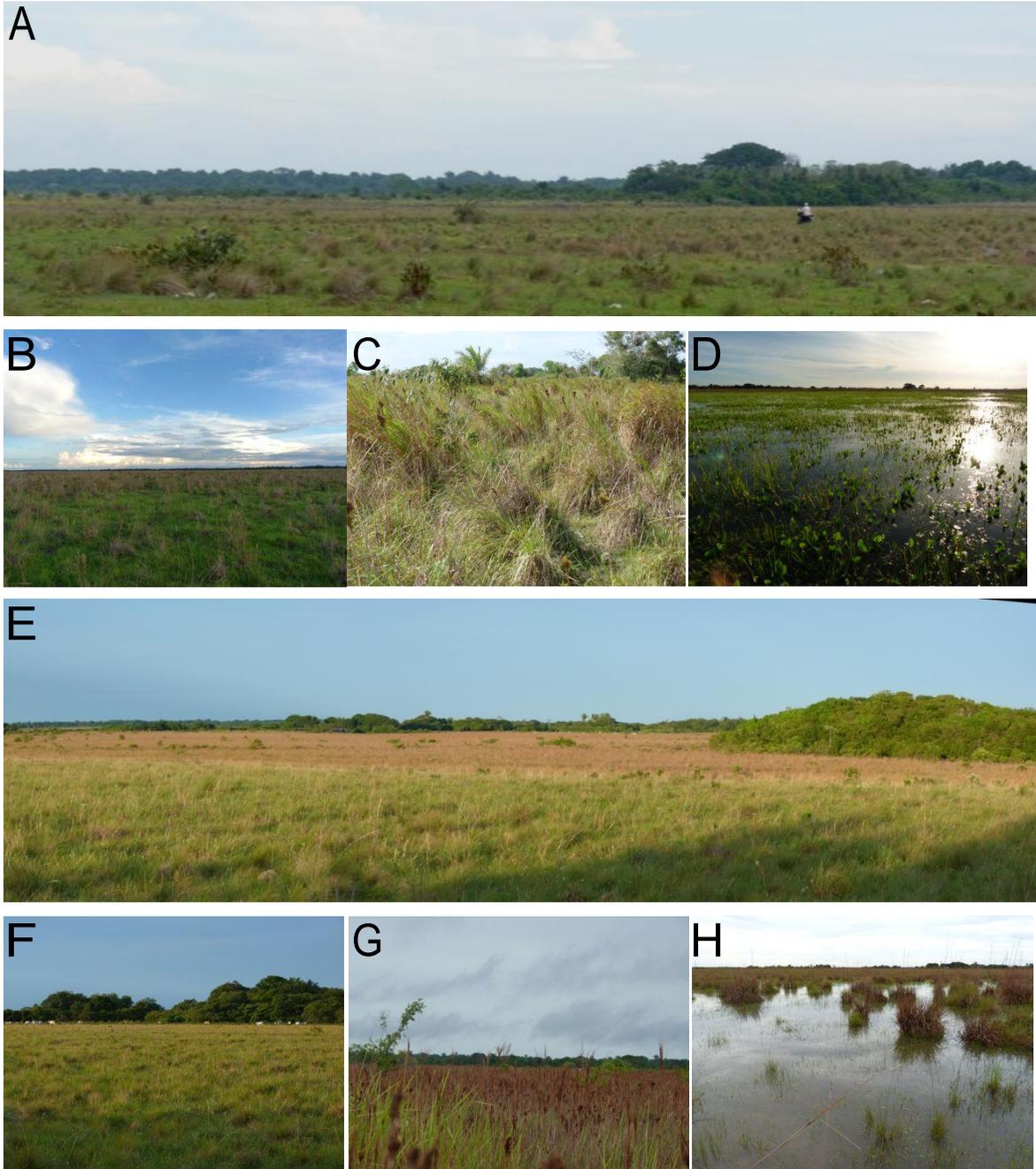
- Pérez, C. 2005. Análisis comparativo de la composición y estructura de la vegetación riparia de tres rangos altitudinales, en un fragmento de bosque de piedemonte de la reserva forestal protectora cuenca alta del caño Vanguardia y Quebrada Vanguardiano (RFPVV), Villavicencio – Meta. Trabajo de grado para optar por el título de Ecóloga, Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.
- Peterjohn, W.T., & D.L. Correll. 1984. Nutrient dynamics in an agricultural watershed: observations on the role of a riparian forest. *Ecology* 65:1466–1475.
- Pinzón-Pérez, L., C. Castellanos-Castro, A. Cardona-Cardozo, C. Mora-Fernández, & O. Vargas-Ríos. 2011. Caracterización de las comunidades vegetales presentes en el bloque Cubiro, cuenca baja del Río Pauto, Casanare (Colombia). En: *Mamíferos, Reptiles y Ecosistemas del Bloque Cubiro (Casanare): Educación Ambiental para la Conservación*, Ed. T. León-Sicard, pp. 97–150. Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional de Colombia, Alange Energy Corp.
- Pittier, H, T Lasser, L Schnee, & Conferencia Interamericana de Agricultura. 1947. *Catálogo de la flora Venezolana*. Vol. II. Caracas: Vargas.
- Pittier, H. 1945. *Catálogo de la flora venezolana*. Vol. I. Caracas: Lit. y Tip. Vargas.
- Pla, Laura E., Fernando Casanoves, & Julio Di Rienzo. 2012. *Quantifying Functional Biodiversity*. Nueva York: Springer.
- Poorter, H., & E. Garnier. 1999. Ecological significance of inherent variation in relative growth rate and its components. En: *Handbook of Functional Plant Ecology*, Eds. F.I. Pugnaire & F. Valladares, pp. 81–120. New York. USA.: Marcel Dekker, Inc.
- Poorter, H. 2002. Plant Growth and Carbon Economy. En: *Encyclopedia of Life Sciences*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. (2013-06-12) <http://www.els.net/WileyCDA/ElsArticle/refId-a0003200.html>.
- Quintero, M. 2001. Distribución espacial de *Caraipa llanorum*, *Xylopia ligustrifolia* y *Calophyllum brasiliense*, teniendo en cuenta su comportamiento demográfico y heterogeneidad ambiental en un bosque aluvial del río Yucao (Meta). Tesis de Grado para optar el título de Biólogo, Bogotá D.C.: Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana.
- Rangel-Ch., J.O., C. Delgado, & J. Uribe. 1986. Aspectos Biotipológicos y Morfoecológicos de la vegetación en Gorgona. En: *Biota y ecosistemas de Gorgona*, Eds. J. Aguirre-C. & J.O. Rangel-Ch., pp. 152–169. Bogotá: Fondo FEN-Colombia.
- Rangel-Ch., J.O., P.D. Lowy-C., M. Aguilar-P., & A. Garzón-C. 1997. Tipos de vegetación en Colombia: Una aproximación al conocimiento de la terminología fitosociológica, fitoecológica y de uso común. En: *Colombia diversidad biótica II, tipos de vegetación en Colombia*, Eds. J.O Rangel-Ch., P.D. Lowy-C., & M. Aguilar-P., pp. 59–71. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Ratter, J.A., J.F. Ribeiro, & S. Bridgewater. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80(1):223–230.

- Redford, K.H., & F.A.B. Da Fonseca. 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the cerrado's non volant mammalian fauna. *Biotropica* 18(1):126–135.
- Reich, P.B., I.J. Wright, J. Cavender-Bares, J.M. Craine, J. Oleksyn, M. Westoby, & M.B. Walters. 2003. The Evolution of Plant Functional Variation: Traits, Spectra, and Strategies. *International Journal of Plant Sciences* 164(3 Suppl.):143–1642.
- Riina, R., R. Duno de Stefano, G. Aymard, A. Fernández, & O. Huber. 2007. Análisis de la diversidad florística de los Llanos de Venezuela. En: *Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vasculare de los Llanos de Venezuela, Parte I: Introducción Geobotánica*, Eds. R. Duno de Stefano, G. Aymard, & O. Huber, pp. 107–122. Caracas: FUDENA – Fundación Empresas Polar – FIBV.
- Rippstein, G., E. Amézquita, G. Escobar, & C. Grollier. 2001. Condiciones Naturales de la Sabana. En: *Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia*, Eds. G. Rippstein, G. Escobar, & F. Motta, pp. 1–21. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Romero, M., G. Galindo, J Otero, & D. Armenteras. 2004. *Ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Root, R.B. 2000. Guilds. En: *Encyclopedia of Biodiversity*, Ed. S.A. Levin, 3:pp. 295–302. San Diego: Academic Press.
- Rosales, J., G. Petts, & J. Salo. 1999. Riparian flooded forests of the Orinoco and Amazon basins: a comparative review. *Biodiversity and Conservation* 8:551–586.
- Royer, Dana I, & Peter Wilf. 2006. Why Do Toothed Leaves Correlate with Cold Climates? Gas Exchange at Leaf Margins Provides New Insights into a Classic Paleotemperature Proxy. *International Journal of Plant Sciences* 167(1) (January 1):11–18.
- Rudas, A., A. Prieto, & J.O. Rangel. 2002. Principales tipos de vegetación de la “La Ceiba” (Guanía), Guyana Colombiana. *Caldasia* 24(2):343–365.
- Sarmiento, G., Monasterio M., & J.F. Silva. 1971. Reconocimiento ecológico de los Llanos Occidentales. I. Las unidades regionales. *Acta Científica Venezolana* 22:52–61.
- Seré, C., & R.D. Estrada. 1985. Colombia 2: análisis económico. En: *Sistemas de producción pecuaria extensiva*, Eds. R.R. Vera & C. Seré, pp. 281–335. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Sigafoos, R. S. 1964. Botanical evidence of floods and flood-plain deposition. PP - 485-A. United States Geological Survey. <http://pubs.er.usgs.gov/publication/pp485A>.
- Smith, J., J.V. Cadavid, A. Rincón, & R. Vera. 1997. Land speculation and intensification at the frontier: a seeming paradox in the Colombian savanna. *Agricultural Systems* 54(4):501–520.

- Steneck, R.S. 2000. Functional Groups. En: *Encyclopedia of Biodiversity*, Ed. S.A. Levin, 3:pp. 121–139. San Diego: Academic Press.
- Steyermark, J.A., P.E. Berry, K. Yatskievych, & B. Holst, Eds. 1995. *Flora of the Venezuelan Guayana*. St. Louis, Portland, OR.: Missouri Botanical Garden Press, Timber Press.
- Tafur, E., & J.O. Rangel-Ch. 2005. Caracterización preliminar de la textura foliar de la vegetación en los transectos del Tatamá (Cordillera occidental, Colombia). En: *Estudios de ecosistemas Tropoandinos 7*, Eds. T. Van der Hammer, J.O. Rangel-Ch., & A.M. Cleff, pp. 661–687. Berlín: J. Cramer.
- Tilman, D. 2000. Functional Diversity. En: *Encyclopedia of Biodiversity*, Ed. S.A. Levin, 3:pp. 109–120. San Diego: Academic Press.
- Triana, J.J., & J. E. Planchon. 1862. *Prodromus florae Novo-Granatensis / par José Triana et J.E. Planchon*. Paris : V. Masson. <http://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/5385>.
- Van der Hammen, T., & J.O. Rangel-CH. 1997. El estudio de la vegetación en Colombia. En: *Colombia Diversidad Biotica II. Tipos de vegetación en Colombia*, Eds. J.O. Rangel-Ch., P.D. Lowy-C., & M. Aguilar-P., pp. 17–57. Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional de Colombia.
- Veneklaas, E., A. Fajardo, S. Obregón, & J. Lozano. 2005. Gallery forest types and their environmental correlates in a Colombian savanna landscape. *Ecography* 28:236–252.
- Vieira-Muñoz, M.I. 2007. Identificación y caracterización de los ecosistemas asociados a las poblaciones de chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) y su relación con el comportamiento en el departamento del Casanare, Colombia. En: *Estudios sobre la ecología del chigüiro (Hydrochaeris hydrochaeris), enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia*, Eds. J. Aldana-Domínguez, M.I. Vieira-Muñoz, & D.C. Ángel-Escobar, pp. 105–128. Bogotá D.C., Colombia: Instituto Alexander von Humboldt.
- Villarreal-Leal, H. 2007. Caracterización de los paisajes. En: *Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (Sector Noreste), Vichada, Colombia*, pp. 39–50. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Vincelli, P.C. 1981. Estudio de la vegetación del Territorio Faunístico “El Tuparro.” *Cespedesia* 10(37-38):7–51.

1.7 Anexos

Anexo 1-1. Paisajes en la cuenca baja del río Pauto. A-D) Llanura aluvial de desborde, E-H) Llanura eólica. B y F) Sabanas secas; C y G) Sabanas húmedas; D y H) Esteros.



Fotos por: Diego Cabrera

Anexo 1-2. Fotografías de algunos sitios de muestreo en la cuenca baja del río Pauto. A-B) Bosques de vega, C-D) Bosques de galería y E-F) Morichales.



2. Composición florística de los bosques ribereños de la cuenca baja del Río Pauto (Casanare-Colombia)

2.1 Resumen

Se realizó un estudio florístico de la vegetación en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto (Colombia, Casanare). El estudio se llevó a cabo entre marzo y agosto del 2012 en los municipios de San Luis de Palenque y Trinidad. Se realizaron colecciones generales y levantamientos de vegetación en nueve parcelas de 20x50 m (0,9 ha) por cada tipo de bosque para determinar su riqueza y diversidad. Se encontraron diferencias florísticas entre los levantamientos de las llanuras eólicas y los de las llanuras aluviales de desborde. Se registraron 79 familias, 207 géneros y 279 especies. Las familias más ricas fueron: Rubiaceae; Euphorbiaceae, Fabaceae, Moraceae, Sapindaceae, Melastomataceae, Apocynaceae, Arecaceae, Bromeliaceae, Flacourtiaceae, Mimosaceae y Verbenaceae. Los géneros más ricos fueron: *Casearia*, *Ficus*, *Piper*, *Tillandsia*, *Annona*, *Heliconia*, *Inga*, *Miconia*, *Passiflora*, *Philodendron*, *Psychotria*, *Trichilia*, *Aegiphila*, *Cordia*, *Paullinia* y *Vismia*. Las formas de crecimiento con mayor riqueza taxonómica fueron árboles, arbustos y trepadoras leñosas. No se encontraron especies endémicas de Colombia; el 38% de las especies se encuentran en el norte de Suramérica y el 58% son de amplia distribución en el continente, particularmente en regiones como la región Andina, Guayana, Amazonía, región Caribe colombo-venezolana, Chaco, región Pacífica, Sabanas del Beni, Pampa y el Cerrado brasileiro. Sólo se registraron tres especies dentro de las categorías de riesgo de la UICN y siete especies reportadas en los apéndices del CITES.

Palabras clave: riqueza, distribución, llanura eólica, llanura aluvial, bosque ribereño, morichales

2.2 Abstract

A floristic study of vegetation was conducted in riparian forests of the lower basin of Pauto river (Colombia, Casanare). The study was conducted between March and August of 2012 in the municipalities of San Luis de Palenque and Trinidad. General collections and vegetation surveys were performed in nine plots of 20x50 m (0.9 ha) for each forest type to determine its richness and diversity. Floristic differences were found between the surveys of eolic plains and overflow flood plains. 79 families, 207 genera and 279 species were recorded. The richest families were Rubiaceae; Euphorbiaceae, Fabaceae, Moraceae, Sapindaceae, Melastomataceae, Apocynaceae, Arecaceae, Bromeliaceae, Flacourtiaceae, Mimosaceae and Verbenaceae. The richest genera were *Casearia*, *Ficus*, *Piper*, *Tillandsia*, *Annona*, *Heliconia*, *Inga*, *Miconia*, *Passiflora*, *Philodendron*, *Psychotria*, *Trichilia*, *Aegiphila*, *Cordia*, *Paullinia* and *Vismia*. Growth forms with more taxonomic richness were trees, shrubs and woody vines. No endemic to Colombia were found; 38% of the species found in northern South America and 58% are widely distributed on the continent, particularly in regions such as the Andean region, Guyana, Amazon, Venezuelan-Colombian Caribbean region, Chaco, Pacific region, Savannahs Beni, Pampa and Brazilian Cerrado. Only three species were recorded within risk categories IUCN and seven species were reported in the appendices of CITES.

Key words: Richness, distribution, eolic plain, overflow plain, riparian forest, morichales

2.3 Introducción

Los sistemas ribereños son áreas transicionales semiterrestres que se ven influenciadas regularmente por aguas continentales, y frecuentemente se extienden desde las márgenes de los cursos de agua hacia los límites de las comunidades de zonas netamente terrestres sin influencia del agua (Naiman & Decamps 1997; Etter 1998; Naiman *et al.* 2005). Debido a su ubicación espacial, estos sistemas establecen interacciones entre componentes acuáticos y terrestres del paisaje (Naiman *et al.* 2005). Tal es el caso de los bosques ribereños de las sabanas tropicales, que son franjas angostas de bosque asociadas a los cursos de agua, inmersas en un paisaje dominado por vegetación herbácea (o sabanas propiamente dichas en el caso de la Orinoquia) (Veneklaas *et al.* 2005).

En la cuenca baja del río Pauto los bosques ribereños se pueden diferenciar en dos tipos: bosques de vega y bosques de galería. Los **bosques de vega** son aquellos que se

desarrollan sobre superficies de inundación en los valles aluviales de los ríos de aguas blancas provenientes de los Andes (como por ejemplo los ríos Pauto y Meta), los cuales presentan una gran exuberancia dado que están soportados por suelos de fertilidad media o alta (Baptiste & Ariza 2008). En cambio, los **bosques de galería** (en ocasiones también conocidos como bosques de rebalse), se desarrollan en las márgenes de ríos, caños y cañadas que nacen en las sabanas y pueden ser inundables o no inundables, según si se encuentran en los planos de inundación o en los diques de las riberas (Baptiste & Ariza 2008). Los **morichales** por otra parte, se caracterizan principalmente por la presencia de la palma “moriche” (*Mauritia flexuosa*), pero además de eso, presentan gran influencia de las inundaciones tanto en las riberas de los cursos de agua (al igual que los bosques de vega y de galería), como aislados en medio de las sabanas inundables (Neiff *et al.* 2004; Caro 2006; Fernández 2007; Baptiste & Ariza 2008). Muchas veces estos ecosistemas representan estadios sucesionales tempranos de otro tipo de bosques ribereños (Fernández 2007).

Algunos de los trabajos más importantes sobre la composición y estructura de la vegetación en la Orinoquia que recopilan información sobre bosques ribereños son las revisiones de la serie Colombia Diversidad Biótica (Rangel-Ch. *et al.* 1997; Van der Hammen & Rangel-CH. 1997), los estudios locales en el Parque Nacional Natural El Tuparro (Vincelli 1981; Barbosa 1992; Mendoza 2007; Villarreal-Leal 2007) y otras zonas con influencia de la Guayana (Parra-O. 2006; Castro-Lima 2010). De manera especial para bosques ribereños se pueden citar algunos trabajos en Guainía en la Serranía del Naquén (Córdoba 1995), en la Estación Biológica Bachaqueros (Garibello 2000) y en la reserva Gran Tomo (Correa-Gómez & Stevenson 2010) ambos en el departamento del Vichada. En el departamento del Meta se encuentran varios estudios en el municipio de Puerto López (Meta) (Carvajal *et al.* 2007), de los cuales dos se desarrollan asociados al río Yukao (Quintero 2001; Veneklaas *et al.* 2005) y otros incluyen caracterizaciones de usos potenciales de la vegetación en bosques del municipio de Fuente de Oro (Navas & Barragán 2002), en reservas protectoras de los alrededores de Villavicencio (Pérez 2005) y estudios puntuales en morichales del municipio de San Martín (Caro 2006). Por otro lado, algunos de los estudios más importantes referenciados en el departamento de Casanare son la caracterización del hábitat del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*-Rodentia) dentro del programa para su conservación y uso sostenible (Vieira-Muñoz 2007), en proyectos de exploración en el departamento de Casanare (Pinzón-Pérez *et al.* 2011), y algunas aproximaciones etnobotánicas con comunidades indígenas en el

municipio de Orocué (Ávila 2006; Miranda 2006). Para una revisión más detallada del tipo y naturaleza de los trabajos realizados sobre flora y vegetación en la región, véase la introducción general del presente volumen y los aportes de Correa *et al.* (2006), Fernández *et al.* (2010) y Córdoba *et al.* (2011).

La información consolidada sobre las especies de plantas que componen este tipo de bosques es necesaria para la toma de decisiones en torno a su conservación, uso y manejo sostenible dentro de un contexto de creciente demanda de tierra para expandir e intensificar la agricultura y la ganadería en esta región. Por esta razón la presente investigación busca documentar la composición florística de los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto, así como establecer las principales diferencias o semejanzas con otros bosques del mismo tipo en la zona o en regiones cercanas.

2.4 Materiales y Métodos

2.4.1 Área de estudio

El área de estudio se describe en detalle en la sección correspondiente del **capítulo 1** en el presente volumen.

2.4.2 Fase de campo

Se realizaron dos salidas de campo, la primera se llevó a cabo en el mes de marzo de 2012, en la cual se obtuvieron colecciones botánicas mediante colección general y levantamientos de vegetación para el estudio de la estructura de la vegetación (ver capítulo 3 de este volumen). La recolección se hizo por igual para especies nativas silvestres y aquellas cultivadas de naturaleza silvestre o exótica; por supuesto, las recolecciones generales y los levantamientos de vegetación no se realizaron en medio o al lado de cultivos, huertos, plataneras, plantaciones, caminos o demás, de manera que los individuos cultivados que se encontraron son individuos escapados y naturalizados. En la segunda salida, llevada a cabo en el mes de julio de 2012, se complementaron los registros botánicos para el catálogo con colecciones generales de nuevo material fértil. Con base en la cartografía disponible y según su accesibilidad, se identificaron las zonas de muestreo dentro del área de estudio en cada una de las tres estaciones, las cuales incluyeron bosques ribereños asociados a ríos y caños, y morichales. Las muestras recolectadas se prensaron y preservaron en alcohol al 70% hasta su llegada al

laboratorio, según las recomendaciones de Rangel-Ch. & Velásquez (1997) y Villareal *et al.* (2006).

2.4.3 Fase de laboratorio

El material botánico se secó en horno y se depositó en la colección del Herbario Nacional Colombiano (COL). Allí se realizó la identificación de las especies con ayuda de claves taxonómicas, catálogos, listados de especies y recursos virtuales. También se recurrió a la comparación directa con ejemplares del Herbario Nacional Colombiano y a la colaboración de los especialistas en grupos taxonómicos particulares como: Julio Betancur (Bromeliaceae, Heliconiaceae, Maranthaceae), Carlos Parra (Myrtaceae), Diego Giraldo-Cañas (Poaceae), José Murillo (Pteridophyta, Annonaceae y Euphorbiaceae), Jhon Infante-Betancour (Convolvulaceae) y Orlando Rivera-Díaz (Araliaceae).

2.4.4 Análisis de la información

Se elaboró un catálogo de la flora vascular basado en la lista del material herborizado colectado durante las dos salidas de campo siguiendo los lineamientos de Rivera-Díaz & Rangel-Ch. (2012) y se incluyeron también otras que no fueron recolectadas, pero que son muy comunes y abundantes en la región, son plenamente reconocibles y cuentan con amplias colecciones en COL; así mismo, se describen todas las localidades donde fueron registradas cada una de las especies. Algunas fuentes de información secundaria empleadas para su elaboración fueron el índice internacional de nombres de plantas (The International Plant Names Index 2012), Tropicos.org (Missouri Botanical Garden 2012), ThePlantList.org (The Plant List 2012), el listado mundial de familias seleccionadas (WCSP 2012), la lista roja de especies amenazadas (IUCN 2001) y los apéndices del CITES (UNEP WCMC 2003). La clasificación taxonómica de las familias siguen los sistemas de Cronquist (1981) para las angiospermas y Tryon & Tryon (1982) para los pteridófitos, con algunas salvedades según se encontraron en Duno de Stefano *et al.* (2007) y Hokche *et al.* (2008), publicaciones que se tomaron como referente para comparar la riqueza y la diversidad de la Orinoquia venezolana. Se incluye el Anexo 2-1 con la sinonimia de las familias en los nuevos sistema de clasificación de angiospermas (APG 2009; Chase & Reveal 2009) y de pteridófitos (Smith *et al.* 2006). La abreviatura de los autores de los taxones sigue a Brummitt & Powell (1992), los cuales se contrastaron

contra los registros en las bases de datos IPNI.org, Tropicos.org y The Plant List.org; así mismo para la verificación de nombres aceptados y sinonimia.

Se realizaron análisis de riqueza y composición a nivel general, por formas de crecimiento y por ambiente, destacando las familias y géneros más relevantes en cada caso. Se realizó un análisis de similitud utilizando el índice de Sorensen con ayuda del software PAST 2.04 (Hammer *et al.* 2001) para comparar los sitios de muestreo y clasificarlos por su composición. Se recopiló la información básica sobre la distribución de las especies encontradas tomando como referencia los datos compilados por el Missouri Botanical Garden, disponibles en las bases de datos de Tropicos.org (Missouri Botanical Garden 2012). Con esta información se realizó un análisis numérico de la distribución geográfica de las especies, comparando el porcentaje de especies compartidas entre los distintos países y regiones naturales de América.

2.5 Resultados

2.5.1 Catálogo de la flora vascular de los bosques ribereños de la cuenca baja del Río Pauto (Casanare-Colombia)

(Ver también el Anexo 2-5 con el archivo fotográfico)

PTERIDÓFITOS

POLYPODIACEAE

Microgramma C.Presl

M. persicariifolia (Schrad.) C. Presl

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1104.*

PTERIDACEAE

Adiantum L.

A. latifolium Lam.

Forma de crecimiento: Hierba

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1087.* Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1324.* Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m.

A. pulverulentum L.

Forma de crecimiento: Hierba

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1063.* Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m.

WOODSIACEAE

Diplazium Sw.

D. plantaginifolium (L.) Urb.

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1218.*

MONOCOTILEDÓNEAS

ARACEAE

Monstera

M. adansonii Schott

Forma de crecimiento: Hemiepífita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012,

Cabrera-Amaya D. 1322. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m.

M. pinnatipartita Schott

Forma de crecimiento: Hemiepífita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 032.*

Philodendron

P. acutatum Schott

Forma de crecimiento: Hemiepífita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14691.*

P. hederaceum (Jacq.) Schott

Forma de crecimiento: Hemiepífita

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Castro-Lima F. 14995.*

P. muricatum Willd. ex Schott

Forma de crecimiento: Hemiepífita

San Luis de Palenque. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14943.*

P. solimoense A.C. Sm.

Forma de crecimiento: Hemiepífita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Castro-Lima F. 14767.*

ARECACEAE

Attalea Kunth

A. butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer

Forma de crecimiento: Palmoide

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m. Fca. La Bretaña, 126 m. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Fca. San Miguel, 169 m. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m. (*No recolectada*).

Bactris Jacq.

B. major Jacq.

Forma de crecimiento: Palmoide

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Fca. San Miguel, 169 m. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m.

Desmoncus Mart.

D. myriacanthos Dugand

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La

Bretaña, 141 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14740.*

D. polyacathos Mart.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14668.*

Euterpe Mart.

E. precatória Mart.

Forma de crecimiento: Palmoide

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m. Fca. Matemoriche, 123 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m. (*No recolectada*).

Mauritia L.f.

M. flexuosa L. f.

Forma de crecimiento: Palmoide

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m. (*No recolectada*).

Roystonea O.F. Cook

R. oleracea (Jacq.) O.F. Cook

Forma de crecimiento: Palmoide

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m. (*No recolectada*).

Syagrus Mart.

S. sancona Glassman

Forma de crecimiento: Palmoide

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m. (*No recolectada*).

BROMELIACEAE

Aechmea Ruiz & Pav.

A. tocantina Baker

Forma de crecimiento: Epífita

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 156 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14856.*

Billbergia Thunb.

B. decora Poepp. & Endl.

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14693.*

Tillandsia L.

T. bulbosa Hook.

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 029.*

T. fasciculata Sw.

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14923.*

T. longifolia Baker

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Castro-Lima F. 14782.*

T. recurvata (L.) L.

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Castro-Lima F. 14783.*

T. utriculata L.

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, " " m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14678.* Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Castro-Lima F. 14774.*

Werauhia J.R. Grant

W. sanguinolenta (Cogn. & Marchal) J.R. Grant

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 143 m, Julio 12 de 2012, *Castro-Lima F. 15743.*

COSTACEAE

Costus L.

C. arabicus L.

Forma de crecimiento: Hierba

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *González-Caballero M. 225.* Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *González-Caballero M. 225.*

HELICONIACEAE

Heliconia L.

H. episcopalís Vell.

Forma de crecimiento: Hierba

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. *Cabrera-Amaya D. 1220.*

H. hirsuta L. f.

Forma de crecimiento: Hierba

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m. Fca. Matemoriche, 123 m. (*No recolectada.*)

H. marginata (Griggs) Pittier

Forma de crecimiento: Hierba

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. *Castro-Lima F. 14768.*

MARANTACEAE

Calathea G.Mey.

C. lutea (Aubl.) E.Mey. ex Schult.

Forma de crecimiento: Hierba

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m.

Goepertia Nees

G. variegata (K. Koch) Borchs. & S. Suarez

Forma de crecimiento: Hierba

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1341.*

Ischnosiphon Korn.

I. leucophaeus (Poepp. & Endl.) Körn.

Forma de crecimiento: Hierba

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Castro-Lima F. 14676.*

ORCHIDACEAE

Encyclia Hook.

E. cordigera (Kunth) Dressler

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14930.*

Notylia Lindl.

N. barkeri Lindl.

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14922.*

Vanilla Mill.

Vanilla sp. 01

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 026.*

POACEAE

Olyra L.

O. latifolia L.

Forma de crecimiento: Hierba

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 158 m. *Giraldo-Kalil L. 131.*

SMILACACEAE

Smilax L.

S. spinosa Mill.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La

Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14765*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 131*.

DICOTILEDÓNEAS

ACANTHACEAE

Aphelandra R.Br.

A. scabra (Vahl) Sm.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m. (*No recolectada*).

Mendoncia Vell. ex Vand.

M. bivalvis (L.f.) Merr.

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1342*.

AMARANTHACEAE

Chamissoa Kunth

C. altissima (Jacq.) Kunth

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14737*.

ANACARDIACEAE

Spondias L.

S. mombin L.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. (*No recolectada*).

Tapirira Aubl.

T. guianensis Aubl.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1068*.

ANNONACEAE

Annona L.

A. jahnii Saff.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Fca. San Miguel, 143 m, Julio 10 de 2012, *González-Caballero M. 327*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14861*.

A. montana Macfad.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m.

A. muricata L.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14870*.

A. purpurea Moc. & Sessé ex Dunal

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La cañada, Fca. La Palmita, 158 m, Marzo 20 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 259*.

Xylopia L.

X. aromática (Lam.) Mart.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14652*.

X. discreta (L.f.) Sprague & Hutch.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14713*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 166*.

APOCYNACEAE

Himatanthus Willd. ex Schult.

H. attenuatus (Benth.) Woodson

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1335*.

Lacmellea H.Karst.

L. edulis H. Karst.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1077*. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m.

Malouetia A.DC.

M. flavescens (Willd. ex Roem. & Schult.) Müll. Arg.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14754*.

Mesechites Mull.Arg.

M. trifidus (Jacq.) Müll. Arg.

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14723*.

***Odontadenia* Benth.**

O. macrantha (Roem. & Schult.) Markgr.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14756*.

***Prestonia* R.Br.**

P. quinquangularis (Jacq.) Spreng.

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14672*. Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 121*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14941*.

***Stemmadenia* Benth.**

S. grandiflora (Jacq.) Miers

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Fca. San Miguel, 169 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14893*.

***Tabernaemontana* L.**

T. siphilitica (L.f.) Leeuwenb.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14659*. Fca. La Bretaña, 141 m. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15029*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14859*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m.

ARALIACEAE

***Dendropanax* Decne. & Planch.**

D. arboreus (L.) Decne. & Planch.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14692*. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1174*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1249*.

***Schefflera* J.R.Forst. & G.Forst.**

S. morototoni (Aubl.) Maguire, Steyererm. & Frodin

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. (No recolectada).

ASCLEPIADACEAE

***Fischeria* DC.**

F. stellata (Vell.) E.Fourn.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15059*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14939*.

***Funastrum* E.Fourn.**

F. clausum (Jacq.) Schltr.

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15024*.

***Marsdenia* R.Br.**

M. rubrofusca E.Fourn.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

Trinidad. Vda. La cañada, Fca. La Palmita, 143 m, Julio 10 de 2012, *González-Caballero M. 346*.

***Stenomeria* Turcz.**

S. decalepis Turcz.

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14755*. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15036*.

ASTERACEAE

***Mikania* Willd.**

M. cordifolia (L.f.) Willd.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 053*.

M. psilostachya DC.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14689*.

***Piptocarpha* R.Br.**

P. triflora (Aubl.) Benn. ex Baker

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14746*. Vda. Matebaquero, Fca. La veremos, 143 m, Julio 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15911*.

BIGNONIACEAE***Anemopaegma* Mart. ex Meisn.**

A. chrysanthum Dugand

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 052*.

***Arrabidaea* DC.**

A. candicans (Rich.) DC.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 152*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m.

***Distictis* Mart. ex Meisn.**

A. granulatum (Bureau & K. Schum.) L.G. Lohmann

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14724*. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Castro-Lima F. 15002*.

***Dolichandra* Cham.**

D. uncata (Andrews) L.G. Lohmann

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m.

***Mansoa* DC.**

P. kerere (Aubl.) Sandwith

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 072*.

***Xylophragma* Sprague**

X. seemannianum (Kuntze) Sandwith

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14920*.

BIXACEAE***Bixa* L.**

B. urucurana Willd.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1191*.

***Cochlospermum* Kunth**

C. vitifolium (Willd.) Spreng.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m.

BOMBACACEAE***Ceiba* Mill.**

C. pentandra (L.) Gaertn.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 080*.

BORAGINACEAE***Cordia* L.**

C. bifurcata Roem. & Schult.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 143 m, Julio 9 de 2012, *González-Caballero M. 237*.

C. gerascanthus L.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Castro-Lima F. 15000*.

C. panamensis L.Riley

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1316*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Castro-Lima F. 14884*.

C. tetrandra Aubl.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14936*.

BURSERACEAE***Bursera* Jacq. ex L.**

B. simaruba (L.) Sarg.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Castro-Lima F. 15010*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m.

***Protium* Burm.f.**

P. guianense (Aubl.) Marchand

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1089*. Fca. La Breña, 141 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m.

CACTACEAE***Epiphyllum* Haw.**

E. phyllanthus (L.) Haw.

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14715*.

***Hylocereus* (A.Berger) Britton & Rose**

H. lemairei (Hook.) Britton & Rose

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Castro-Lima F. 14773*.

***Pereskia* Mill.**

P. guamacho F.A.C.Weber

Forma de crecimiento: Arbusto

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Castro-Lima F. 15008*.

***Rhipsalis* Gaertn.**

R. baccifera (J.S. Muell.) Stearn

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15037*.

CAESALPINIACEAE

***Bauhinia* L.**

B. aculeata L.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15046*.

***Copaifera* L.**

C. pubiflora Benth.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14681*. Fca. La Bretaña, 141 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m.

***Cynometra* L.**

C. bauhiniifolia Benth.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14720*.

***Senna* Mill.**

S. hayesiana (Britton & Rose) H.S. Irwin & Barneby

Forma de crecimiento: Arbusto

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 132*.

S. obtusifolia (L.) H.S. Irwin & Barneby

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1338*.

CAPPARACEAE

***Capparidastrum* Hutch.**

C. sola (J.F. Macbr.) Cornejo & H. Iltis

Forma de crecimiento: Arbusto

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1240*.

***Crateva* L.**

C. tapia L.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1236*.

CECROPIACEAE

***Cecropia* Loefl.**

C. metensis Snethl.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1073*.

C. peltata L.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1086*. Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1073*. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Fca. San Miguel, 169 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m.

CHRYSOBALANACEAE

***Hirtella* L.**

H. triandra Sw.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 031*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1247*.

***Licania* Aubl.**

L. apetala (E. Mey.) Fritsch

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 035*. Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14725*. Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14705*. Vda. La cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D.*

1315. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1243*.

L. subarachnophylla Cuatrec.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1088*.

CLUSIACEAE

Calophyllum L.

C. brasiliense Cambess.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14709*. Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14709*.

Caraipa Aubl.

C. punctulata Ducke

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14717*.

Garcinia L.

G. madruno (Kunth) Hammel

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m.

Vismia Vand.

V. gracilis Hieron.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 144*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 7 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 144*.

V. guianensis (Aubl.) Pers.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14655*.

V. macrophylla Kunth

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14711*. Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14711*.

COMBRETACEAE

Combretum Loefl.

C. fruticosum (Loefl.) Stuntz

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14664*.

CONNARACEAE R.Br.

Connarus L.

C. venezuelanus Baill.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m. Fca. La Bretaña, 141 m. Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14699*. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m.

Rourea Aubl.

R. glabra Kunth

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1317*. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m.

CONVOLVULACEAE

Merremia Dennst. ex Endl.

M. umbellata (L.) Hallier f.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14662*.

DICHAPETALACEAE

Tapura Aubl.

T. acreana (Ule) Rizzini

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 037*.

DILLENACEAE

Davilla Vand.

D. nitida (Vahl) Kubitzki

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 4 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 004*. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m, Marzo 20 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1358*.

***Doliocarpus* Rol.**

D. dentatus (Aubl.) Standl.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m.Fca. La Bretaña, 126 m.Fca. Matemoriche, 123 m. *Castro-Lima F. 14806.*

***Tetracera* L.**

T. volubilis L.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14726.*

ELAEOCARPACEAE

***Sloanea* L.**

S. terniflora (Moç. & Sessé ex DC.) Standl.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Castro-Lima F. 14677.*Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 081.*Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14703.* Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m.

ERYTHROXYLACEAE

***Erythroxylum* P.Browne**

E. amazonicum Peyr.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1085.*Fca. La Bretaña, 141 m.

EUPHORBIACEAE

***Acalypha* L.**

A. diversifolia Jacq.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1076.* Vda. Venturosa, Fca. El Sináí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1224.*

***Alchornea* Sw.**

A. fluviatilis Secco

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 023.*Fca. La Bretaña, 141 m.

***Croton* L.**

C. cuneatus Klotzsch

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Castro-Lima F. 14781.*

***Dalechampia* L.**

D. affinis Müll. Arg.

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15015.*

***Discocarpus* Klotzsch**

D. spruceanus Müll. Arg.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 038.*

***Mabea* Aubl.**

M. nitida Spruce ex. Benth.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 033.*Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 107.*

M. trianae Pax.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14661.*Fca. La Bretaña, 141 m.Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14712.* Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 145.*

***Margaritaria* L.f.**

M. nobilis L. f.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. Matebaquero, Fca. La veremos, 143 m, Julio 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15915.*

***Sapium* P.Browne**

S. glandulosum (L.) Morong

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m.Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 217.* Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 136.*

***Tacarcuna* Huft**

T. amanoifolia Huftl.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14734.*

FABACEAE***Calopogonium* Desv.**

C. caeruleum (Benth.) C. Wright ex Sauvalle

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15020*.

***Canavalia* DC.**

C. oxyphylla Standl. & L.O. Williams

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14667*.

***Centrosema* (DC.) Benth.**

C. acutifolium Benth.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Castro-Lima F. 15005*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 130*.

C. angustifolium (Kunth) Benth.

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

Trinidad. Vda. Matebaquero, Fca. La veremos, 143 m, Julio 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15919*.

***Coursetia* DC.**

C. ferruginea (Kunth) Lavin

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 236*.

***Desmodium* Desv.**

D. axillare (Sw.) DC.

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 147*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14933*.

***Galactia* P.Browne**

G. striata (Jacq.) Urb.

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15019*.

***Indigofera* L.**

I. lespedezioides Kunth.

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La

Lucha, 173 m, Julio 20 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 511*.

***Machaerium* Pers.**

M. quinata (Aubl.) Sandwith

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

Trinidad. Vda. La cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1329*.

***Ormosia* Jacks.**

O. macrocalyx Ducke

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Orillas del Río Pauto, , 143 m, Julio 11 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1442*. Vda. Matebaquero, Fca. La veremos, 143 m, Julio 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15920*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14892*.

FLACOURTIACEAE***Casearia* Jacq.**

C. aculeata Jacq.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14670*. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Fca. San Miguel, 169 m.

C. guianensis (Aubl.) Urb.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m, Marzo 20 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 261*. Vda. San Vicente, Fca. La Venecia, 156 m, Marzo 11 de 2012, *Castro-Lima F. 14909*.

C. mariquitensis Kunth

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14758*. Vda. La cañada, Fca. La Palmita, 158 m, Marzo 20 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1355*.

C. sylvestris Sw.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 141*.

C. zizyphoides Kunth

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15032*.

***Homalium* Jacq.**

H. guianense (Aubl.) Oken

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14748.*

H. racemosum Jacq.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Castro-Lima F. 14777.*

HIPPOCRATEACEAE

Hippocratea L.

H. volubilis L.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14666.*Fca. La Bretaña, 126 m.

Prionostemma Miers

P. asperum (Lam.) Miers.

Forma de crecimiento: Hierba

San Luis de Palenque. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m. *González-Caballero M. 221*

Salacia L.

S. elliptica (Mart. ex Schult.) G. Don

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 025.*

LACISTEMATACEAE

Lacistema Sw.

L. aggregatum (P.J.Bergius) Rusby

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1091.* Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m.

LAURACEAE

Cinnamomum Schaeff.

C. triplinerve (Ruiz & Pav.) Kosterm.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1314.* Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1314.*

Nectandra Rol. ex Rottb.

N. cuspidata Nees & Mart.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 141 m.Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14915.*

Ocotea Aubl.

O. cernua (Nees) Mez

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 20 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1354.* Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1244.*

LOGANIACEAE

Strychnos L.

S. brachiata Ruiz & Pav.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 074.*

S. poeppigii Progel

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 242.* Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1252.*

LORANTHACEAE

Phthirusa Mart.

P. pyrifolia (Kunth) Eichler

Forma de crecimiento: Hemiparásita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1074.*

P. stelis (L.) Kuijt

Forma de crecimiento: Hemiparásita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123m, Marzo4 de 2012, *Castro-Lima F. 14654.*

Psittacanthus Mart.

P. acinarius (Mart.) Mart.

Forma de crecimiento: Hemiparásita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14687.*

MALPIGHIACEAE

Byrsonima Rich. ex Kunth

B. japurensis A. Juss.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14682.*Fca. La Bretaña, 141 m.Fca. Matemoriche, 123 m.

Mascagnia (Bertero ex DC.) Colla

M. ovatifolia (Kunth) Griseb.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1309.*

Stigmaphyllon A.Juss.

Stigmaphyllon sp. 01

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

San Luis de Palenque. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1226.*

MALVACEAE**Hibiscus L.**

H. furcellatus Desr. En: Lam.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14671.*

Pavonia Cav.

P. fruticosa (Mill.) Fawc. & Rendle

Forma de crecimiento: Hierba

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1235.*

Sidastrum Baker f.

S. micranthum (St. Hil.) Fryx.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1069.*

MELASTOMATACE**Bellucia Neck. ex Raf.**

B. grossularioides (L.) Triana

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14698.*

Clidemia D. Don

C. capitellata (Bonpl.) D. Don.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14742.*

Henriettella Naudin

H. ovata Cogn.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 036.*Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1061.*

Miconia Ruiz & Pav.

M. albicans (Sw.) Steud.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 141 m. Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14696.*

M. elata (Sw.) DC.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14714.*Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14714.*

M. stenostachya DC.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Castro-Lima F. 14801.*

M. trinervia (Sw.) D. Don ex Loudon

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 141 m. Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1064.*

Mouriri Aubl.

M. guianensis Aubl.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1078.*Fca. La Bretaña, 126 m.

Tococa Aubl.

T. guianensis Aubl.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m. (*No recolectada*).

MELIACEAE**Cedrela P. Browne**

C. odorata L.

Forma de crecimiento: Hierba

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *González-Caballero M. 138.* Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *González-Caballero M. 138.*

Guarea L.

G. guidonia (L.) Sleumer

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Fca. San Miguel, 169 m. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1192*.

Trichilia P. Browne

T. martiana C. DC.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14885*.

T. pallida Sw.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 222*. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1231*.

T. quadrijuga Kunth

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 021*.

T. trifolia L.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 233*.

MIMOSACEAE

Albizia Durazz.

A. subdimidiata (Splitg.) Barneby & J.W. Grimes

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 061*. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1313*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14877*.

Inga Mill.

I. gracillior Sprague

Forma de crecimiento: Arbusto

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 148*.

I. interrupta L. Cardenas & De Martino

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Fca. San Miguel, 169 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14894*.

I. laurina (Sw.) Willd.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Castro-Lima F. 14919*.

I. punctata Willd.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1083*. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1352*.

Zygia P. Browne

Z. cataractae (Kunth) L. Rico

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 079*.

Z. inaequalis (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Pittier

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1082*. Fca. La Breña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 106*.

MORACEAE

Brosimum Sw.

B. alicastrum Sw.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Fca. San Miguel, 169 m. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1179*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m.

Ficus L.

F. americana Aubl.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14745*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14880*.

F. dendrocida Kunth

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14937*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14937*.

F. insipida Willd.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. (No recolectada).

F. obtusifolia Kunth

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m. *Cabrera-Amaya D. 1277.*

F. pertusa L. f.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Castro-Lima F. 14775.* Vda. La cañada, Fca. La Palmita, 158 m, Marzo 20 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 254.*

***Maclura* Nutt.**

M. tinctoria (L.) D. Don ex Steud.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. *Cabrera-Amaya D. 1280.*

***Maquira* Aubl.**

M. coriacea (H. Karst.) C.C. Berg

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m. Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 085.* Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14694.*

***Sorocea* A.St.-Hil.**

S. sprucei (Baill.) J.F. Macbr.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m. Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14721.* Vda. La cañada, Fca. La Palmita, 158 m, Marzo 20 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 252.* Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1246.*

***Trophis* P.Browne**

T. racemosa (L.) Urb.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 14883.* Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1311.* Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 14883.* Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 129.* Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 180.*

MYRISTICACEAE

***Virola* Aubl.**

V. peruviana (A. DC.) Warb.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1080.*

V. surinamensis (Rol. ex Rottb.) Warb.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1081.* Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 041.* Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1067.*

MYRSINACEAE

***Stylogyne* A.DC.**

S. turbacensis (Kunth) Mez

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 010.* Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 040.* Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m, Marzo 20 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1353.* Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1320.* Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15030.* Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1253.*

MYRTACEAE

***Eugenia* L.**

E. biflora (L.) DC.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1137.*

E. florida DC.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m.

***Psidium* L.**

P. guineense Sw.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 4 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 193.*

NYCTAGINACEAE

***Guapira* Aubl.**

G. pacurero (Kunth) Little

Forma de crecimiento: Arbusto

Trinidad. Vda. La cañada, Fca. La Palmita, 158 m, Marzo 20 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 260.*

***Pisonia* L.**

P. aculeata L.

Forma de crecimiento: Arbusto

Trinidad. Vda. La cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1331.*

OCHNACEAE

Ouratea Aubl.

O. brevipedicellata Maguire & Steyerf.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Castro-Lima F. 14776.*

O. superba (Triana & Planch.) Engl.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 141 m. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1326.*

OLACACEAE

Cathedra Miers

C. acuminata (Benth.) Miers

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 141 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14862.*

Heisteria Jacq.

H. acuminata (Humb. & Bonpl.) Engl.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 055.*

PASSIFLORACEAE

Passiflora L.

P. misera Kunth

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14731.*

P. sclerophylla Harms

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14749.*

P. subpeltata Ortega

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

San Luis de Palenque. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14921.*

P. vespertilio L.

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15044.*

PHYTOLACCACEAE

Seguiera Loefl.

S. macrophylla Benth.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14735.*Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14701.* Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m.

Trichostigma A.Rich.

T. octandrum (L.) H. Walter

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

Trinidad. Vda. La cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1312.*

PIPERACEAE

Peperomia Ruiz & Pav.

P. quadrangularis (J. V Thomps.) A. Dietr.

Forma de crecimiento: Epífita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14702.* Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1238.*

Piper L.

P. aduncum L.

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

San Luis de Palenque. Vda. Cagifi, Fca. Emaus, 143 m, Julio 7 de 2012, *González-Caballero M. 084.* Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m.Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Castro-Lima F. 14999.* Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1178.* Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14928.*

P. anonifolium Kunth

Forma de crecimiento: Arbusto

Trinidad. Vda. La cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1328.*

P. arboreum Aubl.

Forma de crecimiento: Arbusto

Trinidad. Vda. La cañada, Fca. La Palmita, 158 m, Marzo 20 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 253.*Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 225.* Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14881.*

P. augustum Rudge

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 054.*

***P. laevigatum* Kunth**

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 077*. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m.Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1307*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m.

POLYGALACEAE***Diclidanthera* Mart.*****D. bolivarensis* Pittier**

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14763*. Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14700*.

Securidaca* L.**S. diversifolia* (L.) S.F. Blake**

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 135*.

POLYGONACEAE***Coccoloba* P.Browne*****C. caracasana* Meisn.**

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14665*. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m.Fca. San Miguel, 169 m.

Ruprechtia* C.A.Mey.**R. tenuiflora* Benth.**

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14946*.

Symmeria* Benth.**S. paniculata* Benth.**

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m.

Triplaris* Loefl. ex L.**T. weigeltiana* (Rchb.) Kuntze**

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m.Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1319*. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15042*.

RHAMNACEAE***Gouania* Jacq.*****G. polygama* (Jacq.) Urb.**

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Castro-Lima F. 14989*. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 248*.

RUBIACEAE***Alibertia* A.Rich. ex DC.*****A. edulis* (Rich.) A.Rich. ex DC.**

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m.

***A. latifolia* (Benth.) K.Schum.**

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m.

Chiococca* P.Browne**C. alba* (L.) Hitchc.**

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 143 m, Julio 9 de 2012, *González-Caballero M. 202*.

Chomelia* Jacq.**C. polyantha* S.F. Blake**

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14896*.

***C. spinosa* Jacq.**

Forma de crecimiento: Arbusto

Trinidad. Vda. La cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 218*.

Coussarea* Aubl.**C. paniculata* (Vahl) Standl.**

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 229*.

Duroia* L.f.**D. micrantha* (Ladbr.) Zarucchi & J.H.Kirkbr.**

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 063*.

Faramea* Aubl.**F. capillipes* Müll. Arg.**

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *González-Caballero M. 249*. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *González-Caballero M. 249*. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15031*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *González-Caballero M. 249*.

Geophila D.Don

G. repens (L.) I.M.Johnst.

Forma de crecimiento: Hierba

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m.Fca. San Miguel, 143 m, Julio 10 de 2012, *González-Caballero M. 338*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m.

Gonzalagunia Ruiz & Pav.

G. cornifolia (Kunth) Standl.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 143 m, Julio 9 de 2012, *González-Caballero M. 235*.

Guettarda L.

G. elliptica Sw.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m.Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 444*. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 143 m, Julio 20 de 2012, *Castro-Lima F. 15979*.

Hamelia Jacq.

H. patens Jacq.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15045*.

Palicourea Aubl.

P. croceoides Ham.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m.Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 4 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 002*.

Posoqueria Aubl.

P. latifolia (Rudge) Roem. & Schult.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14719*.

Psychotria L.

P. anceps Kunth

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1071*.

P. carthagenensis Jacq.

Forma de crecimiento: Arbusto

Trinidad. Vda. La cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1304*. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 143 m, Julio 20 de 2012, *Castro-Lima F. 15977*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1190*.

P. horizontalis Sw.

Forma de crecimiento: Arbusto

Trinidad. Vda. La cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1301*. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 250*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Julio 13 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 402*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1234*.

P. lupulina Benth.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 086*. Vda. Matebaquero, Fca. La veremos, 143 m, Julio 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15918*. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15028*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m.

Randia L.

R. hebecarpa Benth.

Forma de crecimiento: Arbusto

Trinidad. Vda. La cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 238*.

R. venezuelensis Steyerem.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14759*. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 223*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1188*.

Simira Aubl.

S. rubescens (Benth.) Bremek. ex Steyerem.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Breña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 050*.

Uncaria Burch.

U. tomentosa (Willd. ex Schult.) DC.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí,

167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14942*.

RUTACEAE

Zanthoxylum L.

Z. riedelianum Engl.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14697*.

SAPINDACEAE

Allophylus L.

A. amazonicus (Mart.) Radlk.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14722*. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m.

A. racemosus Sw.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1075*.

Cupania L.

C. americana L.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14890*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m.

Matayba Aubl.

M. arborescens (Aubl.) Radlk.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1079*.

M. scrobiculata Radlk.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Castro-Lima F. 15012*.

Melicoccus P.Browne

M. bijugatus Jacq.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m. (No recolectada).

Paullinia L.

P. fuscescens Kunth

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m,

Marzo 18 de 2012, *Castro-Lima F. 14966*. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m.

P. leiocarpa Griseb.

Forma de crecimiento: Trepadora herbácea

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1187*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14944*.

P. serjaniifolia Triana & Planch.

Forma de crecimiento: Arbusto

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1239*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1239*.

Serjania Mill.

S. atrolineata C. Wright

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14736*. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15014*.

SAPOTACEAE

Sarcaulus Radlk.

S. brasiliensis (A. DC.) Eyma

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1245*.

SIMAROUBACEAE

Simaba Aubl.

S. orinocensis Kunth

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 7 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 068*.

SIPARUNACEAE

Siparuna Aubl.

S. guianensis Aubl.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1065*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m.

SOLANACEAE

Cestrum L.

C. alternifolium (Jacq.) O.E.Schulz

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1171*.

Solanum L.

S. hirtum Vahl

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 011*.

S. jamaicense Mill.

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14760*.

STERCULIACEAE

Byttneria Loefl.

B. mollis Kunth

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14708*.

Guazuma Mill.

G. ulmifolia Lam.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. *Cabrera-Amaya D. 1282*.

Sterculia L.

S. apetala (Jacq.) H.Karst.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14707*. Fca. Matemoriche, 123 m, Marzo 6 de 2012, *Castro-Lima F. 14707*. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Fca. San Miguel, 169 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m.

Theobroma L.

T. cacao L.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m. (*No recolectada*).

TILIACEAE

Apeiba Aubl.

A. tibourbou Aubl.

Forma de crecimiento: Árbol

Trinidad. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14897*.

Luehea Willd.

L. seemanii Triana & Planch

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 10 de 2012, *Castro-Lima F. 14891*. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14932*.

Triumfetta L.

T. bogotensis DC.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15016*.

ULMACEAE

Trema Lour.

T. micrantha (L.) Blume

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Castro-Lima F. 15043*.

URTICACEAE

Urera Gaudich.

U. baccifera (L.) Gaudich.

Forma de crecimiento: Arbusto

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m. Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1306*.

U. caracasana (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.

Forma de crecimiento: Arbusto

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Castro-Lima F. 15013*.

VERBENACEAE

Aegiphila Jacq.

A. laevis (Aubl.) J.F. Gmel.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 143 m, Julio 9 de 2012, *González-Caballero M. 230*. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m. Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Castro-Lima F. 14938*.

A. mollis Kunth

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 143 m, Julio 19 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 445*. Vda. Venturosa,

Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 170.*

A. panamensis Moldenke

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 221.*

***Citharexylum* Mill.**

C. venezuelense Moldenke

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 143 m, Julio 9 de 2012, *González-Caballero M. 231.* Fca. Candalayes, 143 m, Marzo 11 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 149.* Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 153 m, Marzo 11 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 149.* Vda. Venturosa, Fca. El Sinaí, 167 m, Marzo 13 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 149.*

***Cornutia* L.**

C. odorata (Poepp.) Schauer

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 143 m, Julio 9 de 2012, *González-Caballero M. 232.* Vda. La cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 240.*

***Petrea* L.**

P. volubilis L.

Forma de crecimiento: Arbusto

San Luis de Palenque. Vda. San Vicente, Fca. Candalayes, 143 m, Julio 13 de 2012, *Castro-Lima F. 15785.*

***Vitex* L.**

V. orinocensis Kunth

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m. Fca. La Bretaña, 141 m, Marzo 7 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1092.* Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m.

VISACEAE

***Phoradendron* Nutt.**

P. larense Kuijt

Forma de crecimiento: Hemiparásita

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 5 de 2012, *Giraldo-Kalil L. 019.*

P. sp. 01

Forma de crecimiento: Hemiparásita

Trinidad. Vda. La Cañada, Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Castro-Lima F. 15001.*

VITACEAE

***Cissus* L.**

C. verticillata (L.) Nicolson & C.E. Jarvis

Forma de crecimiento: Trepadora leñosa

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. La Bretaña, 126 m. Vda. La Cañada, Fca. La Palmita, 158 m, Marzo 20 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1359.* Fca. San Miguel, 169 m, Marzo 18 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1325.* Vda. Palestina, Fca. La Lucha, 173 m, Marzo 19 de 2012, *Cabrera-Amaya D. 1350.*

VOCHYSIACEAE

***Vochysia* Aubl.**

V. obscura Warm.

Forma de crecimiento: Árbol

San Luis de Palenque. Vda. Guaracura, Fca. Altamira, 137 m, Marzo 4 de 2012, *Castro-Lima F. 14679.*

2.5.2 Riqueza ponderada

Se encontró que el 40,5% de las familias son unigenéricas y el 46,8% tiene de dos a cuatro géneros; tan solo el 11,4% tiene de cinco a diez géneros y apenas el 1,3% registra más de 11 géneros pero no más de 20 (Tabla 2-1). El número de especies por familia muestra una relación baja (0,3) de aquellas que sólo tienen una especie (27,8%) frente a las que tienen dos o más especies (48% entre 2 y 4, 22,9% entre 5 y 10, y 1,27% de 11 a 20 especies). Predominan los géneros con una sola especie tal como indica el valor de la relación que es mayor a 1, y su porcentaje es de 79%, mientras que el 18,1% tiene de dos a cuatro especies y apenas el 1,9% tiene entre 5 y 10 especies (Tabla 2-1).

Tabla 2-1. Distribución de riqueza de plantas vasculares a nivel de géneros por familia, especies por género y especies por familia en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

| Número de taxones (especies o géneros) por grupo | Géneros por familia | Especies por género | Especies por familia |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|
| | #Fam | #Gen | #Fam |
| 1 | 32 | 165 | 22 |
| 2 a 4 | 37 | 38 | 38 |
| 5 a 10 | 9 | 4 | 18 |
| 11 a 20 | 1 | 0 | 1 |
| Relación de grupos con un solo taxón y el resto de grupos | 32/47=0,68 | 165/42=3,93 | 22/57=0,39 |

2.5.3 Patrones generales de diversidad y riqueza

- Riqueza taxonómica

En total para toda la zona de estudio se encontraron 79 familias, 207 géneros y 279 especies, de los cuales 1,4% de especies corresponden a pteridófitos y 98,6% son angiospermas (12,1% monocotiledóneas y 86,5% dicotiledóneas) (Tabla 2-2).

Tabla 2-2. Diversidad taxonómica por grandes grupos de plantas en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

| Taxón | Familias | Géneros | Especies |
|------------------|-----------|------------|------------|
| Dicotiledóneas | 67 | 182 | 241 |
| Monocotiledóneas | 9 | 22 | 34 |
| Pteridófitos | 3 | 3 | 4 |
| Total | 79 | 207 | 279 |

Las familias más ricas en especies en toda la zona de estudio fueron: Rubiaceae (22); Euphorbiaceae, Fabaceae, Moraceae y Sapindaceae (10 c/u); Melastomataceae (9), Apocynaceae, Arecaceae y Bromeliaceae (8 c/u); Flacourtiaceae, Mimosaceae y Verbenaceae (7 c/u). Estas familias reúnen el 44% de la riqueza de géneros y el 48% de la riqueza de especies (Tabla 2-3). Los géneros más ricos en especies fueron: *Casearia*, *Ficus*, *Piper*, *Tillandsia*, *Annona*, *Heliconia*, *Inga*, *Miconia*, *Passiflora*, *Philodendron*, *Psychotria*, *Trichilia*, *Aegiphila*, *Cordia*, *Paullinia* y *Vismia*. En estos géneros se reúne apenas el 26% de la riqueza de especies del área de estudio (Tabla 2-4).

Tabla 2-3. Riqueza de las familias más diversificadas en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

| Familia | Especies | Géneros |
|--------------------------------------|------------------|-----------------|
| Rubiaceae | 22 | 16 |
| Euphorbiaceae | 10 | 9 |
| Fabaceae | 10 | 9 |
| Moraceae | 10 | 6 |
| Sapindaceae | 10 | 6 |
| Melastomataceae | 9 | 6 |
| Apocynaceae | 8 | 8 |
| Arecaceae | 8 | 7 |
| Bromeliaceae | 8 | 4 |
| Flacourtiaceae | 7 | 2 |
| Mimosaceae | 7 | 3 |
| Verbenaceae | 7 | 5 |
| Annonaceae | 6 | 2 |
| Araceae | 6 | 2 |
| Bignoniaceae | 6 | 6 |
| Suma de las 15 familias (19%) | 134 (48%) | 91 (44%) |
| Resto de familias | 145 | 116 |
| Total | 279 | 207 |

Tabla 2-4. Riqueza de los géneros más diversificados en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

| Genero | Especies |
|-------------------------------------|-----------------|
| <i>Casearia</i> | 5 |
| <i>Ficus</i> | 5 |
| <i>Piper</i> | 5 |
| <i>Tillandsia</i> | 5 |
| <i>Annona</i> | 4 |
| <i>Cordia</i> | 4 |
| <i>Inga</i> | 4 |
| <i>Miconia</i> | 4 |
| <i>Passiflora</i> | 4 |
| <i>Philodendron</i> | 4 |
| <i>Psychotria</i> | 4 |
| <i>Trichilia</i> | 4 |
| <i>Aegiphila</i> | 3 |
| <i>Heliconia</i> | 3 |
| <i>Paullinia</i> | 3 |
| <i>Vismia</i> | 3 |
| <i>Adiantum</i> | 2 |
| <i>Alibertia</i> | 2 |
| <i>Allophylus</i> | 2 |
| <i>Calathea</i> | 2 |
| Suma de los 20 géneros (10%) | 72 (26%) |
| Resto de géneros | 135 |
| Total | 207 |

- Formas de crecimiento

Dentro de las plantas leñosas, la forma de crecimiento más rica tanto en especies como en géneros y familias fueron los árboles, representados por el 46,6% de las especies, seguidos en orden de importancia por los arbustos (24%) y las trepadoras leñosas (15,8%) (Tabla 2-5). Las palmas, aunque abundantes, tan solo estuvieron representadas por ocho especies (2%) (dos de ellas del género *Desmoncus* con hábito trepador leñoso),

quedando por debajo de otras formas de crecimiento (trepadoras herbáceas, epífitas y hierbas) (Tabla 2-5). Las formas de crecimiento no leñosas más relevantes fueron: trepadoras herbáceas (7,9% de las especies), epífitas (6,1%) y hierbas (5,4%) (Tabla 2-5).

Tabla 2-5. Diversidad taxonómica por formas de crecimiento en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

| Forma de crecimiento | | Familias | Géneros | Especies |
|----------------------|--------------------|-----------|------------|------------|
| Leñosa | Árbol | 45 | 99 | 130 |
| | Palmoide | 1 | 6 | 6 |
| | Arbusto | 30 | 52 | 67 |
| | Trepadora leñosa | 24 | 38 | 44 |
| No leñosa | Trepadora herbácea | 13 | 20 | 22 |
| | Hemiepífita | 1 | 2 | 6 |
| | Hemiparásita | 2 | 3 | 5 |
| | Hierba | 10 | 11 | 15 |
| | Epífita | 6 | 13 | 17 |
| Total | | 79 | 207 | 279 |

Varias de las familias anteriormente mencionadas entre las 10 más ricas del muestreo, como Rubiaceae y Melastomataceae, representan también la mayor riqueza de especies en árboles y arbustos; Verbenaceae presenta una gran riqueza en arbustos y trepadoras leñosas, mientras que Sapindaceae es una de las más ricas tanto en árboles como en trepadoras leñosas; otras como Fabaceae, Apocynaceae y Asclepiadaceae presentaron una gran riqueza de trepadoras leñosas también además de trepadoras herbáceas. Las palmoides estuvieron representadas únicamente por la familia Arecaceae (Tabla 2-6). Otras formas de crecimiento no leñosas estuvieron representadas por familias típicas, como por ejemplo epífitas (Bromeliaceae, Cactaceae, Orchidaceae, Piperaceae, Polypodiaceae y Woodsiaceae), hemiparásitas (Loranthaceae y Viscaceae) y hemiepífitas (representadas tan sólo por la familia Araceae). De este grupo sólo las hierbas estuvieron representadas por pocas familias, entre las cuales las más ricas en especies fueron Heliconiaceae, Marantaceae y Pteridaceae (Tabla 2-6).

La mayoría de los géneros están representados por especies arbóreas, pero algunos como *Casearia* y *Trichilia* fueron también los más diversos entre los arbustos; otros como *Aegiphila* y *Paullinia* fueron algunos de los más diversos entre las trepadoras leñosas y *Philodendron* entre las hemiepífitas. Las palmoides estuvieron representadas por seis géneros con una especie cada uno: *Attalea butyracea*, *Bactris major*, *Euterpe precatoria*,

Mauritia flexuosa, *Roystonea oleracea* y *Syagrus sancona* (No se cuentan las especies de *Desmoncus* que se clasificaron como trepadoras leñosas). De las otras formas de crecimiento no leñosas, sólo algunos géneros estuvieron representados por más de una especie como *Passiflora* (trepadoras herbáceas), *Tillandsia* (epífitas), *Heliconia*, *Adiantum* y *Calathea* (hierbas), *Phoradendron* y *Phthirusa* (hemiparásitas) y *Monstera* (hemiepífitas) (Tabla 2-6).

Tabla 2-6. Familias y géneros más ricos en especies según su forma de crecimiento en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

| Forma de crecimiento | | Familias (#sp) | Géneros (#sp) |
|----------------------|--------------------|---|---|
| Leñosas | Árbol | Moraceae (10) Rubiaceae (10) Euphorbiaceae (8) Annonaceae (6) Clusiaceae (6) Mimosaceae (6) Sapindaceae (6) | <i>Ficus</i> (5) <i>Annona</i> (4) <i>Casearia</i> (3) <i>Cordia</i> (3) <i>Inga</i> (3) <i>Trichilia</i> (3) <i>Vismia</i> (3) |
| | Palmoide | Arecaceae (6) | <i>Attalea</i> (1) <i>Bactris</i> (1) <i>Euterpe</i> (1) <i>Mauritia</i> (1) <i>Roystonea</i> (1) <i>Syagrus</i> (1) |
| | Arbusto | Rubiaceae (14) Piperaceae (5) Melastomataceae (4) Verbenaceae (4) Caesalpiniaceae (3) Flacourtiaceae (3) | <i>Piper</i> (5) <i>Psychotria</i> (4) <i>Casearia</i> (3) |
| | Trepadora leñosa | Bignoniaceae (6) Asteraceae (3) Dilleniaceae (3) Fabaceae (3) Sapindaceae (3) Verbenaceae (3) | <i>Aegiphila</i> (3) <i>Desmoncus</i> (2) <i>Mikania</i> (2) <i>Paullinia</i> (2) <i>Strychnos</i> (2) |
| No leñosas | Trepadora herbácea | Fabaceae (6) Passifloraceae (3) | <i>Passiflora</i> (3) |
| | Hemiepífita | Araceae (6) | <i>Philodendron</i> (4) <i>Monstera</i> (2) |
| | Hemiparásita | Loranthaceae (3) Viscaceae (2) | <i>Phoradendron</i> (2) <i>Phthirusa</i> (2) <i>Psittacanthus</i> (1) |
| | Hierba | Heliconiaceae (3) Marantaceae (3) Pteridaceae (2) | <i>Heliconia</i> (3) <i>Adiantum</i> (2) <i>Calathea</i> (2) |
| | Epífita | Bromeliaceae (8) Cactaceae (3) Orchidaceae (3) | <i>Tillandsia</i> (5) |
| Total general | | 79 | 207 (279) |

2.5.4 Patrones de diversidad y riqueza por ambiente

El análisis de similitud por presencia-ausencia muestra una baja afinidad florística entre los levantamientos del subpaisaje de llanuras aluviales de desborde y los de la llanura eólica (Figura 2-1). La similitud en todos los casos es menor al 50% (incluso menor al 20% entre subpaisajes), lo que evidencia el bajo número de especies compartidas entre los levantamientos.

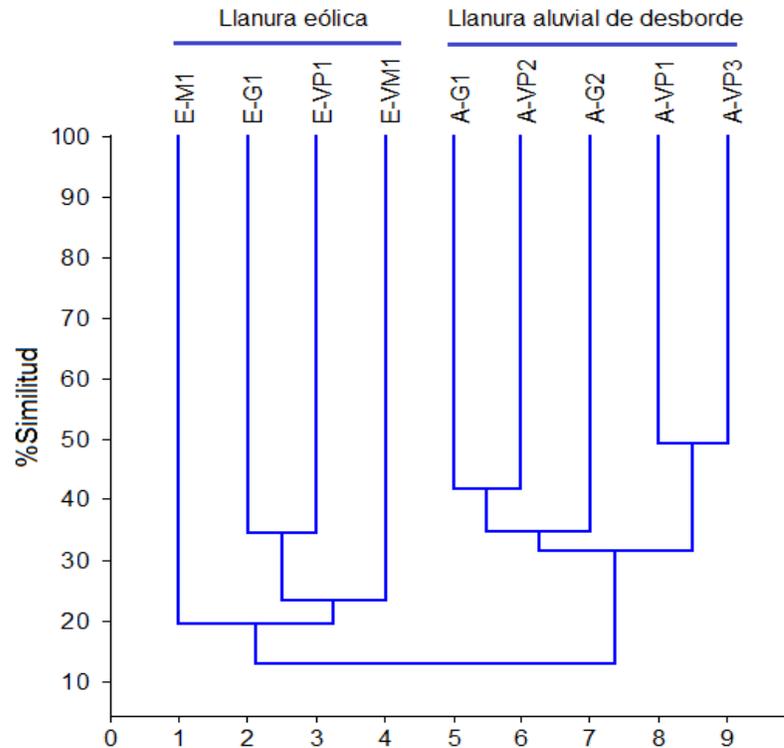
En la llanura eólica, los levantamientos con mayor similitud son E-VP1 y E-G1 (Figura 2-1), ambos asociados al río Pauto; el levantamiento más semejante a estos dos es E-VM1, el cual es un bosque de vega asociado a las riberas del río Meta; Finalmente, el morichal (E-M1) es el que más se diferencia de los otros tres levantamientos (Figura 2-1). En los levantamientos de la llanura aluvial de desborde quedaron juntos los bosques de galería (A-G1 y A-G2), con excepción del bosque de la Finca San Miguel (A-VP2), y los bosques de vega (A-VP1 y A-VP2) (Figura 2-1). En el caso del bosque de vega A-VP2, florísticamente resulta más parecido a los bosques de galería.

- Subpaisaje de llanura eólica

En el subpaisaje de llanura eólica muestreado en la estación 1 se encontró el 59,9% de todas las especies registradas, el 15,4% del total corresponde a bosques de galería, el 26,9% a bosques vega del río Pauto, el 22,6% a los bosques vega del río Meta y 16,8% morichal (Tabla 2-7).

Algunas de las familias más ricas en especies mencionadas inicialmente, como Euphorbiaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Verbenaceae, Apocynaceae, Bromeliaceae y Flacourtiaceae, se destacaron por su riqueza en los bosques ribereños de este subpaisaje, al igual que algunos de los géneros más ricos en especies mencionados inicialmente como *Miconia*, *Tillandsia*, *Passiflora*, *Vismia* (Tabla 2-8).

Figura 2-1. Similitud de los levantamientos en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto utilizando el índice de Sorensen. E = Llanura eólica, A = Llanura aluvial de desbrote, VP = Vega del Pauto, VM = Vega del Meta, G = Galería, M = Morichal.



- Subpaisaje de llanura aluvial de desborde

Las llanuras aluviales se encuentran representadas por el 64,2% de las especies encontradas en todo el estudio, en donde el 35,5% corresponde a los bosques de galería y el 48,4% corresponde a los bosques vega del río Pauto (Tabla 2-7).

Por otro lado, las familias más ricas en especies fueron Rubiaceae, Flacourtiaceae, Mimosaceae, Sapindaceae, Verbenaceae y Arecaceae (Tabla 2-8). En cuanto a géneros, los más ricos fueron *Annona*, *Casearia*, *Inga*, *Psychotria*, *Paullinia*, *Trichilia*, *Piper* y *Ficus* (Tabla 2-8).

Tabla 2-7. Diversidad taxonómica en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto por tipo de bosque.

| Subpaisaje | Tipo de bosque | Familias | Géneros | Especies |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------|------------|------------|
| Llanura eólica | Bosque de galería del río Pauto | 30 | 37 | 43 |
| | Bosque de vega del río Meta | 40 | 60 | 63 |
| | Bosque de vega del río Pauto | 44 | 70 | 75 |
| | Morichal | 31 | 40 | 47 |
| Llanura aluvial de desborde | Bosque de galería del río Pauto | 48 | 83 | 99 |
| | Bosque de vega del río Pauto | 54 | 112 | 135 |
| Total | | 79 | 207 | 279 |

Tabla 2-8. Familias y géneros más ricos en especies según el tipo de bosque ribereño en la cuenca baja del río Pauto.

| Subpaisaje | Tipo de bosque | Familias (#sp) | Géneros (#sp) |
|----------------------|---------------------------------|--|---|
| Llanura eólica | Bosque de galería del río Pauto | Euphorbiaceae (4) Bromeliaceae (3) Melastomataceae (3) Rubiaceae (3) | <i>Miconia</i> (3) <i>Tillandsia</i> (3) <i>Mabea</i> (2) <i>Ouratea</i> (2) |
| | Bosque de vega del río Meta | Apocynaceae (6) Rubiaceae (6) Arecaceae (3) Flacourtiaceae (3) | <i>Homalium</i> (2) <i>Passiflora</i> (2) <i>Piper</i> (2) |
| | Bosque de vega del río Pauto | Euphorbiaceae (5) Rubiaceae (5) Arecaceae (4) Verbenaceae (4) | <i>Licania</i> (2) <i>Mabea</i> (2) <i>Monstera</i> (2) <i>Tillandsia</i> (2) <i>Viola</i> (2) |
| | Morichal | Melastomataceae (6) Clusiaceae (3) Loranthaceae (3) | <i>Miconia</i> (3) <i>Cecropia</i> (2) <i>Mikania</i> (2) <i>Phthirusa</i> (2) <i>Vismia</i> (2) <i>Xylopia</i> (2) |
| Llanura de desborde | Bosque de galería del río Pauto | Moraceae (8) Rubiaceae (7) Annonaceae (4) Flacourtiaceae (4) Mimosaceae (4) Sapindaceae (4) Verbenaceae (4) | <i>Annona</i> (4) <i>Casearia</i> (4) <i>Ficus</i> (3) <i>Inga</i> (3) <i>Piper</i> (3) |
| | Bosque de vega del río Pauto | Rubiaceae (11) Sapindaceae (8) Fabaceae (6) Moraceae (6) Arecaceae (5) Meliaceae (5) Piperaceae (5) Verbenaceae (5) | <i>Piper</i> (4) <i>Aegiphila</i> (3) <i>Cordia</i> (3) <i>Inga</i> (3) <i>Paullinia</i> (3) <i>Psychotria</i> (3) <i>Trichilia</i> (3) |
| Total general | | 79 | 207 (279) |

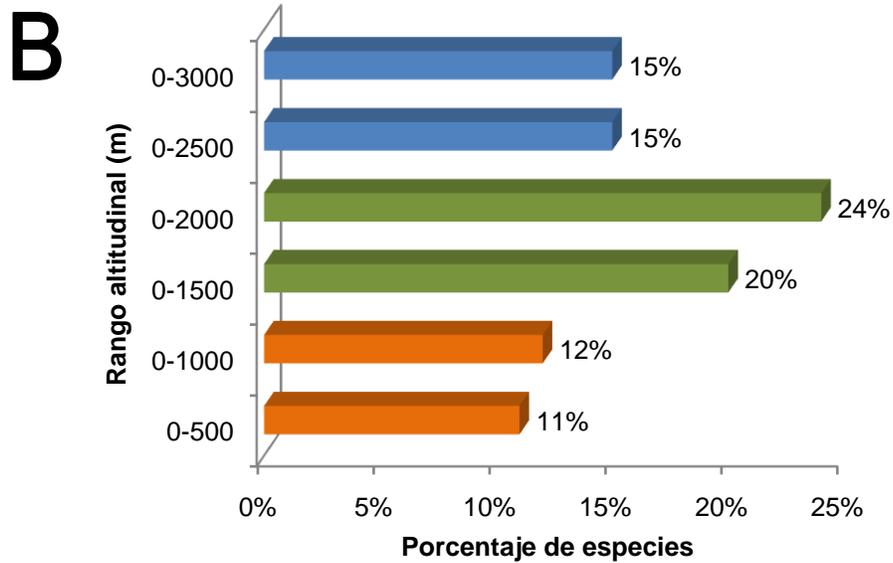
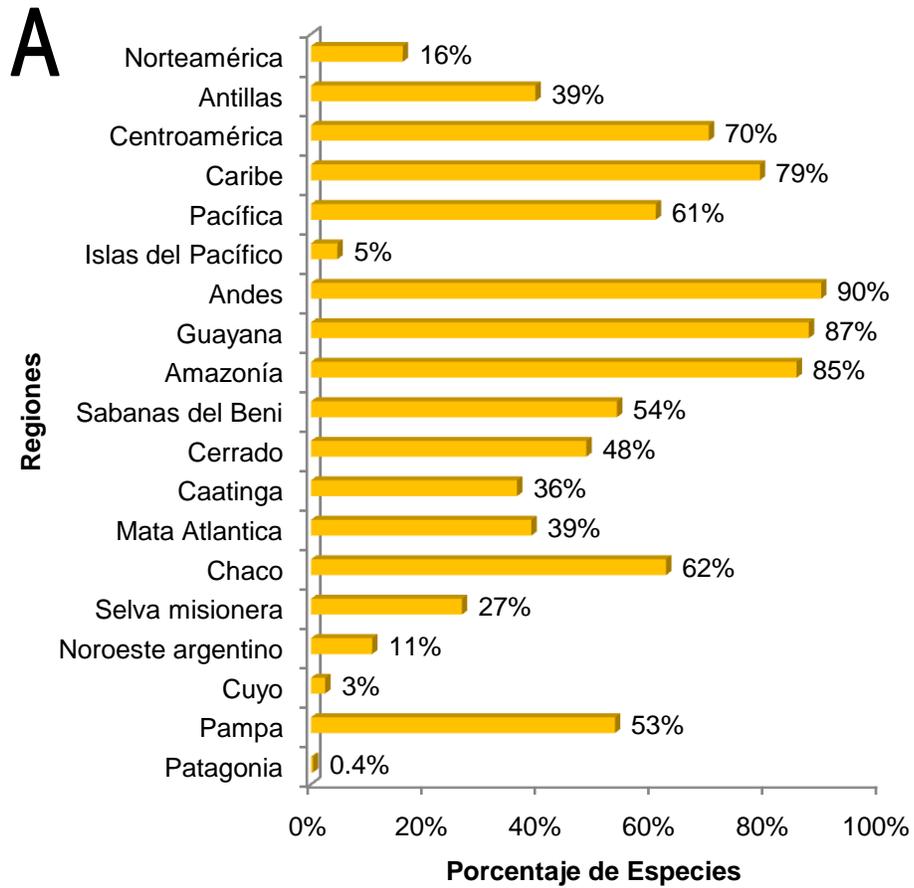
2.5.5 Patrones generales de distribución de las especies

De las 279 especies encontradas, ninguna es endémica de Colombia, por el contrario, cerca del 38% de las especies registradas en este estudio son de amplia distribución en el norte de Suramérica, algunas llegando incluso a Panamá y Costa Rica hacia el norte, o a Brasil y las Guayanas hacia el oriente. Solamente el 5% de las especies presentan una distribución restringida a Colombia y Venezuela (*Citharexylum venezuelense*, *Diclidanthera bolivarensis*, *Inga interrupta*, *Licania subarachnophylla*, *Mabea trianae*, *Ouratea brevipedicellata*, *Phoradendron larense*), algunas presentes también en Brasil (*Annona jahnii*, *Guapira pacurero* e *Hylocereus lemairei*) o Guyana (*Randia hebecarpa*) y otras presentes sólo en Colombia y Perú (*Byttneria mollis* y *Tacarcuna amanoifolia*). El 58% restante son especies de amplia distribución en el continente. Algunos países con los que se comparte un mayor porcentaje de las especies registradas son (en orden de importancia): Venezuela (93%), Brasil (88%), Perú (80%), Ecuador (73%), Bolivia (72%), Guyana (70%), Panamá (67%), Costa Rica (61%) y Surinam (61%) (Anexo 2-4)

En general, la distribución de las especies es neotropical, a excepción de un 16% que alcanza algunas zonas de Norteamérica y un 0,4% que llega también hasta la Patagonia (Figura 2-2A). Las regiones del neotrópico (aparte de la Orinoquia) con mayor presencia de especies ribereñas del río Pauto son: región Andina (Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia) (90%), Guayana (87%), Amazonía (85%), región Caribe colombo-venezolana (79%), Chaco (62%), Pacífico (61%), Sabanas del Beni (54%), Pampa (52%) y el cerrado brasileiro (48%) (Figura 2-2A); en el caso de la región Andina, la mayor proporción de los registros se encuentran en zonas cálidas por debajo de los 500 o 1000 m (100-85%), las cuales corresponden a los piedemontes llanero y amazónico, y los valles interandinos.

A nivel altitudinal se encontró que un gran porcentaje de las especies presenta distribuciones altitudinales amplias, pues entre 20 y 24% de las especies llegan al piso templado entre 1000 y 2000 m, mientras que un 15% de las especies superan el límite de los 2000 m y es posible encontrarlas desde el nivel del mar hasta los 2500 m o incluso justo debajo de los 3000 m (Figura 2-2B). Por otro lado, menos del 15 % de las especies presenta una distribución altitudinal restringida a los 500 m o a los 1000 m.

Figura 2-2. Patrones de distribución de las especies encontradas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto. A) Por regiones naturales de América (en orden latitudinal), B) Por amplitud del rango altitudinal.



2.5.1 Especies amenazadas

Las especies registradas en el presente estudio cuyo estado de conservación ha sido evaluado y han sido consideradas en alguna categoría dentro de los libros rojos nacionales y/o listas rojas internacionales, son solamente 14 (5%), de las cuales, tan sólo se registraron tres dentro de las categorías de riesgo de la UICN (IUCN 2001) (Tabla 2-9). Otras siete fueron reportadas en los apéndices del CITES (UNEP WCMC 2003), seis de ellas en el apéndice II (especies no necesariamente amenazadas, el comercio debe de ser controlado para evitar uso incompatible con la supervivencia) y una más en el apéndice III (especies protegidas al menos en un país, se ha solicitado ayuda para controlar su comercio) (Tabla 2-9).

Tabla 2-9. Especies de los bosques ribereños en la cuenca baja del río Pauto cuya categoría de amenaza ha sido evaluada nacional e internacionalmente. LC = preocupación menor; NT = casi amenazada; VU = vulnerable; EN = en peligro; DD = datos insuficientes.

| Familia | Especie | CITES | Categoría de riesgo |
|------------------|---------------------------------|--------------|---------------------|
| ARECACEAE | <i>Attalea butyracea</i> | -- | LC |
| | <i>Bactris major</i> | -- | LC |
| | <i>Desmoncus myriacanthos</i> | -- | LC |
| | <i>Euterpe precatoria</i> | -- | LC |
| | <i>Mauritia flexuosa</i> | -- | LC |
| | <i>Roystonea oleracea</i> | -- | VU |
| | <i>Syagrus sancona</i> | -- | VU |
| BOMBACACEAE | <i>Ceiba pentandra</i> | -- | LC |
| BORAGINACEAE | <i>Cordia gerascanthus</i> | -- | DD |
| BROMELIACEAE | <i>Aechmea tocantina</i> | -- | LC |
| | <i>Tillandsia bulbosa</i> | -- | LC |
| CACTACEAE | <i>Epiphyllum phyllanthus</i> | Appendix II | -- |
| | <i>Hylocereus lemairei</i> | Appendix II | -- |
| | <i>Pereskia guamacho</i> | Appendix II | -- |
| | <i>Rhipsalis baccifera</i> | Appendix II | -- |
| CHRYSOBALANACEAE | <i>Licania subarachnophylla</i> | -- | LC |
| DICHAPETALACEAE | <i>Tapura acreana</i> | -- | VU |
| MELIACEAE | <i>Cedrela odorata</i> | Appendix III | EN |
| ORCHIDACEAE | <i>Encyclia cordigera</i> | Appendix II | -- |
| | <i>Notylia barkeri</i> | Appendix II | -- |

2.6 Discusión

2.6.1 Riqueza ponderada

Comparados con la riqueza del departamento del Casanare reportada por Córdoba *et al.* (2011), los resultados sobre riqueza ponderada indican que la representatividad del muestreo a nivel de familia y género es alta, pues el 92% de las familias y el 79% de los géneros del departamento se encuentran representados en el presente estudio. En cambio, en el río Pauto sólo se encontró un 10,5% de las especies reportadas para el departamento, lo cual sugiere que probablemente se necesita un mayor esfuerzo de muestreo para conocer con certeza cuántas y cuáles son las especies que se encuentran en esta parte de la cuenca. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la mayor parte de las especies reportadas por Córdoba *et al.* (2011) corresponden a colecciones realizadas en municipios del piedemonte, mientras que Trinidad y San Luis de Palenque, ubicados totalmente en el paisaje de sabanas inundables, se encuentran pobremente representados. Por ejemplo, el presente trabajo aporta 124 especies que no estaban reportadas oficialmente en la lista departamental (8% de 1472 especies), publicada por Córdoba *et al.* (2011), lo cual representa un buen balance en términos de especies registradas para un área tan pequeña (en proporción al área departamental, 6% de 44490 ha).

2.6.2 Patrones generales de diversidad y riqueza

Los patrones generales de riqueza y distribución son consistentes con la Orinoquia venezolana, en donde Riina *et al.* (2007) reportan que las dicotiledóneas también dominan, aunque con tan solo el 69,3%, mientras que la proporción de monocotiledóneas es de 26,7%, lo cual se debe a que es un estimado total para la región incluyendo las sabanas y ambientes acuáticos en donde las monocotiledóneas son más diversas (en especial la familia Poaceae); los pteridófitos por otro lado alcanzan el 3,9%, gran parte de ellos asociados a bosques (Riina *et al.* 2007). En los bosques inundables de aguas negras del río Sipapo (tributario del río Orinoco en el estado de Amazonas, Venezuela) se reporta igualmente 15% de monocotiledóneas y 84,7% de dicotiledóneas (Camaripano-Venero & Castillo 2003). En el municipio de Orocué se reportan porcentajes similares, pues el 4,9% corresponde a monocotiledóneas y el 95,1% a dicotiledóneas; aunque cabe aclarar que este estudio sólo tuvo en cuenta los individuos con DAP mayor

a 10 cm, de manera que las monocotiledóneas sólo estuvieron representadas por la familia *Arecaceae* (Miranda 2006). Por otro lado, en los morichales de la hacienda Matarredonda (municipio de San Martín, Meta) se reportaron 7,4% de monocotiledóneas y 92,6% de dicotiledóneas; en este caso nuevamente la familia *Arecaceae* representa la mayor parte de las monocotiledóneas con excepción de la familia *Strelitziaceae* (*Phenakospermum guianense*) (Caro 2006). Esta proporción entre monocotiledóneas y dicotiledóneas es la que se espera en general para los bosques del neotrópico, pues se sabe que las dicotiledóneas son el grupo más exitoso de plantas por su diversidad y cobertura en la mayor parte de los ecosistemas terrestres (con excepción de los bosques boreales, las tundras y las turberas circumpolares)(Riina *et al.* 2007).

Los resultados de Miranda (2006), y Pinzón-Pérez *et al.* (2011) en el departamento de Casanare, y en otros bosques ribereños (Veneklaas *et al.* 2005; Correa-Gómez & Stevenson 2010) y morichales (Caro 2006) de la Orinoquia colombiana también destacan la importancia de las leguminosas. Esto es razonable, pues *Fabaceae* es una de las más importantes en bosques de tierras bajas en el neotrópico tanto *sensu stricto*, como incluyendo también *Caesalpiniaceae* y *Mimosaceae* (Gentry 1988). Se ha comprobado esto mismo para las leguminosas para la Orinoquia venezolana (Riina *et al.* 2007) y a lo largo del río Orinoco o en sus tributarios del lado guayanés (Camaripano-Venero & Castillo 2003; Castro-Lima 2010; Díaz & Rosales 2006; Morales-Rojas & Castillo-Suarez 2005), así como también se reportan otras familias muy diversas de la cuenca baja del río Pauto como *Rubiaceae*, *Melastomataceae*, *Euphorbiaceae*, *Moraceae* y *Sapotaceae*. Estas familias son reconocidas por Gentry (1982) como algunas de las más importantes en el neotrópico.

En bosques inundables de aguas negras (similares a los bosques de galería estudiados) tales como los estudiados en el río Sipapo (estado Amazonas, Venezuela) reportaron también gran riqueza de especies para *Fabaceae*, *Euphorbiaceae* y *Annonaceae* entre otras (Camaripano-Venero & Castillo 2003). Los géneros con mayor número de especies en la confluencia de los ríos Cuao y Sipao (aguas claras y aguas negras respectivamente) que se comparten con los bosques de galería de la cuenca baja del río Pauto son: *Licania*, *Ocotea*, *Caraipa*, *Brosimum*, *Pouteria* e *Hirtella* (Morales-Rojas & Castillo-Suarez 2005); sin embargo, tan solo *Hirtella* se comparte como un género rico en especies en ambos estudios. En lo referente a los bosques de vega, sobre el río Yukao, el río Meta y sobre el río Orinoco en Venezuela, se ha encontrado que las leguminosas (particularmente *Caesalpiniaceae* y *Fabaceae*) son las más ricas en especies, seguidas

de Euphorbiaceae, Sapindaceae, Clusiaceae, Arecaceae, Flacourtiaceae, Chrysobalanaceae, Moraceae, Myrtaceae, Rubiaceae y Meliaceae (Díaz & Rosales 2006; Miranda 2006; Veneklaas *et al.* 2005). Por otro lado, *Zygia* e *Inga* (Miranda 2006), *Amanoa*, *Cupania*, *Matayba* y *Homalium*, *Psychotria*, *Solanum* y *Strychnos* (Díaz & Rosales 2006), *Eugenia*, *Hirtella*, *Licania* y *Mabea* (Veneklaas *et al.* 2005) son algunos de los géneros compartidos con la cuenca baja del el río Pauto. Para los morichales se encontraron resultados similares a los reportados en el municipio de San Martín-Meta (Caro 2006), ya que Arecaceae, Moraceae, Annonaceae, Melastomataceae y Myrtaceae son las familias más ricas; así mismo, algunos géneros con mayor riqueza fueron *Xylopia*, *Miconia*, *Virola*, *Ficus*, *Protium* e *Inga*, encontrados también en los morichales de la cuenca baja del río Pauto.

Ahora bien, dado que la mayoría de los trabajos mencionados sólo muestrearon árboles, no se destacan familias arbustivas o herbáceas como Piperaceae, Rubiaceae, Heliconiaceae y Maranthaceae con gran diversidad de especies en el sotobosque. Sin embargo, un patrón similar se ha reportado en el andén orinoqués colombiano (Castro-Lima 2010), en donde predominan las familias Annonaceae, Euphorbiaceae, Chrysobalanaceae para los árboles; Rubiaceae, Melastomataceae y Flacourtiaceae para los arbustos; y Bignoniaceae, Fabaceae y Apocynaceae (incluyendo Asclepiadaceae) para las trepadoras en general. En los bosques de aguas blancas del Orinoco se reportan los siguientes hábitos en orden de número de especies: árboles (con 121 especies, un valor cercano a las 130 del presente estudio), hierbas, sufrútices, arbustos, bejucos y lianas (Morales-Rojas & Castillo-Suarez 2005).

En general, parece existir una correspondencia de los patrones florísticos encontrados en cuanto a presencia (más no en cuanto a riqueza o abundancia) de familias y géneros con aquellos reportados en la literatura para los ambientes definidos: bosques de galería (o de aguas negras), bosques de vega (o de aguas blancas) y morichales. En el caso de las especies esto no ocurre, ya que los géneros compartidos no están representados por las mismas especies en más del 80% de los casos. Lo que esto sugiere es que el área de estudio refleja la gran extensión y heterogeneidad florística de la Orinoquia debida a condiciones contrastantes del ambiente físico en regiones tan alejadas como las riberas de la cuenca media del río Orinoco en Venezuela (Morales-Rojas & Castillo-Suarez 2005) o relativamente cercanas como el río Yucao en el departamento del Meta (Veneklaas *et al.* 2005). No obstante, este patrón florístico a nivel genérico puede dar indicios de una historia evolutiva común y de procesos de especiación que deben abordarse con mayor

profundidad en el futuro. De la misma forma, estos resultados dan luces acerca del estado de conservación de los bosques en el área de estudio, pues a pesar de presentar evidentes signos de alteración humana, aún tienen especies típicas que coinciden con familias y géneros importantes de otros ambientes similares de la Orinoquia.

2.6.3 Patrones de diversidad y riqueza por ambiente

La alta diferenciación entre la llanura eólica y la llanura aluvial de desborde se puede explicar por la cercanía de la primera con el río Meta. Este río puede actuar como un corredor que conecta diferentes ambientes de su cuenca media, y a través de él facilita la dispersión de especies provenientes de otro tipo de ambientes en zonas remotas del departamento del Meta, por ejemplo los bosques ribereños de la altillanura o las selvas transicionales de la Serranía de la Macarena. Este efecto se espera en este tipo de redes hídricas y ha sido descrito ampliamente por Johansson *et al.* (1996), Malanson (1993), Naiman & Decamps (1997), y por Rosales *et al.* (1999) de forma especial para los bosques inundables en la Amazonía y la Orinoquia venezolana. Otra razón puede ser la influencia eólica de la que carecen las llanuras de desborde, la cual genera condiciones muy particulares de suelo por la deposición de arenas y justamente se encuentran asociadas a las riberas del río Meta (Goosen 1964).

El efecto de corredor que han documentado Naiman & Decamps (1997) y Rosales *et al.* (1999) debe ser también el responsable de que el bosque de vega del Pauto E-VP1 se parezca más al bosque de galería E-G1 que al bosque de vega del Meta E-VM1. La similitud entre el bosque de vega E-VP1 y el de galería E-G1 probablemente se debe a la cercanía de este último a la desembocadura del caño con el río Pauto, pues la red hídrica de la que hace parte este río y sus afluentes debe servir también como un corredor al igual que ocurre con el río Meta. En este caso sólo se facilita el flujo de aquellas especies con requerimientos de hábitat más amplios, ya que la similitud menor al 40% entre estos bosques sigue indicando que hay un gran número de especies exclusivas de ambos sitios, probablemente adaptadas a las condiciones fisicoquímicas diferenciales de suelo, agua y a los regímenes de inundación de cada tipo de bosque. Finalmente, el morichal E-M1 es el que más se diferencia de los otros tres levantamientos de la llanura eólica, básicamente por la presencia de las especies *Bellucia grossularioides*, *Henriettella ovata*, *Mauritia flexuosa*, *Psychotria anceps*, *Tapirira guianensis*, *Tococa guianensis* y *Xylopia aromatica* que sólo aparecen en este levantamiento. Florísticamente sólo se

destaca de las otras especies la presencia de *Mauritia flexuosa* que es propia de este ambiente, en el caso de *Euterpe precatoria*, frecuentemente se encuentra asociada a los morichales en esta región, pero se les puede encontrar también en otros ambientes de la zona y en otros lugares del país. El resto de las especies no son exclusivas de los morichales.

En los levantamientos de llanura aluvial de desborde quedaron juntos los bosques de vega A-VP1 y A-VP3, con excepción del bosque de vega de la Finca San Miguel A-VP2 que quedó en medio de los bosques de galería A-G1 y A-G8. Esto se debe a que el bosque de vega A-VP2 se desarrolla a orillas de un caño tal como los bosques de galería, pero presenta una gran influencia del río Pauto por algún tipo de conexión o incluso por ser un brazo o cauce antiguo del propio Pauto. De esta forma, aunque el pequeño cauce alberga especies de los bosques de galería como es de esperarse, la influencia del Pauto otorga a sus suelos una fertilidad suficiente para sustentar también especies típicas de los bosques de vega y desarrollar una estructura más propia de éstos.

2.6.4 Patrones generales de distribución de las especies

A pesar de que el patrón florístico a nivel de especies difiere mucho de otras zonas de la Orinoquía colombo-venezolana, convergen en esta región especies típicas de dos tipos de ecosistemas de Suramérica. Por un lado se encuentran todos los ambientes marcadamente estacionales tropicales y subtropicales, tipo sabanas y bosques secos, como por ejemplo los valles interandinos y el Caribe colombianos, así como la región Caribe venezolana y sus bosques secos orinocenses, también las sabanas arboladas brasileras tipo Cerrado, las sabanas del Beni y la Chiquitanía en Bolivia, la región del Chaco que comparten Bolivia, Paraguay, Brasil y Argentina, los sistemas de humedales del Pantanal en Brasil y los Esteros del Iberá entre Paraguay y Argentina, así como amplias zonas de la Pampa en Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Por otro lado, se encuentran las selvas de tierras bajas del dominio biogeográfico amazónico presentes en la Amazonía propiamente dicha, la región de la Guayana venezolana y las selvas húmedas del pacífico colombiano y Centroamérica (Chocó biogeográfico). En este sentido, se podría decir que el área de estudio cuenta con una riqueza y diversidad que es representativa de los ecosistemas evaluados, y es una de las observaciones del trabajo de Veneklaas et al. (2005), quienes señalan que los bosques ribereños tienen la

particularidad de albergar especies con amplia distribución y que se encuentran representadas en las regiones aledañas con bosques de tierra firme, pero a su vez, esto da cuenta de que la flora de este tipo de bosques no es única. En este sentido, el patrón florístico observado puede ser un reflejo de la conectividad o continuidad que pudieron tener todos estos ecosistemas en un pasado remoto, tal como se resalta en el trabajo de Veneklaas et al. (2005) quienes aseguran que este tipo de bosques en la Orinoquia fueron más extensos en el pasado. Por ejemplo, se sabe que las selvas húmedas de lo que hoy en día se conoce como Amazonía, estaban conectadas en buena parte del norte de Suramérica antes de que se levantaran los Andes septentrionales, incluso hasta hace un par de millones de años cuando esta cordillera alcanzó su configuración actual y empezaron a sucederse las glaciaciones. A partir de entonces se perdió casi totalmente la continuidad con el Pacífico, Centroamérica y el Caribe (Hooghiemstra & Van der Hammen 2001), mucho más cuando el clima producido por las glaciaciones se hizo más frío y seco y produjo la contracción de las selvas a favor de ecosistemas secos y sabanas bajo las condiciones más adversas, tal como piensan algunos autores (Rosales et al. 1999, Behling & Hooghiemstra 2000). Por un lado, bajo este régimen seco y frío pudo generarse una nueva conectividad entre enclaves secos y sabanas en Suramérica, a través de la cual tuvieron contacto dichas floras; pero, por el otro lado, los bosques húmedos pudieron seguir conectados usando los bosques ribereños como corredores, permitiendo así el flujo de especies de este tipo de bosques (o incluso de los propios ecosistemas secos y sabanas) a través de la red hídrica que forman todos los cursos de agua asociados a las cuencas más grandes como la del Orinoco o el Amazonas (Rosales et al. 1999). Este papel de los bosques ribereños como corredores y como refugio de la diversidad regional también ha sido ampliamente destacado para otras regiones del mundo por autores como Naiman et al. (1993) y Sabo et al. (2005).

2.6.5 Especies amenazadas

Aunque el número de especies amenazadas es muy bajo, esto puede estar más relacionado con el bajo porcentaje de especies que han sido evaluadas en la Orinoquia colombiana, de lo cual da cuenta el escaso 8% de especies evaluadas reportadas para todo el departamento de Casanare (Córdoba et al. 2011). De estas especies, se encontraron cuatro en el río Pauto con la misma categorización: *Cedrela odorata* (En Peligro-EN), *Syagrus sancona* (Vulnerable-VU), *Roystonea oleracea* (Vulnerable-VU) y

Cordia gerascanthus (Datos Insuficientes-DD), aunque estas dos últimas fueron categorizadas por Córdoba *et al.* (2011) como Casi Amenazadas (NT). La única que no estaba en dicha lista es *Tapura acreana*, una especie de la familia Dichapetalaceae que ha sido categorizada como Vulnerable (VU), de la misma forma que otras especies del mismo género en Colombia (Calderón *et al.* 2002). En este caso es evidente que los esfuerzos en conservación en la Orinoquia colombiana son escasos, pues aparte de que aún hay muchas especies por reportar en el departamento, ni siquiera se sabe cuántas y cuáles de ellas están en alguna categoría de amenaza de forma que se puedan plantear medidas efectivas para la protección y manejo de su hábitat o de sus poblaciones.

2.7 Conclusiones

La representatividad del muestreo es aceptable a nivel de familias y géneros comparado con lo reportado para el departamento de Casanare en otros estudios, aunque a nivel de especies se observa que hace falta aún aumentar el esfuerzo de muestreo; no obstante, las 122 nuevas especies que no se habían registrado para la flora del departamento representan un buen balance a pesar del esfuerzo de muestreo alcanzado. Justamente en el tema de grandes grupos y a nivel de familias es en donde hay mayores similitudes con otros bosques ribereños de la Orinoquia. Por ejemplo se encuentra una clara dominancia de las dicotiledóneas en número de familias, géneros y especies, mientras que nivel de familia se encontró que las familias con mayor riqueza de especies en la Orinoquia y en el neotrópico están representadas en la cuenca baja del río Pauto; algunos ejemplos son las Leguminosas en sentido amplio, Rubiaceae, Melastomataceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Sapotaceae, Chrysobalanaceae, Arecaceae, Burseraceae, Flacourtiaceae y Myrtaceae. A nivel de géneros el panorama cambia, y aunque una gran parte se comparten con otros bosques, la mayoría de los más ricos en especies en el río Pauto es diferente a los géneros más ricos presentados en la literatura. Así mismo, el porcentaje de especies compartidas entre los bosques del presente estudio y otros bosques ribereños de la Orinoquia colombo-venezolana también es muy bajo. Por otro lado, las formas de crecimiento leñosas presentan la mayor riqueza taxonómica a nivel de familia, género y especie, en particular los árboles, los cuales estuvieron representados mayormente por aquellas familias de importancia florística en la Orinoquia y el neotrópico como las leguminosas.

En cuanto a las diferencias y similitudes florísticas encontradas entre bosques de galería, de vega y morichales, era lo que se esperaba teniendo en cuenta las diferencias fisicoquímicas del suelo y el agua sobre los que se desarrollan estos bosques. No obstante, un patrón de conectividad a través de los bosques ribereños como corredores puede ser la explicación de que los bosques cercanos al río Meta en el paisaje de llanuras eólicas se diferencien florísticamente de los bosques de las llanuras aluviales de desborde al norte. Este mismo patrón de conectividad puede ser el responsable además del gran número de especies con una amplia distribución en el continente a lo largo de ecosistemas tan dispares como los bosques húmedos de la Amazonía o el pacífico colombiano, los ecosistemas secos del Caribe o los sistemas de sabanas en Bolivia, Brasil y el Cono sur.

Por último, hacen falta mayores esfuerzos en la categorización de amenazas de las especies de la Orinoquia colombiana, pues son muy pocas las especies encontradas en el muestreo que aparecen en alguna categoría de amenaza, pero al mismo tiempo el número de estas especies que han sido debidamente evaluadas es también muy pequeño.

2.8 Literatura citada

- APG. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161(2):105–121.
- Ávila, R. 2006. *El conocimiento tradicional Sáliba sobre el bosque y su caracterización como herramientas de apoyo a los Planes de Manejo Forestal: el caso del resguardo Indígenas de San Juanito, Orocué, Casanare*. Trabajo de grado para optar al título de Ecólogo, Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Carrera de Ecología.
- Baptiste, L.G., & A. Ariza. 2008. Ecología de las Sabanas Inundables de Casanare. En: *Memorias, 1° Congreso Internacional de Producción y Desarrollo Sostenible, Versión Sabanas inundables, 1° Simposio de Recursos Genéticos del Trópico Húmedo*, Eds. A. Salamanca, L. Baleta, & J. Benítez, pp. 120–140. Arauca, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Sede Arauca.
- Barbosa, C.E. 1992. *Contribución al conocimiento de la flórmula del Parque Nacional Natural El Tuparro. Serie de publicaciones especiales del Inderena, biblioteca Andrés Posada Arango N° 3*. Bogotá, Colombia: INDERENA.

- Behling, H., & H. Hooghiemstra. 2000. Holocene Amazon rainforest-savanna dynamics and climatic implications: high-resolution pollen record from Laguna Loma Linda in eastern Colombia. *Journal of Quaternary Science* 15:687–695.
- Brummitt, R.K., & C.E. Powell. 1992. *Authors of plant names. A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard forms of their names, including abbreviations*. Kew.
- Calderón, E., G. Galeano, & N. García. 2002. Libro Rojo de Plantas Fanerógamas de Colombia. Volumen 1: Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecythidaceae. La serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia.
- Camaripano-Venero, B., & A. Castillo. 2003. Catalogo de espermatofitas del bosque estacionalmente inundable del rio Sipapo, Estado Amazonas, Venezuela. *Acta Botanica Venezuelica* 26(2):125–229.
- Caro, M. 2006. *Caracterización florística y estructural de la vegetación de un morichal en la hacienda Mataredonda, Municipio de San Martín, Meta*. Trabajo de grado para optar al título de Ecóloga, Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Carvajal, L., C. Parra, J. Patarroyo, A. Gualdrón, M. Jiménez, & A. Garzón. 2007. *Composición florística y estructural del bosque de galería, Puerto López Meta; Catalogo ilustrado*. Corporación para el desarrollo sostenible del area de manejo especial la Macarena - CORMACARENA.
- Castro-Lima, F. 2010. Avance del conocimiento de la flora del Andén Orinoqués en el departamento del Vichada, Colombia. *Orinoquia* 14:58–67.
- Chase, M.W., & J.L. Reveal. 2009. A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161(2):122–127.
- Córdoba, M. 1995. *Caracterización florístico-estructural y biotipológica de la vegetación en dos tipos de bosques en la parte central de la serranía de Naquén (Guainía)*. Trabajo de Grado, Bogotá: Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana.
- Córdoba, M.P., L.M. Miranda, R.C. Ávila, & C. Pérez. 2011. Flora del Casanare. En: *Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento*, Eds. J.S. Usma & F. Trujillo, pp. 50–71. Bogotá D.C.: Gobernación de Casanare - WWF Colombia.
- Correa, H.D., S.L. Ruiz, & L.M. Arévalo. 2006. *Plan de Acción en Biodiversidad de la cuenca del Orinoco-Colombia/ 2005-2015-Propuesta técnica*. Bogotá, Colombia: Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF-Colombia, GTZ-Colombia.
- Correa-Gómez, D.F., & P.R. Stevenson. 2010. Estructura y diversidad de bosques de galería de una sabana estacional de los llanos orientales colombianos (Reserva Tomo Grande, Vichada). *Orinoquia* 14(1):31–48.

- Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. New York: Columbia University Press.
- Díaz, W., & J. Rosales. 2006. Análisis florístico y descripción de la vegetación inundable de Varzeas orinoquenses en el Bajo Río Orinoco, Venezuela. *Acta Botanica Venezuelica* 29(01):39–68.
- Duno de Stefano, R., G. Aymard, & O. Huber, Eds. 2007. *Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vasculare de los Llanos de Venezuela*. Caracas: FUDENA – Fundación Empresas polar – FIBV.
- Etter, A. 1998. Ecosistemas de Sabanas. En: *Informe Nacional Sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 1997*, Eds. M.E Chaves & N. Arango, pp. 75–96. Bogotá: IAvH y PNUD.
- Fernández, A. 2007. Los morichales de los Llanos de Venezuela. En: *Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vasculare de los Llanos de Venezuela, Parte I: Introducción Geobotánica*, Eds. R. Duno de Stefano, G. Aymard, & O. Huber, pp. 91–98. Caracas: FUDENA – Fundación Empresas polar – FIBV.
- Fernández, A., R. Gonto, A. Rial, J. Rosales, B. Salamanca, F. Castro, C. Alcázar, H. García, & A. Ariza. 2010. Flora y Vegetación. En: *Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco: Bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*, Eds. C.A. Lasso, J.S. Usma, F. Trujillo, & A. Rial, pp. 125–195. Bogotá, D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle (Venezuela) e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).
- Garibello, J. 2000. Estructura de la vegetación leñosa del ecotono bosque de galería-sabana en la altillanura de la cuenca alta del río Tomo (Estación Biológica Bachaqueros – Departamento del Vichada). Tesis de grado Biología, Bogotá, D.C. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología.
- Gentry, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75(1):1–34.
- Gentry, A.H. 1982. Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. En: *Evolutionary Biology*, Eds. M.K. Hecht, B. Wallace, & G.T. Prance, pp. 1–84. Springer US.
- Goosen, D. 1964. Geomorfología de los Llanos Orientales. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 12(46):129–139.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper, & P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):1–9.

- Hokche, O., P.E. Berry, & O. Huber. 2008. *Nuevo Catálogo de la Flora Vasculare de Venezuela*. Caracas: Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser.
- Hooghiemstra, H., & T. Van der Hammen. 2001. Desarrollo del bosque húmedo neotropical en el Neogeno y el Cuaternario: La hipótesis de los refugios. En: *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*, Eds. J. Llorente-Bousquets & J.J. Morrone, pp. 129–136. UNAM.
- IUCN. 2001. *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. Gland: IUCN.
- Johansson, M., C. Nilsson, & E. Nilsson. 1996. Do rivers function as corridors for plant dispersal? *Journal of Vegetation Science* 7:593–98.
- León-Sicard, T., & A. Palacios-Fernández. 2011. Los suelos del bloque Cubiro en los municipios de San Luis y Trinidad, Casanare-Colombia. En: *Mamíferos, Reptiles y Ecosistemas del Bloque Cubiro (Casanare): Educación Ambiental para la Conservación*, Ed. T. León-Sicard, pp. 75–96. Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional de Colombia, Alange Energy Corp.
- Malanson, G.P. 1993. *Riparian Landscapes*. Cambridge University Press.
- Mendoza, H. 2007. Vegetación. Capítulo 3. En: *Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (Sector Noreste), Vichada, Colombia*, Eds. H. Villarreal-Leal & J. Maldonado-Ocampo, pp. 53–86. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Miranda, L. 2006. *Caracterización Florística y Estructural arbórea de un bosque de galería y su análisis Etnobotánico en la comunidad Indígena Sáliba del Resguardo Paravare (Orocué-Casanare)*. Tesis de Grado para optar el título de Ecóloga, Bogotá D.C.: Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana.
- Missouri Botanical Garden. 2012. Tropicos.org. <http://www.tropicos.org> (2012-08-26).
- Mora-Fernández, C., C. Castellanos-Castro, A. Cardona-Cardozo, L. Pinzón-Pérez, & J.O. Vargas-Ríos. 2011. Geología, geomorfología, clima y vegetación. En: *Mamíferos, Reptiles y Ecosistemas del Bloque Cubiro (Casanare): Educación Ambiental para la Conservación*, Ed. T. León-Sicard, pp. 49–73. Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional de Colombia, Alange Energy Corp.
- Morales-Rojas, T., & A. Castillo-Suarez. 2005. Catalogo dendrologico comentado del bosque ribereño de la confluencia de los ríos Cuao-Sipapo (Estado Amazonas, Venezuela). *Acta Botanica Venezuelica* 28(1):63–87.
- Naiman, R.J., Decamps, H. & Pollock, M. 1993. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications*, 3: 209–212.
- Naiman, R.J., & H. Decamps. 1997. The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28(1):621–658.

- Naiman, R.J., H. Décamps, & M.E. McClain. 2005. *Riparia: Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities*. San Diego: Elsevier/Academic Press.
- Navas, G.E., & C.A. Barragán. 2002. *Caracterización y usos potenciales de especies vegetales de un bosque de galería secundario*. Boletín Técnico No. 28. Villavicencio, Meta: CORPOICA.
- Neiff, J.J., S.L. Casco, & J.C. Arias. 2004. Glosario de Humedales Latinoamericanos. En: *Humedales de Iberoamérica.*, Ed. J.J. Neiff, pp. 336–380. Cuba: CYTED, Subprograma XVII – Red Iberoamericana de Humedales.
- Parra-O., C. 2006. Estudio general de la vegetación nativa de puerto Carreño (Vichada, Colombia). *Caldasia* 28(2):165–177.
- Pérez, C. 2005. *Análisis comparativo de la composición y estructura de la vegetación riparia de tres rangos altitudinales, en un fragmento de bosque de piedemonte de la reserva forestal protectora cuenca alta del caño Vanguardia y Quebrada Vanguardiano (RFPVV), Villavicencio – Meta*. Trabajo de grado para optar por el título de Ecóloga, Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Pinzón-Pérez, L., C. Castellanos-Castro, A. Cardona-Cardozo, C. Mora-Fernández, & O. Vargas-Ríos. 2011. Caracterización de las comunidades vegetales presentes en el bloque Cubiro, cuenca baja del Río Pauto, Casanare (Colombia). En: *Mamíferos, Reptiles y Ecosistemas del Bloque Cubiro (Casanare): Educación Ambiental para la Conservación*, Ed. T. León-Sicard, pp. 97–150. Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional de Colombia, Alange Energy Corp.
- Quintero, M. 2001. *Distribución espacial de Caraipa llanorum, Xylopia ligustrifolia y Calophyllum brasiliense, teniendo en cuenta su comportamiento demográfico y heterogeneidad ambiental en un bosque aluvial del río Yucao (Meta)*. Tesis de Grado para optar el título de Biólogo, Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana.
- Rangel-Ch., J.O., P.D. Lowy-C., M. Aguilar-P., & A. Garzón-C. 1997. Tipos de vegetación en Colombia: Una aproximación al conocimiento de la terminología fitosociológica, fitoecológica y de uso común. En: *Colombia diversidad biótica II, tipos de vegetación en Colombia*, Eds. J.O Rangel-Ch., P.D. Lowy-C., & M. Aguilar-P., pp. 59–71. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Rangel-Ch., J.O., & A. Velásquez. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. En: *Colombia diversidad biótica II, tipos de vegetación en Colombia*, Eds. J.O Rangel-Ch., P.D. Lowy-C., & M. Aguilar-P., pp. 59–87. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Riina, R., R. Duno de Stefano, G. Aymard, A. Fernández, & O. Huber. 2007. Análisis de la diversidad florística de los Llanos de Venezuela. En: *Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vasculare de los Llanos de Venezuela, Parte I: Introducción Geo-botánica*, Eds. R. Duno de Stefano, G. Aymard, & O. Huber, pp. 107–122. Caracas: FUDENA – Fundación Empresas polar – FIBV.

- Rippstein, G., E. Amézquita, G. Escobar, & C. Grollier. 2001. Condiciones Naturales de la Sabana. En: *Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia*, Eds. G. Rippstein, G. Escobar, & F. Motta, pp. 1–21. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Rivera-Díaz, O., & J.O. Rangel-Ch. 2012. Diversidad de espermatófitos de la región Caribe colombiana. En: *Colombia Diversidad Biótica XII: La región Caribe de Colombia*, Ed. J.O. Rangel-Ch., pp. 199–363. Bogotá D.C.: Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.
- Romero, M., G. Galindo, J Otero, & D. Armenteras. 2004. *Ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rosales, J., G. Petts, & J. Salo. 1999. Riparian flooded forests of the Orinoco and Amazon basins: a comparative review. *Biodiversity and Conservation* 8:551–586.
- Rudas, A., A. Prieto, & J.O. Rangel. 2002. Principales tipos de vegetación de la “La Ceiba” (Guanía), Guyana Colombiana. *Caldasía* 24(2):343–365.
- Sabo, J.L., Sponseller, R., Dixon, M., Gade, K., Harms, T., Heffernan, J., Jani, A., Katz, G., Soykan, C., Watts, J. & Welter, J. 2005. Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species. *Ecology*, 86(1): 56–62.
- Smith, A.R., K.M. Pryer, E. Schuettpelz, P. Korall, H. Schneider, & P.G. Wolf. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55(3):705–731.
- The International Plant Names Index. 2012. The International Plant Names Index. <http://www.ipni.org/> (2012-08-26).
- The Plant List. 2012. The Plant List. Version 1. Published on the Internet. <http://www.theplantlist.org/> (2012-08-26).
- Tryon, R.M., & A.F. Tryon. 1982. *Ferns and allied plants: with special reference to tropical America*. New York: Springer-Verlag.
- UNEP WCMC. 2003. *Checklist of CITES species*. Cambridge: UNEP World Conservation Monitoring Centre.
- van der Hammen, T., & J.O. Rangel-CH. 1997. El estudio de la vegetación en Colombia. En: *Colombia Diversidad Biotica II. Tipos de vegetación en Colombia*, Eds. J.O Rangel-Ch., P.D. Lowy-C., & M. Aguilar-P., pp. 17–57. Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional de Colombia.
- Veneklaas, E., A. Fajardo, S. Obregón, & J. Lozano. 2005. Gallery forest types and their environmental correlates in a Colombian savanna landscape. *Ecography* 28:236–252.
- Vieira-Muñoz, M.I. 2007. Identificación y caracterización de los ecosistemas asociados a las poblaciones de chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) y su relación con el comportamiento en el departamento del Casanare, Colombia. En: *Estudios sobre*

la ecología del chigüiro (Hydrochaeris hydrochaeris), enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia, Eds. J Aldana-Domínguez, M.I. Vieira-Muñoz, & D.C. Ángel-Escobar, pp. 105–128. Bogotá D.C., Colombia: Instituto Alexander von Humboldt.

Villareal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina, & A.M. Umaña. 2006. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Villarreal-Leal, H. 2007. Caracterización de los paisajes. En: *Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (Sector Noreste), Vichada, Colombia*, pp. 39–50. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

Vincelli, P.C. 1981. Estudio de la vegetación del Territorio Faunístico “El Tuparro.” *Cespedesia* 10(37-38):7–51.

WCSP. 2012. World Checklist of Selected Plant Families. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet. <http://apps.kew.org/wcsp/> (2012-08-26).

2.9 Anexos

Anexo 2-1. Equivalencias entre los nombres de las familias de plantas vasculares según los sistemas de clasificación Cronquist (1981) y Tryon & Tryon (1982) y los nombres de los sistemas APG III (APG 2009; Chase & Reveal 2009) y Smith *et al.* (2006).

| Grupo | Especie | Familia según | |
|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | | Cronquist y Tryon & Tryon | APG III y Smith <i>et al.</i> |
| Angiospermas | <i>Aphelandra scabra</i> | Acanthaceae | Acanthaceae |
| | <i>Mendoncia bivalvis</i> | | |
| | <i>Chamissoa altissima</i> | Amaranthaceae | Amaranthaceae |
| | <i>Spondias mombin</i> | Anacardiaceae | Anacardiaceae |
| | <i>Tapirira guianensis</i> | | |
| | <i>Annona jahnii</i> | | |
| | <i>Annona montana</i> | Annonaceae | Annonaceae |
| | <i>Annona muricata</i> | | |
| | <i>Annona purpurea</i> | | |
| | <i>Xylopia aromatica</i> | | |
| | <i>Xylopia discreta</i> | | |
| | <i>Himatanthus attenuatus</i> | | |
| | <i>Lacmellea edulis</i> | Apocynaceae | Apocynaceae |
| | <i>Malouetia flavescens</i> | | |
| | <i>Mesechites trifidus</i> | | |
| | <i>Odontadenia macrantha</i> | | |
| | <i>Prestonia quinquangularis</i> | | |
| | <i>Stemmadenia grandiflora</i> | | |
| | <i>Tabernaemontana siphilitica</i> | | |
| | <i>Monstera adansonii</i> | | |
| | <i>Monstera pinnatipartita</i> | Araceae | Araceae |
| | <i>Philodendron acutatum</i> | | |
| | <i>Philodendron hederaceum</i> | | |
| | <i>Philodendron muricatum</i> | | |
| | <i>Philodendron solimoesense</i> | | |
| | <i>Dendropanax arboreus</i> | Araliaceae | Araliaceae |
| | <i>Schefflera morototoni</i> | Arecaceae | Arecaceae |
| | <i>Attalea butyracea</i> | | |
| | <i>Bactris major</i> | | |
| | <i>Desmoncus myriacanthos</i> | | |
| | <i>Desmoncus polyacathos</i> | | |
| | <i>Euterpe precatória</i> | | |
| | <i>Mauritia flexuosa</i> | | |
| | <i>Roystonea oleracea</i> | | |
| | <i>Syagrus sancona</i> | | |
| | <i>Fischeria stellata</i> | | |
| | <i>Funastrum clausum</i> | Asclepiadaceae | Apocynaceae |
| | <i>Marsdenia rubrofusca</i> | | |
| | <i>Stenomeria decalepis</i> | | |
| | <i>Mikania cordifolia</i> | Asteraceae | Asteraceae |
| <i>Mikania psilostachya</i> | | | |
| <i>Piptocarpha triflora</i> | Bignoniaceae | Bignoniaceae | |
| <i>Amphilophium granulatum</i> | | | |
| <i>Anemopaegma chrysanthum</i> | | | |
| <i>Arrabidaea candicans</i> | | | |
| <i>Amphilophium granulatum</i> | | | |
| <i>Dolichandra uncata</i> | | | |
| <i>Pachyptera kerere</i> | | | |
| <i>Pachyptera kerere</i> | | | |
| <i>Xylophragma seemannianum</i> | | | |
| <i>Bixa urucurana</i> | | | |
| <i>Bixa urucurana</i> | Bixaceae | Bixaceae | |
| <i>Ceiba pentandra</i> | Bombacaceae | Malvaceae | |
| <i>Cordia bifurcata</i> | Boraginaceae | Boraginaceae | |
| <i>Cordia gerascanthus</i> | | | |
| <i>Cordia panamensis</i> | | | |
| <i>Cordia tetrandra</i> | | | |

Anexo 2-1. Equivalencias entre los nombres de las familias de plantas vasculares según los sistemas de clasificación Cronquist (1981) y Tryon & Tryon (1982) y los nombres de los sistemas APG III (APG 2009; Chase & Reveal 2009) y Smith *et al.* (2006).

| Grupo | Especie | Familia según | | | |
|-------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------|----------|
| | | Cronquist y Tryon & Tryon | APG III y Smith <i>et al.</i> | | |
| | <i>Aechmea tocatina</i> | Bromeliaceae | Bromeliaceae | | |
| | <i>Billbergia decora</i> | | | | |
| | <i>Tillandsia bulbosa</i> | | | | |
| | <i>Tillandsia fasciculata</i> | | | | |
| | <i>Tillandsia longifolia</i> | | | | |
| | <i>Tillandsia recurvata</i> | | | | |
| | <i>Tillandsia utriculata</i> | | | | |
| | <i>Werauhia sanguinolenta</i> | | | | |
| | <i>Bursera simaruba</i> | Burseraceae | Burseraceae | | |
| | <i>Protium guianense</i> | Cactaceae | Cactaceae | | |
| | <i>Epiphyllum phyllanthus</i> | | | | |
| | <i>Hylocereus lemairei</i> | | | | |
| | <i>Pereskia guamacho</i> | | | | |
| | <i>Rhipsalis baccifera</i> | Caesalpiniaceae | Fabaceae | | |
| | <i>Bauhinia aculeata</i> | | | | |
| | <i>Copaifera pubiflora</i> | | | | |
| | <i>Cynometra bauhiniifolia</i> | | | | |
| | <i>Senna hayesiana</i> | | | | |
| | <i>Senna obtusifolia</i> | Capparaceae | Capparaceae | | |
| | <i>Cappariastrum sola</i> | Cecropiaceae | Urticaceae | | |
| | <i>Crateva tapia</i> | | | | |
| | <i>Cecropia engleriana</i> | | | | |
| | <i>Cecropia peltata</i> | Chrysobalanaceae | Chrysobalanaceae | | |
| | <i>Hirtella triandra</i> | | | | |
| | <i>Licania apetala</i> | | | | |
| | <i>Licania subarachnophylla</i> | | | | |
| | <i>Calophyllum brasiliense</i> | Clusiaceae | Clusiaceae | | |
| | <i>Caraipa punctulata</i> | | | | |
| | <i>Garcinia madruno</i> | | | | |
| | <i>Vismia gracilis</i> | | Hypericaceae | | |
| | <i>Vismia guianensis</i> | | | | |
| | <i>Vismia macrophylla</i> | | | | |
| | <i>Cochlospermum vitifolium</i> | Cochlospermaceae | Bixaceae | | |
| | <i>Combretum fruticosum</i> | Combretaceae | Combretaceae | | |
| | <i>Connarus venezuelanus</i> | Connaraceae | Connaraceae | | |
| | <i>Rourea glabra</i> | | | | |
| | <i>Merremia umbellata</i> | Convolvulaceae | Convolvulaceae | | |
| | <i>Costus arabicus</i> | Costaceae | Costaceae | | |
| | <i>Tapura acreana</i> | Dichapetalaceae | Dichapetalaceae | | |
| | <i>Davilla nítida</i> | Dilleniaceae | Dilleniaceae | | |
| | <i>Doliospermum dentatus</i> | | | | |
| | <i>Tetracera volubilis</i> | | | | |
| | <i>Sloanea terniflora</i> | Elaeocarpaceae | Elaeocarpaceae | | |
| | <i>Erythroxylum amazonicum</i> | Erythroxylaceae | Erythroxylaceae | | |
| | <i>Acalypha diversifolia</i> | Euphorbiaceae | Euphorbiaceae | | |
| | <i>Alchornea fluviatilis</i> | | | | |
| | <i>Croton cuneatus</i> | | | | |
| | <i>Dalechampia affinis</i> | | | | |
| | <i>Discocarpus spruceanus</i> | | | | |
| | <i>Mabea nítida</i> | | | | |
| | <i>Mabea trianae</i> | | | | |
| | <i>Sapium glandulosum</i> | | | | |
| | <i>Tacarcuna amanoifolia</i> | | | | |
| | <i>Margaritaria nobilis</i> | | | Phyllanthaceae | |
| | <i>Calopogonium caeruleum</i> | | | Fabaceae | Fabaceae |
| | <i>Canavalia oxyphylla</i> | | | | |
| | <i>Centrosema acutifolium</i> | | | | |
| | <i>Coursetia ferruginea</i> | | | | |

Anexo 2-1. Equivalencias entre los nombres de las familias de plantas vasculares según los sistemas de clasificación Cronquist (1981) y Tryon & Tryon (1982) y los nombres de los sistemas APG III (APG 2009; Chase & Reveal 2009) y Smith *et al.* (2006).

| Grupo | Especie | Familia según | Familia según |
|-------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | | Cronquist y Tryon & Tryon | APG III y Smith <i>et al.</i> |
| | <i>Desmodium axillare</i> | | |
| | <i>Galactia striata</i> | | |
| | <i>Machaerium quinata</i> | | |
| | <i>Ormosia macrocalyx</i> | | |
| | <i>Casearia aculeata</i> | | |
| | <i>Casearia guianensis</i> | | |
| | <i>Casearia mariquitensis</i> | | |
| | <i>Casearia sylvestris</i> | Flacourtiaceae | Salicaceae |
| | <i>Casearia zizyphoides</i> | | |
| | <i>Homalium racemosum</i> | | |
| | <i>Heliconia episcopalis</i> | | |
| | <i>Heliconia hirsuta</i> | Heliconiaceae | Heliconiaceae |
| | <i>Heliconia marginata</i> | | |
| | <i>Hippocratea volubilis</i> | | |
| | <i>Prionostemma asperum</i> | Hippocrateaceae | Celastraceae |
| | <i>Salacia elliptica</i> | | |
| | <i>Lacistema aggregatum</i> | Lacistemataceae | Lacistemataceae |
| | <i>Cinnamomum triplinerve</i> | | |
| | <i>Nectandra cuspidata</i> | Lauraceae | Lauraceae |
| | <i>Ocotea cernua</i> | | |
| | <i>Strychnos brachiata</i> | Loganiaceae | Loganiaceae |
| | <i>Strychnos poeppigii</i> | | |
| | <i>Phthirusa pyrifolia</i> | | |
| | <i>Phthirusa stelis</i> | Loranthaceae | Loranthaceae |
| | <i>Psittacanthus acinarius</i> | | |
| | <i>Byrsonima japurensis</i> | | |
| | <i>Mascagnia ovatifolia</i> | Malpighiaceae | Malpighiaceae |
| | <i>Stigmaphyllon</i> sp. 01 | | |
| | <i>Hibiscus furcellatus</i> | | |
| | <i>Pavonia fruticosa</i> | Malvaceae | Malvaceae |
| | <i>Sidastrum micranthum</i> | | |
| | <i>Calathea lutea</i> | | |
| | <i>Goepertia variegata</i> | Marantaceae | Marantaceae |
| | <i>Ischnosiphon leucophaeus</i> | | |
| | <i>Bellucia grossularioides</i> | | |
| | <i>Henriettella ovata</i> | | |
| | <i>Miconia albicans</i> | | |
| | <i>Miconia elata</i> | | |
| | <i>Miconia stenostachya</i> | Melastomataceae | Melastomataceae |
| | <i>Miconia trinervia</i> | | |
| | <i>Mouriri guianensis</i> | | |
| | <i>Tococa guianensis</i> | | |
| | <i>Cedrela odorata</i> | | |
| | <i>Guarea guidonia</i> | | |
| | <i>Trichilia martiana</i> | Meliaceae | Meliaceae |
| | <i>Trichilia pallida</i> | | |
| | <i>Trichilia quadrijuga</i> | | |
| | <i>Trichilia trifolia</i> | | |
| | <i>Albizia subdimidiata</i> | | |
| | <i>Inga gracilior</i> | | |
| | <i>Inga interrupta</i> | | |
| | <i>Inga laurina</i> | Mimosaceae | Fabaceae |
| | <i>Inga punctata</i> | | |
| | <i>Zygia cataractae</i> | | |
| | <i>Zygia inaequalis</i> | | |
| | <i>Siparuna guianensis</i> | Monimiaceae | Siparunaceae |
| | <i>Brosimum alicastrum</i> | | |
| | <i>Ficus americana</i> | Moraceae | Moraceae |

Anexo 2-1. Equivalencias entre los nombres de las familias de plantas vasculares según los sistemas de clasificación Cronquist (1981) y Tryon & Tryon (1982) y los nombres de los sistemas APG III (APG 2009; Chase & Reveal 2009) y Smith *et al.* (2006).

| Grupo | Especie | Familia según | |
|-------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | | Cronquist y Tryon & Tryon | APG III y Smith <i>et al.</i> |
| | <i>Ficus dendrocida</i> | | |
| | <i>Ficus insipida</i> | | |
| | <i>Ficus obtusifolia</i> | | |
| | <i>Ficus pertusa</i> | | |
| | <i>Maclura tinctoria</i> | | |
| | <i>Maquira coriacea</i> | | |
| | <i>Sorocea sprucei</i> | | |
| | <i>Trophis racemosa</i> | | |
| | <i>Virola peruviana</i> | Myristicaceae | Myristicaceae |
| | <i>Virola surinamensis</i> | Myrsinaceae | Primulaceae |
| | <i>Stylogyne turbacensis</i> | | |
| | <i>Eugenia biflora</i> | Myrtaceae | Myrtaceae |
| | <i>Eugenia florida</i> | | |
| | <i>Psidium guineense</i> | | |
| | <i>Guapira pacurero</i> | Nyctaginaceae | Nyctaginaceae |
| | <i>Pisonia aculeata</i> | | |
| | <i>Ouratea brevipedicellata</i> | Ochnaceae | Ochnaceae |
| | <i>Ouratea superba</i> | | |
| | <i>Cathedra acuminata</i> | Olacaceae | Olacaceae |
| | <i>Heisteria acuminata</i> | | |
| | <i>Encyclia cordigera</i> | Orchidaceae | Orchidaceae |
| | <i>Notylia barkeri</i> | | |
| | <i>Vanilla sp. 01</i> | | |
| | <i>Passiflora misera</i> | Passifloraceae | Passifloraceae |
| | <i>Passiflora sclerophylla</i> | | |
| | <i>Passiflora subpeltata</i> | | |
| | <i>Passiflora vespertilio</i> | | |
| | <i>Sequoiaria macrophylla</i> | Phytolaccaceae | Phytolaccaceae |
| | <i>Trichostigma octandrum</i> | | |
| | <i>Peperomia quadrangularis</i> | | |
| | <i>Piper aduncum</i> | Piperaceae | Piperaceae |
| | <i>Piper anonifolium</i> | | |
| | <i>Piper arboreum</i> | | |
| | <i>Piper augustum</i> | | |
| | <i>Piper laevigatum</i> | | |
| | <i>Olyra latifolia</i> | Poaceae | Poaceae |
| | <i>Diclidanthera bolivarensis</i> | Polygalaceae | Polygalaceae |
| | <i>Securidaca diversifolia</i> | | |
| | <i>Coccoloba caracasana</i> | Polygonaceae | Polygonaceae |
| | <i>Ruprechtia tenuiflora</i> | | |
| | <i>Symmeria paniculata</i> | | |
| | <i>Triplaris weigeltiana</i> | | |
| | <i>Gouania polygama</i> | Rhamnaceae | Rhamnaceae |
| | <i>Alibertia edulis</i> | | |
| | <i>Alibertia latifolia</i> | | |
| | <i>Chiococca alba</i> | | |
| | <i>Chomelia polyantha</i> | | |
| | <i>Chomelia spinosa</i> | | |
| | <i>Coussarea paniculata</i> | | |
| | <i>Duroia micrantha</i> | | |
| | <i>Faramea capillipes</i> | Rubiaceae | Rubiaceae |
| | <i>Geophila repens</i> | | |
| | <i>Gonzalagunia cornifolia</i> | | |
| | <i>Guettarda elliptica</i> | | |
| | <i>Hamelia patens</i> | | |
| | <i>Palicourea croceoides</i> | | |
| | <i>Posoqueria latifolia</i> | | |
| | <i>Posoqueria panamensis</i> | | |

Anexo 2-1. Equivalencias entre los nombres de las familias de plantas vasculares según los sistemas de clasificación Cronquist (1981) y Tryon & Tryon (1982) y los nombres de los sistemas APG III (APG 2009; Chase & Reveal 2009) y Smith *et al.* (2006).

| Grupo | Especie | Familia según | Familia según |
|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | | Cronquist y Tryon & Tryon | APG III y Smith <i>et al.</i> |
| | <i>Psychotria anceps</i> | | |
| | <i>Psychotria carthagenensis</i> | | |
| | <i>Psychotria horizontalis</i> | | |
| | <i>Psychotria lupulina</i> | | |
| | <i>Randia hebecarpa</i> | | |
| | <i>Randia venezuelensis</i> | | |
| | <i>Simira rubescens</i> | | |
| | <i>Uncaria tomentosa</i> | | |
| | <i>Zanthoxylum riedelianum</i> | | |
| | <i>Allophylus amazonicus</i> | | |
| | <i>Allophylus racemosus</i> | | |
| | <i>Cupania americana</i> | | |
| | <i>Matayba arborescens</i> | | |
| | <i>Matayba scrobiculata</i> | | |
| | <i>Melicoccus bijugatus</i> | | |
| | <i>Paullinia fuscescens</i> | | |
| | <i>Paullinia leiocarpa</i> | | |
| | <i>Paullinia serjaniifolia</i> | | |
| | <i>Serjania atrolineata</i> | | |
| | <i>Sarcaulus brasiliensis</i> | Sapotaceae | Sapotaceae |
| | <i>Simaba orinocensis</i> | Simaroubaceae | Simaroubaceae |
| | <i>Smilax spinosa</i> | Smilacaceae | Smilacaceae |
| | <i>Cestrum alternifolium</i> | Solanaceae | Solanaceae |
| | <i>Solanum hirtum</i> | | |
| | <i>Solanum jamaicense</i> | | |
| | <i>Byttneria mollis</i> | Sterculiaceae | Malvaceae |
| | <i>Guazuma ulmifolia</i> | | |
| | <i>Sterculia apetala</i> | | |
| | <i>Theobroma cacao</i> | | |
| | <i>Apeiba tibourbou</i> | Tiliaceae | |
| | <i>Luehea seemanii</i> | | |
| | <i>Triumfetta bogotensis</i> | | |
| | <i>Trema micrantha</i> | Ulmaceae | Ulmaceae |
| | <i>Urera baccifera</i> | Urticaceae | Urticaceae |
| | <i>Urera caracasana</i> | | |
| | <i>Aegiphila laevis</i> | Verbenaceae | Verbenaceae |
| | <i>Aegiphila mollis</i> | | |
| | <i>Aegiphila panamensis</i> | | |
| | <i>Citharexylum venezuelense</i> | | |
| | <i>Cornutia odorata</i> | | |
| | <i>Petrea volubilis</i> | | |
| | <i>Vitex orinocensis</i> | | |
| <i>Phoradendron larense</i> | Viscaceae | | |
| <i>Phoradendron sp. 01</i> | | | |
| <i>Cissus verticillata</i> | Vitaceae | Vitaceae | |
| <i>Vochysia obscura</i> | Vochysiaceae | Vochysiaceae | |
| <i>Microgramma persicariifolia</i> | Polypodiaceae | Polypodiaceae | |
| <i>Adiantum latifolium</i> | Adiantaceae | Adiantaceae | |
| <i>Adiantum pulverulentum</i> | | | |
| <i>Diplazium plantaginifolium</i> | Woodsiaceae | Woodsiaceae | |
| Pteridófitos | | | |

Anexo 2-2. Número de géneros y especies por familia presentes en bosques ribereños de la cuenca baja del Río Pauto (Casanare-Colombia)

| Familia | Sp. | Gén. |
|------------------|-----|------|
| Acanthaceae | 2 | 2 |
| Amaranthaceae | 1 | 1 |
| Anacardiaceae | 2 | 2 |
| Annonaceae | 6 | 2 |
| Apocynaceae | 8 | 8 |
| Araceae | 6 | 2 |
| Araliaceae | 2 | 2 |
| Arecaceae | 8 | 7 |
| Asclepiadaceae | 4 | 4 |
| Asteraceae | 4 | 3 |
| Bignoniaceae | 6 | 6 |
| Bixaceae | 2 | 2 |
| Bombacaceae | 1 | 1 |
| Boraginaceae | 4 | 2 |
| Bromeliaceae | 8 | 4 |
| Burseraceae | 2 | 2 |
| Cactaceae | 4 | 4 |
| Caesalpiniaceae | 5 | 4 |
| Capparaceae | 2 | 2 |
| Cecropiaceae | 2 | 1 |
| Chrysobalanaceae | 4 | 2 |
| Clusiaceae | 6 | 4 |
| Combretaceae | 1 | 1 |
| Connaraceae | 2 | 2 |
| Convolvulaceae | 1 | 1 |
| Costaceae | 1 | 1 |
| Dichapetalaceae | 1 | 1 |
| Dilleniaceae | 3 | 3 |

| Familia | Sp. | Gén. |
|-----------------|-----|------|
| Elaeocarpaceae | 1 | 1 |
| Erythroxylaceae | 1 | 1 |
| Euphorbiaceae | 10 | 9 |
| Fabaceae | 10 | 9 |
| Flacourtiaceae | 7 | 2 |
| Heliconiaceae | 4 | 1 |
| Hippocrateaceae | 3 | 3 |
| Lacistemataceae | 1 | 1 |
| Lauraceae | 3 | 3 |
| Loganiaceae | 2 | 1 |
| Loranthaceae | 3 | 2 |
| Malpighiaceae | 3 | 3 |
| Malvaceae | 3 | 3 |
| Marantaceae | 3 | 2 |
| Melastomataceae | 9 | 6 |
| Meliaceae | 6 | 3 |
| Mimosaceae | 7 | 3 |
| Moraceae | 10 | 6 |
| Myristicaceae | 2 | 1 |
| Myrsinaceae | 1 | 1 |
| Myrtaceae | 3 | 2 |
| Nyctaginaceae | 2 | 2 |
| Ochnaceae | 2 | 1 |
| Olacaceae | 2 | 2 |
| Orchidaceae | 3 | 3 |
| Passifloraceae | 4 | 1 |
| Phytolaccaceae | 2 | 2 |
| Piperaceae | 6 | 2 |

| Familia | Sp. | Gén. |
|---------------|-----|------|
| Poaceae | 1 | 1 |
| Polygalaceae | 2 | 2 |
| Polygonaceae | 4 | 4 |
| Polypodiaceae | 1 | 1 |
| Pteridaceae | 2 | 1 |
| Rhamnaceae | 1 | 1 |
| Rubiaceae | 22 | 16 |
| Rutaceae | 1 | 1 |
| Sapindaceae | 10 | 6 |
| Sapotaceae | 1 | 1 |
| Simaroubaceae | 1 | 1 |
| Siparunaceae | 1 | 1 |
| Smilacaceae | 1 | 1 |
| Solanaceae | 3 | 2 |
| Sterculiaceae | 4 | 4 |
| Tiliaceae | 3 | 3 |
| Ulmaceae | 1 | 1 |
| Urticaceae | 2 | 1 |
| Verbenaceae | 7 | 5 |
| Viscaceae | 2 | 1 |
| Vitaceae | 1 | 1 |
| Vochysiaceae | 1 | 1 |
| Woodsiaceae | 1 | 1 |

Anexo 2-3. Número de especies por género presentes en bosques ribereños de la cuenca baja del Río Pauto (Casanare-Colombia)

| Género | Sp. |
|-----------------------|-----|
| <i>Acalypha</i> | 1 |
| <i>Adiantum</i> | 2 |
| <i>Aechmea</i> | 1 |
| <i>Aegiphila</i> | 3 |
| <i>Albizia</i> | 1 |
| <i>Alchornea</i> | 1 |
| <i>Alibertia</i> | 2 |
| <i>Allophylus</i> | 2 |
| <i>Anemopaegma</i> | 1 |
| <i>Annona</i> | 4 |
| <i>Apeiba</i> | 1 |
| <i>Aphelandra</i> | 1 |
| <i>Arrabidaea</i> | 1 |
| <i>Attalea</i> | 1 |
| <i>Bactris</i> | 1 |
| <i>Bauhinia</i> | 1 |
| <i>Bellucia</i> | 1 |
| <i>Billbergia</i> | 1 |
| <i>Bixa</i> | 1 |
| <i>Brosimum</i> | 1 |
| <i>Bursera</i> | 1 |
| <i>Byrsonima</i> | 1 |
| <i>Byttneria</i> | 1 |
| <i>Calathea</i> | 2 |
| <i>Calophyllum</i> | 1 |
| <i>Calopogonium</i> | 1 |
| <i>Canavalia</i> | 1 |
| <i>Capparidastrum</i> | 1 |
| <i>Caraipa</i> | 1 |
| <i>Casearia</i> | 5 |
| <i>Cathedra</i> | 1 |
| <i>Cecropia</i> | 2 |
| <i>Cedrela</i> | 1 |
| <i>Ceiba</i> | 1 |
| <i>Centrosema</i> | 2 |
| <i>Cestrum</i> | 1 |
| <i>Chamissoa</i> | 1 |
| <i>Chiococca</i> | 1 |

| Género | Sp. |
|------------------------|-----|
| <i>Chomelia</i> | 2 |
| <i>Cinnamomum</i> | 1 |
| <i>Cissus</i> | 1 |
| <i>Citharexylum</i> | 1 |
| <i>Clidemia</i> | 1 |
| <i>Coccoloba</i> | 1 |
| <i>Cochlospermum</i> | 1 |
| <i>Combretum</i> | 1 |
| <i>Connarus</i> | 1 |
| <i>Copaifera</i> | 1 |
| <i>Cordia</i> | 3 |
| <i>Cornutia</i> | 1 |
| <i>Costus</i> | 1 |
| <i>Coursetia</i> | 1 |
| <i>Coussarea</i> | 1 |
| <i>Crateva</i> | 1 |
| <i>Croton</i> | 1 |
| <i>Cupania</i> | 1 |
| <i>Cynometra</i> | 1 |
| <i>Dalechampia</i> | 1 |
| <i>Davilla</i> | 1 |
| <i>Dendropanax</i> | 1 |
| <i>Desmodium</i> | 1 |
| <i>Desmoncus</i> | 2 |
| <i>Diclidanthera</i> | 1 |
| <i>Diplazium</i> | 1 |
| <i>Discocarpus</i> | 1 |
| <i>Distictis</i> | 1 |
| <i>Dolichandra</i> | 1 |
| <i>Doliocarpus</i> | 1 |
| <i>Duroia</i> | 1 |
| <i>Eleutheranthera</i> | 1 |
| <i>Encyclia</i> | 1 |
| <i>Epiphyllum</i> | 1 |
| <i>Erythroxylum</i> | 1 |
| <i>Eugenia</i> | 2 |
| <i>Euterpe</i> | 1 |
| <i>Faramea</i> | 1 |

| Género | Sp. |
|---------------------|-----|
| <i>Ficus</i> | 5 |
| <i>Fischeria</i> | 1 |
| <i>Funastrum</i> | 1 |
| <i>Galactia</i> | 1 |
| <i>Garcinia</i> | 1 |
| <i>Geophila</i> | 1 |
| <i>Gonzalagunia</i> | 1 |
| <i>Gouania</i> | 1 |
| <i>Guapira</i> | 1 |
| <i>Guarea</i> | 1 |
| <i>Guazuma</i> | 1 |
| <i>Guettarda</i> | 1 |
| <i>Hamelia</i> | 1 |
| <i>Heisteria</i> | 1 |
| <i>Heliconia</i> | 4 |
| <i>Henriettella</i> | 1 |
| <i>Hibiscus</i> | 1 |
| <i>Himatanthus</i> | 1 |
| <i>Hippocratea</i> | 1 |
| <i>Hirtella</i> | 2 |
| <i>Homalium</i> | 2 |
| <i>Hylocereus</i> | 1 |
| <i>Indigofera</i> | 1 |
| <i>Inga</i> | 4 |
| <i>Ischnosiphon</i> | 1 |
| <i>Lacistema</i> | 1 |
| <i>Lacmellea</i> | 1 |
| <i>Licania</i> | 2 |
| <i>Luehea</i> | 1 |
| <i>Mabea</i> | 2 |
| <i>Machaerium</i> | 1 |
| <i>Maclura</i> | 1 |
| <i>Malouetia</i> | 1 |
| <i>Mansoa</i> | 1 |
| <i>Maquira</i> | 1 |
| <i>Margaritaria</i> | 1 |
| <i>Marsdenia</i> | 1 |
| <i>Mascagnia</i> | 1 |

| Género | Sp. |
|----------------------|-----|
| <i>Matayba</i> | 2 |
| <i>Mauritia</i> | 1 |
| <i>Melicoccus</i> | 1 |
| <i>Mendoncia</i> | 1 |
| <i>Merremia</i> | 1 |
| <i>Mesechites</i> | 1 |
| <i>Miconia</i> | 4 |
| <i>Microgramma</i> | 1 |
| <i>Mikania</i> | 2 |
| <i>Monstera</i> | 2 |
| <i>Mouriri</i> | 1 |
| <i>Nectandra</i> | 1 |
| <i>Notylia</i> | 1 |
| <i>Ocotea</i> | 1 |
| <i>Odontadenia</i> | 1 |
| <i>Olyra</i> | 1 |
| <i>Ormosia</i> | 1 |
| <i>Ouratea</i> | 2 |
| <i>Palicourea</i> | 1 |
| <i>Passiflora</i> | 4 |
| <i>Paullinia</i> | 3 |
| <i>Pavonia</i> | 1 |
| <i>Peperomia</i> | 1 |
| <i>Pereskia</i> | 1 |
| <i>Petrea</i> | 1 |
| <i>Philodendron</i> | 4 |
| <i>Phoradendron</i> | 2 |
| <i>Phthirusa</i> | 2 |
| <i>Piper</i> | 5 |
| <i>Piptocarpha</i> | 1 |
| <i>Pisonia</i> | 1 |
| <i>Posoqueria</i> | 1 |
| <i>Prestonia</i> | 1 |
| <i>Prionostemma</i> | 1 |
| <i>Protium</i> | 1 |
| <i>Psidium</i> | 1 |
| <i>Psittacanthus</i> | 1 |
| <i>Psychotria</i> | 4 |
| <i>Randia</i> | 2 |
| <i>Rhipsalis</i> | 1 |

| Género | Sp. |
|------------------------|-----|
| <i>Rourea</i> | 1 |
| <i>Roystonea</i> | 1 |
| <i>Ruprechtia</i> | 1 |
| <i>Salacia</i> | 1 |
| <i>Sapium</i> | 1 |
| <i>Sarcaulus</i> | 1 |
| <i>Schefflera</i> | 1 |
| <i>Securidaca</i> | 1 |
| <i>Seguieria</i> | 1 |
| <i>Senna</i> | 2 |
| <i>Serjania</i> | 1 |
| <i>Sidastrum</i> | 1 |
| <i>Simaba</i> | 1 |
| <i>Simira</i> | 1 |
| <i>Siparuna</i> | 1 |
| <i>Sloanea</i> | 1 |
| <i>Smilax</i> | 1 |
| <i>Solanum</i> | 2 |
| <i>Sorocea</i> | 1 |
| <i>Spondias</i> | 1 |
| <i>Stemmadenia</i> | 1 |
| <i>Stenomeria</i> | 1 |
| <i>Sterculia</i> | 1 |
| <i>Stigmaphyllon</i> | 1 |
| <i>Strychnos</i> | 2 |
| <i>Stylogyne</i> | 1 |
| <i>Syagrus</i> | 1 |
| <i>Symmeria</i> | 1 |
| <i>Tabernaemontana</i> | 1 |
| <i>Tacarcuna</i> | 1 |
| <i>Tapirira</i> | 1 |
| <i>Tapura</i> | 1 |
| <i>Tetracera</i> | 1 |
| <i>Theobroma</i> | 1 |
| <i>Tillandsia</i> | 5 |
| <i>Tococa</i> | 1 |
| <i>Trema</i> | 1 |
| <i>Trichilia</i> | 4 |
| <i>Trichostigma</i> | 1 |
| <i>Triplaris</i> | 1 |

| Género | Sp. |
|--------------------|-----|
| <i>Triumfetta</i> | 1 |
| <i>Trophis</i> | 1 |
| <i>Uncaria</i> | 1 |
| <i>Urera</i> | 2 |
| <i>Vanilla</i> | 1 |
| <i>Varronia</i> | 1 |
| <i>Virola</i> | 2 |
| <i>Vismia</i> | 3 |
| <i>Vitex</i> | 1 |
| <i>Vochysia</i> | 1 |
| <i>Werauhia</i> | 1 |
| <i>Xylophragma</i> | 1 |
| <i>Xylopia</i> | 2 |
| <i>Zanthoxylum</i> | 1 |
| <i>Zygia</i> | 2 |

Anexo 2-4. Presencia de las especies de los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto en diferentes países de América.

| País | No. Especies | % Especies |
|-----------------------------|---------------------|-------------------|
| Venezuela | 259 | 93% |
| Brasil | 245 | 88% |
| Perú | 223 | 80% |
| Ecuador | 205 | 73% |
| Bolivia | 200 | 72% |
| Guyana | 195 | 70% |
| Panamá | 188 | 67% |
| Costa Rica | 170 | 61% |
| Surinam | 169 | 61% |
| Guayana Francesa | 163 | 58% |
| Nicaragua | 148 | 53% |
| Honduras | 144 | 52% |
| México | 143 | 51% |
| Guatemala | 132 | 47% |
| Belice | 119 | 43% |
| El Salvador | 109 | 39% |
| Trinidad & Tobago | 108 | 39% |
| Cuba | 87 | 31% |
| Paraguay | 83 | 30% |
| Jamaica | 73 | 26% |
| Puerto Rico | 73 | 26% |
| Republica Dominicana | 71 | 25% |
| Estados Unidos | 70 | 25% |
| Argentina | 58 | 21% |
| Islas Windward | 58 | 21% |
| Islas Leeward | 50 | 18% |
| Islas Vírgenes | 48 | 17% |
| Haití | 45 | 16% |
| Antillas Holandesas | 16 | 6% |
| Archipiélago de las Bahamas | 15 | 5% |
| Uruguay | 12 | 4% |
| Islas Caimán | 11 | 4% |
| Chile | 7 | 3% |
| Barbados | 5 | 2% |
| Bermuda | 3 | 1% |
| Turcos & Caicos | 2 | 1% |

Anexo 2-5. Archivo fotográfico de algunas especies registradas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.



ACANTHACEAE - *Pachystachys spicata*
Foto: Diego Cabrera



AMARANTHACEAE - *Chamissoa altissima*
Foto: Francisco Castro



ANNONACEAE - *Annona jahnii*
Foto: Diego Cabrera



ANNONACEAE - *Xylopia aromatica*
Foto: Diego Cabrera



ANNONACEAE - *Xylopia aromatica*
Foto: Diego Cabrera



APOCYNACEAE - *Rhabdadenia macrostoma*
Foto: Laura Giraldo



APOCYNACEAE - *Rhabdadenia macrostoma*
Foto: Laura Giraldo



APOCYNACEAE - *Stemmadenia grandiflora*
Foto: Diego Cabrera



APOCYNACEAE - *Stemmadenia grandiflora*
Foto: Diego Cabrera



APOCYNACEAE - *Tabernaemontana siphilitica*
Foto: Diego Cabrera



APOCYNACEAE - *Tabernaemontana siphilitica*
Foto: Diego Cabrera



ARACEAE - *Monstera adansonii*
Foto: Diego Cabrera

Anexo 2-5. Archivo fotográfico de algunas especies registradas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.



ARACEAE - *Monstera adansonii*
Foto: Laura Giraldo



ARACEAE - *Montrichardia linifera*
Foto: Diego Cabrera



ARALIACEAE - *Dendropanax arboreus*
Foto: Laura Giraldo



ARECACEAE - *Attalea butyracea*
Foto: Diego Cabrera



ARECACEAE - *Attalea butyracea*
Foto: Laura Giraldo



Arecaceae - *Euterpe precatoria*
Foto: Francisco Castro



ASCLEPIADACEAE - *Fischeria stellata*
Foto: Diego Cabrera



ASCLEPIADACEAE - *Fischeria stellata*
Foto: Laura Giraldo



BIGNONIACEAE - *Anemopaegma chrysanthum*
Foto: Diego Cabrera



BIGNONIACEAE - *Distictis granulosa*
Foto: Laura Giraldo



BIGNONIACEAE - *Distictis granulosa*
Foto: Laura Giraldo



BIXACEAE - *Bixa urucurana*
Foto: Diego Cabrera

Anexo 2-5. Archivo fotográfico de algunas especies registradas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

BIXACEAE - *Cochlospermum vitifolium*
Foto: Diego Cabrera



BIXACEAE - *Cochlospermum vitifolium*
Foto: Diego Cabrera



BIXACEAE - *Cochlospermum vitifolium*
Foto: Diego Cabrera



BROMELIACEAE - *Aechmea huebneri*
Foto: Francisco Castro



BROMELIACEAE - *Aechmea huebneri*
Foto: Laura Giraldo



BROMELIACEAE - *Aechmea huebneri*
Foto: Laura Giraldo



BROMELIACEAE - *Billbergia decora*
Foto: Francisco Castro



BROMELIACEAE - *Billbergia decora*
Foto: Francisco Castro



BURSERACEAE - *Protium guianense*
Foto: Francisco Castro



BURSERACEAE - *Protium guianense*
Foto: Francisco Castro



CACTACEAE - *Pereskia guamacho*
Foto: Laura Giraldo



CACTACEAE - *Pereskia guamacho*
Foto: Laura Giraldo

Anexo 2-5. Archivo fotográfico de algunas especies registradas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.



CAESALPINIACEAE - *Bauhinia aculeata*
Foto: Diego Cabrera



CAESALPINIACEAE - *Copaifera pubiflora*
Foto: Diego Cabrera



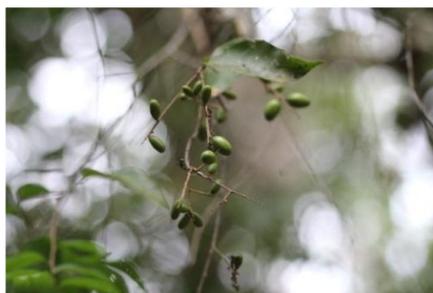
CAPPARACEAE - *Capparidastrum sola*
Foto: Francisco Castro



CAPPARACEAE - *Capparidastrum sola*
Foto: Diego Cabrera



CHRYSOBALANACEAE - *Licania apetala*
Foto: Diego Cabrera



CHRYSOBALANACEAE - *Licania apetala*
Foto: Francisco Castro



CLUSIACEAE - *Calophyllum brasiliense*
Foto: Francisco Castro



COMBRETACEAE - *Combretum fruticosum*
Foto: Francisco Castro



COMBRETACEAE - *Combretum fruticosum*
Foto: Francisco Castro



CONNARACEAE *Connarus venezuelanus*
Foto: Diego Cabrera



CONNARACEAE *Connarus venezuelanus*
Foto: Diego Cabrera



CONNARACEAE *Connarus venezuelanus*
Foto: Diego Cabrera

Anexo 2-5. Archivo fotográfico de algunas especies registradas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

DILLENIACEAE - *Doliocarpus dentatus*
Foto: Francisco Castro



DILLENIACEAE - *Doliocarpus dentatus*
Foto: Francisco Castro



ELAEOCARPACEAE - *Sloanea terniflora*
Foto: Francisco Castro



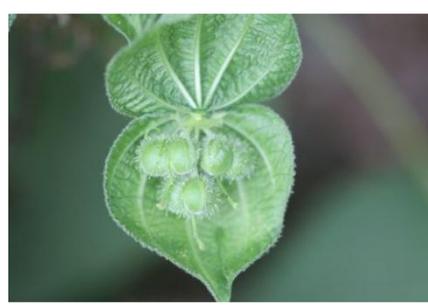
EUPHORBIACEAE - *Acalypha diversifolia*
Diego Cabrera



EUPHORBIACEAE - *Acalypha diversifolia*
Foto: Diego Cabrera



Euphorbiaceae - *Cathedra acuminata*
Foto: Francisco Castro



EUPHORBIACEAE - *Dalechampia affinis*
Foto: Francisco Castro



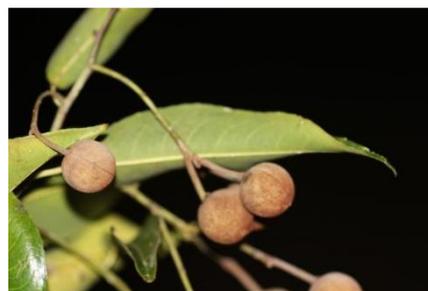
EUPHORBIACEAE - *Dalechampia affinis*
Foto: Francisco Castro



EUPHORBIACEAE - *Discocarpus spruceanus*
Foto: Francisco Castro



EUPHORBIACEAE - *Discocarpus spruceanus*
Foto: Francisco Castro



EUPHORBIACEAE - *Mabea nitida*
Foto: Francisco Castro



EUPHORBIACEAE - *Mabea nitida*
Foto: Francisco Castro

Anexo 2-5. Archivo fotográfico de algunas especies registradas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.



EUPHORBIACEAE - *Mabea trianae*
Foto: Diego Cabrera



EUPHORBIACEAE - *Mabea trianae*
Foto: Francisco Castro



FLACOURTIACEAE - *Casearia guianensis*
Foto: Francisco Castro



FLACOURTIACEAE - *Casearia guianensis*
Foto: Francisco Castro



FLACOURTIACEAE - *Casearia sylvestris*
Foto: Francisco Castro



FLACOURTIACEAE - *Casearia ulmifolia*
Foto: Diego Cabrera



FLACOURTIACEAE - *Casearia ulmifolia*
Foto: Diego Cabrera



FLACOURTIACEAE - *Homalium racemosum*
Foto: Francisco Castro



HELICONIACEAE - *Heliconia latyspatha*
Foto: Francisco Castro



HELICONIACEAE - *Heliconia marginata*
Foto: Francisco Castro



HYPERICACEAE - *Vismia macrophylla*
Foto: Laura Giraldo



MIMOSACEAE - *Albizia subdimidiata*
Foto: Diego Cabrera

Anexo 2-5. Archivo fotográfico de algunas especies registradas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

MIMOSACEAE - *Inga laurina*
Foto: Francisco Castro



MIMOSACEAE - *Inga laurina*
Foto: Francisco Castro



MORACEAE - *Ficus dendroclida*
Foto: Francisco Castro



MORACEAE - *Ficus matewsii*
Foto: Francisco Castro



MORACEAE - *Maclura tinctoria*
Foto: Diego Cabrera



MORACEAE - *Maquira coriácea*
Diego Cabrera



MYRSINACEAE - *Stylogyne turbacensis*
Foto: Diego Cabrera



MYRTACEAE - *Eugenia biflora*
Foto: Francisco Castro



MYRTACEAE - *Eugenia florida*
Foto: Francisco Castro



OCHNACEAE - *Ouratea superba*
Foto: Diego Cabrera



ORCHIDACEAE - *Notylia barkeri*
Diego Cabrera



ORCHIDACEAE - *Notylia barkeri*
Diego Cabrera

Anexo 2-5. Archivo fotográfico de algunas especies registradas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.



ORCHIDACEAE - *Encyclia cordigera*
Diego Cabrera



PHYTOLACCACEAE - *Seguiaria macrophylla*
Diego Cabrera



PIPERACEAE - *Peperomia angustata*
Diego Cabrera



PIPERACEAE - *Piper peltatum*
Foto: Laura Giraldo



POLYGALACEAE - *Diclidanthera bolivarensis*
Foto: Laura Giraldo



POLYGONACEAE - *Triplaris weilgiana*
Foto: Diego Cabrera



POLYGONACEAE - *Triplaris weilgiana*
Foto: Diego Cabrera



POLYGONACEAE - *Triplaris weilgiana*
Foto: Laura Giraldo



RUBIACEAE - *Alibertia latifolia*
Foto: Francisco Castro



RUBIACEAE - *Alibertia latifolia*
Foto: Francisco Castro



RUBIACEAE - *Guettarda elliptica*
Foto: Francisco Castro



RUBIACEAE - *Guettarda elliptica*
Foto: Francisco Castro

Anexo 2-5. Archivo fotográfico de algunas especies registradas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

TILIACEAE - *Apeiba tibourbou*
Foto: Laura Giraldo



VERBENACEAE - *Aegiphila mollis*
Foto: Francisco Castro



VERBENACEAE - *Vitex orinocensis*
Foto: Diego Cabrera



VERBENACEAE - *Vitex orinocensis*
Diego Cabrera



VISCACEACE - *Phthirusa stellis*
Foto: Francisco Castro



VISCACEACE - *Phthirusa stellis*
Foto: Francisco Castro



VITACEAE - *Cissus verticillata*
Foto: Francisco Castro



VITACEAE - *Cissus verticillata*
Foto: Francisco Castro

3. Estructura de la vegetación leñosa en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto (Casanare-Colombia)

3.1 Resumen

Se caracterizó la estructura de la vegetación leñosa en los bosques ribereños de la cuenca baja del Río Pauto (Colombia, Casanare). El estudio se llevó a cabo entre marzo y agosto del 2012 en los municipios de San Luis de Palenque y Trinidad. Se levantaron nueve parcelas de 20x50 m para determinar la estructura del componente leñoso, se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total, altura del fuste, y cobertura de la copa. Se calculó el IVI (índice de Valor de Importancia) y se realizó un análisis de clases diamétricas y de alturas para cada sitio. Se elaboraron diagramas de Ogawa y diagramas estructurales para visualizar la estratificación de los bosques. Se encontró que las familias con mayor IVF fueron Arecaceae, Leguminosas, Euphorbiaceae, Moraceae, Verbenaceae, Malpighiaceae, Sapotaceae, Myristicaceae, Meliaceae, Lauraceae y Burseraceae. Las especies más importantes según su IVI fueron: *Attalea butyracea*, *Euterpe precatoria*, *Clarisia biflora*, *Mauritia flexuosa*, *Sloanea terniflora*, *Sarcaulus brasiliensis*, *Discocarpus spruceanus*, *Maquira coriacea*, *Dendropanax arboreus* y *Vitex orinocensis*. La distribución de clases diamétricas muestra una tendencia de j invertida en todos los bosques estudiados, mientras que la distribución de clases altimétricas muestra un patrón unimodal; en ambos casos el patrón es irregular, lo que da cuenta de disturbios a los que se han visto sometidos, como por ejemplo la entresaca de madera e incendios. Hay un predominio de la cobertura en el estrato arbóreo y los diagramas de Ogawa muestran que los morichales y los bosques de galería se encuentran en una etapa temprana de la sucesión al igual que los bosques de vega, aunque estos son mucho más heterogéneos y maduros.

Palabras clave: bosques de vega, bosques de galería, morichales, estratificación, valor de importancia

3.2 Abstract

The structure of woody vegetation was characterized in riparian forests of the lower basin of Pauto River (Colombia, Casanare). The study was conducted between March and August 2012 in the municipalities of San Luis de Palenque and Trinidad. Nine plots of 20x50 m were made to determine the structure of the woody component, diameter at breast height (DBH), total height, height of the shaft, and coverage of the cup were measured. The IVI (Importance Value Index) was calculated and analysis of diameter classes and heights for each site was performed. Ogawa diagrams and structural diagrams were developed to visualize the stratification of forests. It was found that families with more IVF were Arecaceae, Leguminosae, Euphorbiaceae, Moraceae, Verbenaceae, Malpighiaceae, Sapotaceae, Myristicaceae, Meliaceae, Lauraceae and Burseraceae. The most important species by IVI were: *Attalea butyracea*, *Euterpe precatoria*, *Clarisia biflora*, *Mauritia flexuosa*, *Sloanea terniflora*, *Sarcaulus brasiliensis*, *Discocarpus spruceanus*, *Maquira coriacea*, *Dendropanax arboreus* and *orinocensis* *Vitex*. The distribution of diameter classes shows a trend j reversed shaped curve in all forests studied, while the distribution of height classes shows a unimodal pattern; in both cases the pattern is irregular, which realizes disturbances which have been subjected, such as thinning wood and fires. There is a predominance of cover in the tree layer and Ogawa diagrams show that morichales and gallery forests are in an early stage of succession as floodplain forests, although these are much more heterogeneous and mature.

Key words: floodplain forest, gallery forest, morichales, stratification, importance value

3.3 Introducción

Como todos los sistemas asociados a las márgenes de cursos de agua, los bosques ribereños ocupan un lugar preponderante en los procesos físico-bióticos del paisaje a diferentes escalas (Naiman *et al.* 2005). Dentro de las funciones físicas de la vegetación ribereña se encuentran: la modificación del transporte de sedimentos, ya sea alterando las condiciones hidráulicas del canal o atrapando los materiales; el control sobre el microclima de los cursos de agua; y el mantenimiento de las conexiones biológicas a través de los gradientes ambientales del paisaje (Naiman *et al.* 1993; Naiman & Decamps 1997; Naiman *et al.* 2005). Entre las funciones ecológicas que prestan estos bosques se

encuentran: ofrecer refugio y lugares de cría para la fauna de ríos y sabanas (Redford & Da Fonseca 1986; Machado-Allison 1990; Ojasti 1990; Calvacanti 1992; Medellín & Redford 1992; Naiman *et al.* 2005); proveer de materia orgánica para los organismos de sistemas lóticos (Cummins 1974; Kangas 1994; Naiman & Decamps 1997); amortiguar las entradas perjudiciales de sedimentos, nutrientes y agroquímicos provenientes de tierras altas (Peterjohn & Correll 1984; Naiman *et al.* 2005); y surtir a seres humanos y animales domésticos de recursos escasos en la sabana tales como agua, forraje, leña y otros productos no maderables (Adams 1989; Ratter *et al.* 1997).

Algunos de los trabajos más importantes que recopilan la mayor parte de información sobre la estructura de los bosques de galería de la región de la Orinoquia venezolana Aymard & González (2007) y Fernández (2007) (particularmente sobre los morichales). Rangel-Ch. *et al.* (1997) presentan una compilación de términos fisionómicos, fitográficos (fitogeográficos), fisiográficos y geográficos en la que incluyen los bosques altos y bajos de la vega de los ríos Arauca y Guaviare, bosques de galería inundables y no inundables, bosques de rebalse, bosques riparios (“sic”) inundables, no inundables y multiestratificados. Trabajos posteriores realizados por Córdoba *et al.* (2011), Correa *et al.* (2006), Fernández *et al.* (2010), amplían en temas como esfuerzo de muestreo y vacíos de información. Para una revisión más detallada del tipo y naturaleza de los trabajos realizados sobre la estructura de la vegetación en la región, véase la introducción general del presente volumen.

La información consolidada sobre las especies de plantas que componen este tipo de bosques y la forma en que éstas se distribuyen en el espacio, es necesaria para la toma de decisiones en torno a su conservación, uso y manejo sostenible dentro de un contexto de creciente demanda de tierra para expandir e intensificar la agricultura, la ganadería y la industria de hidrocarburos en esta región. Por esta razón la presente investigación busca documentar la estructura de los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto, así como establecer las principales diferencias o semejanzas con otros bosques del mismo tipo en la zona o en regiones cercanas.

3.4 Materiales y Métodos

3.4.1 Área de estudio

El área de estudio se describe en detalle en la sección correspondiente del **capítulo 1** en el presente volumen.

3.4.2 Fase de campo

Se realizó una salida de campo en el mes de marzo de 2012 en la cual se recolectó el material botánico y se realizaron los levantamientos para el estudio de composición y estructura de la vegetación. En cada estación los levantamientos de vegetación se realizaron con nueve parcelas de 20x50 m de manera que cada tipo de bosque quedara representado por al menos un levantamiento; esto con el fin de determinar la diversidad y la estructura del componente leñoso. Se muestrearon los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 10 cm. Las variables registradas fueron: número de individuos por especie, y para cada individuo a su vez, se registró su DAP, cobertura de la copa (diámetro mayor y diámetro menor), altura total y altura del fuste. Se recolectaron muestras botánicas para su identificación en el herbario, las cuales se prensaron y preservaron en alcohol al 70% hasta su llegada al laboratorio según la metodología planteada por Rangel & Velázquez (1997) y Villareal *et al.* (2006).

3.4.3 Fase de laboratorio y Métodos de análisis

Para el análisis de la estructura de la vegetación se siguieron los lineamientos de Carrillo-Fajardo *et al.* (2007), haciendo una salvedad en el cálculo del área basal para individuos con más de un DAP. Las fórmulas corregidas para calcular el área basal fueron las siguientes:

$$3-1. \quad AB_{ijk} = DAP^2 * \pi / 4$$

$$3-2. \quad AB_{ij} = \sum AB_{ijk}$$

$$3-3. \quad AB_i = \sum AB_{ij}$$

Donde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho

AB_i = Área basal de la especie i

AB_{ij} = Área basal del individuo j de la especie i

AB_{ijk} = Área basal del tallo k del individuo j de la especie i

Adicionalmente se realizaron histogramas de frecuencias con las variables altura total y DAP, teniendo en cuenta la metodología de Rangel-Ch. & Velásquez (1997) para el cálculo del número de clases y la amplitud de los intervalos. También se elaboraron diagramas estructurales de acuerdo a la propuesta de estratificación de Rangel-Ch. & Lozano-C. (1986), es decir: estrato arbustivo (1,5-5 m), estrato subarbóreo (5-12 m), estrato arbóreo (12-25 m) y árboles emergentes (>25 m); en dichos diagramas se representan los porcentajes de cobertura para cada estrato y sus especies más representativas según la misma variable. Por último, se realizó un análisis de estratificación de Ogawa para establecer el número de estratos (Melo & Vargas 2002) y contrastar con el modelo clásico de Rangel-Ch. & Lozano-C. (1986); a estos diagramas se les añadió la ecuación de la regresión lineal y el coeficiente de determinación para observar la tendencia de los datos y evaluar su variabilidad. Se definió como dosel la parte superior del bosque formada por las copas de los árboles y sotobosque como la vegetación que habita bajo el dosel y que está compuesta por árboles jóvenes, hierbas y arbustos (Fraume 2007; Sarmiento *et al.* 2000). Con base en los dos procedimientos anteriores se dibujaron los perfiles idealizados de la vegetación de cada uno de los levantamientos de vegetación evaluados.

3.5 Resultados

3.5.1 Valores de importancia

En el Subpaisaje de Llanura eólica, las 10 familias con mayor valor de importancia son Arecaceae, Euphorbiaceae, Elaeocarpaceae, Moraceae, Verbenaceae, Mimosaceae, Caesalpiniaceae, Malpighiaceae, Sapotaceae y Burseraceae (Anexo 3-2). La especie con mayor importancia dentro de este subpaisaje es *Euterpe precatoria*, pues fue de lejos más abundante, tanto del morichal en el que se encontraba, como de todos los tipos de bosque muestreados en este subpaisaje. A ésta le siguen *Mauritia flexuosa* y *Attalea butyracea*, que se destacan por su abundancia y sobre todo por su dominancia relativa. *Sloanea terniflora* es igualmente dominante y frecuente a *Attalea butyracea*, pero es menos abundante. *Mauritia flexuosa* también es la segunda más abundante de este subpaisaje después de *Euterpe precatoria*, a pesar de que sólo se encontró en un tipo de bosque (el morichal) y su frecuencia está entre las más bajas (Figura 3-1A). Le siguen en importancia a estas especies *Discocarpus spruceanus*, *Maquira coriacea* y *Vitex*

orinocensis, en mayor medida debido a su dominancia. *Copaifera pubiflora*, *Byrsonima japurensis* y *Sarcaulus brasiliensis* se encuentran entre las diez especies más importantes por sus valores de abundancia (3,7%), frecuencia (3,7%) y dominancia (5%) respectivamente (Figura 3-1A).

De igual manera, en el Subpaisaje de Llanura aluvial de desborde las 10 familias con mayor valor de importancia son Arecaceae, Moraceae, Sapotaceae, Mimosaceae, Araliaceae, Meliaceae, Sterculiaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae y Cecropiaceae (Anexo 3-4). *Attalea butyracea* se destaca de lejos por su valor de importancia, dado que se encuentra en todos los tipos de bosque muestreados en la llanura aluvial de desborde, pero a su vez, es la especie más abundante y la más dominante de este subpaisaje (Figura 3-1B). A esta le sigue *Clarisia biflora*, aunque con valores de IVI levemente superiores a 30, y *Sarcaulus brasiliensis* cercana a los 20. En ambos casos se trata de especies con dominancias superiores al 12%, pero *Clarisia biflora* presenta una abundancia mayor al 12% frente al 2% de *Sarcaulus brasiliensis*. Las especies *Dendropanax arboreus*, *Guarea guidonia*, *Inga interrupta*, *Cecropia peltata* y *Sapium glandulosum* se destacan por ser más frecuentes y abundantes que *Sarcaulus brasiliensis*, sin embargo su dominancia se encuentra por debajo del 5%.

3.5.2 Estructura horizontal

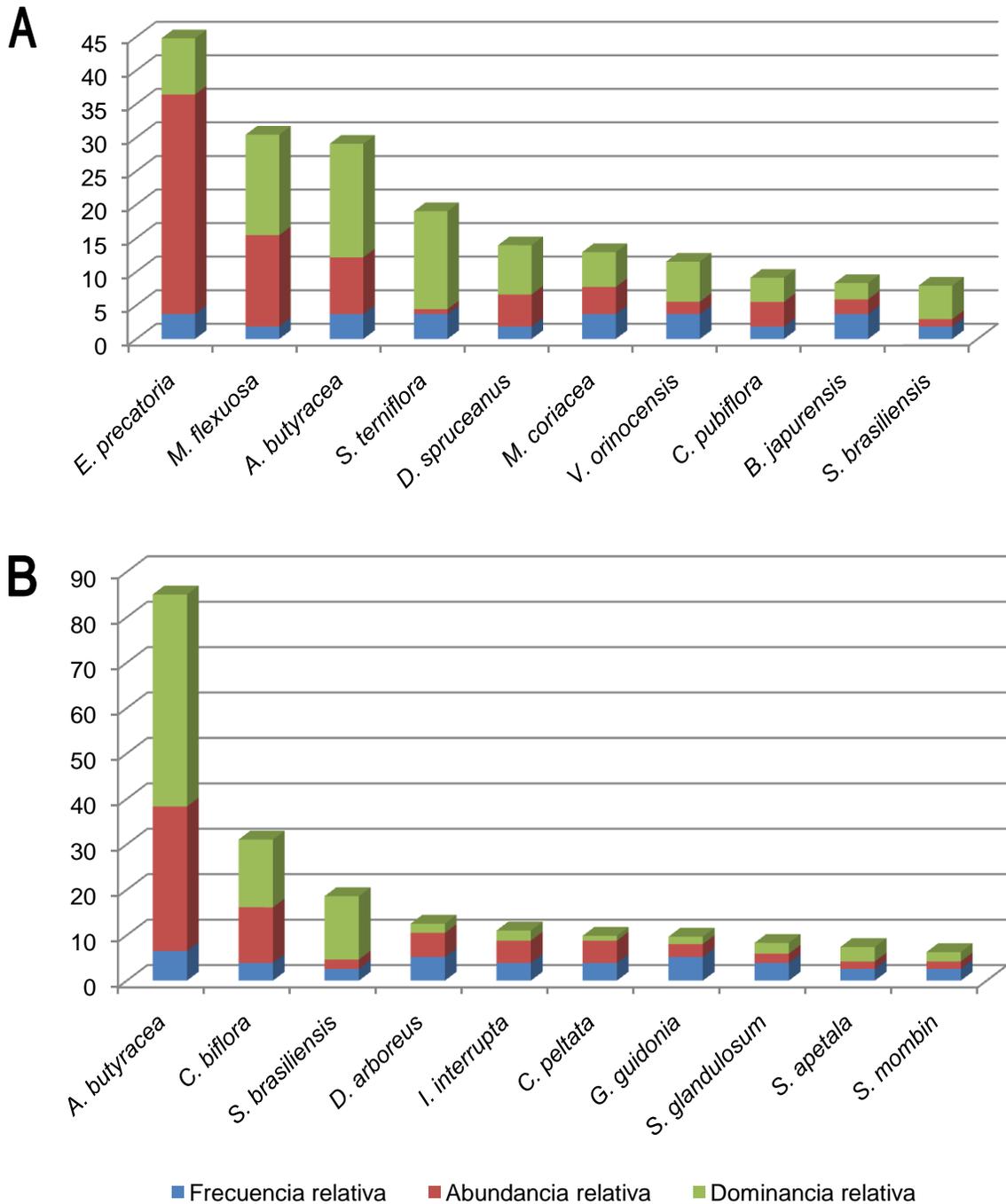
- Distribución de clases diamétricas

Las especies que registraron los mayores DAP fueron: *Sloanea terniflora*, *Sarcaulus brasiliensis*, *Clarisia biflora*, *Sterculia apetala*, *Attalea butyracea*, *Vitex orinocensis*, *Discocarpus spruceanus*, *Maquira coriacea*, *Sapium glandulosum* y *Guarea guidonia* (Anexo 3-1). Se encontró un mayor número de especies con grandes diámetros en el subpaisaje de llanura aluvial en los bosques de vega del río Pauto, seguido por los bosques de vega del río Meta en el subpaisaje de llanura eólica, mientras que ninguna de estas especies se encontró en los morichales; algunos de los mayores diámetros registrados se encontraron en estos tipos de bosque (Figura 3-2).

En el subpaisaje de llanura eólica, se observa una tendencia en todos los tipos de bosque a presentar una concentración de los individuos en las clases de DAP más pequeñas, de manera que la curva adopta una forma cercana a la *j* invertida (Figura 3-3). El único tipo de bosque en donde esta tendencia no es tan clara es en el bosque de vega

del río Pauto, pues presenta el pico más grande justo en la clase de DAP intermedia mientras que el pico de las clases de DAP más pequeñas (10-15,8 cm DAP) no es tan pronunciado como en los otros bosques (Figura 3-3A).

Figura 3-1. Índice de valor de importancia por especies. A) Subpaisaje Llanura eólica de la cuenca baja del río Pauto. B) Subpaisaje Llanura aluvial de desborde.



Por otro lado, en el subpaisaje de llanura aluvial de desborde, ambos tipos de bosque allí representados tuvieron curvas de clases diamétricas en forma de j invertida, especialmente la de los bosques de vega del río Pauto (Figura 3-3E), pues la curva de los bosques de galería muestran un pequeño pico alrededor de los 30 y 40 cm de DAP (Figura 3-3F).

Figura 3-2. Especies con los mayores DAP por tipo de bosque en la cuenca baja del río Pauto.

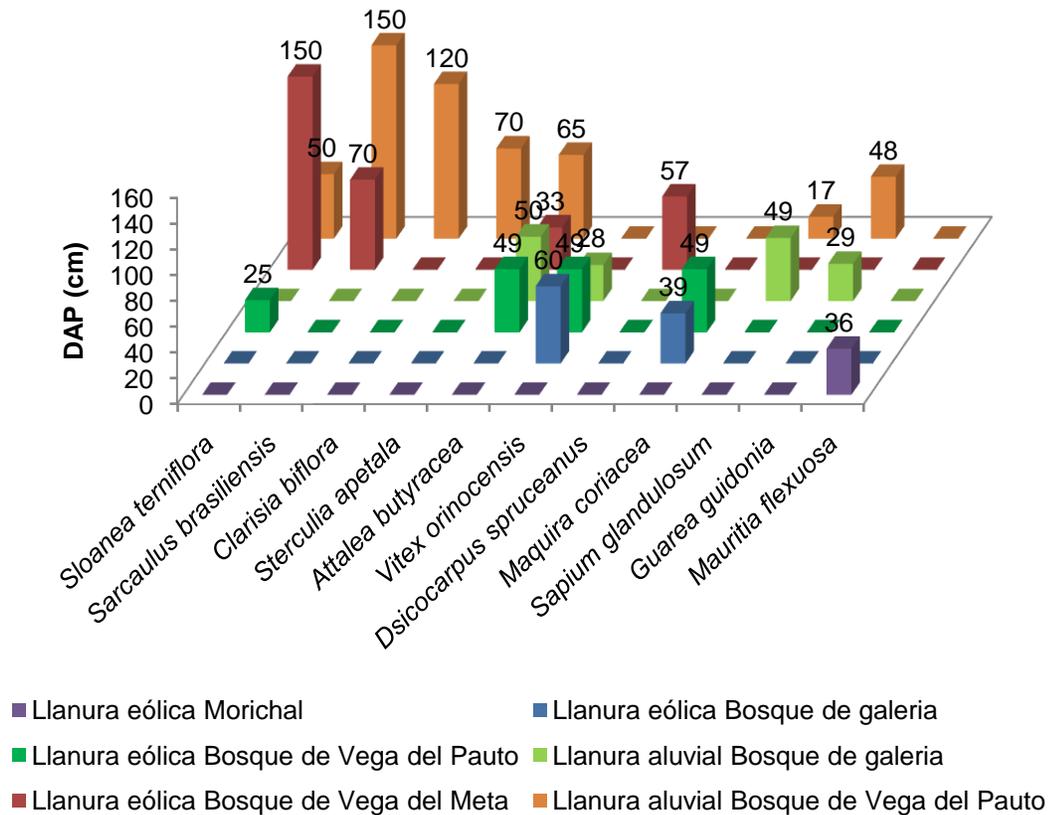
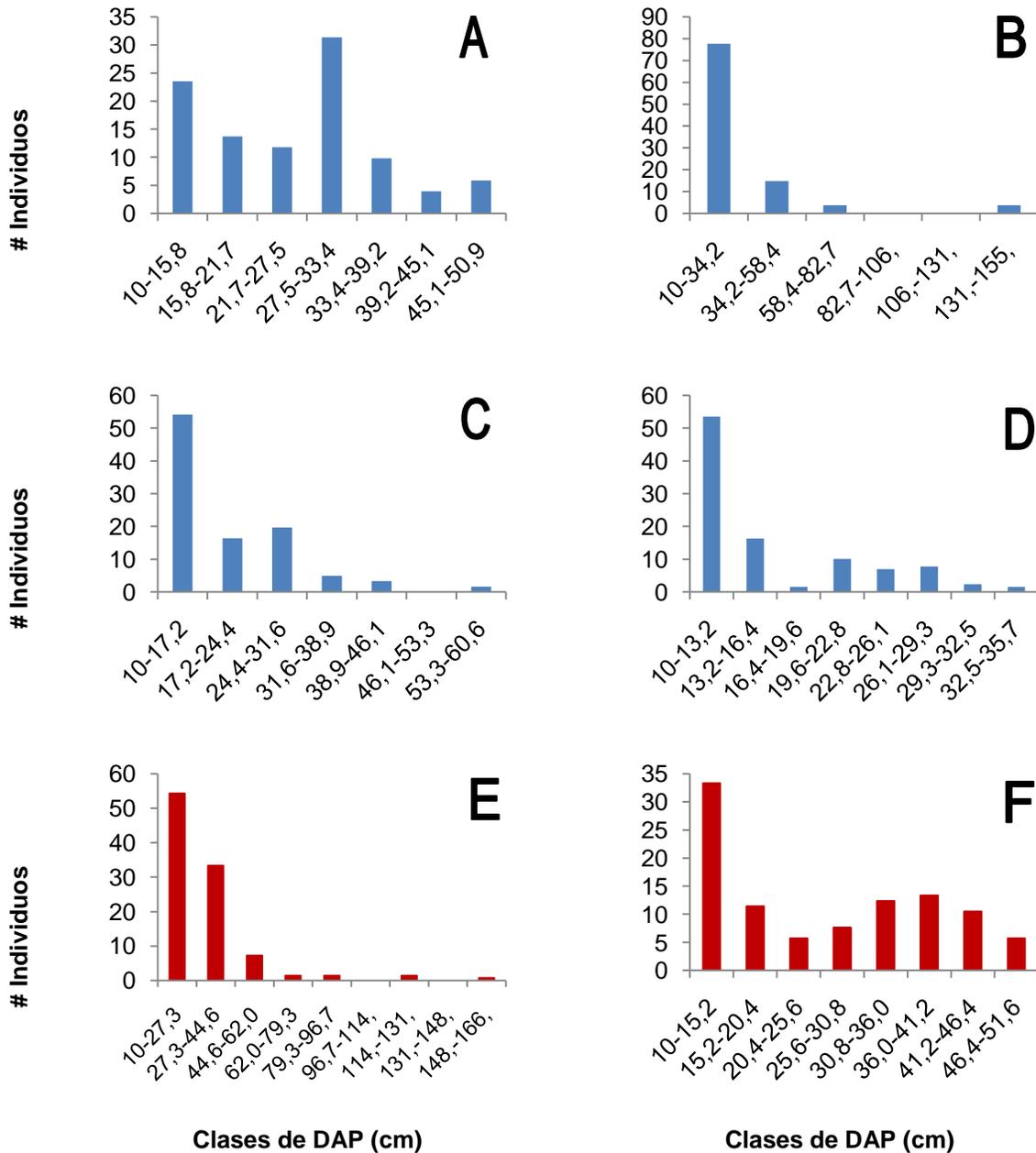


Figura 3-3. Clases de DAP para los diferentes tipos de bosque de la cuenca baja del río Pauto. **A-D) Subpaisaje Llanura eólica.** A) Bosque de vega del río Pauto. B) Bosque de vega del río Meta. C) Bosque de galería. D) Morichal. **E-F) Subpaisaje Llanura aluvial de desborde.** E) Bosque de vega del río Pauto. F) Bosque de galería.

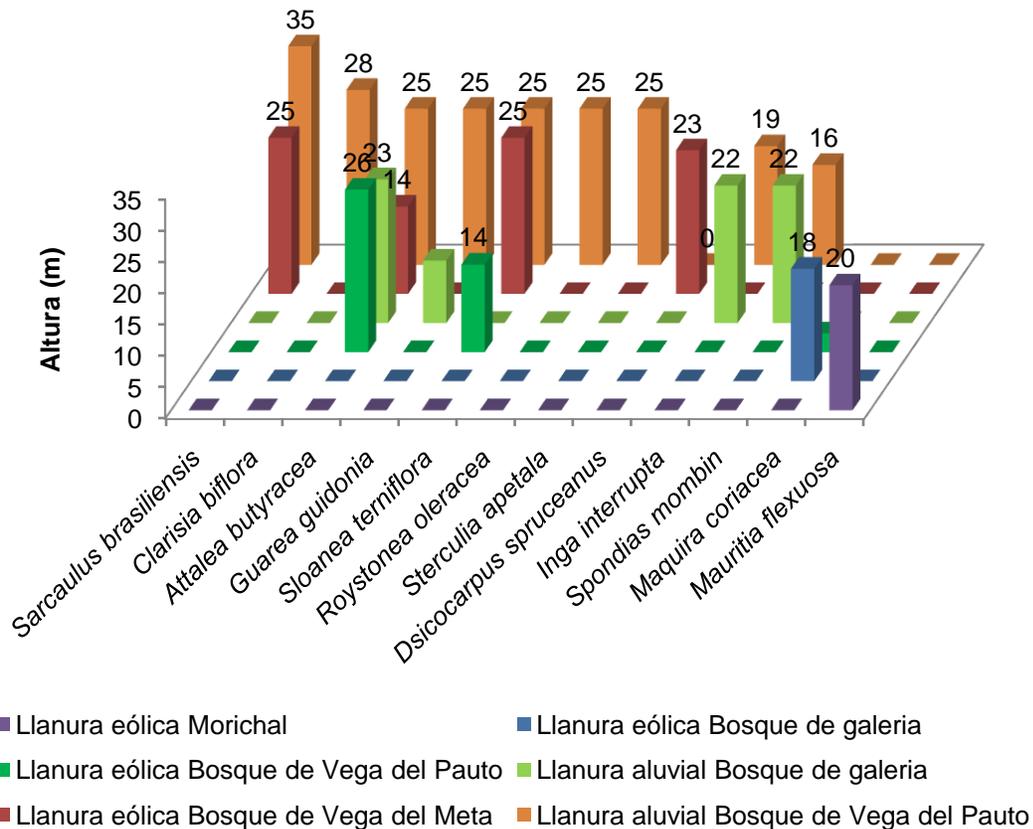


3.5.3 Estructura vertical

- Distribución de clases altimétricas

Las especies que registraron las mayores alturas fueron: *Sarcaulus brasiliensis*, *Clarisia biflora*, *Attalea butyracea*, *Guarea guidonia*, *Roystonea oleracea*, *Sloanea terniflora*, *S. apetala*, *Discocarpus spruceanus*, *Inga interrupta* y *S. mombin* (Anexo 3-6). De estas especies, se encontró un mayor número en el subpaisaje de llanura aluvial en los bosques de vega del río Pauto, seguido por los bosques de vega del río Meta en el subpaisaje de llanura eólica; algunos de las mayores alturas registradas se encontraron en estos tipos de bosque (Figura 3-4). Por otro lado, ninguna de estas especies se encontró en los morichales (en donde la más alta fue *Mauritia flexuosa*) ni en los bosques de galería del subpaisaje de llanura eólica (en donde la más alta fue *Maquira coriacea*) (Figura 3-4).

Figura 3-4. Especies con los mayores alturas por tipo de bosque en la cuenca baja del río Pauto.



En el subpaisaje de llanura eólica se evidencia una tendencia unimodal en la distribución de clases altimétricas, con la mayor concentración de los individuos en las clases de altura intermedias (Figura 3-5A-D). De igual manera, en el subpaisaje de llanura aluvial de desborde aparece una vez más una tendencia unimodal, aunque en el caso de los bosques de vega del río Pauto, se presenta sesgada hacia las clases de altura más pequeñas (Figura 3-5E-F).

- Estratificación

Los esquemas de estratificación de Ogawa no muestran un patrón definido de estratos, pues aunque es posible detectar algunas discontinuidades, no se evidencian conglomerados discretos de puntos para ninguno de los bosques (Figura 3-6). No obstante, al añadir los parámetros de la línea de tendencia se pueden observar que el modelo de la regresión explica más del 75% de la variación ($R^2 > 0,75$) y que la altura de la copa tiene más del 40% de la longitud del fuste (pendiente de la recta $> 1,4$) (Figura 3-6 A, B, E). Entre los bosques de vega se destacan los del río Meta en donde la pendiente mayor a 2,2 indica que la altura de la copa es un bastante mayor que la altura del fuste (la copa es 120% la altura del fuste) (Figura 3-6B). En el caso de los bosques de galería se observa que el modelo de la recta explica menos del 65% de la variación ($R^2 > 0,75$) y que la proporción entre la altura de la copa y la altura del fuste (pendiente de la recta $> 1,4$) es similar a la encontrada en los bosques de vega (más del 40% de la longitud) (Figura 3-6C, F). En el caso de los morichales, por su mayor abundancia de palmas, el modelo de la regresión es el que mejor explica la variación de los datos, pues alcanza el 88% ($R^2 > 0,88$) y la pendiente de la recta indica que en promedio la altura del fuste es casi igual a la altura total, de manera que las copas son muy estrechas y representan cerca del 2% de la longitud del fuste (pendiente de la recta = 1,02) (Figura 3-6D).

Figura 3-5: Clases de altura para los diferentes tipos de bosque de la cuenca baja del río Pauto. **A-D) Subpaisaje Llanura eólica.** A) Bosque de vega del río Pauto. B) Bosque de vega del río Meta. C) Bosque de galería. D) Morichal. **E-F) Subpaisaje Llanura aluvial de desborde.** E) Bosque de vega del río Pauto. F) Bosque de galería.

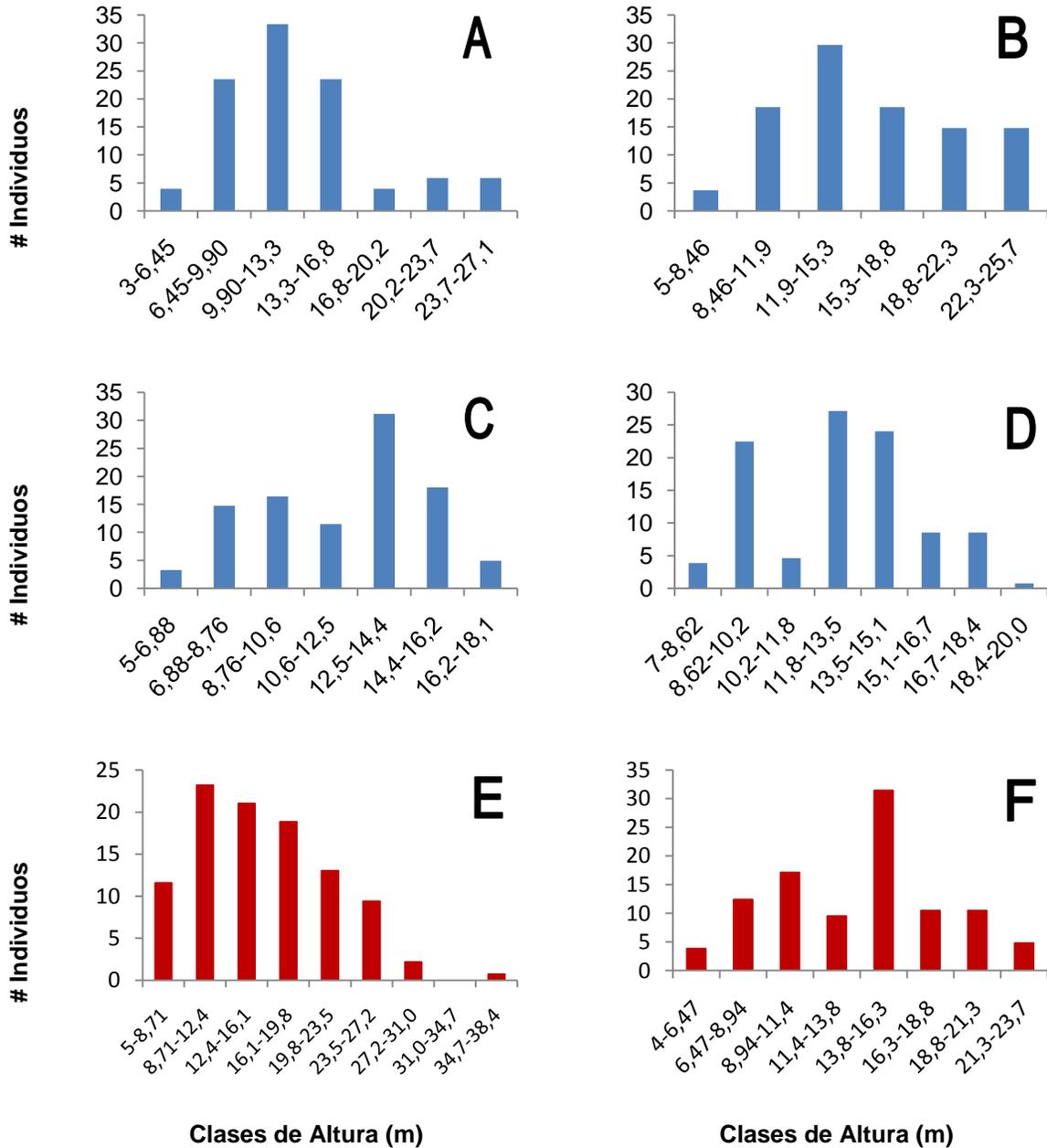
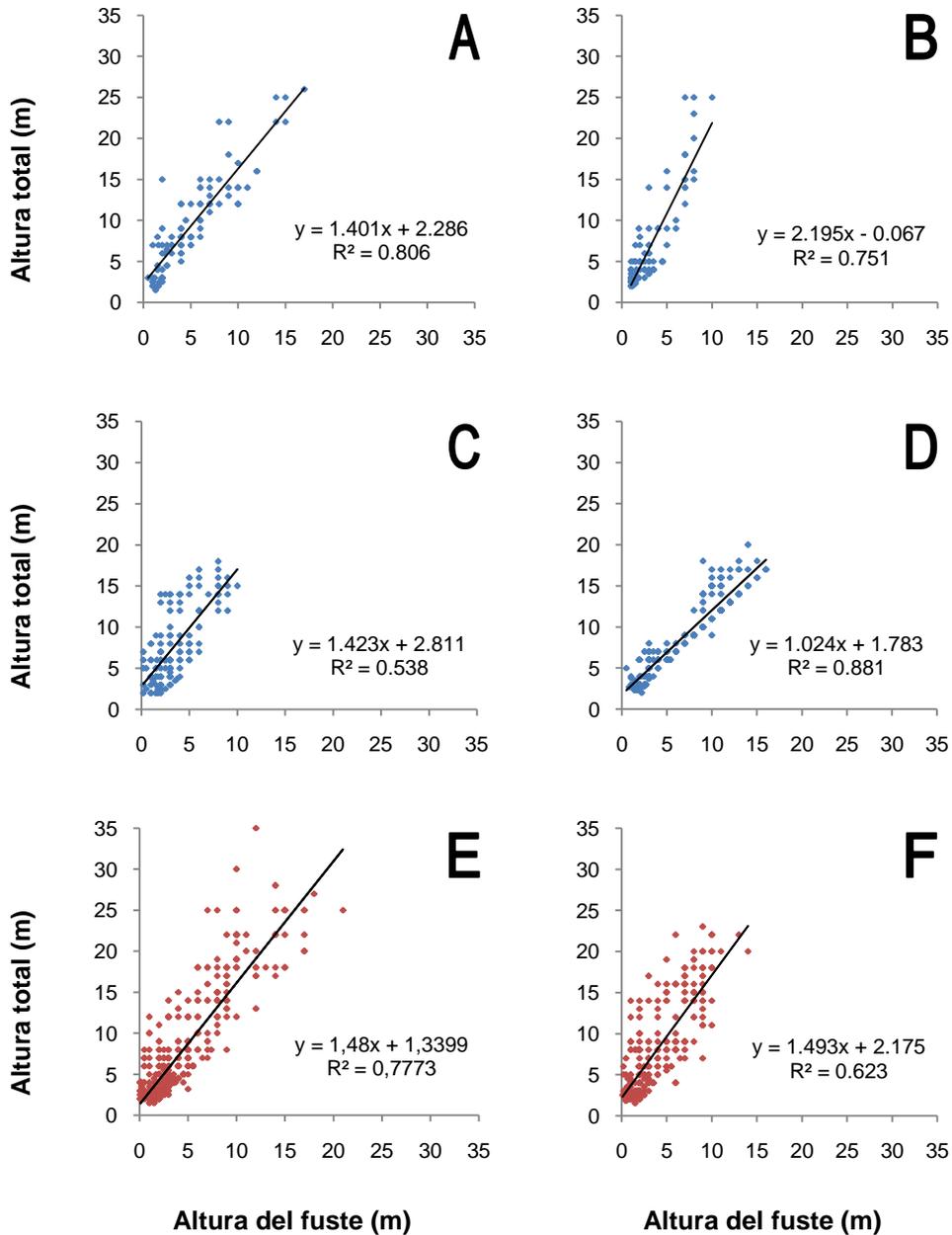


Figura 3-6: Diagrama de estratos de Ogawa para los diferentes tipos de bosque de la cuenca baja del río Pauto. **A-D) Subpaisaje Llanura eólica.** A) Bosque de vega del río Pauto. B) Bosque de vega del río Meta. C) Bosque de galería. D) Morichal. **E-F) Subpaisaje Llanura aluvial de desborde.** E) Bosque de vega del río Pauto. F) Bosque de galería.



Subpaisaje Llanura eólica

Los bosques de vega del Pauto presentan un estrato arbóreo entre 10 y 20 m y algunos elementos emergentes que sobrepasan los 20 m de altura, aunque la diferenciación entre

el dosel y el sotobosque no es evidente (Figura 3-6A). El diagrama estructural clásico muestra que la mayor cobertura se presenta en el estrato subarbóreo, con un gran aporte de *Attalea butyracea*, *Protium guianense* y *Vitex orinocensis* (Figura 3-7, Anexo 3-7A). Teniendo en cuenta que *Attalea butyracea* también domina en el estrato arbóreo y que el gráfico de Ogawa muestra un dosel bajo, se podría pensar que en realidad el estrato arbóreo y subarbóreo forman en este caso una misma franja. El estrato arbustivo lo conforman básicamente individuos jóvenes con DAP menores a 2,5 cm.

Los bosques de vega del río Meta presentan un aporte significativo de elementos emergentes con más de 25 m de altura y un dosel levemente diferenciado del sotobosque entre los 10 y los 12 de altura (Figura 3-6B). El estrato arbóreo es dominante en el dosel, particularmente con las especies arbóreas como *Discocarpus spruceanus*, *Sarcaulus brasiliensis* y *Attalea butyracea*, pero con una gran cobertura de las trepadoras leñosas *Diclidanthera bolivarensis* y *Strychnos brachiata* (Figura 3-8). Hay también elementos importantes en el estrato arbustivo con DAP entre 2,49 y 5 cm de representados por *Bactris major* en su mayoría (Anexo 3-7B).

Los bosques de galería de la llanura eólica presentan un dosel bajo entre los 10 y los 18 m, que se diferencia del sotobosque relativamente bien, pues existe una pequeña discontinuidad entre los 10 y los 12 m (Figura 3-6C). En este bosque las copas de los árboles son poco densas y se presenta mucha sobreposición, de manera que a pesar del gran número de individuos presentes en el dosel, la cobertura suma apenas el 60% en el estrato arbóreo (Figura 3-9). Se destaca la presencia de *Copaifera pubiflora* y *Maquira coriacea* como dominantes del dosel (Anexo 3-7C).

Los morichales presentan una altura máxima de la vegetación de 20 m, pero a diferencia de los otros bosques de este subpaisaje, la estratificación es escasa o nula en este caso, tal como demuestra el esquema de Ogawa (Figura 3-6D). Bajo el esquema de estratificación clásico, los diagramas estructurales muestran una predominancia del estrato arbóreo seguido del subarbóreo, en ambos casos, con *Mauritia flexuosa* y *Euterpe precatoria* como las especies con las mayores coberturas (Figura 3-10). El dosel es similar al de los bosques de galería por su altura, cobertura y el sobreposición, pero es mucho menos rico en especies (Anexo 3-7C).

Subpaisaje Llanura aluvial de desborde

Los bosques de vega de este subpaisaje presentan elementos emergentes por encima de los 30 m de altura y un dosel que no se diferencia muy bien del sotobosque (Figura 3-6E). Se destaca *Attalea butyracea* como la especie con más aporte a la cobertura de los estratos arbóreo y subarbóreo, pues en el sotobosque se encontraban numerosas palmas acaules de gran envergadura (Figura 3-11, Anexo 3-8 A-C). El estrato arbustivo tiene una gran representación de individuos de *Bactris major*, la mayor parte de ellos representados por categorías de DAP menores a 10 cm.

Dentro de este tipo de bosques de vega, el que se muestreó en la finca San Miguel (Parcela A-VP2) presenta características muy particulares, pues aunque su composición es similar a la de los bosques de galería de este subpaisaje, su estructura es más parecida a la de los bosques de vega estudiados a orillas del río Pauto (presencia de árboles emergentes, dosel alto) (Anexo 3-8B).

Los bosques de galería presentan un dosel alto entre 10 y 20 m de altura que no se diferencia muy bien del sotobosque en el diagrama de Ogawa, y también presenta algunos elementos que se podrían llamar emergentes, pero éstos no superan los 23 m (Figura 3-6E). Además se caracterizan por su gran densidad y cobertura de *Attalea butyracea*. (Figura 3-12, Anexo 3-8 D-E). Se destacan en la cobertura del dosel otras especies como *Inga interrupta*, *S. mombin* y *Cecropia peltata*, entre otras.

3.6 Discusión

3.6.1 Valores de importancia

Los valores de importancia reflejan cómo las características físicas de cada ambiente condicionan no sólo la aparición de unas u otras especies, sino que también condiciona su abundancia, de manera que las mismas especies pueden ser muy abundantes en una región y muy escasas en otra a pesar de que coincidan en el patrón florístico de géneros y especies entre ambas regiones. Por ejemplo, Caro (2006) tiene entre las especies con mayor IVI a *Mauritia flexuosa*, *Maquira coriacea* y *Virola surinamensis*, tal como ocurre en los Morichales del río Pauto, pero el resto de las especies son totalmente distintas. De la misma forma, en el municipio de Orocué, sólo se encontró que se destacan por su IVI *Tacarcuna amanoifolia*, *Mabea nitida*, *Callophyllum brasiliense* y *Vitex orinocensis* (Miranda 2006), las cuales tienen un lugar relevante en el río Pauto. Por otro lado, en la reserva Gran Tomo no se destaca por su valor de importancia ninguna especie compartida con el río Pauto, y sólo tienen valores de IVI altos especies de los géneros *Attalea* y *Xylopia*, lo cual podría explicarse por la mayor afinidad con la flora amazónica que presentan estos bosques (Correa-Gómez & Stevenson 2010). Las familias con mayores valores de importancia como Arecaceae, Leguminosae, Euphorbiaceae, Moraceae, Verbenaceae, Malpighiaceae, Sapotaceae, Myristicaceae, Meliaceae, Lauraceae y Burseraceae han sido reportadas igualmente como familias de gran importancia ecológica en la Orinoquia (Miranda 2006; Caro 2006; Correa-Gómez & Stevenson 2010) y Amazonía (Córdoba *et al.* 2011; Rosales *et al.* 1999).

3.6.2 Estructura horizontal

Se destaca la distribución de clases diamétricas en forma de J invertida que se presenta en los bosques ribereños del río Pauto (con excepción del bosque de vega del Pauto en la llanura eólica y de los bosques de galería en la llanura aluvial de desborde, en donde el patrón no es muy claro); esto indica que existe un buen estado de conservación (Rollet 1980; Lamprecht 1990), aunque otras interpretaciones hacen referencia más bien a que esta es una característica de los rodales irregulares, entresacados, con gran diversidad de especies y alta variación de las características ecofisiológicas así como de las tasas de crecimiento (Araujo & Iturre 2006). Como la forma de J invertida no es perfecta y se aprecia una gran escasez de individuos en las clases diamétricas intermedias (incluso

vacíos en algunas clases), esto sugiere que un evento de disturbio afectó la continuidad en las clases de tamaño, particularmente afectando las clases intermedias y en alguna medida también a las clases de mayor tamaño. En rodales irregulares no coetáneos (*irregular uneven-aged stands*) se puede encontrar un patrón similar producido por disturbios como entresaca, incendios, competencia, cosecha de semillas, clima, insectos o enfermedades, los cuales ocurren en intervalos de tiempo irregulares (Baker 1996). En los bosques del río Pauto la entresaca podría ser una explicación, por lo menos en aquellos bosques donde aún existen individuos con grandes DAP, pues un incendio habría tenido efectos más devastadores sobre la estructura, evidentes por ejemplo en el tipo de estratificación. Esto tiene sentido dadas las condiciones de uso forestal de la región, ya que al no haber una industria (legal o ilegal) de explotación maderera, la extracción de los árboles (tanto en número, como en tamaño y en las especies) se da a medida que las necesidades cotidianas de la vida rural lo demandan; aunque la presencia de ganado también puede afectar los individuos más jóvenes a través del ramoneo y pisoteo.

La distribución de clases diamétricas en los bosques ribereños del río Pauto se asemeja al patrón encontrado en otros trabajos realizados en la Orinoquia colombiana. Por ejemplo, en bosques de vega del municipio de Orocué (sobre el río Meta) se reporta que la mayor parte de los individuos se encuentran en las clases de DAP entre 10 y 20 cm, la mayoría de ellos presentes en el estrato subarbóreo (Miranda 2006). En los morichales de San Martín-Meta (Caro 2006), reporta igualmente una mayor frecuencia de las menores clases de tamaño que corresponden con individuos del estrato subarbóreo entre 2 y 24 cm de DAP, así como también encontró a *Mauritia flexuosa* y a *Virola surinamensis* entre las especies con mayores áreas basales en los morichales de este municipio. Ninguno de dichos trabajos incluyó bosques primarios que jamás hayan recibido una influencia directa o indirecta de las diferentes actividades económicas que se realizan en la Orinoquia.

3.6.3 Estructura vertical

La distribución de clases altimétricas presenta una tendencia unimodal en todos los bosques, lo que es razonable teniendo en cuenta que la altura es una de las variables morfológicas que presentan este patrón en la naturaleza (Zar 1999). La curva normal da una idea de mayor estabilidad, a diferencia de las distribuciones diamétricas en forma de

j invertida que muestran un fenómeno más dinámico. Esto ocurre porque existe una altura máxima que pueden alcanzar los árboles por características físicas y químicas del suelo en el que se desarrollan, pero también condicionada por atributos biomecánicos y fisiológicos inherentes a cada especie; de esta forma se espera una campana de Gauss para casos ideales en donde no hayan grandes eventos de disturbio (Baker 1996), aunque no significa que el crecimiento se haya detenido del todo, pues aún puede haber crecimiento secundario. Esta forma de crecimiento es la que se aprecia en la distribución de clases diamétricas, ya que a pesar de que muchos árboles hayan alcanzado su altura máxima, aún pueden incrementar su biomasa engrosando su tronco, de forma tal que varios individuos con la misma altura pueden tener diámetros variados.

Los bosques estudiados en general presentan una estructura vertical consistente con lo reportado en la literatura, pues las curvas de clases altimétricas presentan tendencia unimodal en San Martín, Orocué y Gran Tomo (Caro 2006; Miranda 2006; Correa-Gómez & Stevenson 2010). Existen, sin embargo, algunas discrepancias entre alturas máximas del dosel, ya que se espera que los bosques de galería que se desarrollan en las riberas de caños y ríos de aguas negras (o claras también) tengan un dosel más bajo que el de los bosques de vega de ríos de aguas blancas cuyos suelos son más fértiles (Rosales *et al.* 1999). Sobre las especies más relevantes por su altura, no hay mucha información disponible, ya que no se menciona en los trabajos revisados, a excepción de Caro (2006) para los morichales del municipio de San Martín-Meta, quien reporta valores de altura para *Mauritia flexuosa* de hasta 22 m y de *Virola surinamensis* de hasta 26 m. Adicionalmente, Caro (2006) presenta un patrón de estructura vertical de los morichales similar al encontrado en la cuenca baja del río Pauto, pues la mayor parte de los individuos se concentran entre los 19 y 22 m de altura. Correa-Gómez & Stevenson (2010) reportan una situación similar en bosques de galería de la reserva Gran Tomo (Vichada), en donde la mayoría de los individuos se concentran en las clases de tamaño entre 5 y 20 m de altura; sin embargo, estos bosques presentan alturas máximas de más de 30 m, lo cual es bastante particular en bosques de aguas negras de la Orinoquia como se encontró en la cuenca baja del río Pauto, en donde este tipo de bosques resultaron consistentemente mucho más bajos que los de aguas blancas (bosques de vega). Por otro lado, en el municipio de Orocué, Miranda (2006) encontró en bosques de vega una tendencia de los individuos del estrato arbóreo a distribuirse en la primera clase entre los 15 a 17 metros de altura y en el estrato subarbóreo entre 4 y 15 m; en este caso ocurre todo lo contrario que en el trabajo de Correa-Gómez & Stevenson (2010), ya que a

pesar de ser bosques de vega del río Meta, no superaron la altura de 20 m. Esto mismo ocurre con los bosques de vega en el subpaisaje de llanura eólica, en donde el dosel llega justamente hasta los 20 m de altura, mientras que los bosques de vega en el subpaisaje de llanuras aluviales de desborde son más parecidos a los de la reserva Gran Tomo.

En cuanto a la estratificación, la metodología de Ogawa muestra que en general no hay un patrón claramente definido de la estratificación en los bosques en la cuenca baja del río Pauto, aunque es posible detectar leves agrupaciones de individuos con copas en ciertas franjas; estas franjas coinciden con los estratos básicos que se esperan en los bosques tropicales: sotobosque y dosel. No obstante, el patrón de dispersión de los datos puede reflejar el estado sucesional de cada tipo de bosque, pues de acuerdo con la interpretación de Melo & Vargas (2002), el patrón lineal sin evidencias claras de estratificación que presentan los morichales es típico de bosques homogéneos y/o en una etapa temprana de la sucesión, pero el hecho de que no sea paralela al eje x indica también que se encuentra en una etapa más avanzada de la sucesión. Esto concuerda con la naturaleza de los morichales, pues son ecosistemas ciertamente muy homogéneos y que a su vez pueden dar origen a otro tipo de bosques con una estructura y diversidad más complejas (Fernández 2007). Sin embargo, el mayor valor del coeficiente de determinación podría explicarse por la arquitectura idéntica de las palmas *Mauritia flexuosa* y *Euterpe precatoria* que conforman la gran mayoría de los individuos de este bosque; en este caso la proporción entre altura del fuste y altura total es cercana a 1, lo cual aumenta la correlación de las dos variables. También se encuentran los bosques de galería de los subpaisajes llanura eólica y llanura aluvial de desborde, los cuales presentan los menores coeficientes de determinación (mayor dispersión de los datos) y un patrón disperso en forma de cola de cometa y no se evidencia una estratificación clara; este patrón corresponde a bosques secundarios mucho más maduros y heterogéneos que los morichales (Melo & Vargas 2002). En contraste, el coeficiente de determinación cercano a 1 en los bosques de vega de ambos subpaisajes da cuenta de heterogeneidad y madurez aún mayor, lo cual indica que si bien estos bosques no se encuentran en perfectas condiciones, por lo menos cuentan un proceso sucesional avanzado que puede mejorar en el futuro. La razón de tal diferencia entre los bosques de galería y los de vega puede estar en el tipo de suelo sobre el que se desarrollan, pues son más fértiles en la vega de los ríos, lo que permite un mayor crecimiento en altura de los individuos, mientras que la fertilidad baja en los de galería

puede obligar a los individuos a ramificarse tempranamente y extenderse lateralmente para competir por luz de forma horizontal.

Ahora bien, teniendo en cuenta el esquema clásico de estratificación, en todos los estudios revisados se ha reportado el mismo número de estratos del bosque, con la única diferencia de la altura del dosel según la región en la que se realizaron dichos trabajos, pero no parece haber un consenso acerca de la altura del dosel en cada caso. Solamente Caro (2006) presenta un panorama general de la estructura por estratos sobre los morichales. Los morichales representan una formación muy particular dentro del conjunto de los bosques muestreados, particularmente por su poca influencia de los cursos de agua, pero también por su densidad de palmas, dado que en ningún otro bosque fueron dominantes al mismo tiempo dos especies de palmas, *Mauritia flexuosa* y *Euterpe precatoria*. Los resultados de Caro (2006) difieren claramente de lo encontrado en el presente estudio, ya que en los morichales del municipio de San Martín-Meta el estrato arbóreo es el que menos aporta a la cobertura, mientras que el estrato subarbóreo es que más cobertura tiene, pero apenas con un máximo de 35%. Es posible que se trate de morichales en estados sucesionales más tempranos y que presenten un dosel más abierto que el de la finca Matemoriche del presente estudio. Hay que recordar que los morichales pueden constituir etapas sucesionales intermedias entre comunidades herbáceas de áreas abiertas (como las sabanas inundables propiamente dichas) y los bosques ribereños (Fernández 2007), de manera que pueden existir grandes diferencias entre un morichal y otro según su edad y su historia de disturbios.

Vale la pena aclarar que aunque metodologías como la distribución de clases diamétricas son de extenso uso en los estudios de vegetación del territorio colombiano, proceden de aplicaciones forestales para la silvicultura en bosques de las regiones templadas (Araujo & Iturre 2006; Baker 1996). A pesar de que ha sido implementada en los trópicos (Lamprecht 1990), esta metodología está destinada básicamente al manejo de bosques de interés industrial y uno de sus principales usos es la estimación del tamaño y número de individuos que se pueden extraer de un bosque natural o plantado sin que se vea afectada la estructura diamétrica deseada y la extracción sea sostenible a largo plazo. Es por ello que las observaciones y conclusiones sobre bosques tropicales no manejados en tierras bajas (por lo menos no a nivel industrial) deben hacerse con mucho cuidado si se usa esta metodología, pues en los trabajos citados anteriormente no se discuten las implicaciones de que se encuentre una curva en forma de j invertida en la distribución de

clases diamétricas en bosques ribereños de esta naturaleza (Caro 2006; Miranda 2006; Correa-Gómez & Stevenson 2010).

3.7 Conclusiones

En general, la estructura vertical y horizontal de los bosques ribereños estudiados es consistente con lo que se ha reportado en la literatura para morichales y bosques ribereños de vega y de galería en la Orinoquia colombiana. Estos bosques son básicamente multiestratificados, con alturas del dosel que van desde los 18 m en algunos bosques de galería sobre las riberas de los caños orinoquenses, hasta 25 m en los bosques de las vegas de los ríos andinos y presentan un predominio de familias típicas de estos bosques como *Arecaceae*, las leguminosas, *Euphorbiaceae* y *Moraceae*. Los morichales en cambio no presentan una estratificación evidente debido al predominio de las palmas *E. precatória* y *M. flexuosa* y a su estado sucesional temprano. Así mismo, la estructura encontrada es consistente con las características de bosques manejados de interés industrial, lo que da cuenta de los procesos de entresaca a los que posiblemente se encuentran sometidos, aunque no se descartan otro tipo de disturbios que generen el mismo patrón. A pesar de que estos bosques no gocen de un estatus perfecto, no son bosques degradados y su estado actual es suficiente para ofrecer alimento y refugio a la fauna que los habita, así como seguir prestando servicios ecosistémicos a las comunidades locales y también presentan abundantes individuos jóvenes que se incorporarán rápidamente al dosel en donde podrán aportar más activamente a la reproducción de sus poblaciones. Si se mantienen dichos procesos, los bosques podrían recuperarse eventualmente; por supuesto, para que esto ocurra deberá disminuir cualquier tipo de disturbio como ganadería, transformación en potreros, quemas y extracción desordenada de recursos forestales maderables. Dado que algunas de estas actividades económicas juegan un papel clave en la dinámica social de la región, sería imposible erradicarlas completamente, pero es posible encontrar la medida y espacio adecuados para el uso de los ecosistemas, de forma tal que a largo plazo se conviertan en alternativas sostenibles, y por tanto, que contribuyan a mejorar la salud de estos bosques.

3.8 Literatura citada

- Adams, W.M. 1989. Dam construction and the degradation of floodplain forest on the Turkwel River, Kenya. *Land Degradation & Rehabilitation* 1:189–198.
- Araujo, P. & M. Iturre. 2006. *Ordenación de Bosques Irregulares*. Serie Didáctica 28. Santiago del Estero: Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.
- Aymard, G., & V. González. 2007. Consideraciones generales sobre la composición florística y diversidad de los bosques de los llanos de Venezuela. En: *Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vasculare de los Llanos de Venezuela, Parte I: Introducción geobotánica*, Eds. R. Duno de Stefano, G. Aymard, & O. Huber, pp. 59–71. Caracas: FUDENA – Fundación Empresas Polar – FIBV.
- Baker, James B. 1996. *Uneven-aged silviculture for the loblolly and shortleaf pine forest cover types*. United States Forest Service, Southern Research Station.
- Calvacanti, R.B. 1992. The importance of forest edges in the ecology of open country cerrado birds. En: *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*, Eds. P.A. Furley, J. Proctor, & J.A. Ratter, pp. 513–518. Londres: Chapman and Hall.
- Caro, M. 2006. *Caracterización florística y estructural de la vegetación de un morichal en la hacienda Mataredonda, Municipio de San Martín, Meta*. Trabajo de grado para optar al título de Ecóloga, Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.
- Carrillo-Fajardo, M., O. Rivera-Díaz, & R. Sánchez-Montaño. 2007. Caracterización florística y estructural del Bosque seco tropical del Cerro Tasajero, San José de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. *Actualidades Biológicas* 29(86):55–73.
- Córdoba, M.P., L.M. Miranda, R.C. Ávila, & C. Pérez. 2011. Flora del Casanare. En: *Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento*, Eds. J.S. Usma & F. Trujillo, pp. 50–71. Bogotá D.C.: Gobernación de Casanare - WWF Colombia.
- Correa, H.D., S.L. Ruiz, & L.M. Arévalo. 2006. *Plan de Acción en Biodiversidad de la cuenca del Orinoco-Colombia/ 2005-2015-Propuesta técnica*. Bogotá, Colombia: Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF-Colombia, GTZ-Colombia.
- Correa-Gómez, D.F., & P.R. Stevenson. 2010. Estructura y diversidad de bosques de galería de una sabana estacional de los llanos orientales colombianos (Reserva Tomo Grande, Vichada). *Orinoquia* 14(1):31–48.
- Cummins, K.W. 1974. Structure and function of stream ecosystems. *Bioscience* 24:631–641.
- Fernández, A. 2007. Los morichales de los Llanos de Venezuela. En: *Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vasculare de los Llanos de Venezuela, Parte I: Introducción*

- geobotánica*, Eds. R. Duno de Stefano, G. Aymard, & O. Huber, pp. 91–98. Caracas: FUDENA – Fundación Empresas Polar – FIBV.
- Fernández, A., R. Gonto, A. Rial, J. Rosales, B. Salamanca, F. Castro, C. Alcázar, H. García, & A. Ariza. 2010. Flora y Vegetación. En: *Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco: Bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*, Eds. C.A. Lasso, J.S. Usma, F. Trujillo, & A. Rial, pp. 125–195. Bogotá, D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle (Venezuela) e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).
- Fraume, N.J. 2007. *Diccionario Ambiental*. Bogotá D.C.: ECOE EDICIONES.
- Kangas, P. 1994. Riparian influences on a tropical river ecosystem in Belize, Central America. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences* 20:109–118.
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. San Diego: Eschborn, República Federal de Alemania, GTZ.
- Machado-Allison, A. 1990. Ecología de los peces de las áreas inundables de los Llanos de Venezuela. *Interciencia* 15:411–423.
- Medellin, R.A., & K.H. Redford. 1992. The role of mammals in neotropical forest-savanna boundaries. En: *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*, Eds. P.A. Furley, J. Proctor, & J.A. Ratter, pp. 519–548. Londres: Chapman and Hall.
- Melo, Omar Aurelio, & Rafael Vargas. 2002. *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Ibagué: Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA.
- Miranda, L. 2006. *Caracterización Florística y Estructural arbórea de un bosque de galería y su análisis Etnobotánico en la comunidad Indígena Sáliba del Resguardo Paravare (Orocué-Casanare)*. Tesis de Grado para optar el título de Ecóloga, Bogotá D.C.: Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana.
- Naiman, R.J., & H. Decamps. 1997. The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28(1):621–658.
- Naiman, R.J., H. Décamps, & M.E. McClain. 2005. *Riparia: Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities*. San Diego: Elsevier/Academic Press.
- Naiman, R.J., H. Decamps, & M. Pollock. 1993. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications* 3:209–212.

- Ojasti, J. 1990. Las comunidades de mamíferos en sabanas neotropicales. En: *Las sabanas Americanas. Aspectos de su biogeografía, ecología y utilización*, Ed. G. Sarmiento, pp. 259–293. Caracas: CIELAT.
- Peterjohn, W.T., & D.L. Correll. 1984. Nutrient dynamics in an agricultural watershed: observations on the role of a riparian forest. *Ecology* 65:1466–1475.
- Rangel-Ch., J.O., P.D. Lowy-C., M. Aguilar-P., & A. Garzón-C. 1997. Tipos de vegetación en Colombia: Una aproximación al conocimiento de la terminología fitosociológica, fitoecológica y de uso común. En: *Colombia diversidad biótica II, tipos de vegetación en Colombia*, Eds. J.O Rangel-Ch., P.D. Lowy-C., & M. Aguilar-P., pp. 59–71. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Rangel-Ch., J.O., & G. Lozano-C. 1986. Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el Volcán Puracé. *Caldasia* 14(68-70):53–547.
- Rangel-Ch., J.O., & A. Velásquez. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. En: *Colombia diversidad biótica II, tipos de vegetación en Colombia*, Eds. J.O Rangel-Ch., P.D. Lowy-C., & M. Aguilar-P., pp. 59–87. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Ratter, J.A., J.F. Ribeiro, & S. Bridgewater. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80(1):223–230.
- Redford, K.H., & F.A.B. Da Fonseca. 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the cerrado's non volant mammalian fauna. *Biotropica* 18(1):126–135.
- Rollet, B. 1980. Organización. En: *Ecosistemas de los bosques tropicales: Informe sobre el estado de conocimientos*, Eds. UNESCO, UNEP, & FAO, pp. 126–162. Serie de Investigaciones Sobre Los Recursos Naturales XVI. Roma: UNESCO/PNUMA/FAO.
- Rosales, J., G. Petts, & J. Salo. 1999. Riparian flooded forests of the Orinoco and Amazon basins: a comparative review. *Biodiversity and Conservation* 8:551–586.
- Sarmiento, F.O., F. Vera, & J.E. Juncosa. 2000. *Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Editorial Abya Yala.
- Villareal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina, & A.M. Umaña. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Nueva Jersey: Prentice Hall PTR.

3.9 Anexos

Anexo 3-1. DAP máximo (cm²) por especie en cada tipo de bosque (indv. DAP>10 cm).

| Especie | Llanura eólica | | | | Llanura aluvial | |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|----------|-------------------|--------------------------|
| | Bosque de galería | Bosque de Vega del Meta | Bosque de Vega del Pauto | Morichal | Bosque de galería | Bosque de Vega del Pauto |
| <i>Sloanea terniflora</i> | 0 | 150 | 25 | 0 | 0 | 50 |
| <i>Sarcaulus brasiliensis</i> | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 150 |
| <i>Clarisia biflora</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 120 |
| <i>Sterculia apetala</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 70 |
| <i>Attalea butyracea</i> | 0 | 33 | 49 | 0 | 50 | 65 |
| <i>Vitex orinocensis</i> | 60 | 0 | 49 | 0 | 28 | 0 |
| <i>Discocarpus spruceanus</i> | 0 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Maquira coriacea</i> | 39 | 0 | 49 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sapium glandulosum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 49 | 17 |
| <i>Guarea guidonia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 48 |
| <i>Inga punctata</i> | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 47 |
| <i>Spondias mombin</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 47 | 29 |
| <i>Roystonea oleracea</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44 |
| <i>Inga interrupta</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 41 | 22 |
| <i>Homalium racemosum</i> | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Copaifera pubiflora</i> | 33 | 0 | 0 | 0 | 38 | 0 |
| <i>Dendropanax arboreus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 37 | 27 |
| <i>Mauritia flexuosa</i> | 0 | 0 | 0 | 36 | 0 | 0 |
| <i>Duroia micranta</i> | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Calophyllum brasiliense</i> | 0 | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Mouriri guianensis</i> | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Protium guianense</i> | 32 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Byrsonima japurensis</i> | 31 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 0 |
| <i>Inga sp. 01</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 |
| <i>Simaba orinocensis</i> | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Garcinia madruno</i> | 0 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cupania sp. 01</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 |
| <i>Nectandra sp. 01</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 |
| <i>Lacmellea edulis</i> | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Luehea seemannii</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 20 |
| <i>Ficus dendrocida</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| <i>Diclidanthera bolivarensis</i> | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Licania apetala</i> | 0 | 18 | 25 | 0 | 0 | 10 |
| <i>Licania subaracnophylla</i> | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ficus pertusa</i> | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cedrela odorata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| <i>Alchornea fluviatilis</i> | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cinnamomum triplenerve</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 16 |
| <i>Cupania americana</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 12 |
| <i>Connarus venezuelanus</i> | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cecropia peltata</i> | 0 | 0 | 19 | 0 | 21 | 19 |
| <i>Xylopia aromatica</i> | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| <i>Tapura acreana</i> | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Virola surinamensis</i> | 12 | 0 | 18 | 13 | 0 | 0 |
| <i>Euterpe precatoria</i> | 0 | 0 | 11 | 17 | 0 | 17 |
| <i>Schefflera morototoni</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 |
| <i>Syagrus sancona</i> | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 16 |
| <i>Swartzia sp. 02</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| <i>Eugenia sp. 01</i> | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Siparuna guianensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 |
| <i>Mabea nitida</i> | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Mabea trianae</i> | 0 | 0 | 13 | 0 | 12 | 0 |
| <i>Stemmadenia grandiflora</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 |
| <i>Ceiba pentandra</i> | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Strychnos brachiata</i> | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Capítulo 3. Estructura de la vegetación leñosa

Anexo 3-1. DAP máximo (cm²) por especie en cada tipo de bosque (indv. DAP>10 cm).

| Especie | Llanura eólica | | | | Llanura aluvial | |
|----------------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|----------|-------------------|--------------------------|
| | Bosque de galería | Bosque de Vega del Meta | Bosque de Vega del Pauto | Morichal | Bosque de galería | Bosque de Vega del Pauto |
| <i>Zygia</i> sp. 01 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Allophylus amazonicus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 12 |
| <i>Teobroma cacao</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| <i>Miconia elata</i> | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Piper anonifolium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 |
| <i>Ficus obtusifolia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| <i>Ocotea cernua</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| <i>Cathedra acuminata</i> | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Zygia inaequalis</i> | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Matayba arborescens</i> | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Citharexylum venezuelense</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 |
| <i>Cochlospermum vitifolium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 |
| <i>Guettarda elliptica</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| <i>Hirtella triandra</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| <i>Trophis racemosa</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| <i>Ouratea superba</i> | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cordia panamensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 |
| <i>Coccoloba caracasana</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| <i>Henriettella ovata</i> | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| <i>Casearia aculeata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| <i>Annona purpurea</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| <i>Lacistema agregatum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| <i>Cryptocarpus</i> sp. 01 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Tacarcuna amanoifolia</i> | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Anexo 3-2. Índice de valor de importancia por familia en el subpaisaje Llanura eólica de la cuenca baja del río Pauto.

| Familia | Abundancia Absoluta | Frecuencia Absoluta | Dominancia Absoluta | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Dominancia Relativa | IVF |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
| Arecaceae | 150 | 3 | 5,02 | 55,1 | 6,7 | 40,35 | 102,2 |
| Euphorbiaceae | 20 | 3 | 1,02 | 7,4 | 6,7 | 8,18 | 22,2 |
| Elaeocarpaceae | 2 | 2 | 1,82 | 0,7 | 4,4 | 14,59 | 19,8 |
| Moraceae | 12 | 2 | 0,69 | 4,4 | 4,4 | 5,55 | 14,4 |
| Verbenaceae | 5 | 2 | 0,74 | 1,8 | 4,4 | 5,98 | 12,3 |
| Mimosaceae | 7 | 3 | 0,07 | 2,6 | 6,7 | 0,58 | 9,8 |
| Caesalpiniaceae | 10 | 1 | 0,45 | 3,7 | 2,2 | 3,60 | 9,5 |
| Malpighiaceae | 6 | 2 | 0,30 | 2,2 | 4,4 | 2,43 | 9,1 |
| Sapotaceae | 3 | 1 | 0,62 | 1,1 | 2,2 | 5,00 | 8,3 |
| Burseraceae | 6 | 2 | 0,19 | 2,2 | 4,4 | 1,53 | 8,2 |
| Myristicaceae | 3 | 3 | 0,05 | 1,1 | 6,7 | 0,39 | 8,2 |
| Flacourtiaceae | 9 | 1 | 0,27 | 3,3 | 2,2 | 2,18 | 7,7 |
| Chrysobalanaceae | 3 | 2 | 0,12 | 1,1 | 4,4 | 0,94 | 6,5 |
| Melastomataceae | 3 | 2 | 0,10 | 1,1 | 4,4 | 0,80 | 6,4 |
| Clusiaceae | 6 | 1 | 0,24 | 2,2 | 2,2 | 1,89 | 6,3 |
| Simaroubaceae | 4 | 1 | 0,19 | 1,5 | 2,2 | 1,53 | 5,2 |
| Connaraceae | 5 | 1 | 0,09 | 1,8 | 2,2 | 0,71 | 4,8 |
| Polygalaceae | 3 | 1 | 0,10 | 1,1 | 2,2 | 0,78 | 4,1 |
| Apocynaceae | 2 | 1 | 0,08 | 0,7 | 2,2 | 0,61 | 3,6 |
| Annonaceae | 2 | 1 | 0,06 | 0,7 | 2,2 | 0,45 | 3,4 |
| Rubiaceae | 1 | 1 | 0,10 | 0,4 | 2,2 | 0,77 | 3,4 |
| Myrtaceae | 2 | 1 | 0,03 | 0,7 | 2,2 | 0,21 | 3,2 |
| Cecropiaceae | 1 | 1 | 0,03 | 0,4 | 2,2 | 0,23 | 2,8 |
| Dichapetalaceae | 1 | 1 | 0,03 | 0,4 | 2,2 | 0,21 | 2,8 |
| Bombacaceae | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 2,2 | 0,11 | 2,7 |
| Loganiaceae | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 2,2 | 0,11 | 2,7 |
| Olacaceae | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 2,2 | 0,08 | 2,7 |
| Ochnaceae | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 2,2 | 0,08 | 2,7 |
| Sapindaceae | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 2,2 | 0,08 | 2,7 |
| Nyctaginaceae | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 2,2 | 0,06 | 2,7 |

Capítulo 3. Estructura de la vegetación leñosa

Anexo 3-3. Índice de valor de importancia por especie en el subpaisaje Llanura eólica de la cuenca baja del río Pauto.

| Especie | Abundancia absoluta | Frecuencia absoluta | Dominancia absoluta | Abundancia relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| <i>Euterpe precatoria</i> | 89 | 2 | 1,04 | 32,7 | 3,7 | 8,4 | 44,8 |
| <i>Mauritia flexuosa</i> | 37 | 1 | 1,86 | 13,6 | 1,9 | 15,0 | 30,4 |
| <i>Attalea butyrcea</i> | 23 | 2 | 2,11 | 8,5 | 3,7 | 16,9 | 29,1 |
| <i>Sloanea terniflora</i> | 2 | 2 | 1,82 | 0,7 | 3,7 | 14,6 | 19,0 |
| <i>Discocarpus spruceanus</i> | 13 | 1 | 0,91 | 4,8 | 1,9 | 7,3 | 14,0 |
| <i>Maquira coriacea</i> | 11 | 2 | 0,65 | 4,0 | 3,7 | 5,2 | 12,9 |
| <i>Vitex orinocensis</i> | 5 | 2 | 0,74 | 1,8 | 3,7 | 6,0 | 11,5 |
| <i>Copaifera pubiflora</i> | 10 | 1 | 0,45 | 3,7 | 1,9 | 3,6 | 9,1 |
| <i>Byrsonima japurensis</i> | 6 | 2 | 0,30 | 2,2 | 3,7 | 2,4 | 8,3 |
| <i>Sarcaulus brasiliensis</i> | 3 | 1 | 0,62 | 1,1 | 1,9 | 5,0 | 8,0 |
| <i>Protium guianense</i> | 6 | 2 | 0,19 | 2,2 | 3,7 | 1,5 | 7,4 |
| <i>Homalium racemosum</i> | 9 | 1 | 0,27 | 3,3 | 1,9 | 2,2 | 7,3 |
| <i>Viola surinamensis</i> | 3 | 3 | 0,05 | 1,1 | 5,6 | 0,4 | 7,1 |
| <i>Licania apetala</i> | 2 | 2 | 0,07 | 0,7 | 3,7 | 0,6 | 5,0 |
| <i>Garcinia madruno</i> | 5 | 1 | 0,15 | 1,8 | 1,9 | 1,2 | 4,9 |
| <i>Simaba orinocensis</i> | 4 | 1 | 0,19 | 1,5 | 1,9 | 1,5 | 4,9 |
| <i>Conarus venezuelanus</i> | 5 | 1 | 0,09 | 1,8 | 1,9 | 0,7 | 4,4 |
| <i>Diclidanthera bolivarensis</i> | 3 | 1 | 0,10 | 1,1 | 1,9 | 0,8 | 3,7 |
| <i>Zygia inaequalis</i> | 4 | 1 | 0,04 | 1,5 | 1,9 | 0,3 | 3,6 |
| <i>Mabea trianae</i> | 3 | 1 | 0,03 | 1,1 | 1,9 | 0,3 | 3,2 |
| <i>Lacmellea edulis</i> | 2 | 1 | 0,08 | 0,7 | 1,9 | 0,6 | 3,2 |
| <i>Xylopia aromatica</i> | 2 | 1 | 0,06 | 0,7 | 1,9 | 0,4 | 3,0 |
| <i>Alchornea fluviatilis</i> | 2 | 1 | 0,05 | 0,7 | 1,9 | 0,4 | 3,0 |
| <i>Duroia micranta</i> | 1 | 1 | 0,10 | 0,4 | 1,9 | 0,8 | 3,0 |
| <i>Calophyllum brasiliense</i> | 1 | 1 | 0,09 | 0,4 | 1,9 | 0,7 | 2,9 |
| <i>Mouriri guianensis</i> | 1 | 1 | 0,08 | 0,4 | 1,9 | 0,6 | 2,9 |
| <i>Zygia sp. 01</i> | 2 | 1 | 0,03 | 0,7 | 1,9 | 0,2 | 2,8 |
| <i>Eugenia sp. B3</i> | 2 | 1 | 0,03 | 0,7 | 1,9 | 0,2 | 2,8 |
| <i>Ficus pertusa</i> | 1 | 1 | 0,05 | 0,4 | 1,9 | 0,4 | 2,6 |
| <i>Licania subaracnophylla</i> | 1 | 1 | 0,05 | 0,4 | 1,9 | 0,4 | 2,6 |
| <i>Cecropia peltata</i> | 1 | 1 | 0,03 | 0,4 | 1,9 | 0,2 | 2,4 |
| <i>Tapura acreana</i> | 1 | 1 | 0,03 | 0,4 | 1,9 | 0,2 | 2,4 |
| <i>Mabea nitida</i> | 1 | 1 | 0,02 | 0,4 | 1,9 | 0,1 | 2,3 |
| <i>Ceiba pentandra</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,9 | 0,1 | 2,3 |
| <i>Strychnos brachiata</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,9 | 0,1 | 2,3 |
| <i>Miconia elata</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,9 | 0,1 | 2,3 |
| <i>Syagrus sancona</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,9 | 0,1 | 2,3 |
| <i>Catheda acuminata</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,9 | 0,1 | 2,3 |
| <i>Matayba arborescens</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,9 | 0,1 | 2,3 |
| <i>Ouratea superba</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,9 | 0,1 | 2,3 |
| <i>Henriettella ovata</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,9 | 0,1 | 2,3 |
| <i>Inga punctata</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,9 | 0,1 | 2,3 |
| <i>Tacarcuna amanoifolia</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,9 | 0,1 | 2,3 |

Anexo 3-4. Índice de valor de importancia por familia en el subpaisaje Llanura aluvial de desborde de la cuenca baja del río Pauto.

| Familia | Abundancia Absoluta | Frecuencia Absoluta | Dominancia Absoluta | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Dominancia Relativa | IVF |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| Arecaceae | 86 | 5 | 10,15 | 35,1 | 7,8 | 48,24 | 91,2 |
| Moraceae | 34 | 3 | 3,21 | 13,9 | 4,7 | 15,27 | 33,8 |
| Sapotaceae | 5 | 2 | 2,93 | 2,0 | 3,1 | 13,95 | 19,1 |
| Mimosaceae | 18 | 5 | 0,80 | 7,3 | 7,8 | 3,78 | 18,9 |
| Araliaceae | 14 | 5 | 0,45 | 5,7 | 7,8 | 2,13 | 15,7 |
| Meliaceae | 9 | 5 | 0,39 | 3,7 | 7,8 | 1,86 | 13,3 |
| Sterculiaceae | 9 | 3 | 0,82 | 3,7 | 4,7 | 3,88 | 12,2 |
| Lauraceae | 9 | 4 | 0,24 | 3,7 | 6,3 | 1,13 | 11,1 |
| Euphorbiaceae | 9 | 3 | 0,53 | 3,7 | 4,7 | 2,54 | 10,9 |
| Cecropiaceae | 12 | 3 | 0,22 | 4,9 | 4,7 | 1,05 | 10,6 |
| Sapindaceae | 8 | 4 | 0,18 | 3,3 | 6,3 | 0,86 | 10,4 |
| Anacardiaceae | 4 | 2 | 0,43 | 1,6 | 3,1 | 2,04 | 6,8 |
| Apocynaceae | 5 | 2 | 0,05 | 2,0 | 3,1 | 0,23 | 5,4 |
| Tiliaceae | 2 | 2 | 0,08 | 0,8 | 3,1 | 0,38 | 4,3 |
| Verbenaceae | 2 | 2 | 0,07 | 0,8 | 3,1 | 0,34 | 4,3 |
| Chrysobalanaceae | 2 | 2 | 0,02 | 0,8 | 3,1 | 0,08 | 4,0 |
| Siparunaceae | 4 | 1 | 0,05 | 1,6 | 1,6 | 0,26 | 3,5 |
| Elaeocarpaceae | 1 | 1 | 0,20 | 0,4 | 1,6 | 0,93 | 2,9 |
| Caesalpiniaceae | 1 | 1 | 0,11 | 0,4 | 1,6 | 0,54 | 2,5 |
| Bixaceae | 2 | 1 | 0,02 | 0,8 | 1,6 | 0,08 | 2,5 |
| Rubiaceae | 2 | 1 | 0,02 | 0,8 | 1,6 | 0,08 | 2,5 |
| Fabaceae | 1 | 1 | 0,02 | 0,4 | 1,6 | 0,08 | 2,1 |
| Piperaceae | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,6 | 0,05 | 2,0 |
| Boraginaceae | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,6 | 0,04 | 2,0 |
| Polygonaceae | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,6 | 0,04 | 2,0 |
| Flacourtiaceae | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,6 | 0,04 | 2,0 |
| Annonaceae | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,6 | 0,04 | 2,0 |
| Lacistemataceae | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,6 | 0,04 | 2,0 |

Capítulo 3. Estructura de la vegetación leñosa

Anexo 3-5. Índice de valor de importancia por especie en el subpaisaje Llanura aluvial de desborde de la cuenca baja del río Pauto.

| Especie | Abundancia absoluta | Frecuencia absoluta | Dominancia absoluta | Abundancia relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| <i>Attalea butyracea</i> | 78 | 5 | 9,82 | 31,8 | 6,494 | 46,7 | 85,0 |
| <i>Clarisia biflora</i> | 30 | 3 | 3,13 | 12,2 | 3,896 | 14,9 | 31,0 |
| <i>Sarcaulus brasiliensis</i> | 5 | 2 | 2,93 | 2,0 | 2,597 | 13,9 | 18,6 |
| <i>Dendropanax arboreus</i> | 13 | 4 | 0,42 | 5,3 | 5,195 | 2,0 | 12,5 |
| <i>Inga interrupta</i> | 12 | 3 | 0,47 | 4,9 | 3,896 | 2,2 | 11,0 |
| <i>Cecropia peltata</i> | 12 | 3 | 0,22 | 4,9 | 3,896 | 1,1 | 9,8 |
| <i>Guarea guidonia</i> | 7 | 4 | 0,34 | 2,9 | 5,195 | 1,6 | 9,7 |
| <i>Sapium glandulosum</i> | 5 | 3 | 0,50 | 2,0 | 3,896 | 2,4 | 8,3 |
| <i>Sterculia apetala</i> | 4 | 2 | 0,67 | 1,6 | 2,597 | 3,2 | 7,4 |
| <i>Spondias mombin</i> | 4 | 2 | 0,43 | 1,6 | 2,597 | 2,0 | 6,3 |
| <i>Roystonea oleracea</i> | 5 | 2 | 0,28 | 2,0 | 2,597 | 1,3 | 6,0 |
| <i>Stemmadenia grandiflora</i> | 5 | 2 | 0,05 | 2,0 | 2,597 | 0,2 | 4,9 |
| <i>Nectandra sp.</i> | 6 | 1 | 0,17 | 2,4 | 1,299 | 0,8 | 4,6 |
| <i>Luehea seemannii</i> | 2 | 2 | 0,08 | 0,8 | 2,597 | 0,4 | 3,8 |
| <i>Cinnamomum triplenerve</i> | 2 | 2 | 0,06 | 0,8 | 2,597 | 0,3 | 3,7 |
| <i>Cedrela odorata</i> | 2 | 2 | 0,05 | 0,8 | 2,597 | 0,2 | 3,6 |
| <i>Cupania americana</i> | 2 | 2 | 0,05 | 0,8 | 2,597 | 0,2 | 3,6 |
| <i>Syagrus sancona</i> | 2 | 2 | 0,03 | 0,8 | 2,597 | 0,1 | 3,6 |
| <i>Allophylus amazonicus</i> | 2 | 2 | 0,02 | 0,8 | 2,597 | 0,1 | 3,5 |
| <i>Trophis racemosa</i> | 2 | 2 | 0,02 | 0,8 | 2,597 | 0,1 | 3,5 |
| <i>Inga punctata</i> | 3 | 1 | 0,20 | 1,2 | 1,299 | 1,0 | 3,5 |
| <i>Cupania sp. 01</i> | 4 | 1 | 0,11 | 1,6 | 1,299 | 0,5 | 3,4 |
| <i>Siparuna guianensis</i> | 4 | 1 | 0,05 | 1,6 | 1,299 | 0,3 | 3,2 |
| <i>Mabea trianae</i> | 4 | 1 | 0,04 | 1,6 | 1,299 | 0,2 | 3,1 |
| <i>Inga sp. 01</i> | 3 | 1 | 0,12 | 1,2 | 1,299 | 0,6 | 3,1 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 2 | 1 | 0,12 | 0,8 | 1,299 | 0,6 | 2,7 |
| <i>Teobroma cacao</i> | 3 | 1 | 0,03 | 1,2 | 1,299 | 0,1 | 2,7 |
| <i>Sloanea terniflora</i> | 1 | 1 | 0,20 | 0,4 | 1,299 | 0,9 | 2,6 |
| <i>Copaifera pubiflora</i> | 1 | 1 | 0,11 | 0,4 | 1,299 | 0,5 | 2,2 |
| <i>Cochlospermum vitifolium</i> | 2 | 1 | 0,02 | 0,8 | 1,299 | 0,1 | 2,2 |
| <i>Guettarda elliptica</i> | 2 | 1 | 0,02 | 0,8 | 1,299 | 0,1 | 2,2 |
| <i>Vitex orinocensis</i> | 1 | 1 | 0,06 | 0,4 | 1,299 | 0,3 | 2,0 |
| <i>Ficus dendrocida</i> | 1 | 1 | 0,05 | 0,4 | 1,299 | 0,2 | 1,9 |
| <i>Euterpe precatoria</i> | 1 | 1 | 0,02 | 0,4 | 1,299 | 0,1 | 1,8 |
| <i>Schefflera morototoni</i> | 1 | 1 | 0,02 | 0,4 | 1,299 | 0,1 | 1,8 |
| <i>Swartzia sp. 02</i> | 1 | 1 | 0,02 | 0,4 | 1,299 | 0,1 | 1,8 |
| <i>Ficus obtusifolia</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,299 | 0,1 | 1,8 |
| <i>Ocotea cernua</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,299 | 0,1 | 1,8 |
| <i>Piper anonifolium</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,299 | 0,1 | 1,8 |
| <i>Citharexylum venezuelense</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,299 | 0,0 | 1,8 |
| <i>Hirtella triandra</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,299 | 0,0 | 1,8 |
| <i>Cordia panamensis</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,299 | 0,0 | 1,7 |
| <i>Coccoloba caracasana</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,299 | 0,0 | 1,7 |
| <i>Casearia aculeata</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,299 | 0,0 | 1,7 |
| <i>Annona purpurea</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,299 | 0,0 | 1,7 |
| <i>Lacistema agregatum</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,299 | 0,0 | 1,7 |
| <i>Licania apetala</i> | 1 | 1 | 0,01 | 0,4 | 1,299 | 0,0 | 1,7 |

Anexo 3-6. Altura máxima (m) por especie en cada tipo de bosque (indv. DAP>10 cm).

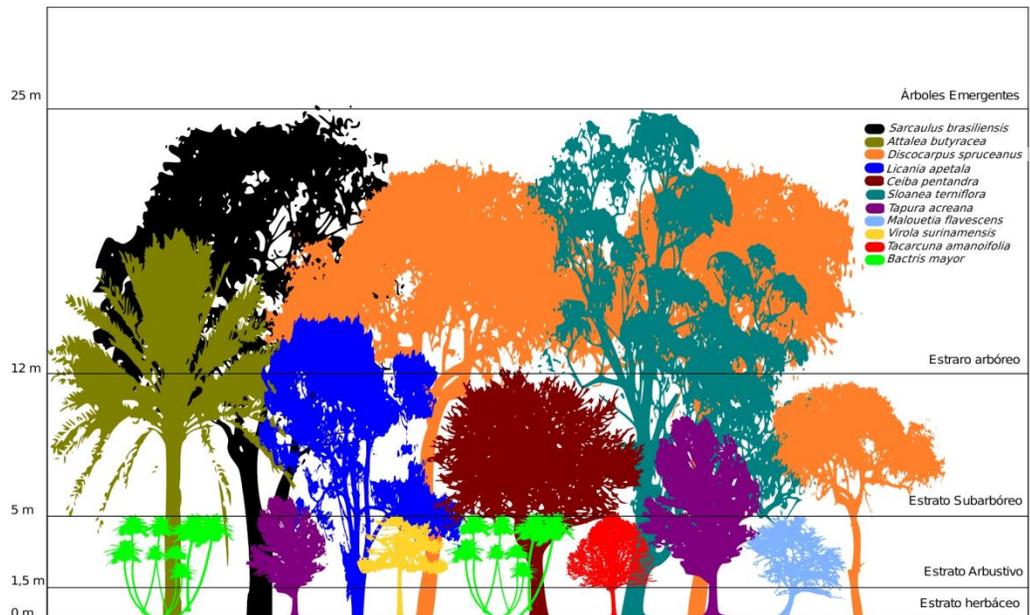
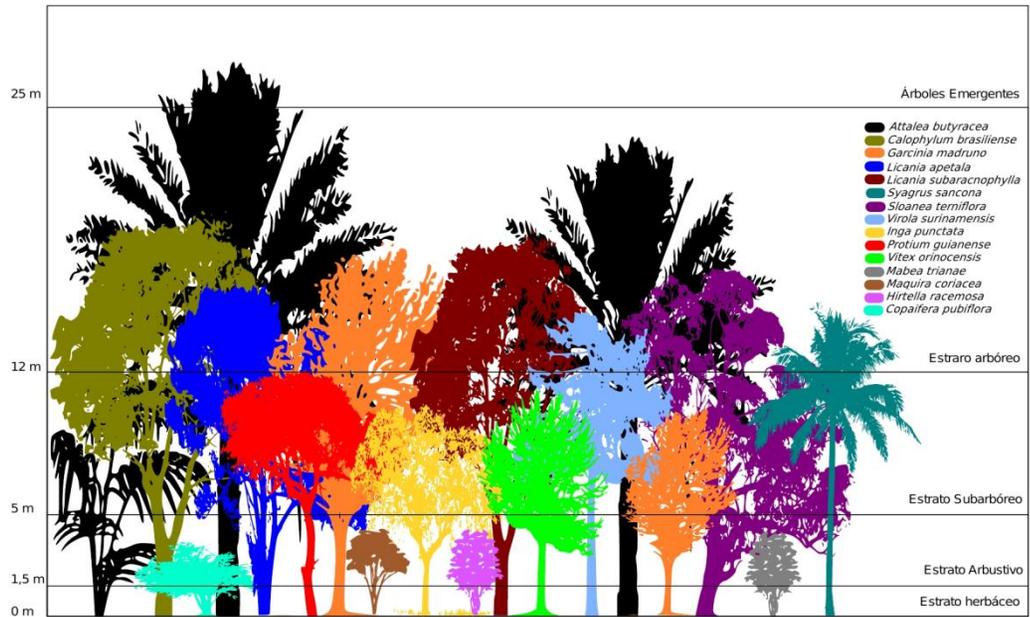
| Especie | Llanura eólica | | | | Llanura aluvial | |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|----------|-------------------|--------------------------|
| | Bosque de galería | Bosque de Vega del Meta | Bosque de Vega del Pauto | Morichal | Bosque de galería | Bosque de Vega del Pauto |
| <i>Sarcaulus brasiliensis</i> | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| <i>Clarisia biflora</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| <i>Attalea butyracea</i> | 0 | 14 | 26 | 0 | 23 | 25 |
| <i>Guarea guidonia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 25 |
| <i>Sloanea terniflora</i> | 0 | 25 | 14 | 0 | 0 | 25 |
| <i>Roystonea oleracea</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| <i>Stercula apetala</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| <i>Discocarpus spruceanus</i> | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Inga interrupta</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 19 |
| <i>Spondias mombin</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 16 |
| <i>Dendropanax arboreus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 18 |
| <i>Sapium glandulosum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 16 |
| <i>Mauritia flexuosa</i> | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| <i>Diclidanthera bolivarensis</i> | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Strychnos brachiata</i> | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ficus dendrocida</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| <i>Inga sp. 01</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| <i>Syagrus sancona</i> | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 18 |
| <i>Ficus obtusifolia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| <i>Byrsonima japurensis</i> | 16 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 |
| <i>Maquira coriacea</i> | 18 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Calophyllum brasiliense</i> | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 |
| <i>Cecropia peltata</i> | 0 | 0 | 12 | 0 | 15 | 17 |
| <i>Cedrela odorata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| <i>Euterpe precatoria</i> | 0 | 0 | 12 | 17 | 0 | 12 |
| <i>Xylopia aromatica</i> | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 |
| <i>Homalium racemosum</i> | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Luehea seemannii</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 14 |
| <i>Copaifera pubiflora</i> | 16 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 |
| <i>Cupania sp. 01</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 |
| <i>Nectandra sp. 01</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 |
| <i>Vitex orinocensis</i> | 15 | 0 | 12 | 0 | 12 | 0 |
| <i>Inga punctata</i> | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 15 |
| <i>Cryptocarpus sp. 01</i> | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Mabea nitida</i> | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Garcinia madruno</i> | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Licania subaracnophylla</i> | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cupania americana</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 13 |
| <i>Cochlospermum vitifolium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 |
| <i>Schefflera morototoni</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 |
| <i>Licania apetala</i> | 0 | 14 | 13 | 0 | 0 | 14 |
| <i>Virola surinamensis</i> | 7 | 0 | 14 | 12 | 0 | 0 |
| <i>Protium guianense</i> | 14 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Connarus venezuelanus</i> | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ficus pertusa</i> | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ocotea cernua</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| <i>Duroia micranta</i> | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Simaba orinocensis</i> | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Mabea trianae</i> | 0 | 0 | 8 | 0 | 12 | 0 |
| <i>Alchornea fluviatilis</i> | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lacmellea edulis</i> | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ceiba pentandra</i> | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Citharexylum venezuelense</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| <i>Cinnamomum triplenerve</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 10 |
| <i>Hirtella triandra</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| <i>Allophylus amazonicus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 9 |
| <i>Annona purpurea</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 |
| <i>Cordia panamensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 |

Capítulo 3. Estructura de la vegetación leñosa

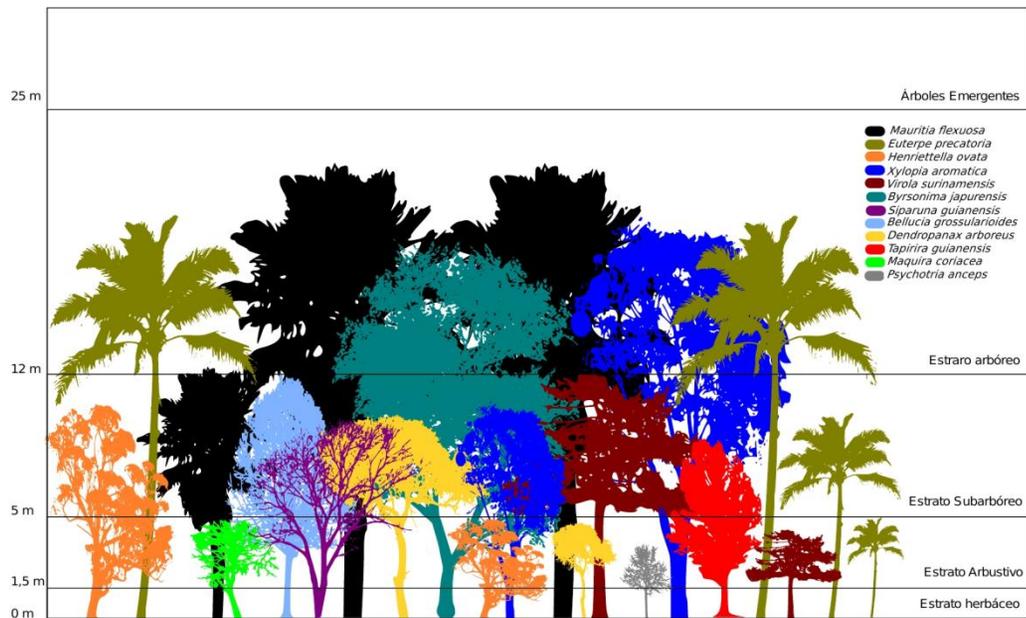
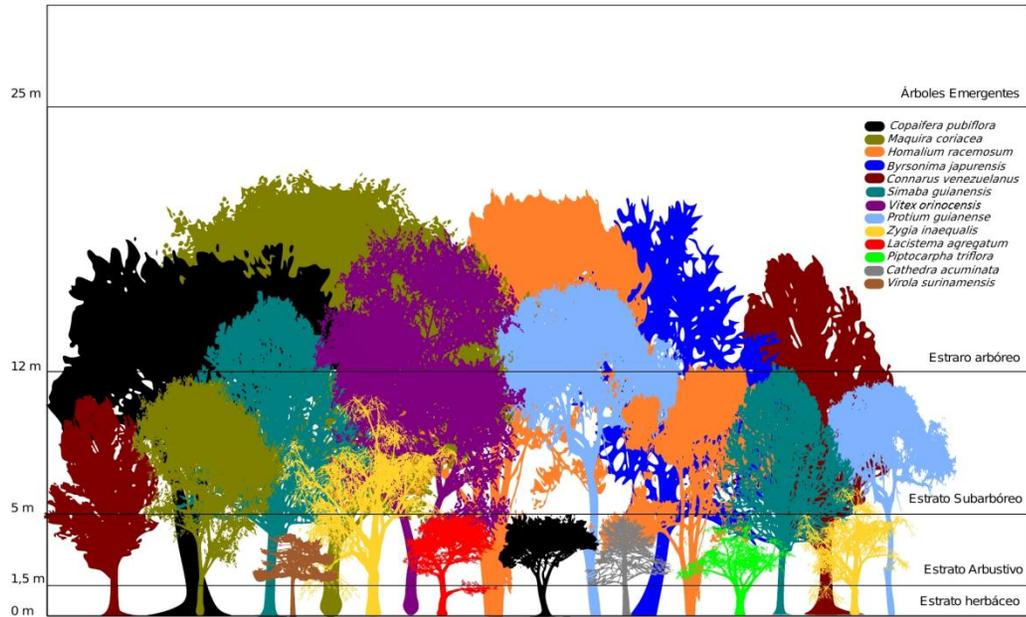
Anexo 3-6. Altura máxima (m) por especie en cada tipo de bosque (indv. DAP>10 cm).

| Especie | Llanura eólica | | | | Llanura aluvial | |
|--------------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|----------|-------------------|--------------------------|
| | Bosque de galería | Bosque de Vega del Meta | Bosque de Vega del Pauto | Morichal | Bosque de galería | Bosque de Vega del Pauto |
| <i>Stemmadenia grandiflora</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 |
| <i>Coccoloba caracasana</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| <i>Eugenia</i> sp. 01 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ouratea superba</i> | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Zygia inaequalis</i> | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Tapura acreana</i> | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Zygia</i> sp. 01 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lacistema agregatum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 |
| <i>Siparuna guianensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 |
| <i>Swartzia</i> sp. 02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| <i>Teobroma cacao</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| <i>Matayba arborescens</i> | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Miconia elata</i> | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Mouriri guianensis</i> | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Casearia aculeata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| <i>Guettarda elliptica</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| <i>Trophis racemosa</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| <i>Henriettella ovata</i> | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 |
| <i>Cathedra acuminata</i> | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Tacarcuna amanoifolia</i> | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Piper anonifolium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |

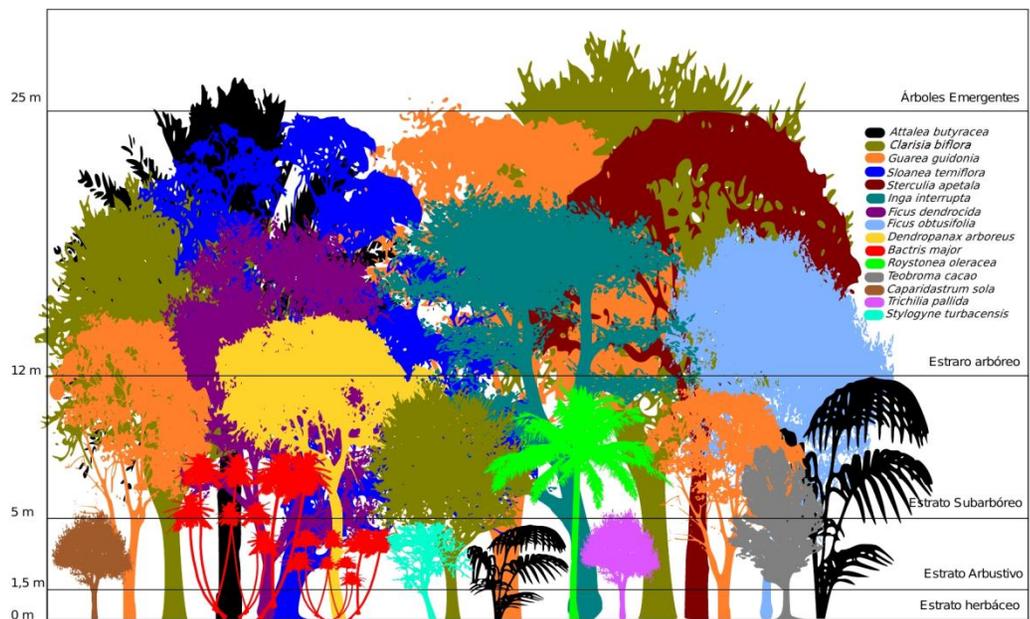
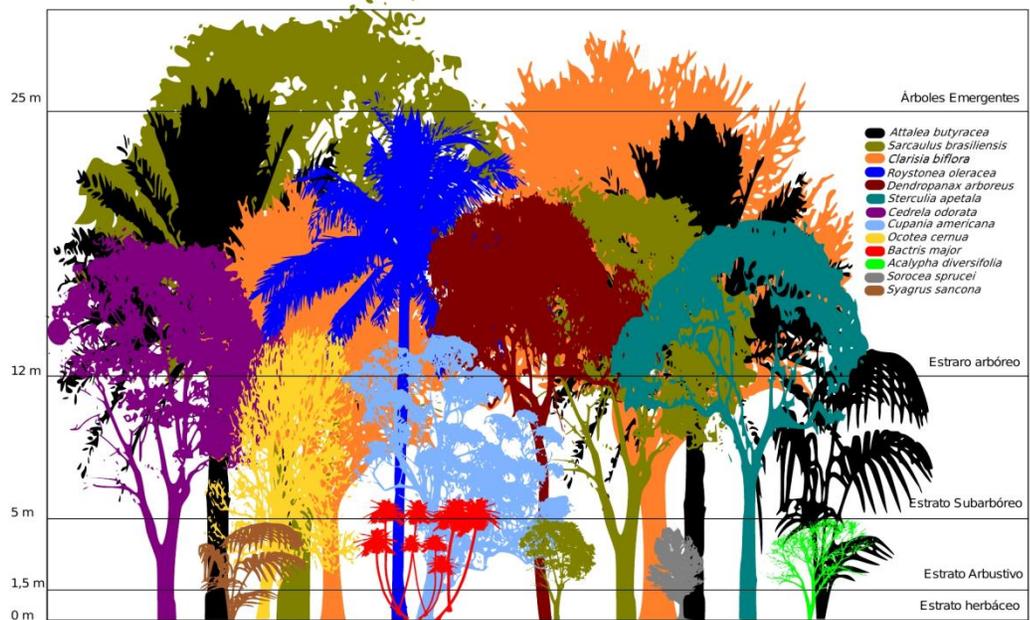
Anexo 3-7. Perfil idealizado de los bosques del subpaisaje Llanura eólica. A) Bosque de vega del río Pauto, Finca Altamira. B) Bosque de vega del río Meta, Finca La Bretaña. C) Bosque de galería, Finca La Bretaña. D) Morichal, Finca Matemoriche.



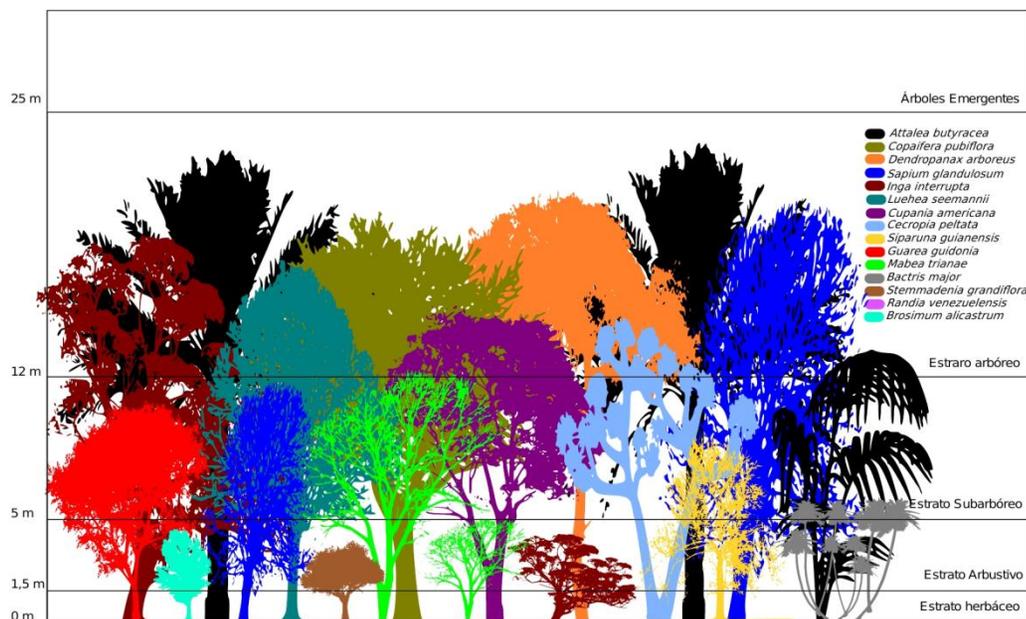
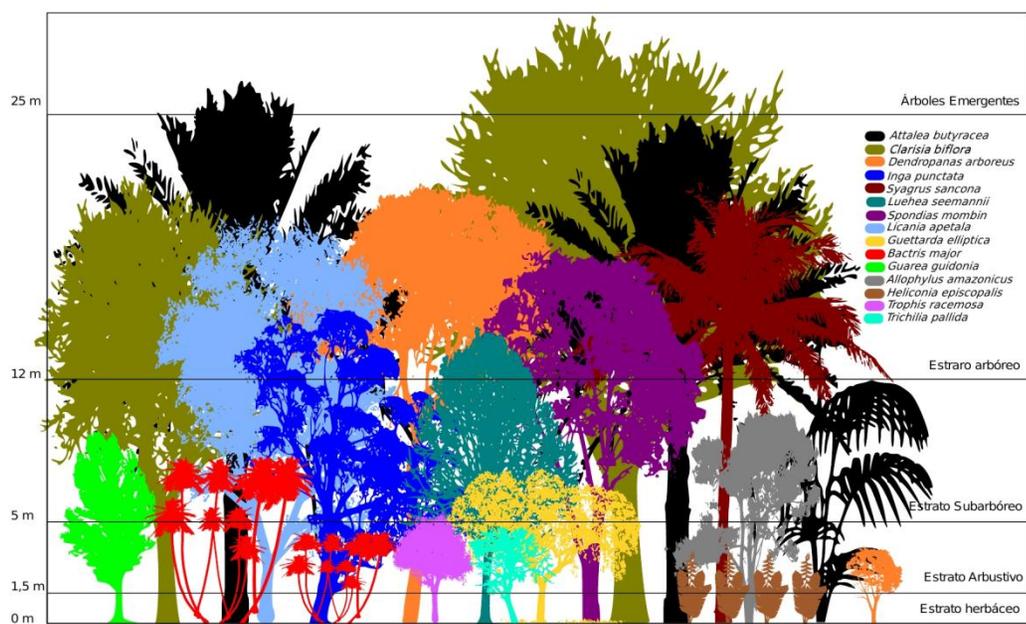
Anexo 3-7. Perfil idealizado de los bosques del subpaisaje Llanura eólica. A) Bosque de vega del río Pauto, Finca Altamira. B) Bosque de vega del río Meta, Finca La Bretaña. C) Bosque de galería, Finca La Bretaña. D) Morichal, Finca Matemoriche.



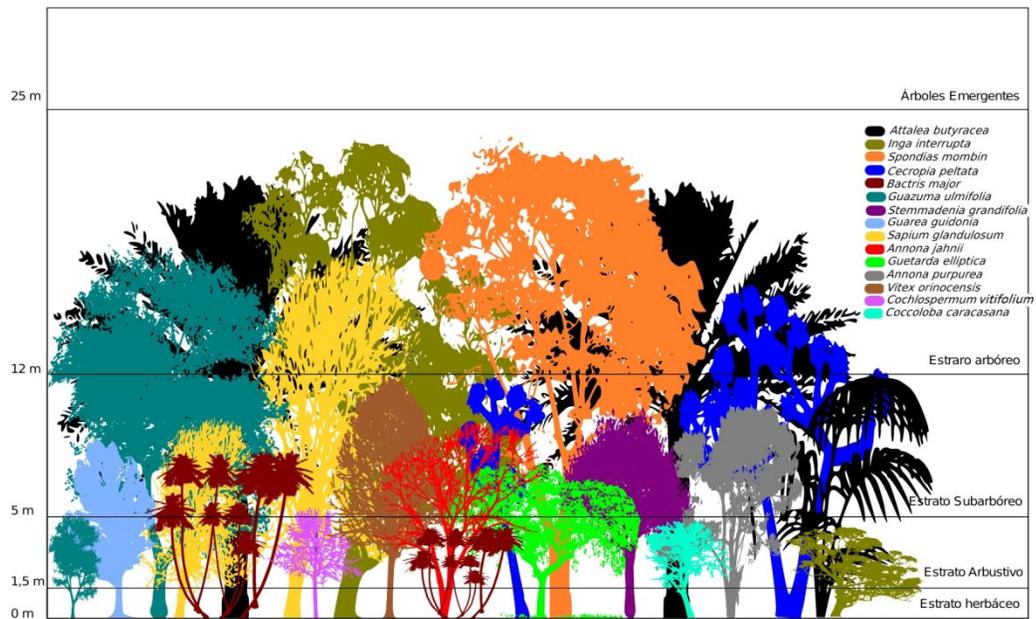
Anexo 3-8. Perfil idealizado de los bosques del subpaisaje Llanura aluvial de desborde. A) Bosque de vega del río Pauto, Finca El Sinaí. B) Bosque de vega del río Pauto, Finca San Miguel. C) Bosque de vega del río Pauto, Finca La Lucha. D) Bosque de galería Finca Candalayes. E) Bosque de galería Finca La Palmita.



Anexo 3-8. Perfil idealizado de los bosques del subpaisaje Llanura aluvial de desborde. A) Bosque de vega del río Pauto, Finca El Sinaí. B) Bosque de vega del río Pauto, Finca San Miguel. C) Bosque de vega del río Pauto, Finca La Lucha. D) Bosque de galería Finca Candalayes. E) Bosque de galería Finca La Palmita.



Anexo 3-8. Perfil idealizado de los bosques del subpaisaje Llanura aluvial de desborde. A) Bosque de vega del río Pauto, Finca El Sinaí. B) Bosque de vega del río Pauto, Finca San Miguel. C) Bosque de vega del río Pauto, Finca La Lucha. D) Bosque de galería Finca Candalayes. E) Bosque de galería Finca La Palmita.



4. Biotipología foliar de la vegetación leñosa de bosques ribereños en la cuenca baja del Río Pauto (Casanare-Colombia)

4.1 Resumen

Se caracterizaron los patrones biotipológicos foliares de las especies de plantas leñosas en los bosques ribereños de la cuenca baja del Río Pauto (Colombia, Casanare). El estudio se llevó a cabo entre marzo y agosto del 2012, en los municipios de San Luis de Palenque y Trinidad. Se realizaron levantamientos de vegetación en parcelas de 20x50 m por cada tipo de bosque y se determinaron los rasgos morfológicos como tipo de hoja, disposición, forma de la lámina, forma del ápice, forma de la base, tipo de margen y área foliar, y otros morfoecológicos como área foliar específica, succulencia y esclerofilia. Se realizó un análisis factorial de correspondencias múltiples para encontrar las variables más relevantes y un análisis de clasificación para agrupar las especies según sus rasgos foliares; se realizaron pruebas de Kruskal-Wallis y comparaciones múltiples de Mann-Whitney para encontrar diferencias morfoecológicas entre los grupos. Los resultados muestran que los tipos de hojas más frecuentes fueron mesófilas, simples, alternas, alargadas, con ápice puntiforme, base angulada, margen entero, área foliar específica media-baja, y esclerofilia y succulencia bajas. Se encontraron diez grupos de especies, las palmas son las que más se diferencian. A partir de los rasgos foliares se encontraron tres tipos de estrategias de uso de los recursos relacionadas con producción de biomasa: producción lenta, producción media y producción rápida. Hay diferencias significativas en los índices morfoecológicos entre los grupos.

Palabras clave: biotipología, grupos funcionales, área foliar específica, esclerofilia, succulencia

4.2 Abstract

Biotypological foliar patterns of woody plant species were characterized in riparian forests of the lower basin of Pauto River (Colombia, Casanare). The study was conducted between March and August 2012, in the municipalities of San Luis de Palenque and Trinidad. Surveys of vegetation were conducted on plots of 20x50 m for each forest type and morphological traits such as leaf type, layout, blade shape, shape of apex, base shape, margin rate and leaf area were determined, and other morfoecológicos as specific leaf area, succulence and sclerophyllous. A factorial multiple correspondence analysis was performed to find the most relevant variables and a classification analysis to group species according to their leaf traits; Kruskal-Wallis multiple comparisons and Mann-Whitney were performed to find morfoecológicas differences between groups. The results show that the most frequent types of leaves were mesophilic, simple, alternate, oblong, with punctate apex, angled base, entire margin, medium-low sclerophylly, and low specific leaf area and succulence. Ten groups of species were found, the palms are that most differ. Three types of strategies of resource use associated with biomass production were found from foliar features: slow production, media production and rapid production. There are significant differences in rates between morfoecological groups.

Keywords: biotipology, functional group, specific leaf area, sclerophylly, succulence

4.3 Introducción

Los bosques ribereños son sistemas muy dinámicos que se ven afectados fuertemente en sus características bióticas por los cursos de agua (Naiman & Decamps 1997), los cuales condicionan la estructura y composición de estos bosques, y también las estrategias de adaptación de las plantas que se someten a sus regímenes de disturbio (Naiman & Decamps 1997; Naiman *et al.* 2005). Esto ocurre en los bosques de vega y los bosques de galería de la Orinoquia, los cuales presentan grandes diferencias en su composición y fisionomía, y se evidencian además en las características morfológicas de las plantas que allí habitan.

Dichas estrategias de adaptación también se denominan en la literatura como rasgos de historia de vida (RHV), los cuales se definen como manifestaciones fenotípicas (ya sea morfológicas o fisiológicas) que ayudan a las plantas a hacer frente a factores ambientales desfavorables, especialmente los abióticos (Menninger & Palmer 2006), y que además influyen significativamente en el establecimiento, la reproducción y la

supervivencia, a través de la habilidad de adquirir, usar y conservar los recursos (Reich *et al.* 2003). Existen adaptaciones de tipo morfológico en bosques ribereños que manifiestan las plantas a nivel de la raíz (Naiman & Decamps 1997) o en la dispersión de frutos y semillas durante la época de inundaciones (Sigafos 1964, Nilsson *et al.* 1991, Johnson 1994, Johansson *et al.* 1996). Existen también rasgos morfoecológicos de las hojas tales como el área foliar, el área foliar específica (AFE ó *specific leaf area* SLA) y la esclerofilia o contenido de materia seca foliar (*leaf dry matter content* LDMC). Otros rasgos de historia de vida son aquellos relacionados con la biotipología foliar, por ejemplo forma de la lámina, del ápice o de la base, de los cuales se han identificado numerosas implicaciones evolutivas y funcionales en las angiospermas (Nicotra *et al.* 2011).

Por esta razón, pueden resultar de utilidad otras aproximaciones desde el punto de vista morfoecológico y biotipológico, tal como lo demuestran varios estudios realizados dentro del territorio colombiano (Rangel-Ch. *et al.* 1986; Córdoba 1995; Tafur & Rangel-Ch. 2005; Berdugo-Lattke 2011). Aunque en dichos estudios no se explica de manera directa la relación entre dichos rasgos y los procesos ecosistémicos, dan una idea de la complementariedad y redundancia de las especies que responden de forma similar a las mismas condiciones dentro de las comunidades, lo cual es también el objetivo de las aproximaciones funcionales (Hobbie *et al.* 1994; Lawton & Brown 1994; Woodward 1994; Montenegro & Vargas 2007).

Si bien es cierto que la información consolidada sobre composición florística y la estructura de la vegetación es necesaria para la toma de decisiones en torno a la conservación, uso y manejo sostenible de los bosques de galería (y en general para otros ecosistemas), esta no es suficiente si se requiere garantizar la continuidad y mantenimiento de los procesos funcionales. Sin embargo, las aproximaciones funcionales clásicas no siempre son la mejor opción, pues el presupuesto, el tiempo y la logística limitan en la gran mayoría de los casos el registro de las variables funcionales más importantes. De esta manera, las aproximaciones biotipológicas se convierten en una alternativa viable en proyectos con dichas limitaciones, ya que se sirven de la misma información que proveen las caracterizaciones florístico-estructurales, tanto de las colecciones de campo como de las colecciones de herbario. Por esta razón la presente investigación busca documentar la morfología foliar de la vegetación leñosa en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto, así como establecer las principales diferencias o semejanzas con otros bosques del mismo tipo en la zona o en regiones cercanas.

4.4 Materiales y Métodos

4.4.1 Área de estudio

El área de estudio se describe en detalle en la sección correspondiente del **capítulo 1** en el presente volumen. En la Tabla 4-1 se describe la localización de los levantamientos en donde se evaluó la biotipología foliar.

Tabla 4-1. Descripción de los puntos de muestreo en la cuenca baja del río Pauto. E = Llanura eólica, A = Llanura aluvial de desbrote, VP = Vega del Pauto, VM = Vega del Meta, G = Galería.

| Paisaje | Ambiente | Código Parcela | Latitud | Longitud | Altitud | Finca | Vereda | Municipio |
|-----------------------------|-----------------------|----------------|--------------|---------------|---------|------------------|--------------|----------------------|
| Llanura eólica | Bosque Vega Río Pauto | E-VP1 | N 5°11'13.0" | W 70°58'49.4" | 137 m | Altamira | Guaracura | San Luis de Palenque |
| Llanura aluvial de desbrote | Bosque Vega Río Pauto | A-VP1 | N 5°14'08.6" | W 71°19'15.2" | 167 m | El Sinaí | La Venturosa | San Luis de Palenque |
| | | A-VP2 | N 5°24'45.6" | W 71°36'33.3" | 169 m | Finca San Miguel | La Cañada | Trinidad |
| | | A-VP3 | N 5°23'15.0" | W 71°37'16.9" | 173 m | La Lucha | Palestina | San Luis de Palenque |
| | Bosque Galería | A-G1 | N 5°18'49.2" | W 71°21'22.8" | 153 m | Candalayes | San Vicente | Trinidad |
| | | A-G2 | N 5°25'36.7" | W 71°35'52.1" | 158 m | La Palmita | La Cañada | |

4.4.2 Fase de campo

La fase de campo se llevó a cabo en el mes de julio de 2012, donde se recolectaron muestras foliares del primer individuo por especie que apareciera en cada parcela levantada (del estudio de la composición y estructura de la vegetación descritos en los capítulos 2 y 3 del presente volumen). Las muestras se tomaron de las zonas más elevadas de cada individuo (en individuos muy altos se tomaron alrededor de los 10 m de altura) y de éstas se obtuvieron 15 hojas por cada uno (en lo posible sin indicios de herbivoría o patógenos). Se midió el peso fresco de las hojas en grupos de cinco por medio de dos balanzas digitales: una Digital Pocket Scale® con capacidad máxima de 100 g y sensibilidad de 0,01 g para micrófilas hasta mesófilas, y otra marca Premier® con capacidad máxima de 3000 g y sensibilidad de 1 g para las macrófilas. Las muestras se mantuvieron secas y sin alcohol en bolsas de papel *kraft* y papel periódico hasta su llegada al laboratorio.

4.4.3 Fase de laboratorio

Se analizaron siete variables morfológicas foliares: tipo de hoja, disposición, forma de la lámina, forma del ápice, forma de la base, tipo de margen y área foliar, cuyos estados se describen en la Tabla 4-2 y en la Tabla 4-3 (área foliar). Adicionalmente se midieron tres índices morfoecológicos: área foliar específica (AFE) (Ecuación 4-1), esclerofilia (Ecuación 4-2) y succulencia (Ecuación 4-3), las cuales se calcularon según las variables peso fresco (medida en campo), peso seco y área foliar.

4-1 **AFE** = área foliar/peso seco

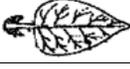
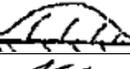
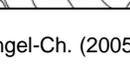
4-2 **Esclerofilia** = peso seco/peso fresco

4-3 **Succulencia** = (peso seco - peso fresco)/área foliar

Las variables área foliar, AFE, esclerofilia y succulencia se organizaron en rangos para convertirlas en variables categóricas y se incluyeron en el análisis como se muestra en la Tabla 4-3. Los rangos de área foliar siguen la propuesta de Raunkjær (1934) con la modificación de Webb (1959), la esclerofilia se dividió en diez rangos de 10% y finalmente los rangos de AFE y succulencia se establecieron según el método de Sturges (1926).

Para la medición del área foliar se siguieron las recomendaciones de Rincón *et al.* (2012) y se utilizó una cámara digital fija en un soporte a una distancia de 70 cm (Figura 4-1A). Las fotos se tomaron antes de secar las hojas, en formato blanco y negro, sin hacer uso del zoom e incluyendo en la imagen un patrón de medida conocido para calibrar el software. La cámara empleada fue el modelo Lumix FZ-40 de Panasonic® (Figura 4-1B). Las fotografías se procesaron con ayuda del software de análisis de imágenes ImageJ 1.46 (Rasband 1997) y se determinó su área foliar según el procedimiento indicado en el manual de instrucciones del software (Ferreira & Rasband 2012). Posteriormente, las muestras foliares se secaron en horno a 60°C durante 24 horas, luego de lo cual se tomó la medida de peso seco con los mismos instrumentos de campo.

Tabla 4-2. Variables foliares cualitativas utilizadas y sus diferentes categorías.

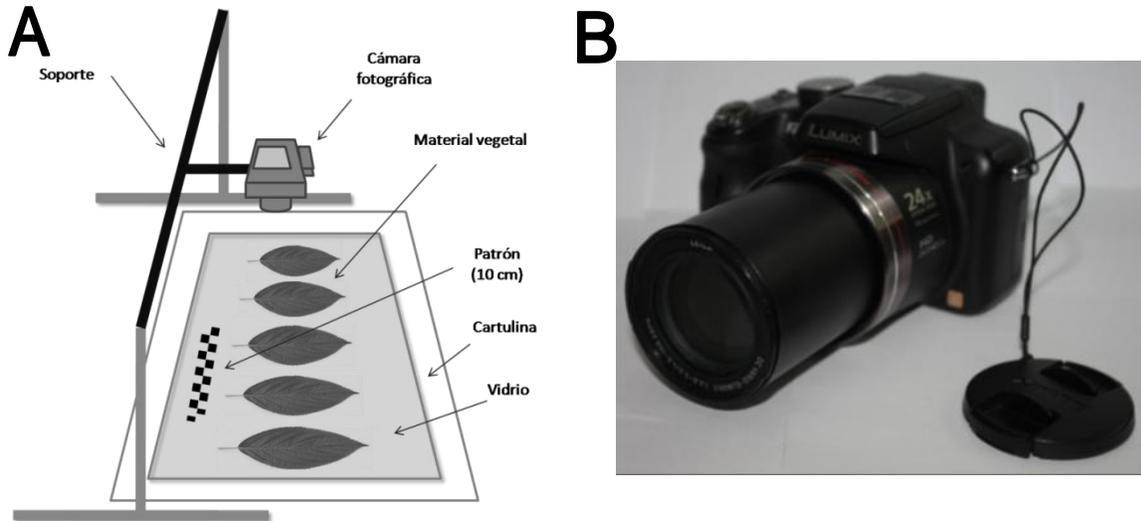
| Variable | Categoría | Categoría generalizada | |
|--------------------|------------------|---|---|
| Tipo de Hoja | Compuestas |  | |
| | Simples |  | |
| Disposición | Alternas |  | |
| | Opuestas |  | |
| | Arrosetadas |  | |
| Forma de la lámina | Elíptica | Alargada* |  |
| | Lanceolada | | |
| | Linear | | |
| | Oblanceolada | | |
| | Oblonga | | |
| | Obovada | Redondeada* |  |
| | Orbicular | | |
| | Ovada | | |
| | Palmati-lobulada | | |
| | Romboidal | | |
| Forma del ápice | Acuminado | Puntiforme* |  |
| | Apiculado | | |
| | Cuspidado | | |
| | Agudo | Angulado* |  |
| | Obtuso | | |
| | Emarginado |  | |
| Forma de la base | Aguda | Angulada* |  |
| | Decurrente | | |
| | Oblicua | | |
| | Obtusa | | |
| | Cordada | | |
| | Peltada |  | |
| | Sésil |  | |
| Tipo de margen | Aserrado | Serrulado* |  |
| | Dentado | | |
| | Entero |  | |
| | Espinoso |  | |
| | Ondulado |  | |

*Algunos rasgos se unificaron bajo una misma denominación siguiendo a Tafur & Rangel-Ch. (2005) para facilitar el análisis de los datos y su interpretación.

Tabla 4-3. Categorías de área foliar e Índices morfoecológicos en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

| Variable | Categoría | Rango |
|---|------------------|----------------|
| Área foliar (cm ²) | Leptófilas | 0-0,26 |
| | Nanófilas | 0,26-2,26 |
| | Micrófilas | 2,26-20,26 |
| | Notófilas | 20,26-45,01 |
| | Mesófilas | 45,01-182,26 |
| | Macrófilas | 182,26-1640,25 |
| | Megáfilas | >1640,25 |
| Esclerofilia (%) | LDMC1 | 0-10 |
| | LDMC2 | 10-20 |
| | LDMC3 | 20-30 |
| | LDMC4 | 30-40 |
| | LDMC5 | 40-50 |
| | LDMC6 | 50-60 |
| | LDMC7 | 60-70 |
| | LDMC8 | 70-80 |
| | LDMC9 | 80-90 |
| | LDMC10 | 90-100 |
| Área foliar específica (cm ² /g) | AFE1 | 0-63 |
| | AFE2 | 63-120 |
| | AFE3 | 120-177 |
| | AFE4 | 177-235 |
| | AFE5 | 235-292 |
| | AFE6 | 292-349 |
| | AFE7 | 349-407 |
| | AFE8 | 407-464 |
| | AFE9 | 464-521 |
| | AFE10 | >521 |
| Suculencia (g/cm ²) | Sucln1 | 0-0,04 |
| | Sucln2 | 0,04-0,06 |
| | Sucln3 | 0,06-0,08 |
| | Sucln4 | 0,08-0,1 |
| | Sucln5 | 0,1-0,13 |
| | Sucln6 | 0,13-0,15 |
| | Sucln7 | 0,15-0,17 |
| | Sucln8 | 0,17-0,19 |
| | Sucln9 | 0,19-0,21 |
| | Sucln10 | >0,21 |

Figura 4-1. A) Esquema del montaje para la digitalización del área foliar. B) Cámara fotográfica utilizada en la medición del área.



4.4.4 Análisis de la información

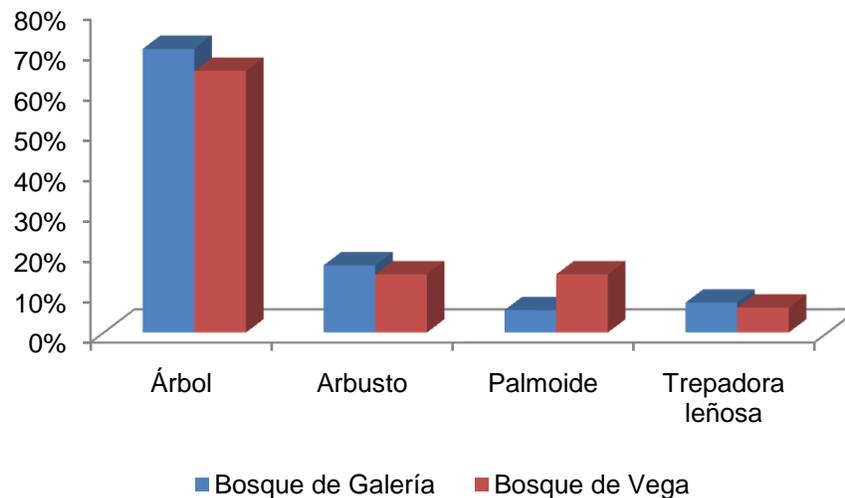
Se realizó el análisis estadístico con ayuda del software SPAD 5.6, de acuerdo a los procedimientos indicados en la documentación del programa (CISIA 1996). En primer lugar se hizo una descripción univariada y luego se llevó a cabo un análisis factorial de correspondencias múltiples como un primer criterio para definir ejes factoriales y las variables más relevantes en el conjunto de datos. Para agrupar los individuos muestreados se elaboró una clasificación jerárquica, la cual se consolidó a través del algoritmo de centros móviles del software y se definió el número final de grupos y su composición. Para cada grupo se calcularon los valores promedio de los índices morfoecológicos AFE, esclerofilia y succulencia, y se representaron a través de gráficos de cajas. Se realizaron pruebas de Kruskal-Wallis para encontrar diferencias morfoecológicas entre los grupos y comparaciones múltiples de Mann-Whitney para identificar los grupos que presentan las diferencias (Zar 1999); en ambos casos se utilizó el software PAST 2.04 (Hammer *et al.* 2001).

4.5 Resultados

4.5.1 Descripción general de las variables morfológicas

Se evaluaron 151 individuos de especies leñosas de árboles, arbustos y trepadoras. La forma de crecimiento predominante entre los individuos evaluados fueron los árboles (66%), mientras que las trepadoras leñosas fueron las menos frecuentes (6%), la proporción de formas de crecimiento fue básicamente la misma en los dos tipos de bosque, a excepción de las palmas que fueron más frecuentes en los bosques de vega (14%) (Figura 4-2).

Figura 4-2. Frecuencia de las formas de crecimiento en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.



Para las variables foliares, el 65% de los individuos presentaron un tipo de hoja simple, frente a las hojas compuestas que se presentaron en el 35% (Tabla 4-4); la proporción de hojas simples y compuestas es básicamente la misma en ambos tipos de bosque.

El 69% de los individuos presentan filotaxis alterna, frente a sólo el 20% de hojas opuestas, aunque sumando la filotaxis de las palmas en forma arrosetada, las alternas alcanzan una frecuencia del 80%; la frecuencia de hojas alternas fue levemente mayor en los bosques de galería (76%), mientras que en los bosques de vega hubo mayor frecuencia de hojas opuestas (21%) y arrosetadas (14%) (Figura 4-3A).

Por otro lado, el 49% de los individuos evaluados presenta la forma de la lámina elíptica, seguido de ovada, obovada y linear (13,9%, 13,2% y 11,2% respectivamente) (Tabla 4-4); la forma elíptica tuvo mayor frecuencia en los bosques de vega junto a las hojas lineares,

en cambio, en los bosques de galería las hojas orbiculares y obovadas son más frecuentes (Figura 4-3B).

La forma del ápice es acuminada en la mayoría de los casos (31,79%), seguida de los cuspidados (26%) (Tabla 4-4); en los bosques de vega los ápices acuminados son más frecuentes, seguidos de los agudos, mientras que en los bosques de galería, son primordialmente cuspidados, seguidos en frecuencia por los acuminados (Figura 4-3C).

En cuanto a la forma de la base, el 50% de los individuos observados la presentan aguda, seguidos por un 26% con base obtusa (Tabla 4-4); se destaca en los bosques de vega una mayor frecuencia de bases sésiles, mientras que en los bosques de galería hay una frecuencia levemente mayor de oblicuas y cordadas (Figura 4-3D).

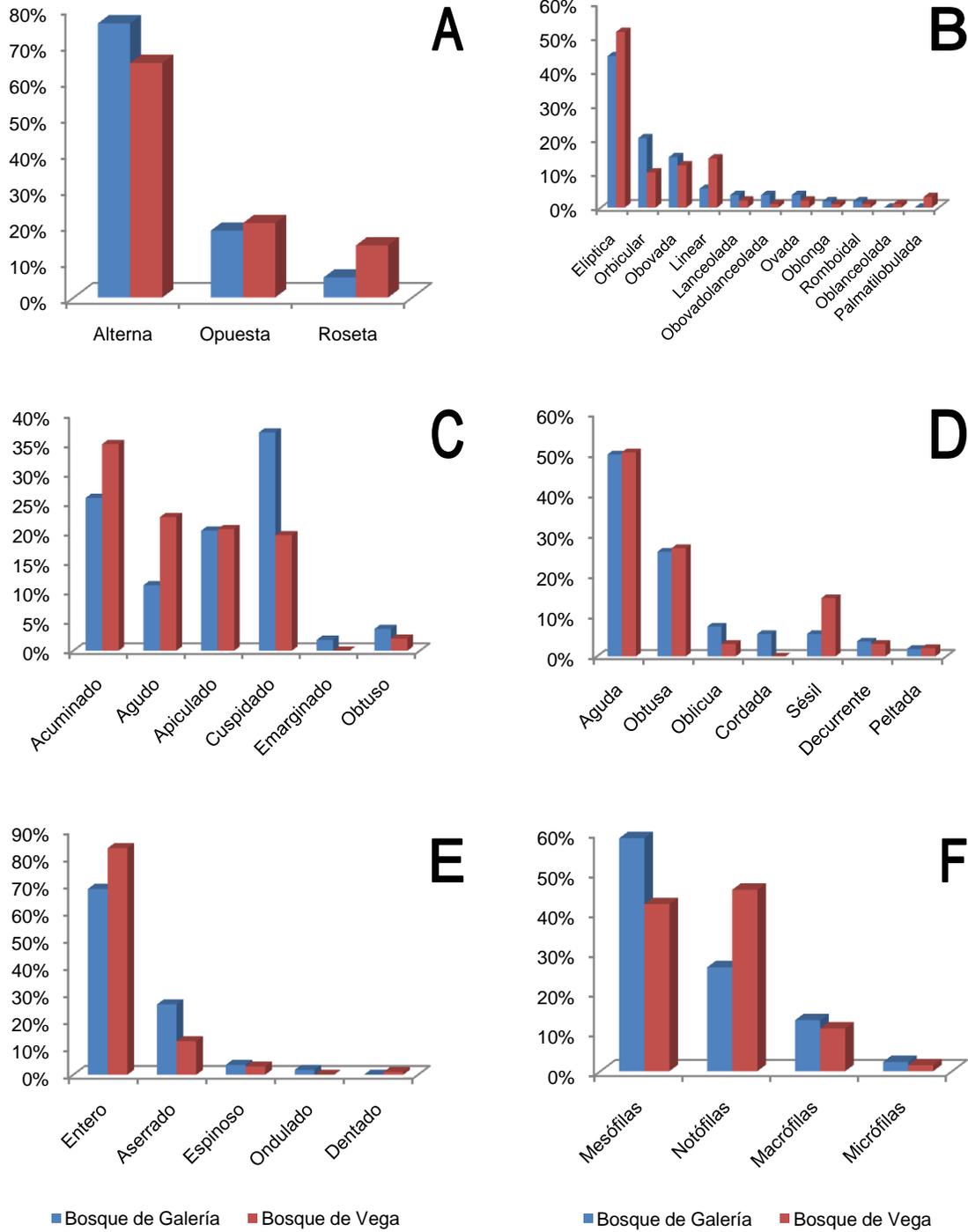
Por otra parte el 78% de las especies tienen un margen entero, y en segundo lugar se encuentra el aserrado (Tabla 4-4), la frecuencia de la margen entera es levemente mayor en los bosques de vega, mientras que en los bosques de galería lo es la aserrada (Figura 4-3E).

Por su área o tamaño las hojas más frecuentes fueron las mesófilas (52%), seguidas de las notófilas (34%) (Tabla 4-4); la frecuencia de las mesófilas es mayor en los bosques de galería, mientras que las notófilas son más frecuentes en los de vega (Figura 4-3F)

Tabla 4-4. Frecuencia (No. de individuos) de las variables foliares morfológicas en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

| Variable | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa (%) | Histograma (*) |
|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Tipo de Hoja | | | |
| Simple | 98 | 64,9 | ***** |
| Compuestas | 53 | 35,1 | ***** |
| Disposición | | | |
| Alternas | 104 | 68,87 | ***** |
| Opuestas | 30 | 19,87 | ***** |
| Arrosetada | 17 | 11,26 | ***** |
| Forma de la lámina | | | |
| Elíptica | 74 | 49,01 | ***** |
| Ovada | 21 | 13,91 | ***** |
| Obovada | 20 | 13,25 | ***** |
| Linear | 17 | 11,26 | ***** |
| Lanceolada | 4 | 2,65 | ** |
| Palmati-lobulada | 4 | 2,65 | ** |
| Orbicular | 3 | 1,99 | * |
| Romboidal | 3 | 1,99 | * |
| Oblonga | 2 | 1,32 | * |
| Obovado-lanceolada | 2 | 1,32 | * |
| Oblanceolada | 1 | 0,66 | * |
| Forma del ápice | | | |
| Acuminado | 48 | 31,79 | ***** |
| Cuspidado | 39 | 25,83 | ***** |
| Apiculado | 31 | 20,53 | ***** |
| Agudo | 28 | 18,54 | ***** |
| Obtuso | 4 | 2,65 | ** |
| Emarginado | 1 | 0,66 | * |
| Forma de la base | | | |
| Aguda | 76 | 50,33 | ***** |
| Obtusa | 40 | 26,49 | ***** |
| Sésil | 17 | 11,26 | ***** |
| Oblicua | 7 | 4,64 | *** |
| Decurrente | 5 | 3,31 | ** |
| Cordada | 3 | 1,99 | * |
| Peltada | 3 | 1,99 | * |
| Tipo de margen | | | |
| Entero | 118 | 78,15 | ***** |
| Aserrado | 26 | 17,22 | ***** |
| Espinoso | 5 | 3,31 | ** |
| Dentado | 1 | 0,66 | * |
| Ondulado | 1 | 0,66 | * |
| Área foliar | | | |
| Mesófilas | 78 | 51,66 | ***** |
| Notófilas | 51 | 33,77 | ***** |
| Macrófilas | 15 | 9,93 | ***** |
| Micrófilas | 7 | 4,64 | *** |
| Total Individuos | 151 | 100 | *Los asteriscos (*) representan 1%. |

Figura 4-3. Frecuencia de los diferentes estados de las variables foliares morfológicas en la bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto. A) Disposición o filotaxis, B) Forma de la lámina, C) Forma del ápice, D) Forma de base, E) Tipo de margen, F) Área foliar.



4.5.2 Agrupamiento de especies por biotipología foliar

El análisis de correspondencias múltiples (ACM) arrojó un total de 22 factores, con el 80% de la variación en los 13 primeros. El primer factor reúne el 7,75% de la variación y se encuentra mayormente representado por las variables filotaxis, forma de la base y tipo de hoja; el segundo factor reúne el 15,70% de la variación y se encuentra representado principalmente por las variables AFE, forma de la margen y succulencia (Anexo 4-1).

El análisis jerárquico de conglomerados basado en los factores del ACM produjo el árbol de la Figura 4-4; basado en esta configuración, el diagrama de índices de nivel (con los 50 primeros nodos del dendrograma Anexo 4-2) sugiere un corte máximo hasta los diez niveles de división del árbol (Figura 4-4). El procedimiento de corte del dendrograma del software SPAD 5.6 sugiere tres niveles óptimos de corte en tres, nueve y diez grupos, de los cuales se eligió el último (Figura 4-4).

El algoritmo de centros móviles muestra que sólo se necesitaron tres iteraciones para consolidar los diez grupos y que la inercia antes y después del agrupamiento varía en forma mínima entre y dentro de los grupos (Tabla 4-5). Esto indica que el método no afecta las posiciones iniciales de la mayoría de los individuos y por tanto se conservan las características que definían inicialmente a cada uno de los elementos en cada grupo; este resultado confirma el número de grupos encontrados en el análisis de clasificación jerárquica. La consolidación da como resultado que los grupos G2, G3, G7 y G8 ganen individuos provenientes de los grupos G1, G6 y G10 (Tabla 4-5). La composición final de los grupos resultantes se puede observar en el Anexo 4-3.

Figura 4-4. Dendrograma inicial del análisis de conglomerados con los 50 primeros nodos de las especies leñosas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

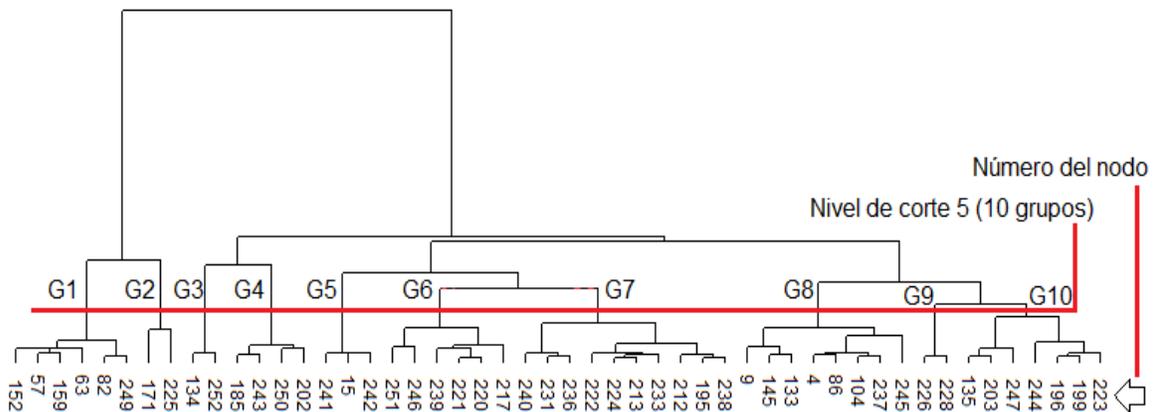


Tabla 4-5. Resultados del algoritmo de centros móviles aplicado a la clasificación de las especies leñosas en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

| Agrupación | Inercia antes | Inercia desp. | Conteo antes | Conteo desp. | Peso antes | Peso desp. | Distancia antes | Distancia desp. |
|---|----------------|----------------|--------------|--------------|------------|------------|-----------------|-----------------|
| Entre grupos | 0,93200 | 0,96116 | | | | | | |
| Intra grupos | | | | | | | | |
| G1 | 0,05617 | 0,04509 | 13 | 12 | 13,00 | 12,00 | 2,38141 | 2,43078 |
| G2 | 0,02980 | 0,03552 | 4 | 5 | 4,00 | 5,00 | 5,50872 | 4,92641 |
| G3 | 0,01557 | 0,01557 | 5 | 7 | 5,00 | 5,00 | 2,52080 | 2,52080 |
| G4 | 0,04569 | 0,04569 | 17 | 17 | 17,00 | 17,00 | 0,87073 | 0,87073 |
| G5 | 0,02448 | 0,02448 | 7 | 7 | 7,00 | 7,00 | 1,64665 | 1,64665 |
| G6 | 0,09022 | 0,05927 | 19 | 15 | 19,00 | 15,00 | 0,49607 | 0,73619 |
| G7 | 0,11323 | 0,12850 | 42 | 43 | 42,00 | 45,00 | 0,23832 | 0,22522 |
| G8 | 0,10135 | 0,10024 | 18 | 20 | 18,00 | 20,00 | 0,53583 | 0,52329 |
| G9 | 0,00988 | 0,00988 | 5 | 5 | 5,00 | 5,00 | 2,07684 | 2,07684 |
| G10 | 0,09788 | 0,09072 | 21 | 20 | 21,00 | 20,00 | 0,42916 | 0,50326 |
| Total | 1,60508 | 1,60508 | | | | | | |
| Proporción (I. inter / I. total) | 0,58066 | 0,59882 | | | | | | |

En la Figura 4-5 se presentan las categorías más representativas para las variables tipo de hoja, disposición o filotaxis, forma de la lámina, forma del ápice, forma de la base, tipo de margen y área foliar en cada uno de los grupos resultantes, los cuales tienen varias categorías por variable; sin embargo, algunas de ellas representan en mayor medida dicho grupo, dado que tienen mayor frecuencia. Los grupos resultantes del análisis son los siguientes:

Grupo 1. Se compone de 12 individuos (7,95%), todos ellos de la familia *Arecaceae*, particularmente las especies *Attalea butyracea*, *Euterpe precatoria*, *Roystonea oleracea* y *Syagrus sancona*. Se caracteriza por las hojas macrófilas compuestas, disposición arrosetada, forma alargada (lineal), ápice angulado, base sésil (Figura 4-5), AFE baja (entre 63 y 120 cm²/g) y succulencia intermedia (entre 0,1 y 0,13 g/cm²) (Figura 4-5).

Grupo 2. Se compone de 5 individuos (3,31%) todos de *Bactris major* (*Arecaceae*). Se caracteriza por las hojas compuestas, arrosetadas, con base sésil, margen espinoso (Figura 4-5). Los valores de AFE y esclerofilia son bajos (entre 63 y 177 cm²/g) y menos de 20% respectivamente), y presenta valores más altos de succulencia comparados con otros grupos (entre 0,04 y 0,17 g/cm²) (Figura 4-5).

Grupo 3. Se compone de 7 individuos, en su mayoría arbustos (también árboles y trepadoras) pertenecientes a las familias *Apocynaceae*, *Meliaceae*, *Piperaceae*,

Rubiaceae y Vitaceae. Presenta como rasgo distintivo una AFE alta (349-521 cm²/g) (Figura 4-5).

Grupo 4. Se compone de 17 individuos, principalmente árboles pertenecientes a las familias Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Meliaceae, Moraceae, Myrsinaceae, Ochnaceae, Polygonaceae, Sapindaceae y Tiliaceae. Sus rasgos distintivos son las hojas alternas (100%), márgenes serrulados, hojas mesófilas (Figura 4-5) y AFE media (120-192 cm²/g) (Figura 4-5).

Grupo 5. Se compone de 7 individuos, 100% árboles de las familias Apocynaceae, Caesalpiaceae, Euphorbiaceae, Mimosaceae, Moraceae y Myrtaceae. Se caracteriza principalmente por las hojas micrófilas (Figura 4-5).

Grupo 6. Se compone por 15 individuos, principalmente árboles (también arbustos y trepadoras) de las familias Anacardiaceae, Bignoniaceae, Burseraceae, Chrysobalanaceae, Erythroxylaceae, Flacourtiaceae, Lauraceae, Meliaceae, Myristicaceae y Sapotaceae. Básicamente presenta como rasgo distintivo las hojas notófilas (Figura 4-5) y una AFE baja (63-120(-235) cm²/g) (Figura 4-5).

Grupo 7. Se compone de 43 individuos, la mayoría de ellos árboles pertenecientes a las familias Anacardiaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Meliaceae, Mimosaceae, Myrsinaceae, Rubiaceae y Verbenaceae (aunque también algunos arbustos de las familias Capparaceae y Piperaceae, y una trepadora leñosa de la familia Vitaceae). Se caracteriza por presentar hojas notófilas alternas con forma alargada y base angulada (Figura 4-5), esclerofilia menor al 10% AFE media-baja ((63-)120-235(-292) cm²/g) y succulencia media ((0,04-)0,06-0,1(-0,17) g/cm²) (Figura 4-5).

Grupo 8. Se compone de 20 individuos, principalmente árboles pertenecientes a las familias Fabaceae, Moraceae, Phytolaccaceae, Polygonaceae, Sapindaceae y Sterculiaceae. Se caracteriza por sus hojas macrófilas, redondeadas en 100% (Figura 4-5), con AFE media-baja (63-235(-292) cm²/g) y succulencia media ((0,04-)0,1-0,13(-0,17) g/cm²) (Figura 4-5).

Grupo 9. Se compone de 5 individuos, árboles y arbustos de las familias Euphorbiaceae, Myrsinaceae y Rubiaceae. Presenta como rasgos distintivos una hojas con AFE media-alta (292-349 cm²/g) (Figura 4-5).

Grupo 10. Se compone de 20 individuos, árboles, arbustos y trepadoras de las familias Bignoniaceae, Clusiaceae, Hippocrateaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Siparunaceae y Verbenaceae. Presenta como rasgos distintivos las hojas opuestas en un 100% (Figura 4-5).

Figura 4-5. Patrón biotipológico foliar y variables morfoecológicas mejor representadas dentro de los grupos de especies en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto

| Estrategia uso de recursos | Grupo | Tamaño | Tipo | Disposición | Forma | Ápice | Base | Margen |
|---------------------------------|---------|-------------------------|------|-------------|-------|-------|------|--------|
| General | General | Notófilas/ Mesófilas | | | | | | |
| AFE Alta/ Esclerofilia Baja | G3 | Mesófilas | | | | | | |
| | G9 | Notófilas/ Mesófilas | | | | | | |
| | G4 | Mesófilas | | | | | | |
| AFE Media/ Esclerofilia Baja | G7 | Notófilas | | | | | | |
| | G8 | Macrófilas | | | | | | |
| | G10 | Mesófilas/ Notófilas | | | | | | |
| AFE Baja/ Esclerofilia Baja | G5 | Micrófilas | | | | | | |
| | G6 | Notófilas | | | | | | |
| | G2 | Mesófilas | | | | | | |
| | G1 | Macrófilas | | | | | | |

4.5.3 Variación morfoecológica entre grupos de especies

Los menores promedios de AFE se presentan en los grupos G1 y G2, justamente aquellos conformados por las palmas, mientras que los grupos con los mayores promedios registrados fueron G3 y G9. Se encontraron diferencias en el AFE entre los grupos identificados ($H=82,39$; $p<0,05$) y la prueba de comparaciones por pares evidencia que la mayor parte de estas diferencias se encuentra entre los grupos con los mayores valores de AFE (G3, G9, G4, G7 y G8) y entre éstos con los grupos de promedios más bajos (G1, G2, G6, G5 y G10), los cuales no presentan diferencias entre sí (excepto G10 y G1) (Figura 4-6A).

Se encontró que la esclerofilia es diferente entre los grupos ($H=60,94$; $p<0,05$) a pesar de que en general estuvo por debajo del 10% (Figura 4-6B). Al igual que para AFE, se aprecia que las mayores diferencias detectadas por las comparaciones por pares se encuentran entre los grupos con mayor esclerofilia (G6, G2 y G5) y los de menores valores (G3, G9 y G4), es decir entre los extremos; también se encontró que la esclerofilia es diferente entre los grupos con valores intermedios (G8, G10, G7 y G1), pero no entre ellos y los extremos (Figura 4-6B).

En cuanto a la succulencia, en general presentó valores muy bajos, menores a $0,3 \text{ g/cm}^2$; aún así se encontraron diferencias entre los grupos ($H=39,3$; $p<0,05$), y de acuerdo con la prueba de Mann-Whitney, las diferencias se encuentran básicamente entre los grupos G8, G10 y G1 y todos los demás (excepto el grupo G3) (Figura 4-6C).

4.6 Discusión

4.6.1 Variables morfológicas

Los patrones encontrados en la morfología foliar corresponden con lo esperado para los bosques húmedos de tierras bajas, en donde la tendencia son las hojas simples, mesófilas, con ápices puntiformes y margen entera (Córdoba 1995; Tafur & Rangel-Ch. 2005), en contraste la alta montaña en donde las hojas son más pequeñas y los ápices puntiformes se hacen menos frecuentes a medida que se asciende en altitud y se presentan con mayor frecuencia márgenes irregulares (Tafur & Rangel-Ch. 2005). Pero teniendo en cuenta que la precipitación anual máxima de esta región supera apenas los 2000 mm (que separa los bosques secos tropicales de los bosques húmedos, IAvH 1998), se podría pensar que las adaptaciones morfológicas de las hojas en estas especies reflejarían dichos regímenes de déficit hídrico (aunque hay registros excepcionales de 2500 mm, Mora-Fernández *et al.* 2011). Con una precipitación menor a 2000 mm, el patrón debería ser más parecido al de otras zonas de bosque seco en Colombia, en donde la tendencia son ápices no puntiformes y hojas compuestas, especialmente por la gran predominancia de las leguminosas (Rivera-Díaz & Rangel-Ch. 2012). Además, se sabe que en esta región reinaron condiciones de extrema sequía en el pasado durante las glaciaciones, las cuales favorecieron la expansión de las sabanas y el retroceso de los bosques (Rosales *et al.* 1999; Behling & Hooghiemstra 2000). Sin embargo, tal como se presentó en el **capítulo 2** del presente volumen, gran parte de las especies registradas

tiene una amplia distribución en el neotrópico, particularmente en varias regiones típicamente lluviosas como son la Amazonía o las zonas de piedemonte en los Andes. Desde estas regiones las especies de bosques húmedos seguramente pudieron colonizar de nuevo esta zona una vez terminaron las glaciaciones, justamente utilizando como corredores los bosques ribereños en donde las condiciones de humedad son favorables para este tipo de especies (Rosales *et al.* 1999). Por esta razón probablemente aún se conservan en estos bosques y se presentan en mayor proporción los rasgos foliares típicos de los bosques húmedos.

Por ejemplo, los ápices puntiformes ayudan a la hoja a deshacerse del exceso de agua más rápido que aquellas que no tienen esta característica (Ivey & DeSilva 2001; Burd 2007; Lightbody 1985; Nicotra *et al.* 2011), mientras que las hojas con márgenes irregulares (dentados y/o lobulados) sólo representan una ventaja en regiones de marcada estacionalidad como las zonas templadas (Baker-Brosh & Peet 1997) y en climas fríos (Tafur & Rangel-Ch. 2005; Royer & Wilf 2006) en donde ayudan a iniciar la fotosíntesis de forma temprana y a facilitar el intercambio de gases, por ello se presentan con mayor frecuencia. De la misma forma, las hojas compuestas son más frecuentes en zonas secas y/o con marcada estacionalidad (Givnish 1978; Malhado *et al.* 2010), lo cual puede representar una ventaja para crecer en altura y a la vez producir una gran cantidad de unidades fotosintéticas en la época de lluvias sin necesidad de invertir en tejidos lignificados como las ramas (Givnish 1978; Malhado *et al.* 2010). Por supuesto, esto no es necesario en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto en donde no hay estrés hídrico marcado debido a la influencia de los cursos de agua.

No obstante, un patrón similar al del río Pauto se ha encontrado en bosques secos de la región Caribe colombiana (Berdugo-Lattke 2011), en donde las hojas son primordialmente simples, meso/macrófilas, alargadas, membranosas (poco esclerófilas), con ápice puntiforme, base angulada y margen entero. Así mismo, en bosques húmedos de la misma región se encontraron hojas simples, meso/macrófilas, alargadas, coriáceas (esclerófilas), con ápice puntiforme, base angulada y margen irregular (serrulado y ondeado). En ambos tipos de bosque se contradice lo que se esperaría según la teoría sobre la proporción de hojas compuestas en las zonas secas (Givnish 1978; Malhado *et al.* 2010), sobre los ápices puntiformes (Ivey & DeSilva 2001) y lo mismo para los márgenes irregulares (Royer & Wilf 2006). Comparando ambos estudios parece que no hay relación entre bajos o altos niveles de precipitación y la presencia de los ápices puntiformes, sino que simplemente basta la presencia de la precipitación para que se

desarrolle este rasgo, y en cuanto a los márgenes irregulares parece que basta con un mayor nivel de humedad.

4.6.1 Agrupamiento de especies

En la clasificación se distinguen completamente las palmas del resto de las especies, lo que es consistente con el hábito particular de estas plantas y con su tipo de hojas único entre las angiospermas (Tomlinson 2006) (solamente igualado en algunos casos por especies de la familia Cyclanthaceae). Así mismo se diferencian entre sí las palmas del dosel del grupo G1 y las del sotobosque, que es el caso de *Bactris major* en el grupo G2; esto revela que existen grandes diferencias en los rasgos de historia de vida de palmas del sotobosque y las del dosel a pesar de presentar la misma forma de crecimiento, cosa que no ocurre en los otros grupos, pues están compuestos al mismo tiempo por árboles, arbustos y trepadoras, aunque en mayor o menor proporción.

Desde el grupo G3 hasta el G10 están representadas dicotiledóneas, en donde se aprecia un panorama de gran diversidad morfológica en las hojas, de forma que varios grupos sólo se ven representados por uno de varios rasgos foliares como es el caso del grupo G5 que se compone de plantas con hojas micrófilas. También ocurre que a pesar de que un rasgo es el más representativo, no es el único que se encuentra dentro de uno u otro grupo, como por ejemplo el grupo G4 con predominio de los márgenes irregulares (serrulados) o el grupo G8 con predominio de hojas macrófilas, pero en ninguno de los casos en un 100% de sus individuos.

Este hecho, sumado a la gran disparidad taxonómica de estos grupos, sugiere que la morfología de las hojas responde primordialmente al patrón climático de precipitación y temperatura, lo cual se ha encontrado previamente en otras regiones del país (Córdoba 1995; Tafur & Rangel-Ch. 2005; Berdugo-Lattke 2011). Esto es independiente de la taxonomía (en gran parte) y de los rasgos de historia de vida de las especies (reflejados en los índices morfoecológicos), ya que morfologías similares presentaron rasgos morfoecológicos distintos y viceversa, y de la misma forma entre especies del mismo género o familia. Aparentemente, la morfología de las hojas también es independiente de las condiciones del hábitat en la cuenca baja del río Pauto, pues los grupos encontrados están conformados por individuos de los tres tipos de bosque estudiados, los cuales presentan condiciones de suelo y regímenes de inundación diferenciales, tal como señala en reconocimiento edafológico de los llanos Orientales de la (FAO 1965). Así mismo,

estas características morfológicas son independientes de la importancia ecológica de las especies, ya que en todos los grupos se encontraron especies con diferentes valores de IVI, tanto altos como bajos, según se reportó en el **capítulo 3** del presente volumen.

4.6.2 Variación morfoecológica entre grupos foliares

Los valores de AFE son consistentes con el comportamiento de las especies de los grupos; el ejemplo más claro es el de G3, G9 y G4 pues están conformados por árboles y arbustos de las familias Rubiaceae, Myrsinaceae, Piperaceae, Apocynaceae y Euphorbiaceae, que son reconocidas como especies pioneras en diferentes ambientes tropicales (Riaño-Ospina 2005); algunas especies presentes en estos grupos son: *Guettarda elliptica*, *Psychotria lupulina*, *Randia venezuelensis*, *Stylogyne turbacensis*, *Piper aduncum*, *Stemmadenia grandiflora*, *Acalypha diversifolia* y *Sapium glandulosum*. En contraste, los grupos conformados principalmente por árboles del dosel presentan una AFE más baja. Lo mismo se puede decir con los grupos de palmas, ya que en el grupo G1 (palmas del dosel) la AFE es más baja que en el grupo G2 (palmas del sotobosque), ya que el sistema radical de las primeras debe desarrollarse lo suficiente antes de empezar a elongar el estípite, y por el gran volumen que alcanzan estas especies es un proceso más prolongado que el que necesitan palmas como *Bactris*, la cual crece relativamente más rápido y tiene la ventaja de reproducirse vegetativamente (Tomlinson 1990, 2006).

Ahora bien, en general, las especies leñosas de los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto no desarrollan estrategias contra el estrés hídrico por déficit, pues son poco esclerófilas y también muy poco suculentas. Esto se debe a que la influencia de los cursos de agua suple por completo las necesidades hídricas de estas especies a pesar de que en la región las precipitaciones son muy bajas (dentro de los límites establecidos para los bosques húmedos) y se presenta una marcada estacionalidad. Por el contrario, las mayores adaptaciones deben estar asociadas al estrés por exceso de agua en el suelo, las cuales se desarrollan a nivel de las raíces (Naiman & Decamps 1997). Aún así, es posible apreciar toda una gama de valores de esclerofilia entre los grupos, los cuales presentan diferencias significativas según la prueba de comparaciones por pares. Estas diferencias de esclerofilia se relacionan claramente de manera compensatoria con las diferencias encontradas para el AFE, ya que una alta AFE conlleva presentar una baja esclerofilia y viceversa. Aquellas especies con altos valores de AFE y una baja esclerofilia

se caracterizan por presentar una producción rápida de biomasa, mientras que aquellas con baja AFE y mayor esclerofilia son optimizadoras de nutrientes (Garnier *et al.* 2001).

De acuerdo con esta relación compensatoria entre las dos variables, se pueden identificar tres estrategias de uso de los recursos en la cuenca baja del río Pauto: en primer lugar estaría la producción lenta de biomasa (AFE media-baja/esclerofilia baja) representada en los grupos G1, G2, G6 y G5, producción media de biomasa (AFE media/esclerofilia baja) representada en el grupo G7, G8 y G10, y finalmente producción rápida de biomasa (AFE media-alta/esclerofilia baja) representada en los grupos G3, G9 y G4.

En este estudio aquellos grupos con menor esclerofilia son justamente los que más AFE presentan, por tanto, si se asume una relación entre AFE, la tasa de crecimiento relativo y la capacidad neta fotosintética como se propone en la literatura (Reich *et al.* 1998), esto indicaría que los grupos con mayor AFE (G3, G9 y G4) invierten menos biomasa por unidad de área para una mayor superficie fotosintética y por ende menor es la inversión en tejidos de protección contra la desecación; esto proporciona un crecimiento más rápido, y por consiguiente representa una ventaja frente a otras especies con valores bajos de AFE (Poorter & Garnier 1999). Lo mismo se podría decir entre el AFE y la succulencia, pues algunos de los grupos con menor AFE son justamente los que presentan mayor succulencia.

El patrón de esclerofilia mencionado se refuerza por la fertilidad de los suelos en estos bosques ribereños a diferencia de lo que ocurre con las variables morfológicas que están más relacionadas con el clima. En este caso se asume que la fertilidad es alta debido a los sedimentos que han depositado los ríos andinos en estos planos aluviales desde las glaciaciones, aunque es claramente menor en los bosques de galería, mayormente influidos por aguas de origen orinoquense (Goosen 1964; FAO 1965). Dado que la esclerofilia también se asocia con ambientes pobres en nutrientes (Poorter & Garnier 1999), es consistente con los resultados encontrados, que esta característica no se encuentre desarrollada en la cuenca baja del río Pauto.

En la región Caribe colombiana se han reportado valores superiores de esclerofilia y succulencia que los encontrados en los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto (Berdugo-Lattke 2011), aunque los valores promedio de AFE (teniendo en cuenta que $AFE=1/SLW$, masa foliar específica) son similares en ambos estudios. Como la esclerofilia y el AFE son inversamente proporcionales, esta comparación da cuenta de la relación compensatoria referente a este par de variables, de manera que habría especies más eficientes en la conservación de nutrientes en el Caribe colombiano en donde reinan

condiciones adversas de precipitación, frente a especies especializadas en producción de biomasa en el río Pauto bajo un régimen hídrico más favorable debido a la influencia de los cursos de agua.

Finalmente, vale la pena resaltar el hecho de que al mismo tiempo son más abundantes las especies con las menores AFE (palmas, G1 y G2) que aquellas especies con AFE más altas (ej. rubiáceas y euforbiáceas, G3 y G9); esto puede sugerir que son más importantes que la velocidad del crecimiento (en este tipo de bosques) otro tipo de rasgos como aquellos asociados a la reproducción, la dispersión, el establecimiento y la capacidad de afrontar los disturbios (Westoby 1998; Naiman *et al.* 2005; Grime 2006). No obstante, como se comentó en el **capítulo 3** del presente volumen, la presencia de *Attalea butyracea* en abundancia constituye una evidencia de grandes eventos de disturbio en el pasado en este tipo de bosques dado que es una planta que coloniza rápidamente zonas abiertas (por ejemplo ecosistemas alterados, como los potreros y los bosques secundarios), esto principalmente porque sus frutos los consume el ganado, los cerdos e incluso buitres o gallinazos y de paso ayudan a dispersar sus semillas, característica que en ocasiones la puede convertir en una maleza (Bernal *et al.* 2010; Bernal & Galeano 2010). De esta forma, a la luz de los presentes resultados parece haber una contradicción, por lo menos en lo que se refiere a esta especie. Posteriormente, Olivares & Galeano (2011) encontraron que los individuos de esta especie presentan una alta producción de hojas, la cual se mantiene igual entre subadultos acaules y palmas adultas con estípites cuando se encuentran en sitios abiertos con permanente disponibilidad de luz. Si en realidad *Attalea butyracea* tiene una estrategia de uso de los recursos de producción acelerada de biomasa (como demuestran los estudios), entonces puede haber un fallo en la metodología utilizada en la presente investigación, y lo más probable es que esté influyendo las mediciones hechas a partir de las pinnas de la palma en vez de con la hoja entera. Esta es una gran dificultad a la hora de hacer las mediciones del área foliar específica y otros rasgos foliares, pues no hay un consenso sobre cómo se deben medir este tipo de variables con hojas compuestas; en manuales de ecología funcional como Cornelissen *et al.* (2003), no se especifica qué hacer en tal caso, aunque se podría entender que debe hacerse con toda la hoja. Tampoco se ha dado la discusión de cómo abordar esta labor para la familia Arecaceae particularmente, en donde se encuentran algunas de las hojas más grandes de las angiospermas. Para establecer los protocolos que permitan dilucidar con certeza es necesario evaluar los índices foliares utilizando ambas metodologías: mediciones con todos los folíolos y el raquis de la hoja

compuesta o una muestra de filíolos individuales. Por lo pronto, hay que interpretar con cautela los resultados encontrados para los grupos de plantas con hojas compuestas y especialmente con las palmas.

4.7 Conclusiones

Los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto presentan un patrón biotipológico de hojas meso/notófilas, simples, alternas, con forma alargada, ápices puntiformes, base angulada y margen entero, el cual responde a las condiciones climáticas de precipitación y temperatura, y es independiente en parte de la taxonomía, de los rasgos morfoecológicos, de las características del suelo y de la importancia ecológica de las especies (abundancia, frecuencia y dominancia). Así mismo, este patrón es consistente con la teoría y los resultados de trabajos previos realizados en Colombia con respecto a los bosques tropicales de tierras bajas (franja tropical). Por otro lado, la clasificación de las especies según estas características morfológicas y sumado a los índices morfoecológicos (AFE, esclerofilia y succulencia) muestra una evidente división entre las dicotiledóneas y las palmas, en donde a su vez se aprecia claramente una diferenciación entre palmas de sotobosque y del dosel. No obstante, el panorama es menos claro en las dicotiledóneas, ya que los grupos encontrados son morfológicamente diversos a nivel de hojas y a nivel de formas de crecimiento, aunque predomina el patrón morfológico descrito y el hábito arbóreo. En estos grupos de dicotiledóneas tiene mayor peso los índices morfoecológicos y se evidencian cierta correspondencia en grupos conformados primordialmente por especies de familias arbustivas y pioneras los cuales presentan las mayores AFE, que se traduce en plantas de rápido crecimiento. Asociado a estos resultados, los índices morfoecológicos mostraron una relación compensatoria en donde a mayor AFE menor esclerofilia (y succulencia) y viceversa, de forma tal que entre los grupos encontrados se pueden distinguir tres estrategias de uso de los recursos: producción rápida de biomasa, producción media y producción lenta. Teniendo en cuenta que las especies agrupadas incluyen a aquellas con gran importancia ecológica y otras poco importantes, probablemente tengan mayor relevancia la reproducción, la dispersión, el establecimiento y la capacidad de afrontar los disturbios que la velocidad de crecimiento de estas especies.

4.8 Literatura citada

- Baker-Brosh, K.F., & R.K. Peet. 1997. The Ecological Significance of Lobed and Toothed Leaves in Temperate Forest Trees. *Ecology* 78(4):1250–1255.
- Behling, H., & H. Hooghiemstra. 2000. Holocene Amazon rainforest-savanna dynamics and climatic implications: high-resolution pollen record from Laguna Loma Linda in eastern Colombia. *Journal of Quaternary Science* 15:687–695.
- Berdugo-Lattke, M.L. 2011. *Patrones biotipológicos a nivel foliar de la vegetación y su respuesta a las series hídricas en áreas de la Región Caribe de Colombia*. Tesis de Maestría, Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología.
- Bernal, R., G. Galeano, N. García, I.L. Olivares, & C. Cocomá. 2010. “Uses and Commercial Prospects for the Wine Palm, *Attalea Butyracea*, in Colombia.” *Ethnobotany Research and Applications* 8: 255–268.
- Burd, M. 2007. Adaptive Function of Drip Tips: A Test of the Epiphyll Hypothesis in *Psychotria marginata* and *Faramea occidentalis* (Rubiaceae). *Journal of Tropical Ecology* 23(4):449–455.
- CISIA. 1996. *Introduction à SPAD Version 5.0: Manuel de Prise en Main*. 261, rue de Paris – 93556 Montreuil Cedex (France): CISIA-CERESTA. www.cisia.com.
- Córdoba, M. 1995. *Caracterización florístico-estructural y biotipológica de la vegetación en dos tipos de bosques en la parte central de la serranía de Naquén (Guainía)*. Trabajo de Grado, Bogotá D.C.: Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana.
- Cornelissen, J.H.C., S.Lavorel, E. Garnier, S. Díaz, N. Buchmann, D.E. Gurvich, P.B. Reich, H. ter Steege, H.D. Morgan, M.G.A. van der Heijden, J.G. Pausas & H. Poorter 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 51(4): 335–380.
- FAO. 1965. *Reconocimiento edafológico de los Llanos Orientales, Colombia*. Vol. II. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Ferreira, T., & WS. Rasband. 2012. ImageJ User Guide — IJ 1.46. <http://imagej.nih.gov/ij/docs/guide/>.
- Galeano, G. & R. Bernal. 2010. *Palmas de Colombia: guía de campo*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales.
- Garnier, E., B. Shipley, C. Roumet, & G. Laurent. 2001. A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. *Functional Ecology* 15(5):688–695.
- Givnish, T.J. 1978. On the adaptive significance of compound leaves with particular reference to tropical trees. En: *Tropical trees as living systems*, Eds. P.B. Tomlinson & M.H. Zimmerman, pp. 351–380. University Press, Cambridge.

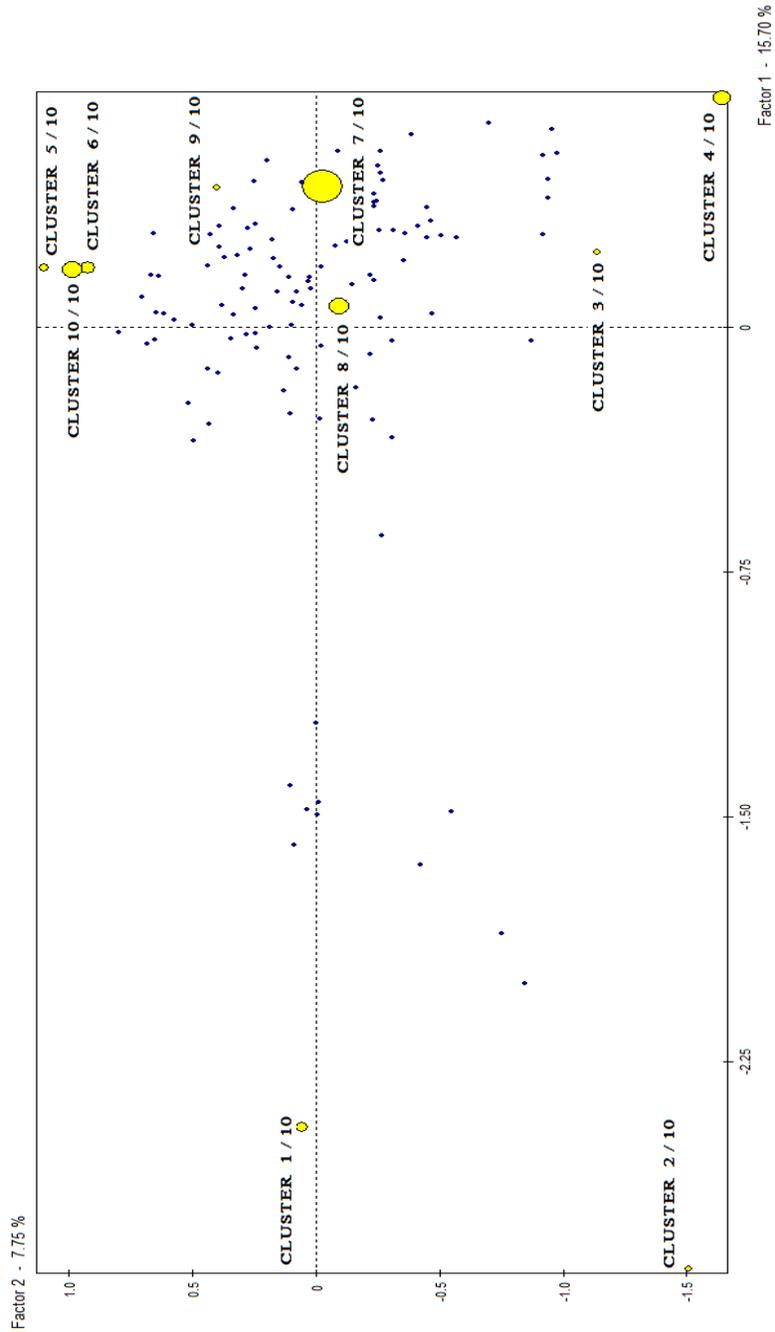
- Goosen, D. 1964. Geomorfología de los Llanos Orientales. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 12(46):129–139.
- Grime, J.P. 2006. *Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties*. John Wiley & Sons.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper, & P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):1–9.
- Hobbie, S.E., D.B. Jensen, & F.S. Chapin III. 1994. Resource supply and disturbance as controls over present and future plant diversity. En: *Biodiversity and ecosystem function*, Eds. E.D. Schulze & H.A. Mooney, pp. 385–408. Springer Verlag.
- IAvH. 1998. *El bosque seco tropical (Bs-T) en Colombia*. Programa de inventario de la biodiversidad, grupo de exploraciones y monitoreo ambiental GEMA. Villa de Leyva: Instituto Alexander von Humboldt (IAVH).
- Ivey, C.T., & N. DeSilva. 2001. A Test of the Function of Drip Tips. *Biotropica* 33(1):188–191.
- Johansson, M., C. Nilsson, & E. Nilsson. 1996. Do rivers function as corridors for plant dispersal? *Journal of Vegetation Science* 7:593–98.
- Johnson, W.C. 1994. Woodland expansion in the Platte River, Nebraska: patterns and causes. *Ecological Monographs* 64:45–84.
- Lawton, J.H., & V.K. Brown. 1994. Redundancy in ecosystems. En: *Biodiversity and Ecosystem Function*, Eds. E.D. Schulze & H.A. Mooney, pp. 255–270. Springer-Verlag.
- Lightbody, J.P. 1985. Distribution of Leaf Shapes of *Piper* sp. in a Tropical Cloud Forest: Evidence for the Role of Drip-tips. *Biotropica* 17(4) (December 1):339–342.
- Malhado, Ana C. M., Robert J. Whittaker, Yadvinder Malhi, Richard J. Ladle, Hans ter Steege, Oliver Phillips, L. E. O. C. Aragão, Timothy R. Baker, Luzmilla Arroyo, Samuel Almeida, Niro Higuchi, Tim J. Killeen, Abel Monteagudo, Nigel C. A. Pitman, Adriana Prieto, Rafael P. Salomão, Rodolfo Vásquez-Martínez, William F. Laurance, et al. 2010. Are compound leaves an adaptation to seasonal drought or to rapid growth? Evidence from the Amazon rain forest. *Global Ecology and Biogeography* 19(6):852–862.
- Menninger, H.L., & M.A. Palmer. 2006. Restoring Ecological Communities: From Theory to Practice. En: *Foundations of Restoration Ecology*, Eds. D.A. Falk, M.A. Palmer, & J.B. Zedler, pp. 88–113. Island Press.
- Montenegro, A., & O. Vargas. 2007. Atributos vitales de especies leñosas en tres tipos de borde de bosque altoandino. En: *Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino: el caso de la reserva forestal de Cogua, Cundinamarca*, Eds. O. Vargas & Grupo de Restauración Ecológica, pp. 182–199. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología.

- Mora-Fernández, C., C. Castellanos-Castro, A. Cardona-Cardozo, L. Pinzón-Pérez, & J.O. Vargas-Ríos. 2011. Geología, geomorfología, clima y vegetación. En: *Mamíferos, Reptiles y Ecosistemas del Bloque Cubiro (Casanare): Educación Ambiental para la Conservación*, Ed. T. León-Sicard, pp. 49–73. Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional de Colombia, Alange Energy Corp.
- Naiman, R.J., & H. Decamps. 1997. The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28(1):621–658.
- Naiman, R.J., H. Décamps, & M.E. McClain. 2005. *Riparia: Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities*. San Diego: Elsevier/Academic Press.
- Nicotra, A.B., A. Leigh, C.K. Boyce, C.S. Jones, K.J. Niklas, D.L. Royer, & H. Tsukaya. 2011. The evolution and functional significance of leaf shape in the angiosperms. *Functional Plant Biology* 38(7):535–552.
- Nilsson, C., A. Ekblad, M. Gardfjell, & B. Carlberg. 1991. Long-term effects of river regulation on river margin vegetation. *Journal of Applied Ecology* 28:963–87.
- Olivares, I., & G. Galeano. 2013. "Leaf and Inflorescence Production of the Wine Palm (*Attalea Butyracea*) in the Dry Magdalena River Valley, Colombia." *Caldasia* 35 (1): 37–48.
- Poorter, H., & E. Garnier. 1999. Ecological significance of inherent variation in relative growth rate and its components. En: *Handbook of Functional Plant Ecology*, Eds. F.I. Pugnaire & F. Valladares, pp. 81–120. New York. USA.: Marcel Dekker, Inc.
- Rangel-Ch., J.O., C. Delgado, & J. Uribe. 1986. Aspectos Biotipológicos y Morfoecológicos de la vegetación en Gorgona. En: *Biota y ecosistemas de Gorgona*, Eds. J. Aguirre-C. & J.O. Rangel-Ch., pp. 152–169. Bogotá: Fondo FEN-Colombia.
- Rasband, W. 1997. ImageJ. U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA. <http://imagej.nih.gov/ij/>.
- Raunkjær, C. 1934. *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford University Press.
- Reich, P. B., D. S. Ellsworth, & M. B. Walters. 1998. Leaf structure (specific leaf area) modulates photosynthesis–nitrogen relations: evidence from within and across species and functional groups. *Functional Ecology* 12(6):948–958.
- Reich, P.B., I.J. Wright, J. Cavender-Bares, J.M. Craine, J. Oleksyn, M. Westoby, & M.B. Walters. 2003. The Evolution of Plant Functional Variation: Traits, Spectra, and Strategies. *International Journal of Plant Sciences* 164(3 Suppl.):143–1642.
- Riaño-Ospina, Karolina. 2005. Aspectos ecológicos de diez especies pioneras arbóreas en corredores de conexión Barbas-Bremen, Quindío-Colombia. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Licenciada en Biología y Educación Ambiental, Armenia: Universidad del Quindío, Facultad de Educación, Programa de Licenciatura en Biología y Educación Ambiental.

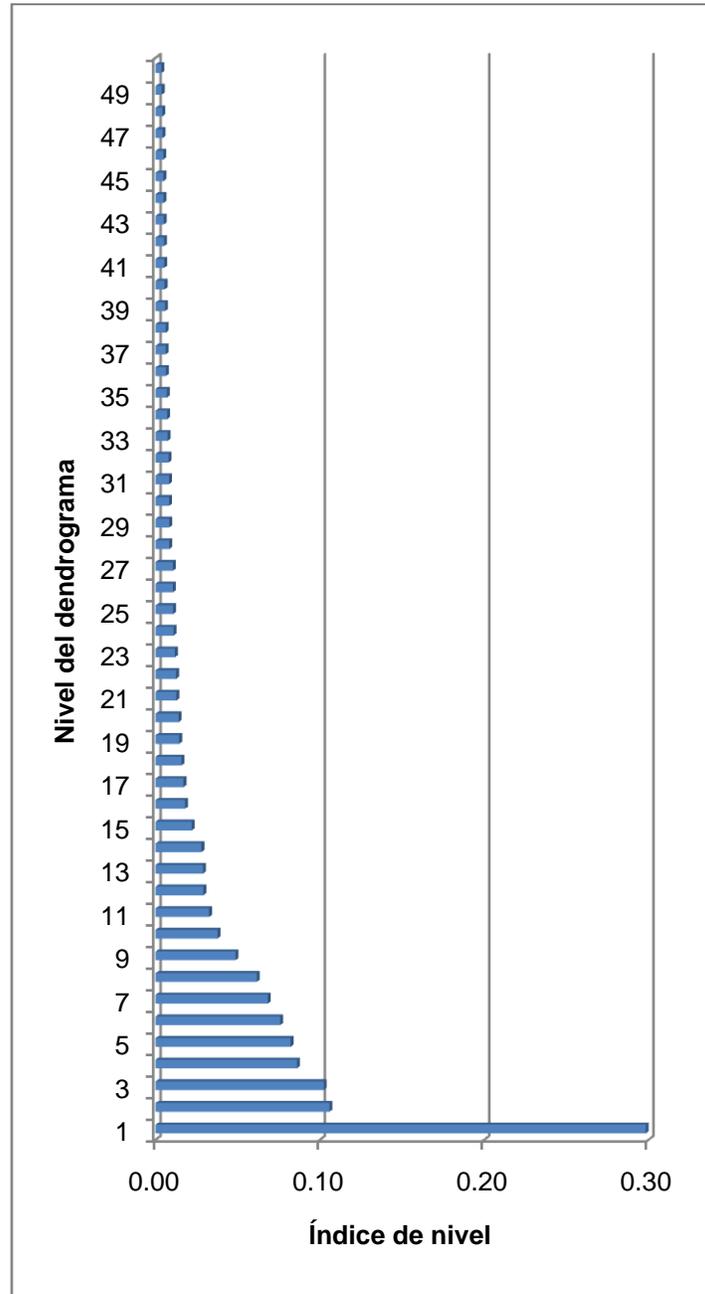
- Rincón, N., M.A. Olarte, & J.C. Pérez. 2012. Determinación del Área Foliar en Fotografías Tomadas con una Cámara Web, un Teléfono Celular o una Cámara Semiprofesional. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 65(1):6399–6405.
- Rivera-Díaz, O., & J.O. Rangel-Ch. 2012. Diversidad de espermatófitos de la región Caribe colombiana. En: *Colombia Diversidad Biótica XII: La región Caribe de Colombia*, Ed. J.O. Rangel-Ch., pp. 199–363. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.
- Rosales, J., G. Petts, & J. Salo. 1999. Riparian flooded forests of the Orinoco and Amazon basins: a comparative review. *Biodiversity and Conservation* 8:551–586.
- Royer, D.I., & P. Wilf. 2006. Why Do Toothed Leaves Correlate with Cold Climates? Gas Exchange at Leaf Margins Provides New Insights into a Classic Paleotemperature Proxy. *International Journal of Plant Sciences* 167(1):11–18.
- Sigafoos, R. S. 1964. Botanical evidence of floods and flood-plain deposition. PP - 485-A. United States Geological Survey. <http://pubs.er.usgs.gov/publication/pp485A>.
- Sturges, H.A. 1926. The Choice of a Class Interval. *Journal of the American Statistical Association* 21(153):65–66.
- Tafur, E., & J.O. Rangel-Ch. 2005. Caracterización preliminar de la textura foliar de la vegetación en los transectos del Tatamá (Cordillera occidental, Colombia). En: *Estudios de ecosistemas Tropaandinos 7*, Eds. T. Van der Hammer, J.O. Rangel-Ch., & A.M. Cleff, pp. 661–687. Berlín: J. Cramer.
- Tomlinson, P. B. 1990. *The structural biology of palms*. EE.UU.: Oxford University Press.
- Tomlinson, P. Barry. 2006. The uniqueness of palms. *Botanical Journal of the Linnean Society* 151(1):5–14.
- Webb, L. J. 1959. A Physiognomic Classification of Australian Rain Forests. *Journal of Ecology* 47(3) (October 1):551–570.
- Westoby. 1998. A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. *Plant Soil* 199:213–227.
- Woodward, F.I. 1994. How many species are required for a functional ecosystem? En: *Biodiversity and Ecosystem Function*, Eds. E.D. Schulze & H.A. Mooney, pp. 271–291. Springer-Verlag.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Nueva Jersey: Prentice Hall PTR.

4.9 Anexos

Anexo 4-1. Representación del análisis factorial de correspondencias múltiples (ACM) con las variables categóricas de biotipología foliar e índices morfoecológicos de las especies leñosas de la cuenca baja del río Pauto.



Anexo 4-2. Diagrama de índices de nivel para la clasificación preliminar de las especies leñosas de la cuenca baja del río Pauto.



Anexo 4-3. Composición de los grupos de especies y valores de índices morfoecológicos en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

| Grupo | Familia | ESPECIE | Forma de crecimiento | AFE | Esclerofilia | Suculencia |
|-----------|----------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------|---------------|---------------|
| 1 | ARECACEAE | <i>Attalea butyracea</i> | Palmoide | 102 ± 6,3 | 8,6 ± 0,4 | 0,107 ± 0,006 |
| | | <i>Euterpe precatoria</i> | Palmoide | 89 ± 8,9 | 8,3 ± 0,4 | 0,136 ± 0,017 |
| | | <i>Roystonea oleracea</i> | Palmoide | 146 ± 13,3 | 5,5 ± 0,4 | 0,119 ± 0,004 |
| | | <i>Syagrus zanzonana</i> | Palmoide | 119 ± 11,6 | 7,6 ± 0,9 | 0,105 ± 0,010 |
| 2 | | <i>Bactris major</i> | Palmoide | 115 ± 9,8 | 10,5 ± 2,4 | 0,105 ± 0,021 |
| 3 | APOCYNACEAE | <i>Stemmadenia grandiflora</i> | Arbusto | 532 ± 167,6 | 2,5 ± 0,4 | 0,079 ± 0,028 |
| | MELIACEAE | <i>Cedrela odorata</i> | Árbol | 350 ± 12,7 | 6,3 ± 0,3 | 0,043 ± 0,004 |
| | PIPERACEAE | <i>Piper aduncum</i> | Arbusto | 394 ± 107,6 | 3,5 ± 0,2 | 0,072 ± 0,016 |
| | | <i>Piper anonifolium</i> | Arbusto | 429 ± 46,0 | 2,7 ± 0,1 | 0,087 ± 0,008 |
| | RUBIACEAE | <i>Randia venezuelensis</i> | Arbusto | 365 ± 19,1 | 4,2 ± 0,8 | 0,065 ± 0,011 |
| VITACEAE | <i>Cissus verticillata</i> | Trepadora leñosa | 373 ± 44,8 | 2,0 ± 0,1 | 0,135 ± 0,018 | |
| 4 | EUPHORBIACEAE | <i>Acalypha diversifolia</i> | Arbusto | 247 ± 23,9 | 5,3 ± 0,5 | 0,073 ± 0,001 |
| | | <i>Sapium glandulosum</i> | Árbol | 151 ± 2,9 | 3,7 ± 0,1 | 0,172 ± 0,007 |
| | FLACOURTIACEAE | <i>Casearia mariquitensis</i> | Árbol | 176 ± 21,3 | 5,6 ± 0,6 | 0,096 ± 0,002 |
| | MELIACEAE | <i>Trichilia martiana</i> | Árbol | 237 ± 21,4 | 5,5 ± 0,2 | 0,073 ± 0,008 |
| | | <i>Trichilia pallida</i> | Árbol | 262 ± 20,4 | 4,1 ± 0,6 | 0,091 ± 0,018 |
| | MORACEAE | <i>Sorocea sprucei</i> | Árbol | 291 ± 15,2 | 5,5 ± 0,7 | 0,060 ± 0,006 |
| | | <i>Sorocea</i> sp. 04 | Árbol | 243 ± 11,4 | 6,4 ± 3,3 | 0,073 ± 0,038 |
| | | <i>Trophis racemosa</i> | Árbol | 252 ± 18,3 | 7,2 ± 0,9 | 0,054 ± 0,006 |
| | MYRSINACEAE | <i>Stylogyne turbacensis</i> | Árbol | 272 ± 24,6 | 2,9 ± 0,2 | 0,123 ± 0,006 |
| | OCHNACEAE | <i>Ouratea polyantha</i> | Árbol | 242 ± 44,9 | 6,2 ± 0,6 | 0,064 ± 0,009 |
| | POLYGONACEAE | <i>Triplaris weilgiana</i> | Árbol | 265 ± 32,3 | 4,7 ± 0,6 | 0,078 ± 0,004 |
| | SAPINDACEAE | <i>Allophylus racemosus</i> | Árbol | 285 ± 4,6 | 4,5 ± 0,5 | 0,075 ± 0,007 |
| TILIACEAE | <i>Luehea seemannii</i> | Árbol | 265 ± 22,2 | 5,7 ± 0,7 | 0,065 ± 0,005 | |
| 5 | APOCYNACEAE | <i>Lacmellea edulis</i> | Árbol | 137 ± 16,4 | 5,7 ± 0,4 | 0,122 ± 0,007 |

Anexo 4-3. Composición de los grupos de especies y valores de índices morfoecológicos en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

| Grupo | Familia | ESPECIE | Forma de crecimiento | AFE | Esclerofilia | Suculencia |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------|---------------|---------------|
| | CAESALPINACEAE | <i>Copaifera pubiflora</i> | Árbol | 106 ± 3,7 | 10,0 ± 0,2 | 0,086 ± 0,002 |
| | EUPHORBIACEAE | <i>Mabea trianae</i> | Árbol | 199 ± 6,9 | 8,2 ± 0,2 | 0,056 ± 0,003 |
| | MIMOSACEAE | <i>Inga interrupta</i> | Árbol | 106 ± 5,8 | 9,7 ± 0,2 | 0,088 ± 0,003 |
| | MORACEAE | <i>Ficus dendrosida</i> | Árbol | 125 ± 3,4 | 6,8 ± 0,2 | 0,109 ± 0,001 |
| | MYRTACEAE | <i>Myrtaceae</i> sp. 01 | Árbol | 173 ± 6,5 | 8,4 ± 0,6 | 0,064 ± 0,008 |
| 6 | ANACARDIACEAE | <i>Spondias mombin</i> | Árbol | 103 ± 10,3 | 7,0 ± 0,2 | 0,130 ± 0,008 |
| | BIGNONIACEAE | <i>Arrabidaea candicans</i> | Trepadora leñosa | 167 ± 6,1 | 12,9 ± 1,3 | 0,041 ± 0,003 |
| | BURSERACEAE | <i>Protium guianense</i> | Árbol | 99 ± 4,9 | 10,4 ± 1,2 | 0,088 ± 0,010 |
| | CHRYSOBALANACEAE | <i>Licania apetala</i> | Árbol | 109 ± 6,3 | 16,6 ± 5,8 | 0,052 ± 0,014 |
| | ERYTHROXYLACEAE | <i>Erythroxylum amazonicum</i> | Arbusto | 116 ± 2,3 | 10,2 ± 0,7 | 0,076 ± 0,007 |
| | FLACOURTIACEAE | <i>Casearia aculeata</i> | Arbusto | 204 ± 152,5 | 19,7 ± 26,2 | 0,059 ± 0,021 |
| | Lauraceae | <i>Nectandra</i> sp. 01 | Árbol | 103 ± 3,1 | 10,1 ± 0,4 | 0,087 ± 0,002 |
| | Lauraceae | <i>Lauraceae</i> sp. 06 | Árbol | 133 ± 2,1 | 10,4 ± 0,4 | 0,065 ± 0,003 |
| | MELIACEAE | <i>Trichilia pallida</i> | Árbol | 234 ± 14,2 | 10,3 ± 2,6 | 0,038 ± 0,008 |
| | MIMOSACEAE | <i>Inga interrupta</i> | Árbol | 112 ± 1,5 | 9,4 ± 0,3 | 0,085 ± 0,002 |
| | MYRISTICACEAE | <i>Virola surinamensis</i> | Árbol | 72 ± 3,5 | 6,0 ± 0,5 | 0,219 ± 0,007 |
| SAPOTACEAE | <i>Sarcaulus brasiliensis</i> | Árbol | 94 ± 0,4 | 10,4 ± 0,3 | 0,092 ± 0,004 | |
| 7 | ANNONACEAE | <i>Annona purpurea</i> | Árbol | 221 ± 11,1 | 6,7 ± 0,6 | 0,064 ± 0,009 |
| | BIGNONIACEAE | <i>Arrabidaea candicans</i> | Trepadora leñosa | 224 ± 1,4 | 6,0 ± 0,2 | 0,070 ± 0,003 |
| | BURSERACEAE | <i>Bursera simaruba</i> | Árbol | 278 ± 24,3 | 4,3 ± 0,4 | 0,080 ± 0,000 |
| | CAPPARACEAE | <i>Capparidastrium sola</i> | Arbusto | 165 ± 17,2 | 7,4 ± 0,6 | 0,079 ± 0,002 |
| | Hirtella | <i>Hirtella racemosa</i> | Árbol | 180 ± 5,9 | 6,9 ± 0,0 | 0,075 ± 0,003 |
| | Hirtella | <i>Hirtella triandra</i> | Árbol | 159 ± 5,1 | 8,6 ± 0,9 | 0,067 ± 0,005 |
| | CHRYSOBALANACEAE | <i>Licania apetala</i> | Árbol | 149 ± 3,8 | 9,7 ± 0,6 | 0,062 ± 0,003 |
| CHRYSOBALANACEAE | <i>Licania subaracnophylla</i> | Árbol | 125 ± 20,3 | 8,8 ± 1,5 | 0,084 ± 0,004 | |

Anexo 4-3. Composición de los grupos de especies y valores de índices morfoecológicos en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

| Grupo | Familia | ESPECIE | Forma de crecimiento | AFE | Esclerofilia | Suculencia |
|-------|-----------------------|--------------------------------|----------------------|------------|--------------|---------------|
| | CONNARACEAE | <i>Rourea glabra</i> | Trepadora leñosa | 186 ± 10,7 | 7,6 ± 0,3 | 0,066 ± 0,002 |
| | EUPHORBIACEAE | <i>Sapium glandulosum</i> | Árbol | 139 ± 14,3 | 4,9 ± 0,4 | 0,155 ± 0,013 |
| | FABACEAE | <i>Ormosia macrocalyx</i> | Árbol | 173 ± 8,7 | 7,3 ± 0,4 | 0,074 ± 0,009 |
| | FLACOURTIACEAE | <i>Casearia aculeata</i> | Arbusto | 227 ± 4,0 | 5,1 ± 0,1 | 0,082 ± 0,001 |
| | Lauraceae | <i>Cinnamomum triplernerve</i> | Árbol | 155 ± 11,2 | 6,6 ± 0,6 | 0,094 ± 0,004 |
| | | <i>Ocotea cernua</i> | Árbol | 163 ± 8,5 | 7,3 ± 0,2 | 0,078 ± 0,002 |
| | MELIACEAE | <i>Guarea guidonia</i> | Árbol | 162 ± 7,1 | 6,5 ± 0,5 | 0,095 ± 0,008 |
| | | <i>Trichilia martiana</i> | Árbol | 224 ± 59,4 | 6,2 ± 0,8 | 0,071 ± 0,013 |
| | | <i>Trichilia pallida</i> | Árbol | 173 ± 49,4 | 7,1 ± 0,2 | 0,081 ± 0,026 |
| | MIMOSACEAE | <i>Inga gracilior</i> | Árbol | 144 ± 28,5 | 8,9 ± 2,1 | 0,074 ± 0,006 |
| | | <i>Inga punctata</i> | Árbol | 149 ± 1,4 | 7,4 ± 0,7 | 0,084 ± 0,008 |
| | | <i>Inga sp. 01</i> | Árbol | 197 ± 46,1 | 8,4 ± 0,4 | 0,057 ± 0,014 |
| | | <i>Zygia inaequalis</i> | Arbusto | 163 ± 13,9 | 8,3 ± 1,0 | 0,068 ± 0,004 |
| | | <i>Zygia sp. 03</i> | Arbusto | 181 ± 11,4 | 8,7 ± 0,3 | 0,058 ± 0,001 |
| | MORACEAE | <i>Brosimum alicastrum</i> | Árbol | 173 ± 8,7 | 8,5 ± 0,6 | 0,063 ± 0,001 |
| | | <i>Clarisia biflora</i> | Árbol | 195 ± 11,3 | 7,7 ± 0,8 | 0,066 ± 0,005 |
| | | <i>Maclura tinctoria</i> | Árbol | 213 ± 12,7 | 5,3 ± 0,3 | 0,084 ± 0,002 |
| | | <i>Maquira coriacea</i> | Árbol | 141 ± 7,3 | 7,2 ± 0,3 | 0,092 ± 0,002 |
| | | <i>Sorocea sprucei</i> | Árbol | 185 ± 11,3 | 6,5 ± 1,0 | 0,079 ± 0,009 |
| | MYRSINACEAE | <i>Stylogyne turbacensis</i> | Árbol | 181 ± 9,2 | 4,5 ± 0,1 | 0,116 ± 0,003 |
| | MYRTACEAE | <i>Myrtaceae sp. 01</i> | Árbol | 167 ± 7,5 | 7,9 ± 0,3 | 0,070 ± 0,000 |
| | | <i>Myrtaceae sp. 02</i> | Árbol | 187 ± 16,6 | 6,7 ± 0,4 | 0,076 ± 0,004 |
| | SAPINDACEAE | <i>Matayba arborescens</i> | Árbol | 119 ± 15,6 | 10,0 ± 0,5 | 0,077 ± 0,013 |
| | | <i>Matayba scrobiculata</i> | Árbol | 157 ± 5,2 | 8,3 ± 0,2 | 0,071 ± 0,002 |
| | SAPOTACEAE | <i>Sarcaulus brasiliensis</i> | Árbol | 129 ± 3,1 | 9,4 ± 2,3 | 0,078 ± 0,022 |

Anexo 4-3. Composición de los grupos de especies y valores de índices morfoecológicos en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

| Grupo | Familia | ESPECIE | Forma de crecimiento | AFE | Esclerofilia | Suculencia |
|---------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------|---------------|---------------|
| 8 | ANNONACEAE | <i>Annona janhii</i> | Trepadora leñosa | 179 ± 23,4 | 6,2 ± 0,1 | 0,086 ± 0,011 |
| | ARALIACEAE | <i>Dendropanax arboreus</i> | Árbol | 214 ± 29,0 | 4,1 ± 0,4 | 0,111 ± 0,006 |
| | | <i>Schefflera morototoni</i> | Árbol | 149 ± 55,6 | 5,5 ± 0,2 | 0,128 ± 0,049 |
| | BIXACEAE | <i>Cochlospermum vitifolium</i> | Árbol | 211 ± 33,0 | 5,5 ± 0,7 | 0,083 ± 0,004 |
| | BORAGINACEAE | <i>Cordia panamensis</i> | Árbol | 119 ± 12,8 | 8,2 ± 3,3 | 0,108 ± 0,030 |
| | CECROPIACEAE | <i>Cecropia peltata</i> | Árbol | 147 ± 23,0 | 5,9 ± 0,8 | 0,142 ± 0,044 |
| | CLUSIACEAE | <i>Vismia macrophylla</i> | Árbol | 198 ± 33,4 | 5,5 ± 0,3 | 0,089 ± 0,016 |
| | FABACEAE | <i>Swartzia</i> sp. 02 | Árbol | 167 ± 13,1 | 9,3 ± 0,3 | 0,059 ± 0,007 |
| | MORACEAE | <i>Ficus obtusifolia</i> | Árbol | 208 ± 15,8 | 3,7 ± 0,3 | 0,126 ± 0,001 |
| | PHYTOLACCACEAE | <i>Seguiera macrophylla</i> | Trepadora leñosa | 178 ± 20,2 | 6,6 ± 0,5 | 0,080 ± 0,003 |
| | POLYGONACEAE | <i>Coccoloba caracasana</i> | Árbol | 113 ± 8,5 | 6,5 ± 0,1 | 0,128 ± 0,011 |
| | SAPINDACEAE | <i>Cupania americana</i> | Árbol | 89 ± 7,7 | 8,4 ± 0,6 | 0,123 ± 0,001 |
| STERCULIACEAE | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Árbol | 210 ± 62,6 | 4,3 ± 0,1 | 0,115 ± 0,043 | |
| | <i>Teobroma cacao</i> | Árbol | 252 ± 11,1 | 7,5 ± 0,3 | 0,049 ± 0,003 | |
| | | | | | | |
| 9 | EUPHORBIACEAE | <i>Sapium glandulosum</i> | Árbol | 324 ± 110,4 | 3,8 ± 2,1 | 0,092 ± 0,025 |
| | MYRSINACEAE | <i>Stylogyne turbacensis</i> | Árbol | 297 ± 40,7 | 2,9 ± 0,5 | 0,114 ± 0,006 |
| | RUBIACEAE | <i>Guettarda elliptica</i> | Arbusto | 304 ± 23,1 | 3,9 ± 0,1 | 0,082 ± 0,004 |
| | | <i>Psychotria lupulina</i> | Arbusto | 304 ± 10,9 | 5,4 ± 0,3 | 0,058 ± 0,001 |
| | | <i>Randia venezuelensis</i> | Arbusto | 323 ± 11,9 | 4,9 ± 0,3 | 0,060 ± 0,003 |
| 10 | BIGNONIACEAE | <i>Amphilophium granulosum</i> | Trepadora leñosa | 190 ± 6,1 | 4,4 ± 0,4 | 0,114 ± 0,007 |
| | | <i>Arrabidaea candicans</i> | Trepadora leñosa | 129 ± 8,2 | 7,4 ± 0,3 | 0,097 ± 0,004 |
| | CLUSIACEAE | <i>Callophyllum longifolium</i> | Árbol | 102 ± 2,7 | 7,4 ± 0,5 | 0,124 ± 0,006 |
| | | <i>Garcinia madruno</i> | Árbol | 72 ± 2,4 | 7,8 ± 0,2 | 0,163 ± 0,002 |
| | HIPPOCRATEACEAE | <i>Salacia elliptica</i> | Trepadora leñosa | 94 ± 16,6 | 8,7 ± 2,0 | 0,117 ± 0,022 |
| MALPIGHIACEAE | <i>Byrsonima japurensis</i> | Árbol | 101 ± 3,6 | 8,6 ± 0,4 | 0,105 ± 0,003 | |

Anexo 4-3. Composición de los grupos de especies y valores de índices morfoecológicos en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

| Grupo | Familia | ESPECIE | Forma de crecimiento | AFE | Esclerofilia | Suculencia |
|--------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------|------------|---------------|---------------|
| | MELASTOMATACEAE | <i>Miconia elata</i> | Árbol | 91 ± 8,5 | 8,1 ± 0,1 | 0,125 ± 0,012 |
| | MYRTACEAE | <i>Eugenia florida</i> | Árbol | 104 ± 2,7 | 7,5 ± 0,0 | 0,119 ± 0,003 |
| | RUBIACEAE | <i>Alibertia edulis</i> | Arbusto | 148 ± 9,4 | 7,4 ± 0,3 | 0,085 ± 0,003 |
| | | <i>Cousarea paniculata</i> | Árbol | 173 ± 13,7 | 5,9 ± 0,2 | 0,092 ± 0,007 |
| | | <i>Faramea capilipes</i> | Arbusto | 157 ± 6,5 | 6,9 ± 0,8 | 0,088 ± 0,009 |
| | | <i>Guettarda elliptica</i> | Arbusto | 172 ± 16,9 | 4,0 ± 0,1 | 0,139 ± 0,008 |
| | | <i>Psychotria carthagenensis</i> | Arbusto | 258 ± 18,0 | 4,0 ± 0,3 | 0,095 ± 0,012 |
| | SIPARUNACEAE | <i>Siparuna guianensis</i> | Arbusto | 172 ± 12,0 | 5,4 ± 0,6 | 0,103 ± 0,007 |
| | VERBENACEAE | <i>Aegiphila elata</i> | Trepadora leñosa | 143 ± 0,7 | 6,0 ± 0,0 | 0,109 ± 0,000 |
| | | <i>Citharexylum venezuelense</i> | Árbol | 195 ± 24,3 | 4,8 ± 0,4 | 0,111 ± 0,008 |
| <i>Vitex orinocensis</i> | | Árbol | 117 ± 7,7 | 6,1 ± 0,2 | 0,132 ± 0,006 | |

Anexo 4-4. Estadísticos descriptivos de las variables morfoecológicas por grupo de especies en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto.

| Variable | Grupo | Individuos | Mínimo | Máximo | Promedio | |
|---|-------|------------|--------|--------|----------|--------|
| Área foliar específica (cm ² /g) | G1 | 12 | 62,5 | 146,8 | 111,6 | ± 25,8 |
| | G2 | 5 | 70,2 | 145,2 | 114,5 | ± 29,5 |
| | G3 | 5 | 350,1 | 445,0 | 385,4 | ± 36,9 |
| | G4 | 17 | 151,4 | 290,6 | 248,7 | ± 35,8 |
| | G5 | 7 | 96,3 | 199,3 | 136,0 | ± 37,3 |
| | G6 | 15 | 71,6 | 234,1 | 123,7 | ± 44,3 |
| | G7 | 45 | 89,2 | 532,2 | 186,9 | ± 72,3 |
| | G8 | 20 | 89,3 | 251,8 | 174,6 | ± 47,8 |
| | G9 | 5 | 297,1 | 323,7 | 310,4 | ± 12,0 |
| | G10 | 20 | 72,0 | 258,6 | 146,2 | ± 50,3 |
| Esclerofilia (%) | G1 | 12 | 5,44 | 9,59 | 7,77 | ± 1,26 |
| | G2 | 5 | 4,69 | 18,43 | 10,54 | ± 5,28 |
| | G3 | 5 | 1,96 | 6,28 | 3,63 | ± 1,74 |
| | G4 | 17 | 2,75 | 9,32 | 5,31 | ± 1,53 |
| | G5 | 7 | 5,70 | 10,91 | 8,40 | ± 1,74 |
| | G6 | 15 | 6,02 | 19,71 | 11,17 | ± 3,83 |
| | G7 | 45 | 2,53 | 9,95 | 6,98 | ± 1,73 |
| | G8 | 20 | 3,46 | 10,37 | 5,97 | ± 2,11 |
| | G9 | 5 | 2,91 | 5,37 | 4,18 | ± 0,98 |
| | G10 | 20 | 3,97 | 8,66 | 6,46 | ± 1,52 |
| Suculencia (g/cm ²) | G1 | 12 | 0,08 | 0,17 | 0,11 | ± 0,02 |
| | G2 | 5 | 0,04 | 0,16 | 0,11 | ± 0,06 |
| | G3 | 5 | 0,04 | 0,14 | 0,08 | ± 0,04 |
| | G4 | 17 | 0,04 | 0,17 | 0,08 | ± 0,03 |
| | G5 | 7 | 0,06 | 0,12 | 0,09 | ± 0,02 |
| | G6 | 15 | 0,04 | 0,22 | 0,09 | ± 0,05 |
| | G7 | 45 | 0,05 | 0,18 | 0,08 | ± 0,02 |
| | G8 | 20 | 0,05 | 0,19 | 0,11 | ± 0,03 |
| | G9 | 5 | 0,06 | 0,11 | 0,08 | ± 0,02 |
| | G10 | 20 | 0,08 | 0,16 | 0,11 | ± 0,02 |

5. Síntesis

La diversidad encontrada se ajusta con los trabajos realizados en la Orinoquia colombiana y venezolana, en donde las leguminosas se destacan entre las familias leñosas más importantes por su riqueza de especies; sin embargo, su importancia ecológica es menor que otros grupos como las palmas por ejemplo, que presentan poca riqueza en la zona de estudio. Este y otros grupos como Rubiaceae, Melastomataceae, Euphorbiaceae, Moraceae y Sapotaceae se destacan tanto por su riqueza como por su importancia ecológica de acuerdo con los grandes patrones reportados para el neotrópico y que se han confirmado en diversos trabajos en la región. Teniendo en cuenta que la estructura de la vegetación encontrada muestra unos bosques en estadios tempranos de la sucesión, es razonable encontrar estas familias como algunas de las más importantes, ya que presentan especies reconocidas como pioneras (en la literatura) y los resultados muestran taxones que manifiestan estas características; por ejemplo, valores medios o altos de área foliar específica (variable asociada a la tasa relativa de crecimiento) se registran para taxones como Rubiaceae (*Psychotria*), Myrsinaceae, Piperaceae, Apocynaceae (*Stemmadenia*) y Euphorbiaceae (*Acalypha*). Este rasgo junto a los bajos valores de esclerofilia se presentan en la teoría como indicador de una estrategia de uso de los recursos encaminada a la producción rápida de biomasa, mucho más propia de especies pioneras. No obstante, la mayor importancia ecológica de las palmas, entre otras familias, da cuenta de otro tipo de estrategias diferentes a los rasgos foliares que les permiten tener un mayor éxito en este tipo de bosques.

Se destaca también la gran heterogeneidad en la composición de especies a escala del paisaje dentro de la cuenca baja del río Pauto (reflejada en la baja similitud que presentan los tipos de bosque evaluados), pero también a nivel de toda la Orinoquia colombiana, ya que las similitudes en composición con otros bosques ribereños de la región son pequeñas. Esta heterogeneidad puede ser un reflejo de condiciones fisicoquímicas locales concernientes al suelo y las aguas sobre los que se desarrollan estos bosques, tal como sugiere la estructura de la vegetación encontrada en donde los

bosques de vega muestran doseles más altos y diámetros más grandes que en bosques de galería y morichales. De la misma forma los patrones biotipológico y morfoecológico similares encontrados en todos los tipos de bosque sugiere que la frecuencia, abundancia o dominancia de las especies no está determinada por los rasgos foliares sino que debe radicar en otras estrategias como reproducción, establecimiento y resistencia a los disturbios que están más asociadas a las características diferenciales del sustrato.

En contraste, hay una cierta homogeneidad ambiental a una escala geográfica mayor en el contexto de la Orinoquia-Amazonía, la cual se evidencia en la presencia de las especies de la cuenca baja del río Pauto en otras zonas distantes de ambas regiones, e incluso de otras más distantes en América tropical y subtropical. Esto se ve respaldado por la relativa homogeneidad morfológica de las especies encontradas en este estudio frente a factores climáticos como la precipitación y la temperatura (manifestada en los ápices puntiformes, márgenes enteros y poca esclerofilia y succulencia). Dicha homogeneidad a su vez puede ser reflejo del pasado paleoecológico común de las regiones de América tropical y del papel de los bosques ribereños como ente conector entre ellas, de manera que las especies siguen dispersándose a lo largo de los corredores ribereños aunque las condiciones de la matriz hoy en día no sean tan homogéneas.

Recomendaciones finales

Se recomienda realizar muestreos que involucren toda la variación estacional en la región, es decir, en las estaciones húmeda y seca. En el caso de la estación lluviosa por lo menos deberían hacerse tres mediciones: en aguas bajas al inicio de la estación lluviosa, en aguas altas durante los meses de mayor precipitación y nuevamente en aguas bajas pero al final de la estación. Esto permitirá capturar una gran parte de la diversidad de epífitas que muchas veces pasa inadvertida en los muestreos en la época seca cuando más frecuentemente se programan las salidas de campo. También se puede recavar información importante sobre la fenología de la floración, fructificación y caída de hojas, la cual es importante para explicar con mayor detalle los patrones florísticos y biotipológicos encontrados.

Es necesario igualmente recolectar muestras del suelo y del agua en los bosques muestreados, y en lo posible también del agua de inundación dentro del bosque en la época de lluvias, pues es información que se puede utilizar en análisis funcionales en cuanto a uso de los nutrientes y resistencia a los disturbios (inundaciones). Esto se puede apoyar con otra información de campo sobre la arquitectura de los individuos o la forma y profundidad de las raíces. Un estudio de la regeneración natural y particularmente de la identificación y cuantificación de plántulas dará mayores luces acerca de los grupos funcionales presentes en los bosques ribereños de esta región.

Para los muestreos de variables biotipológicas se recomienda tomar la consistencia e indumento de las hojas, las cuales apoyan las conclusiones de los patrones foliares encontrados, y también variables de los individuos muestreados como DAP, altura, y arquitectura general, pues en individuos de la misma especie con tamaños distintos puede marcar una diferencia en la forma como utiliza los recursos. Así mismo, para las hojas compuestas es necesario hacer las mediciones a toda la hoja y no a los folíolos, aunque en el caso de las palmas, hay que buscar una metodología que permita hacer las mediciones sin llevar al laboratorio todo el material de una sola hoja gigante. Por ejemplo, una opción puede ser a través de una regresión lineal en donde correlacione el tamaño de las pinnas con variables como peso seco, peso fresco y área foliar. Esto permitiría solo hacer mediciones a un número determinado de pinns, pero no a la totalidad de ellas.

Por supuesto, el esfuerzo de muestreo se debe incrementar en este tipo de bosques, no sólo para garantizar una mayor representatividad de la diversidad regional, sino también para contribuir en el enriquecimiento de los listados oficiales de especies del departamento y de la Orinoquia colombiana.

