

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



TESIS DOCTORAL

**Contribución al conocimiento de la diversidad forestal en
ecosistemas naturales y semi-naturales del piedemonte llanero
en Colombia**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Miguel Andrés Cárdenas Torres

Director

Manuel Merchán Fornelino

Madrid, 2018

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



TESIS DOCTORAL

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA DIVERSIDAD
FORESTAL EN ECOSISTEMAS NATURALES Y SEMI-NATURALES
DEL PIEDEMONTES LLANERO EN COLOMBIA

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Miguel Andrés Cárdenas Torres

Bajo la dirección del Doctor

Manuel Merchán Fornelino

Madrid, 2017

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA
DIVERSIDAD FORESTAL EN ECOSISTEMAS
NATURALES Y SEMI-NATURALES DEL
PIEDEMONTTE LLANERO EN COLOMBIA

MIGUEL ANDRÉS CÁRDENAS TORRES

Madrid, 2017

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA DIVERSIDAD
FORESTAL EN ECOSISTEMAS NATURALES Y SEMI-NATURALES
DEL PIEDEMONTE LLANERO EN COLOMBIA

Memoria presentada por el Ingeniero Forestal Miguel Andrés Cárdenas Torres, para optar al título de Doctor en Ciencias Biológicas. Dirigida por el Dr. Manuel Merchán Fornelino, Presidente de la Asociación Chelonia y Profesor de la Universidad Alfonso X El Sabio.

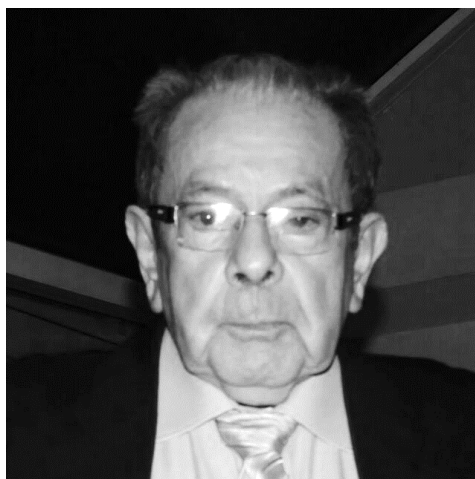
EL DOCTORANDO

EL DIRECTOR

FDO. MIGUEL ANDRÉS CÁRDENAS TORRES

FDO. MANUEL MERCHÁN FORNELINO

Madrid, 2017



Esta tesis está dedicada a la memoria de mi mejor amigo, mi Padre, el señor Evangelista Cárdenas (Tolima 27/10/1936 - Bogotá 14/03/2017, Colombia), quien se sacrificó toda su vida por la educación, formación y siembra de valores de su familia: desde la infancia lo consiguió con éxito para sus hermanos, durante su juventud lo realizó con su amada esposa Alejandra Torres y con nosotros sus hijos, y hasta su vejez lo logró con sus nietos... y fue tan grande que, desde su lecho de muerte, me dio instrucciones precisas para culminar este trabajo de investigación horas antes de fallecer.

AGRADECIMIENTOS

Numerosas personas han participado en mi crecimiento personal y profesional y me han brindado su apoyo incondicional para cumplir la meta de obtener los resultados a continuación expuestos, en un camino muy largo de más de 10 años, y luego de atravesar varias veces el océano Atlántico entre Colombia y España. La primera vez, por ocasión de la beca de estudios que me fue otorgada en 2006 por la Fundación Carolina para cursar el Master en Gestión y Conservación de la Biodiversidad en los Trópicos, especialización dirigida por el Dr. Javier Castroviejo, importante precursor de la biodiversidad en varios países de Europa y América. Muchas gracias por sus consejos y la formación recibida, además de sus recomendaciones para esta tesis doctoral durante mi último viaje a finales de 2016 en Sevilla.

Desde aquel entonces, he tenido el privilegio de conocer al Dr. Manuel Merchán, Coordinador Científico del Máster en 2006, actual presidente de la Asociación Chelonia y reconocido especialista en la conservación de tortugas marinas, anfibios y reptiles a nivel mundial; también es un destacado profesor, académico y autor de numerosas publicaciones científicas sobre ciencias biológicas. Muchas gracias por todas las experiencias compartidas durante las investigaciones sobre áreas protegidas, estudios de impacto ambiental, tortugas marinas, estrategias de educación ambiental e incentivos a la conservación para especies amenazadas, entre muchos otros, desarrolladas en zonas continentales y marítimas de Colombia, España, México, Estados Unidos y Venezuela, que incluyen los Llanos del Orinoco. Igualmente, su apoyo para mi ingreso a la Universidad Complutense de Madrid en 2009 ha sido muy importante por temas académicos, administrativos y logísticos, pero sobre todo fundamental para mis estancias en Madrid y Sevilla durante el Máster Oficial en Biología de la Conservación, especialización que me dio acceso a estos estudios de doctorado en 2013.

Por ello, quiero agradecer especialmente al Dr. Merchán por su gran amistad, apoyo, consejos, gestiones, asesoría, hospitalidad en España, sus contribuciones científicas en los proyectos que realizamos en Colombia y otros países, así como una interminable lista de

ayudas que me ha brindado durante todo este proceso tan constructivo, esencialmente en los momentos más difíciles; y lo más importante, por abrirme las puertas de su hogar y sobre todo las de su familia; a sus padres, don Manuel Merchán y doña Esperanza Fornelino debo mis respetos y profundo agradecimiento por sus consejos, ayuda en las gestiones, y su gran hospitalidad y cariño que me dan en su casa en Madrid durante mis estancias al otro lado del océano; todo ello ha sido fundamental para conseguir este objetivo. Y a mis tías de Sevilla, Gabriela y Manuela Fornelino que me acogieron como sobrino adoptivo y me ofrecen su afecto incondicional. Muchas gracias familia Merchán Fornelino.

Mi eterno agradecimiento a mis padres Evangelista Cárdenas y Alejandra Torres por su amor y sabiduría entregados, y porque durante toda su vida se consagraron y nos inculcaron los valores necesarios para llevar una vida sana y correcta, con principios, humildad y sobre todo sacrificio para salir adelante, especialmente en los temas de formación profesional que tanto nos insistieron desde cuando éramos pequeños. Gracias a mis hermanos Ángela Adriana, Juan Rodrigo y Yuly Alejandra por ser los cómplices de mis proyectos y brindarme una mano con cariño cuando la he necesitado; y a mi tía Isabel Torres por su apoyo y acompañamiento a mi familia durante los últimos años.

A la Junta Directiva de la Asociación Chelonia debo mis agradecimientos, especialmente a la Dra. Ana Fidalgo y a don Oscar Sanz por su gran amistad, su acompañamiento y apoyo permanente durante este proceso en mis viajes por España y las experiencias vividas en las expediciones por Colombia; por su cariño y los consejos que me dieron en el momento adecuado, además de sus contribuciones en los textos y revisión de análisis estadísticos. Y a la Dra. Elena Bulmer, asesora científica de la asociación, muchas gracias por su ayuda en estos últimos años, por las recomendaciones recibidas en éste y otros trabajos de investigación en Colombia y España, y por la traducción del resumen al inglés del presente trabajo.

A la Dra. Ana García Moreno y al Dr. José Manuel Serrano, profesores de la Universidad Complutense de Madrid, manifiesto mis sinceros agradecimientos por su comprensión, las buenas gestiones y la ayuda brindada para adelantar los trámites administrativos ante esta institución, así como su asesoría científica de cara a la escritura de este trabajo de tesis doctoral; extensivos agradecimientos también para doña Rosa María Rodríguez de la

Secretaría de Alumnos de la Universidad Complutense de Madrid. Sin sus apoyos hubiese sido compleja mi permanencia en la Universidad y sacar adelante las presentes investigaciones.

Tengo la fortuna de haber sido formado durante mi carrera profesional de pregrado por el Profesor Heliodoro Sánchez, Ingeniero Forestal, directivo, académico y reconocido líder de la conservación de la biodiversidad en Colombia, quien fomentó la declaratoria de numerosas áreas protegidas en el país; gracias por su amistad, sabiduría y consejos desde cuando era estudiante, amigo que me inculcó valores de ética profesional, rigor científico y lealtad; también por la revisión y observaciones realizadas al componente de reseña histórica. Su fallecimiento a principios de 2017 fue un episodio doloroso, pero nos dejó un legado muy importante para todos los profesionales que trabajamos con temas de ciencias biológicas.

Agradezco a mi amigo Alirio Fajardo, biólogo y Magíster de la Universidad Nacional de Colombia, quien me brindó la oportunidad de participar en numerosos estudios ambientales en la cuenca del Orinoco y por compartir su conocimiento durante los proyectos que desarrollamos conjuntamente en toda Colombia desde hace más de 10 años; a la Ingeniera Luisa Ortiz de Ecopetrol S.A., al Ingeniero Luis Vicente Pico y a la Ingeniera Loyda Hernández del Consorcio Megaoil, muchas gracias por permitir el empleo de datos para las presentes investigaciones.

Al Dr. Tomás Santos, profesor de la Universidad Complutense de Madrid y al Dr. José Manuel Caperos, profesor de la Universidad Autónoma de Madrid, muchas gracias por la revisión de textos y análisis estadísticos.

A mis amigos de infancia Jimmy Cortés y Juan Ortega les agradezco su compromiso, apoyo y cariño sin condiciones durante mi formación personal y profesional. Al Ingeniero Leonardo Montenegro, gran amigo e igualmente incondicional, que se destaca como ejemplo de superación y líder en el manejo de la flora colombiana. A mi amigo Germán Barrera, Ingeniero Forestal, muchas gracias por sus consejos y las experiencias compartidas en numerosos proyectos durante los últimos años en Colombia.

Agradecimientos a Luis Armando Villota por sus recomendaciones y puntos de vista críticos para comprender la ecología de las especies forestales y el conjunto de los ecosistemas, quien ha dedicado gran parte de su vida al conocimiento de la flora y fomentar la restauración de los ecosistemas degradados, ejemplo que ha sido transmitido a toda una generación de ingenieros forestales, incluido mi amigo Francisco Torres, quien sigue su camino y se viene convirtiendo en punto de referencia sobre temas de restauración ecológica. Muchas gracias a ustedes.

Mis agradecimientos también están dirigidos a todo el grupo de profesionales que acompañaron la recogida de datos en el sector del piedemonte del Meta, especialmente al Ingeniero Forestal Germán Téllez, reconocido especialista en botánica quien no solo aportó sus conocimientos durante los inventarios forestales, sino que también realizó importantes contribuciones para la clasificación taxonómica de las especies, consejos durante la manipulación de material vegetal, la construcción de bases de datos y la revisión de textos.

Agradezco al Ingeniero Mario Jiménez por la ayuda en la determinación del material botánico y la recogida de datos; a los ingenieros Ivanov Pineda y Jairo Moreno por las asesorías recibidas en el desarrollo los estudios; a los ingenieros Omar Chaparro y Alejandro Reyes por su asistencia en los inventarios forestales y el apoyo en el procesamiento de información; a mi amigo José Ville Triana por su asesoría en temas de cartografía y a los ingenieros Fader Peña y Juliana Torres por su colaboración en los procesos cartográficos; al Geólogo Salvador Ariza por sus consejos y aportes a los presentes manuscritos. Al Ingeniero William Ariza, Director del Herbario Forestal Gilberto Emilio Mahecha de la Universidad Distrital de Bogotá (UDBC), gracias por la determinación de material botánico. A los auxiliares de campo: Polidoro Bohórquez, Germán Pardo, Guillermo Pardo y Jaime Ocampo, y a los conductores Diego Solano y Carlos Zambrano, quienes apoyaron la captura de datos y la logística para los desplazamientos en terreno.

No encuentro palabras para agradecer a todas las personas que han participado y lo siguen haciendo para el logro de estos objetivos.

ÍNDICE

Resumen	23
Summary.....	27
1. INTRODUCCIÓN.....	33
2. OBJETIVOS.....	59
2.1. Objetivo general.....	59
2.2. Objetivos específicos	59
3. ÁREA DE ESTUDIO	63
3.1. Localización	63
3.2. Geología y geomorfología	67
3.3. Hidrología.....	69
3.4. Clima	70
3.5. Biomás en el área de estudio	75
3.6. Unidades biogeográficas.....	76
4. METODOLOGÍA GENERAL.....	81
4.1. Mapa de coberturas	81
4.2. Definición de los sitios de muestreo.....	83
4.3. Recogida de datos en campo.....	84
4.4. Inventario forestal	90
4.5. Diseño y montaje de las unidades de muestreo	91
4.5.1. Coberturas de bosque natural	92
4.5.2. Coberturas de vegetación secundaria.....	95
4.5.3. Coberturas de pastos arbolados.....	96
4.6. Determinación del material vegetal.....	98
4.7. Colecta y manejo de material botánico	99
5. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA EN DOS ECOSISTEMAS BOSCOSOS DEL PIEDEMONTES LLANERO COLOMBIANO.....	105
5.1. Introducción	106
5.2. Objetivo general.....	106

5.3.	Materiales y métodos.....	107
5.3.1.	Área de estudio	107
5.3.2.	Mapa de ecosistemas	107
5.3.3.	Diseño experimental.....	108
5.3.4.	Estructura horizontal	109
5.3.5.	Estructura vertical.....	109
5.3.6.	Diversidad.....	110
5.3.7.	Especies amenazadas	111
5.3.8.	Análisis estadísticos.....	111
5.4.	Resultados.....	112
5.4.1.	Composición florística	112
5.4.2.	Estructura horizontal	113
5.4.3.	Estructura vertical.....	115
5.4.4.	Diversidad.....	123
5.4.5.	Especies amenazadas	125
5.5.	Discusión	125
5.6.	Anexos al Capítulo V.....	129
6.	VARIACIÓN ALTITUDINAL Y DIVERSIDAD DEL ARBOLADO EN BOSQUES NATURALES DEL PIEDEMONTES LLANERO COLOMBIANO.....	137
6.1.	Introducción	138
6.2.	Objetivo general.....	139
6.3.	Materiales y métodos.....	139
6.3.1.	Área de estudio	139
6.3.2.	Diseño de la investigación	142
6.3.3.	Unidades de muestreo	142
6.3.4.	Análisis de composición, diversidad y especies amenazadas.....	142
6.3.5.	Análisis estadísticos.....	143
6.4.	Resultados.....	143
6.5.	Discusión	146
6.6.	Anexos al Capítulo VI.....	151
7.	ANÁLISIS DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN BOSQUES NATURALES Y VEGETACIÓN SECUNDARIA.....	163
7.1.	Introducción	164
7.2.	Objetivo general.....	165
7.3.	Materiales y métodos.....	165
7.3.1.	Área de estudio.....	165
7.3.2.	Composición florística	166
7.3.3.	Análisis de la estructura horizontal	166
7.3.4.	Diagnóstico de la regeneración natural	167

7.3.5.	Análisis de las especies de importancia comercial en la regeneración natural	168
7.4.	Resultados.....	168
7.4.1.	Composición florística general.....	169
7.4.2.	Ecosistemas de bosque natural.....	170
7.4.3.	Ecosistemas de vegetación secundaria	173
7.4.4.	Especies de importancia comercial en la regeneración natural	176
7.5.	Discusión	178
7.6.	Anexos al Capítulo VII.....	181
8.	LOS PASTOS ARBOLADOS Y SU CONTRIBUCIÓN A LA DIVERSIDAD FORESTAL DEL PIEDEMONTES LLANERO COLOMBIANO.....	199
8.1.	Introducción	200
8.2.	Objetivo general	202
8.3.	Materiales y métodos.....	202
8.3.1.	Área de estudio.....	202
8.3.2.	Unidades de muestreo	203
8.3.3.	Análisis de composición y estructura	203
8.3.4.	Análisis estadístico.....	203
8.4.	Resultados.....	204
8.4.1.	Composición florística	204
8.4.2.	Estructura horizontal	205
8.4.3.	Estructura vertical.....	206
8.4.4.	Pruebas de contraste con otras coberturas naturales	208
8.5.	Discusión	209
8.6.	Anexos al Capítulo VIII	212
9.	CONCLUSIONES GENERALES.....	219
10.	BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	227

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de información primaria recolectada en los inventarios forestales.....	66
Tabla 2. Estaciones meteorológicas analizadas	72
Tabla 3. Criterios para la medición de individuos en los inventarios forestales	84
Tabla 4. Estadísticos y ecuaciones para la estandarización de los inventarios forestales	91
Tabla 5. Fórmulas empleadas para el análisis de la estructura horizontal.....	109
Tabla 6. Resultados de los índices de diversidad para los ecosistemas analizados	124
Tabla 7. Resumen de resultados del test U de Mann-Whitney para las variables analizadas	124
Tabla 8. Especies amenazadas halladas en los inventarios de los dos ecosistemas comparados.....	125
Tabla 9. Datos de localización de las parcelas en el gradiente altitudinal.....	140
Tabla 10. Número de individuos registrados en los inventarios de regeneración natural	168
Tabla 11. Especies con los mayores valores de IVI en bosque natural para el sector del piedemonte metense.....	176
Tabla 12. Especies forestales de mayor demanda en el área de estudio y datos de regeneración natural	177
Tabla 13. Abundancia de las especies más demandadas por estado de crecimiento	178
Tabla 14. Índices totales comparados para las diferentes coberturas analizadas.....	208

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ruta aproximada del tercer viaje de Cristóbal Colón	37
Figura 2. Mapa de la Provincia y Misiones de la Compañía de Jesús del Nuevo Reino de Granada, sector cuenca del Orinoco.....	38
Figura 3. Portadas de las publicaciones del Padre Gumilla sobre el Orinoco.....	40
Figura 4. Hitos en el tiempo sobre descubrimientos, exploraciones e investigaciones científicas entre finales del siglo XV y principios del siglo XIX	43
Figura 5. Hitos en el tiempo de investigaciones científicas entre mediados del siglo XIX y finales del siglo XX.....	48
Figura 6. Hitos en el tiempo de investigaciones científicas entre finales del siglo XX hasta la actualidad.....	51
Figura 7. Mapa de localización de la cuenca del Orinoco en Colombia.....	64
Figura 8. Mapa de división administrativa y localización del departamento del Meta en Colombia.....	65
Figura 9. Localización del área de estudio y unidades de muestreo.....	66
Figura 10. ZCIT en imagen del satélite geostacionario GOES-8 / Vapor de agua.....	71
Figura 11. Mapa de localización de las estaciones meteorológicas analizadas en el piedemonte llanero.....	72
Figura 12. Temperatura media mensual en el área de estudio	73
Figura 13. Precipitación media mensual en el área de estudio	73
Figura 14. Humedad relativa media mensual en el área de estudio	74
Figura 15. Brillo solar medio mensual en el área de estudio.....	74
Figura 16. Mapa de unidades biogeográficas en el área de estudio.....	77
Figura 17. Comprobación en campo de las unidades de cobertura boscosa.....	82
Figura 18. Localización de una parcela en bosque denso alto de tierra firme, municipio de Guamal.....	83
Figura 19. Ejemplo de formato de campo para la recogida de datos en bosques y vegetación secundaria.....	84
Figura 20. Ejemplo de formato de campo para la recogida de datos en pastos arbolados	85
Figura 21. Esquema para la toma del CAP en árboles bifurcados.....	86
Figura 22. Esquema para la toma del CAP en árboles inclinados y con raíces fúlcreas	87
Figura 23. Esquema para la estimación de la altura de los árboles	89
Figura 24. Diseño de las parcelas para bosques naturales	93
Figura 25. Diseño de las parcelas para vegetación secundaria	95
Figura 26. Diseño de las parcelas para pastos arbolados.....	96
Figura 27. Nomenclatura empleada para el etiquetado de muestras botánicas.....	101
Figura 28. Localización en el Meta para el estudio comparativo de bosques naturales	107
Figura 29. Ecosistemas analizados en el área de estudio.....	108
Figura 30. Comparación de abundancia y riqueza para los dos ecosistemas.....	112
Figura 31. Comparación de la composición florística en los dos ecosistemas.....	113

Figura 32. Comparación del IVI para los dos ecosistemas ordenado por bosque de galería	114
Figura 33. Comparación del IVI para los dos ecosistemas ordenado por bosque denso	114
Figura 34. Resultados del diagrama de Ogawa elaborado para el bosque de galería	115
Figura 35. Resultados del diagrama de Ogawa elaborado para el bosque denso	116
Figura 36. Leyenda de las especies registradas en una parcela de bosque de galería	116
Figura 37. Leyenda de las especies registradas en una parcela de bosque denso	117
Figura 38. Perfil esquemático de la vegetación en una parcela de bosque de galería	118
Figura 39. Perfil esquemático de la vegetación en una parcela de bosque denso	119
Figura 40. Distribución de los árboles vista en planta para bosque de galería	120
Figura 41. Distribución de los árboles vista en planta para bosque denso	121
Figura 42. Leyenda de las copas de especies registradas en bosque de galería	122
Figura 43. Leyenda de las copas de especies registradas en bosque denso	123
Figura 44. Localización del área de estudio y unidades de muestreo	140
Figura 45. Ubicación de las parcelas en el gradiente altitudinal del piedemonte Meta	141
Figura 46. Abundancia en porcentaje por familia en el inventario forestal	143
Figura 47. IVI de las especies registradas en el inventario forestal	144
Figura 48. Diagrama de dispersión para riqueza específica (a), CM (b) y Margalef (c)	145
Figura 49. Variación altitudinal de la riqueza específica y abundancia	146
Figura 50. Localización de las unidades de muestreo para el análisis de la regeneración natural	165
Figura 51. Abundancia absoluta por familias y por estado de crecimiento	169
Figura 52. Abundancia relativa de latizales y brinzales por estado de crecimiento	170
Figura 53. Abundancia relativa de las especies en bosque natural	171
Figura 54. Frecuencia relativa de las especies en bosque natural	172
Figura 55. Especies con mayor incidencia en la dinámica sucesional de los bosques naturales	173
Figura 56. Abundancia relativa de las especies en vegetación secundaria	174
Figura 57. Frecuencia relativa de las especies en vegetación secundaria	175
Figura 58. Especies con mayor incidencia en la dinámica sucesional de la vegetación secundaria	176
Figura 59. Abundancia de las especies maderables en los dos estados de crecimiento, ordenadas por latizales	178
Figura 60. Localización de las unidades de muestreo para el análisis de los pastos arbolados	202
Figura 61. Composición florística por familias en los pastos arbolados	205
Figura 62. IVI de las especies registradas en los pastos arbolados	206
Figura 63. Diagrama de Ogawa confeccionado para los pastos arbolados	207
Figura 64. Perfil fisionómico de la vegetación en pastos arbolados	207
Figura 65. Diagrama de subconjuntos homogéneos de Tukey	208

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Morichal, compuesto principalmente por <i>M. flexuosa</i>	35
Fotografía 2. Ejemplar de <i>Protium sagotianum</i> en un bosque de galería, municipio de Acacías	45
Fotografía 3. Flanco oriental de la Cordillera Oriental en el piedemonte del Meta.....	68
Fotografía 4. Vista aérea de la geomorfología y coberturas en el piedemonte llanero del Meta	69
Fotografía 5. Río Manacacías a la altura del municipio de Puerto López.....	70
Fotografía 6. Orobioma bajo de los Andes, visto desde zona rural del municipio de Guamal	76
Fotografía 7. Marcaje y medición de un fustal en bosque denso alto de tierra firme	85
Fotografía 8. Medición de CAP en un árbol inclinado en pastos arbolados	87
Fotografía 9. Medición de CAP en un individuo con raíces fúlcreas en bosque de galería.....	88
Fotografía 10. Medición de alturas mediante clinómetro de Suunto en pastos arbolados	89
Fotografía 11. Lugar de inicio de una parcela en bosque denso del municipio de Castilla La Nueva	92
Fotografía 12. Trazado de una parcela de latizales en bosque de galería realizada en el municipio de Acacías.....	94
Fotografía 13. Montaje de una parcela de brinzales en bosque denso del municipio de Guamal.....	94
Fotografía 14. Trazado de una parcela en vegetación secundaria alta en el municipio de El Castillo	95
Fotografía 15. Medición del CAP en un árbol de la sub-parcela C en pastos arbolados.....	97
Fotografía 16. Trazado de una parcela en pastos arbolados en el municipio de San Martín de los Llanos.....	98
Fotografía 17. Presencia de látex en un individuo adulto de <i>Pseudolmedia laevis</i>	99
Fotografía 18. Muestra botánica colectada en una parcela de pastos arbolados	100
Fotografía 19. Ejemplo de una muestra botánica colectada en bosque denso alto de tierra firme	101
Fotografía 20. Material vegetal prensado y empaquetado.....	102
Fotografía 21. Ejemplar emergente de <i>C. odorata</i> en una parcela de bosque denso.....	127
Fotografía 22. Procesos erosivos en zonas de piedemonte en el municipio de Acacías	150
Fotografía 23. Levantamiento de una parcela en vegetación secundaria alta	166
Fotografía 24. Aspecto de los pastos arbolados en el municipio de Guamal.....	201
Fotografía 25. Medición de diámetros de especies de interés comercial.....	209

Resumen

El presente trabajo de investigación reúne una serie de elementos conceptuales, metodológicos y resultados con los cuales se busca contribuir al conocimiento de los ecosistemas naturales y semi-naturales del piedemonte llanero en Colombia; ello a través de estudios florísticos que permitieron comparar la estructura, composición y diversidad de los ecosistemas boscosos, las relaciones entre la vegetación y al gradiente altitudinal, análisis de la regeneración natural y la contribución de los pastos arbolados a la diversidad forestal para esta zona del país. Se realizó mediante consultas bibliográficas, recorridos de campo, sobrevuelos y el levantamiento de información en campo con el establecimiento de parcelas forestales en los municipios de Acacías, Castilla La Nueva, San Luis de Cubarral, Guamal y San Martín de los Llanos del departamento del Meta, entre noviembre de 2012 y abril de 2015. Para ello se levantaron 187 unidades de muestreo en los ecosistemas estudiados: 83 en bosque natural (bosques de galería = 55 y bosques densos = 28), 83 en vegetación secundaria (alta = 57 y baja = 26), y 21 en pastos arbolados; en cada parcela de bosque natural, se levantaron dos sub-parcelas anidadas de 5 x 5 m para latizales y dos de 2 x 2 m para brinzales, que corresponden a los estados de crecimiento de la regeneración natural.

Para estas investigaciones se emplearon algunas recomendaciones de la “Metodología general para la presentación de estudios ambientales” propuesta por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial de Colombia y del Artículo 10 del Decreto 1791 de octubre de 1996, donde se establece la necesidad de realizar inventarios estadísticos con una probabilidad del 95% y error máximo de muestreo del 15%, colecta de material botánico para su determinación en herbario oficial, elaboración de bases de datos de especies y realización de un mapa de coberturas del área de estudio (en este caso a escala 1:10.000), entre otros aspectos. En las unidades de muestreo se tomaron datos de localidad, tipo de ecosistema, altitud en metros sobre el nivel del mar y coordenadas mediante GPS; para cada individuo se colectó el nombre común y científico, su circunferencia a la altura del pecho, altura total y altura a la base de la copa, así como sus características generales, incluyendo el registro fotográfico.

La parte introductoria contiene una reseña histórica de las investigaciones realizadas sobre la flora en la cuenca del Orinoco, desde las primeras prospecciones llevadas a cabo durante el descubrimiento del Nuevo Mundo hasta la actualidad. Con estos argumentos y, con la teoría que esta región constituía un continuo de bosque desde las cumbres de la Cordillera Oriental Andina hasta la sabana del Orinoco, se realiza un estudio comparativo para confirmar si los actuales fragmentos boscosos (bosque de galería y bosque denso) presentan diferencias significativas en su composición florística, estructura y diversidad, el cual se efectuó con datos provenientes de 16 parcelas forestales de 20 x 50 metros realizadas en estos ecosistemas.

Seguidamente, se presenta un análisis de la vegetación a lo largo del gradiente altitudinal con el objetivo de determinar si existe relación entre la altitud y su diversidad, con información registrada en 34 parcelas del mismo tamaño en bosques naturales sobre una franja entre los 325 y 1.152 metros de altitud; se realizó un análisis de composición florística y estructura horizontal y vertical, cuyos resultados indican que *Socratea exorrhiza* presenta el mayor peso ecológico o Índice de Valor de Importancia (IVI) dentro de la muestra; también se detectó que existe una relación positiva entre la riqueza y la diversidad con respecto a la altitud, con bosques más diversos y mejor conservados en las zonas altas.

Estos estudios se complementan con los análisis de la regeneración natural registrada en el interior de los bosques de galería y bosques densos, mediante datos colectados en sub-parcelas anidadas dentro de parcelas de bosque natural. Igualmente, se analizó la información proveniente de las unidades de muestreo de vegetación secundaria alta y baja con un tamaño de parcela de 10 x 10 metros; todo ello con el objetivo de establecer la composición florística, estructura horizontal y análisis de la dinámica sucesional de la regeneración natural, así como la representatividad de las especies maderables en los ecosistemas boscosos y vegetación secundaria para esta zona del piedemonte. En los resultados de composición florística se registraron 6.926 individuos, distribuidos en 63 familias, 190 géneros y 317 especies, donde Melastomataceae se destaca como la familia más abundante. Así mismo, se presenta una descripción de la participación en la regeneración natural de las especies más demandadas para el aprovechamiento forestal. En este sentido,

Ocotea puberula es la especie que mayores niveles de reclutamiento consigue en los ecosistemas analizados.

Por último, se realiza un estudio para valorar la contribución de los pastos arbolados en la diversidad forestal del piedemonte del Meta; esta es una cobertura semi-natural característica de la región y forma parte de las áreas dedicadas a la ganadería. Se presenta un análisis ecológico y estructural de su vegetación arbórea, identificada mediante el levantamiento de 21 unidades de muestreo de 0,2 ha, cada una de las cuales contienen cuatro sub-parcelas de 10 x 50 m. En el análisis de la composición florística se halló un total de 348 individuos, distribuidos en 32 familias, 65 géneros y 83 especies, de las cuales *Apuleia leiocarpa*, *Cedrela odorata* y *Myrsine guianensis* aparecen con el mayor peso ecológico, con importante presencia de especies maderables y frutales, y alturas que pueden superar los 30 m. Se comparó la diversidad registrada en los pastos arbolados con la de los ecosistemas de bosque natural, concluyendo que éstos son distintos. No obstante, la prueba de Tukey permitió establecer que no existen diferencias significativas entre bosques de galería y bosques densos; también se determinó que los pastos arbolados aportan en un 27,7% a la riqueza específica total registrada en las 63 unidades de muestreo levantadas para esta región del piedemonte llanero.

En general, y de manera cualitativa, se detectó una clara influencia de las actividades humanas en los ecosistemas naturales y semi-naturales estudiados, reflejado especialmente en su composición florística, estructura y diversidad. Estas actividades se encuentran asociadas al desarrollo de la ganadería en la región de los Llanos del Orinoco, pero también por el aprovechamiento de los bosques naturales desde antaño y que los ha llevado a evidentes procesos de fragmentación.

Summary

The present work thesis brings together a series of concepts, methods and results, with which it is sought to contribute to the knowledge regarding the natural and semi-natural ecosystems of the Llanos of Colombia. This has been achieved through the carrying out of flora studies that have allowed the comparison of the structure, composition and diversity of forest ecosystems, the relationships between the vegetation and the altitudinal gradient, the analysis of natural regeneration and the analysis of the effects and contribution that wooded pastures have had on forest diversity for this region of Colombia. The above were achieved through desktop research (bibliographical search), field trips, overflights and the gathering of fieldwork data from experimental forest plots in the municipalities of Acacías, Castilla La Nueva, San Luis de Cubarral, Guamal and San Martín de Los Llanos (department of Meta), between November 2012 and April 2015. In this respect 187 sampling units were surveyed in the ecosystems analyzed: 83 in natural forest (gallery forests = 55; dense forests = 28), 83 in secondary vegetation (high = 57 and low = 26), and 21 in wooded pastures. In each natural forest plots, two nested subplots of 5 x 5 m were raised for sapplings and two of 2 x 2 m for seedlings, which correspond to the natural regeneration rates.

We have used some guidelines extracted from the "General methodology for the presentation of environmental studies" developed and published by the Ministry of Environment and Territorial Development of Colombia (i.e. in Article 10 of Decree 1791 of October 1996). This methodology presents among a number of other elements, the need for inventory statistical analyses with a probability of 95% and a maximum sampling error of 15%, the collection of botanical material whose identification will need to be carried out in an official herbarium, the elaboration of species databases and the mapping of the vegetation cover of the study area (scale 1: 10,000). For the sample data, information was collected on location, ecosystem type, altitude in meters above sea level and GPS coordinates. For each of the individual plants collected, data gathered included their common and scientific name, circumference at the breast height level, total height and height at the base of the cup, as well as other general characteristics, which also comprised of photographic evidence.

The introduction of this thesis presents a historical overview of the research that has been carried out on the flora of the Orinoco Basin, which dates back from the first surveys that were performed during the discovery of the New World until present day. Based on this information, this region theoretically comprised once upon a time of continuous forest ranging from the Oriental Andean mountains to the Orinoco savanna. A comparative study was performed to confirm whether the current forested areas (gallery forest and dense forest) present significant differences in flora composition, structure and diversity. This study was carried out using data from sixteen 20 x 50-meter forest plots.

Next, an analysis of the vegetation along the altitudinal gradient is presented. The aim of this analysis is to determine whether there is a relationship between the region's altitude and diversity. Data was recorded from 34 same-sized plots of natural forest on a strip of land whose altitude ranged from 325 to 1,152 Meter. An analysis was performed of the flora composition, as well as of the horizontal and vertical structure. The results show that *Socratea exorrhiza* presents the highest ecological weight or Importance Value Index (IVI) out of the other species sampled. A positive relationship was also found between richness and diversity with respect to altitude, with more diverse and better conserved forests in the highlands.

These studies are complemented by natural regeneration analyses carried out inside the gallery forests and dense forests, using data collected from the nested subplots in the natural forest. The data gathered from the sampling units of high and low secondary vegetation (of 10 x10 meter plots) was also analyzed to determine the flora composition, the horizontal structure, the analysis of natural regeneration succession dynamics, the presence of forest ecosystems timber species and secondary vegetation in this foothill area. The flora composition results comprised of 6,926 recorded individuals, which were distributed among 63 families, 190 genera and 317 species, where Melastomataceae stood out in numbers, being the most abundant family. A description of the natural regeneration process of the most solicited species for forest use is also presented. In this sense, *Ocotea puberula* is the species that presents the highest natural regeneration recruitment levels for the analyzed ecosystems.

Finally, a study is presented whose aim to assess the contribution of wooded pastures to the forest diversity of the Meta's foothills. This is a semi-natural cover, which is distinctive of the region, and is part of the areas that are dedicated to livestock. An ecological and structural analysis of its arboreal vegetation is presented. The latter was performed via the surveying of 21 sampling units of 0.2 ha, each of which comprised of four subplots of 10 x 50 m. In the flora composition analysis, a total of 348 individuals were identified from 32 families, 65 genera and 83 species. The species *Apuleia leiocarpa*, *Cedrela odorata* and *Myrsine guianensis* were found to have the greatest ecological weight, and there was significant presence of timber and fruit species that can reach heights that can exceed 30 m. The diversity recorded in the wooded pastures was compared with that of the natural forest ecosystems, and these were found to be different. However, the Tukey test results showed that there were no differences between the gallery and dense forests. It was also found that the wooded pastures contributed to the total specific richness by 27.7%. These results were based on data gathered from 63 sampling units in the foothill ridge area.

Overall, qualitatively, a clear influence of anthropogenic activities was detected in the natural and semi-natural ecosystems studied. This was especially reflected in the flora composition, structure and diversity. These human activities are associated with the development of livestock rearing in the Orinoco region Llanos, but also with the use of natural forests since ancient times, which has led to evident fragmentation processes.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN



Bosque de galería con presencia de *Triplaris americana* L. (Varasanta), municipio de Acacías

1. INTRODUCCIÓN

La relación entre las culturas y su medio natural ha estado ligada durante toda la historia de la humanidad (Cárdenas *et al.*, 2005), siendo imprescindible para su alimentación, refugio, abrigo, desarrollo y bienestar, e incluso como instrumento de riqueza y poder en la mayoría de los casos cuando es visto como herramienta de manejo a nivel geopolítico. En el contexto mundial, Colombia es el país más diverso en aves y orquídeas, y segundo en plantas, anfibios, peces dulce-acuícolas y mariposas (World Bank, 2005; Bernal *et al.*, 2007; Sarmiento, 2007; Maldonado-Ocampo *et al.*, 2008; Andrade, 2011; Acosta y Cuentas, 2016; Hassler y Rheinheimer, 2016;). Es el tercer país en diversidad de reptiles y palmas, y cuarto en mamíferos (Andrade, 2011).

La historia documentada sobre la investigación del medio natural en Colombia nace a partir de las observaciones realizadas por los primeros exploradores que llegaron al nuevo continente en tiempos de la Colonia; posteriormente los misioneros jesuitas, en sus expediciones evangelizadoras en toda la región conocida como el Nuevo Reino de Granada, documentaron con mayor detalle las características del medio natural, a la vez que realizaban una cuidadosa descripción de sus misiones por los diferentes sectores de la geografía conocida hasta ese entonces, donde incluso atendían en las características fisionómicas, cultura y formas de vida de los pobladores aborígenes.

Con el inicio de la Expedición Botánica del Padre José Celestino Mutis y los viajes de Alexander von Humboldt y Aimée Bonpland entre finales del siglo XVIII hasta principios del siglo XIX, es cuando verdaderamente se realizan los más importantes descubrimientos y prospecciones científicas en el territorio nacional sobre esta materia, y los cuales constituyeron los primeros trabajos debidamente documentados. Las investigaciones en materia de recursos naturales durante los últimos años han tenido importantes aportes de los académicos universitarios nacionales y extranjeros.

Las zonas del piedemonte y altillanura del Orinoco en Colombia, son consideradas como las despensas alimenticias del centro del país debido a su importante oferta de productos y servicios, siendo la agricultura y la ganadería los renglones básicos de la economía regional (Rangel *et al.*, 1995a). Esta situación ha ejercido diferentes niveles de presión sobre los recursos, especialmente los bosques naturales, que se ven enfrentados a diferentes procesos de fragmentación y degradación genética, en específico por la extracción sistemática de árboles maderables, así como el aprovechamiento de otros productos, lo cual impulsa a profundizar en el conocimiento de la vegetación en esta región del país, como herramienta útil para los planificadores de cara a desarrollar estrategias de conservación.

El piedemonte llanero colombiano es un área de alta diversidad al encontrarse en un lugar estratégico de transición entre ecosistemas montanos y tropicales, donde convergen diferentes ecorregiones, especialmente por el gradiente altitudinal (Carvajal *et al.*, 2007). Corresponde a un área de transición entre la Cordillera Oriental y la zona de los Llanos, configurada por sedimentos coluviales y aluviotorrenciales del cuaternario; se caracteriza por un clima cálido húmedo y muy húmedo, y en sus coberturas predominan pastizales (IGAC, 2008). En la región, se tienen registros de 4.347 especies de plantas con flores de 1.260 géneros y 177 familias (Minorta-Cely y Rangel, 2014).

El sector comprendido por el departamento del Meta, se caracteriza por presentar condiciones óptimas para el desarrollo de la vegetación en diferentes etapas de crecimiento, que van desde bosques densos en un estado moderado de conservación hacia las partes altas de la cordillera, bosques de galería y de tierra firme, y vegetación secundaria o en transición establecidos en las zonas bajas por los sectores de la llanura, intercalados con las matrices de pastos y ecosistemas de morichal. Estos últimos, son representativos de la región de los Llanos y se encuentran asociados a cuerpos de agua; su nombre proviene del tipo de vegetación que los domina (palma moriche, *Mauritia flexuosa* L.f.) (Fotografía 1), cuyos individuos pueden alcanzar más de 18 m de altura y se establecen en comunidades homogéneas.



Fotografía 1. Morichal, compuesto principalmente por *M. flexuosa*

Las presentes investigaciones se remontan a las primeras prospecciones realizadas por el autor en la cuenca del Orinoco junto con el equipo de profesionales de la Asociación Chelonia, quienes aportaron en la gestión y ejecución del proyecto de conservación del caimán llanero (*Crocodylus intermedius*) y cuyos trabajos de campo fueron realizados desde principios de 2010 hasta el 2013 (Merchán, 2011). Paralelamente, se ejecutaron numerosos estudios en el marco del licenciamiento ambiental para la industria de los hidrocarburos con el Consorcio Megaoil, desde noviembre de 2012 hasta abril de 2015, los cuales permitieron contar con información relevante para analizar la vegetación en este sector del piedemonte del Meta. Justamente, y en desarrollo de los mencionados estudios, se empezó a detectar la similitud en cuanto a estructura, composición y diversidad de los ecosistemas de bosque natural analizados, así como los cambios de estas variables con respecto al gradiente altitudinal, la presencia en la regeneración natural de las especies más demandadas por su uso comercial y el papel de los pastos arbolados (Ideam, 2010) en el funcionamiento y dinámicas de los ecosistemas, por lo cual se decidió emprender estas investigaciones bajo la teoría que toda esta región en el pasado constituía un continuo de bosque desde la cordillera hasta la zona de llanura.

Reseña histórica

Se realizó una revisión de los primeros registros históricos a partir del descubrimiento del Nuevo Mundo con el tercer viaje de Cristóbal Colón en 1498, quien encontró por primera vez la desembocadura del río Orinoco, así como los inicios de las exploraciones llevadas a cabo por Diego de Ordáz en la cuenca del Orinoco a mediados del siglo XVI. A partir de inicios del siglo XVII es cuando se empieza a contar con material documental que permite hacer una radiografía de las características del medio natural para el área de estudio, y gracias a los aportes realizados por las Misiones jesuitas llevadas a cabo por la Iglesia Católica, en especial la encomendada al Padre Joseph Gumilla a partir de 1715 y quien se destacó por sus extensas obras (Gumilla 1791a, 1791b); se incluyen los aportes de información geográfica de mediados del siglo XVII y posteriormente, en cabeza del Padre José Celestino Mutis, inicia la “Expedición Botánica” en 1761, que sería una de las mayores campañas para el conocimiento de la vegetación, especialmente en la región Andina.

También se cuenta con importante material científico de finales del siglo XVII y principios del XIX, gracias a los viajes realizados por Humboldt y Bonpland en 1826, así como las contribuciones de Francisco José de Caldas. Para la segunda mitad del siglo XIX se incluyen los trabajos de Richard Spruce en 1854, José Jerónimo Triana durante 1855 y Vergara y Velasco en 1892. Durante el siglo XX se presentan las investigaciones realizadas desde 1903 por Santiago Cortés y distinguidos especialistas botánicos, exploradores y naturalistas que realizaron contribuciones sobre la flora nacional. En las últimas décadas, la información se encuentra fundamentada en los resultados de investigaciones de vegetación (con énfasis en la cuenca del Orinoco), donde se incluyen trabajos como los de Mahecha *et al.* (1984), Hernández y Sánchez (1992), la serie de libros de Diversidad Biótica Colombiana de la Universidad Nacional de Colombia, principalmente Rangel (1991), Rangel *et al.* (1995a, 1995b), Gentry (1996), Rangel y Velázquez (1997), Rangel (2014), los trabajos publicados por Acero (2000 y 2005), Cárdenas y Salinas (2007), Carvajal y Murillo (2007), Carvajal *et al.* (2008) y Ariza *et al.* (2013), entre otros.

La mayor parte de la bibliografía dedicada a expediciones científicas nace con los estudios del viaje de George Anson entre 1740-1744, quizá por ser un suceso en el que se puede observar con claridad la rivalidad entre las potencias europeas (España y Portugal) durante su proceso de expansión territorial, por lo cual, aunque su misión tuvo un objetivo fundamentalmente bélico, aportó información geográfica valiosa para futuros viajes y expediciones (Puig-Samper, 1991). También tenía por misión desorganizar o capturar las posesiones españolas en las costas del Pacífico en América del Sur, mientras que Gran Bretaña en 1740 se encontraba en guerra con España. Sin embargo, mucho antes y a finales del siglo XV, Cristóbal Colón ya había descubierto en 1498 la boca principal del río Orinoco cuando costeaba la isla de Trinidad por el sur durante su tercer viaje (Figura 1) que posteriormente se conocería como el “Mar Dulce de Colón” por la inmensidad de lo avistado, así como lo cita Gómez (1978):

“torno a mi propósito de la tierra de Gracia y río y lago que allí hallé, a tan grande que más se le puede llamar mar que no lago... mas yo muy asentado tengo en el ánimo que allí donde dije es el Paraíso terrenal...”

El primero en penetrar en el Orinoco por motivos de descubrimiento y exploración, fue Diego de Ordaz en 1531, cuya expedición fue detenida por los raudales de Maipures y Atures (IGAC, 1996). Ordaz y sus tenientes invirtieron la década de 1530 buscando “Eldorado de Manoa” por el Orinoco (Mejía, 1998).



Figura 1. Ruta aproximada del tercer viaje de Cristóbal Colón

Posteriormente, se dio inicio a las misiones religiosas en América, que tenían como propósito una obra evangelizadora en los poblados indígenas, administrada y organizada por los sacerdotes jesuitas del Nuevo Mundo que hacían parte de la Compañía de Jesús, fundada en 1534 por Ignacio de Loyola junto con otros clérigos de Roma y aprobada por el Papa Paulo III en 1540. De las numerosas misiones religiosas realizadas en América, los sacerdotes jesuitas procuraban documentar, con lujo de detalle, sobre las costumbres, cultura, alimentación y demás aspectos de la antropología indígena, y de la misma forma realizaban descripciones cuidadosas sobre los animales, las selvas, los ríos y las plantas que componían el entorno natural allí presente.



Figura 2. Mapa de la Provincia y Misiones de la Compañía de Jesús del Nuevo Reino de Granada, sector cuenca del Orinoco

Fuente: Padre Constantino Bayle S.J. (1944). Depositado en el Real Jardín Botánico de Madrid

Uno de los misioneros más destacados por sus trabajos en la cuenca del Orinoco fue el Padre jesuita Joseph Gumilla, autor del mapa presentado en la Figura 2, y quien realizaba las primeras descripciones de estos territorios; se convirtió en uno de los escritores más

importantes de la época al aportar información de alto valor científico (no formal) y de obligada consulta para futuros exploradores del Nuevo Mundo (Figura 3). En el primer tomo de su obra más reconocida sobre la “*Historia natural, civil y geográfica de las naciones situadas en las riveras del río Orinoco*” (1791a) cita:

“...El último río de los que entran en Orinoco, que tenemos navegado y conocido, es el Guabiari, que tiene varios nombres, según las varias Provincias por donde pasa. Su primario origen está en los encumbrados picachos de Páramos fríos; á cuyas faldas de la banda Occidental logra la Ciudad de Santa Fe de Bogotá de una bella Primavera y perpétua amenidad, con un temperamento tan benigno, que se inclina más al fresco que al calor. De la parte Oriental de dichas alturas baja el Ariari, recogiendo ríos y arroyos hasta los llanos de San Juan; y acaudalando siempre más agua, atraviesa al Ayrico, (quiere decir Selva muy grande) y entra finalmente en el Orinoco, apostando grandezas y soberbia con él...”

De hecho, en la misma publicación el Padre Gumilla reconoce la necesidad de profundización en el conocimiento de las plantas para aquella época, donde afirma en la parte introductoria:

“...La historia que voy á emprender, natural, civil y geográfica del río Orinoco, comprenderá Países, Naciones, Animales y Plantas incógnitas, casi enteramente hasta nuestros días: para cuya cabal inteligencia se requieren especial claridad y método...”

En el segundo tomo de su obra (Gumilla, 1791b), reitera la exuberancia hallada en estos territorios:

“...lo vasto y extendido de aquellos Países, llenos de bosques, selvas y lagunas...”

Tales fueron sus aportes iniciales sobre estudios de vegetación en el Nuevo Mundo (desde 1715 cuando se enfiló para la misión del Orinoco hasta su deceso en julio de 1750), que en 1798 los botánicos españoles Hipólito Ruiz y José Pavón (quienes fueron enviados a Perú y Chile entre 1777-1788) describieron y dedicaron un género de plantas a su nombre: *Gumillea* (Ruiz y Pavón, 1798; González y Rodríguez, 2000; Duque, 2013).

**HISTORIA NATURAL,
CIVIL Y GEOGRAFICA
DE LAS NACIONES
SITUADAS EN LAS RIVERAS
DEL RIO ORINOCO.**

SU AUTOR

EL PADRE JOSEPH GUMILLA,
*Misionero que fué de las Misiones del Orinoco,
Meta y Casanare.*

NUEVA IMPRESION

*Mucho mas correcta que las anteriores, y adornada con ocho
laminas finas, que muestran los costumbres y rios de
aquellos Americanos.*

Corregido por el P. Ignacio Obregón, de los Clérigos Menores.

Impreso en la Imprenta de Carlos Gibert y Tutó, en Barcelona, el día 15 de Mayo de 1806.

TOMO I.

BARCELONA:

EN LA IMPRENTA DE CARLOS GIBERT Y TUTÓ
AÑO MDCCCLVI

**HISTORIA NATURAL,
CIVIL Y GEOGRÁFICA
DE LAS NACIONES
SITUADAS EN LAS RIVERAS
DEL RIO ORINOCO.**

SU AUTOR

EL PADRE JOSEPH GUMILLA,
*Misionero que fué de las Misiones del Orinoco,
Meta y Casanare.*

NUEVA IMPRESION

*Mucho mas correcta que las anteriores, y adornada con ocho
laminas finas, que muestran los costumbres y rios de
aquellos Americanos.*

*Corregido por el D. en A. D. D. Antonio Javal y Font, Abogado
de las Reales Comarcas, y de la Real Audiencia
de Caracas.*

TOMO II.

BARCELONA:

EN LA IMPRENTA DE CARLOS GIBERT Y TUTÓ
AÑO MDCCCLVI

Figura 3. Portadas de las publicaciones del Padre Gumilla sobre el Orinoco

Desde el punto de vista de las exploraciones y apropiaciones territoriales, las décadas finales del siglo XVIII tuvieron como rasgo sobresaliente la realización de las llamadas expediciones ilustradas. El geógrafo Daniel Dory, en 1991, sostiene que estas expediciones se interesaron por la identificación de áreas naturales con ayuda de indicadores botánicos, la delimitación fronteriza y el establecimiento de coordenadas geográficas en lugares estratégicos, lo que permite entender que en la época los conocimientos geográficos estuvieron estrechamente vinculados con el auge de la historia natural y de la botánica, tanto en la península como en Hispanoamérica (Duque, 2013). En aquel período la Corona sufría grandes cambios geopolíticos, económicos y sociales que influían decisivamente en las investigaciones botánicas, incluyendo la disputa del Imperio español para salvaguardar las rutas frente a las crecientes pretensiones de Portugal, Francia e Inglaterra en expandir sus áreas más allá de los pactos existentes.

Justamente en este contexto, se inicia al mando de José Iturriaga la expedición “Límites del Orinoco (1754-1781)”, que tenía como objetivo principal el trazado de límites que había de fijar las fronteras entre los territorios portugueses y españoles de América, y con órdenes científicas concretas. De esta manera, la comisión naturalista que encabezaba Pehr Löfling,

botánico sueco y discípulo de Linneo, tenía como misión estudiar la rica naturaleza de las cuencas del Amazonas y del Orinoco. Desafortunadamente, Löfving fallece en 1756 y esta comisión finaliza, pero algunos materiales aún se conservan en el archivo del Real Jardín Botánico de Madrid (Tellería *et al.*, 1998).

Durante el período denominado de “larga siesta” durante la Colonia, la documentación sobre vegetación es muy poca, pero a partir del Virreinato inicia una nueva era con la llegada a Santa Fe en 1761 del Padre José Celestino Bruno Mutis y Bossio, en funciones como médico del Virrey Messia de la Cerda, “*iniciándose con él la mayor empresa científica del norte del continente Austral*” (Guhl, 1981). De acuerdo con Mejía (1998), en las Memorias científicas de Mutis, publicadas por la Academia de Ciencias de Estocolmo, 1769, apéndice II, se incluye una “Memoria sobre las palmas del Nuevo Reino”, al parecer de la pluma del cura de leguas en el río Upía, corresponsal de Mutis, donde se describen palmas de Casanare (Patiño, 1985). Como se ha podido establecer, la Real Expedición Botánica confiada a Mutis tuvo un carácter marcadamente andino, con algunas prospecciones muy aisladas en la cuenca del Orinoco y estaba inscrita en un contexto colonial que buscaba principalmente un beneficio económico para la corona española.

Durante los trabajos desarrollados por Mutis, llegan a tierras americanas el explorador alemán Alexander von Humboldt acompañado por el botánico francés Aimée Bonpland, y en las crónicas realizadas a partir de sus viajes por el Orinoco entre 1799 y 1804 (Humboldt y Bonpland, 1826) permiten conocer:

“...Extendiendo la vista sobre las siete provincias de la Tierra-Firme, se vé que forman tres zonas distintas que se extienden del este al oeste. A lo largo del litoral, y cerca de la cordillera de montañas de la costa, se encuentran terrenos cultivados; después se hallan Sabanas ó Dehesas; y mas allá del Orinoco, una tercera zona de selvas, en las cuales no se puede penetrar sino por medio de los rios que las atraviesan...”

Los relatos de estos científicos exploradores sobre el estado de conservación de los bosques a mediados del siglo XIX en la cuenca del Orinoco, y especialmente sobre las áreas adyacentes a los ríos, facilitan la visualización retrospectiva de los escenarios naturales

característicos para esta época en la cual los impactos por intervención humana, al parecer, no eran tan evidentes como en la actualidad:

“Esta corriente del Orinoco, que tan imponente y majestuosa nos parece, ¿no sería según esto más que un débil resto de esos inmensos cursos de agua dulce que, henchidos por las nieves alpinas, o por lluvias más abundantes, sombreados de continuo por espesas selvas, libres de esas playas que favorecen la evaporación, atravesaban antaño el país al Este de los Andes, como brazos de mareas inferiores?...”

Como es claro, estas descripciones de las vastas tierras cubiertas por bosques y que conformaban gran parte de la cuenca del Orinoco, no solo fueron una narrativa histórica de sus viajes por esta región del país, sino que también constituyeron los primeros intentos por interpretar el paisaje a través de la vegetación y un acercamiento a su clasificación en unidades fisiográficas. No obstante, los propósitos de sus viajes iban más allá en el Nuevo Mundo, porque estudiaban las costumbres de los indígenas, sus hábitos, los animales, la flora, la hidrografía, así como aspectos diversos de la antropología y cultura. Por citar un ejemplo, estos exploradores ya predecían las intervenciones a las cuales serían sometidos los ecosistemas naturales en esta región del país, pero al mismo tiempo justificaban la necesidad de “destrucción de las selvas” con propósitos sanitarios y completamente antropocéntricos:

“...pues un clima malsano y la excesiva abundancia de mosquitos no entorpecerán más el progreso de la cultura en el Orinoco que en el Río Negro, desde que un vivo interés mercantil atraiga allí nuevos colonos. Los males habituales se harán sentir menos, pues hombres nacidos en América no sufren con la misma intensidad de dolor que los europeos recién llegados. Tal vez también la destrucción lenta de las selvas alrededor de los lugares habitados disminuirá algo ese cruel tormento de los insectos tripularios.”

En 1801, en Santa Fe (hoy Bogotá D.C.), coincidieron Humboldt y el científico criollo Francisco José de Caldas, quien desde sus inicios se destacó por la precisión que desarrolló en el cálculo de la altitud de las montañas, empleando observaciones astronómicas y geográficas (**Figura 4**); luego realizó importantes contribuciones al conocimiento de la vegetación y su distribución altitudinal. De acuerdo con Van der Hammen y Rangel (1997), las observaciones de Caldas (en: Díaz-Piedrahita, 1991) sobre la distribución de los cultivos de las plantas útiles, complementadas con las de otras especies dominantes en la vegetación montañosa del sur de Colombia, prologaron la vasta obra de Humboldt sobre la geografía de las plantas.

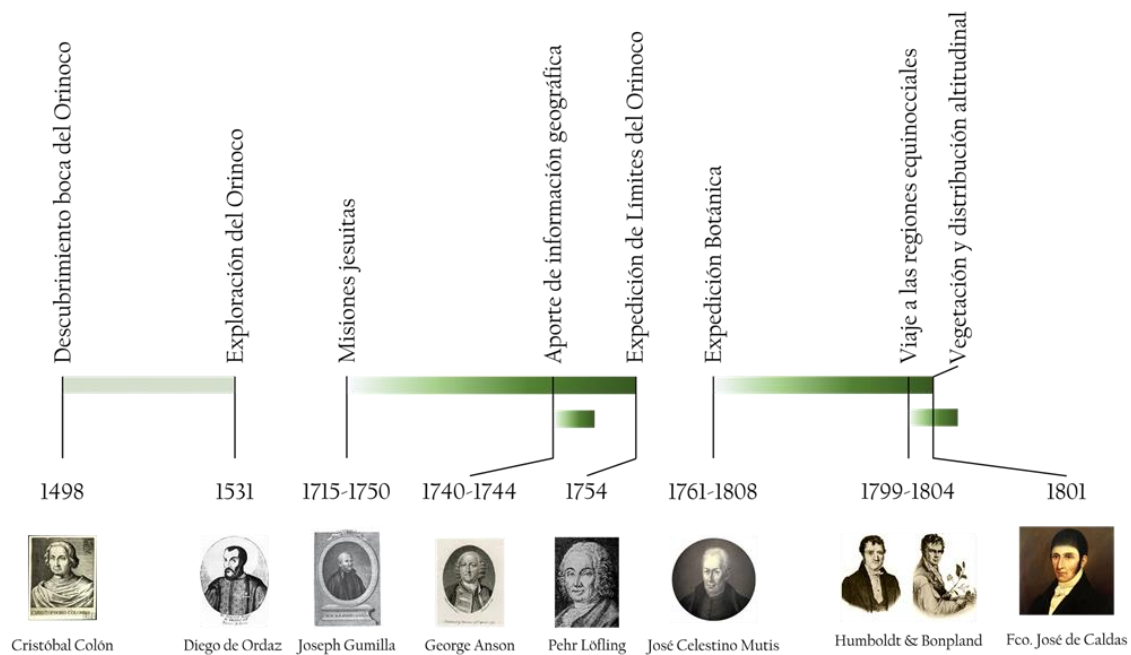


Figura 4. Hitos en el tiempo sobre descubrimientos, exploraciones e investigaciones científicas entre finales del siglo XV y principios del siglo XIX

En 1849, bajo la Presidencia de José Hilario López, se establece la Comisión Corográfica de los Estados Unidos de Colombia, con el objetivo de reconocer las diferentes regiones del país, mejoramiento de vías existentes o el trazado de nuevos caminos, mejorar las comunicaciones, el intercambio comercial y volver más eficiente la administración pública, de cara a las reformas en materia civil, militar, educativa y científica; también para el esclarecimiento de los límites internacionales, hasta ese momento mal definidos o casi desconocidos.

Durante los trabajos botánicos adelantados en esta comisión, desde 1850 se contó con el apoyo del científico y naturalista José Jerónimo Triana, pero hasta 1855 se dedicó con intensidad a coleccionar y determinar material botánico en los alrededores de Bogotá y en las dos vertientes de la Cordillera Oriental en territorio de los departamentos de Cundinamarca y Meta, incluyendo la cuenca del río Sumapaz y la provincia del Guavio hasta los Farallones de Medina (Díaz-Piedrahita, 1991). Al mismo tiempo, Richard Spruce, médico y naturalista inglés (1854) realizó importantes colecciones botánicas en la zona que hoy forma parte del

Parque Nacional Natural El Tuparro en los Llanos del Orinoco; muchas de ellas, así como las de Humboldt y Bonpland, hoy son “ejemplares tipo” (Barbosa, 1992).

Posteriormente, Vergara y Velazco (1901), en su obra “Geografía de Colombia”, planteaban la división del territorio en unidades “Tropicales” y de “Montaña”, incluyendo a los bosques de las vegas de los ríos y a las selvas del Caquetá, del Orinoco y del Meta como “tierra caliente”. Fueron pioneros en la ordenación de la geografía con base en las alturas y las contemplaron como una función del clima y de la vida; realizaron estudios comparativos del relieve, analizaron y delimitaron las cuencas hidrográficas, formularon microclimas y presentaron una interpretación novedosa, para su época, sobre la relación entre el clima y el desarrollo de la flora y fauna.

La primera edición de la Flora de Colombia escrita por Santiago Cortés se publicó en 1896 y en su siguiente edición (1903) el mismo autor propuso la división del país en 13 regiones naturales que comprendían desde la región de la Guajira y los Montes de Oca hasta la región de las islas del Pacífico, incluyendo las regiones de los Llanos Orientales, de Antioquia y de la Cordillera Central, del Chocó y del río Atrato. Hacía mención igualmente a las inmensas selvas del Amazonas, del Orinoco, del Catatumbo y a los bosques del Magdalena, del Cauca, del Atrato y a las llanuras arenosas de la Guajira. Hablaba del escalonamiento vegetal en los Andes de acuerdo con las variaciones topográficas y climáticas. Sus observaciones sobre la distribución altitudinal de numerosos grupos vegetales, demostraban su inclinación por la fitogeografía descriptiva (Van der Hammen y Rangel, 1997). En la última edición de la obra de Cortés, se incluye la geografía botánica de Colombia, las leguminosas, la flora terapéutica, la industrial, el catálogo de los nombres vulgares de las plantas, un memorándum terapéutico y el índice de los géneros y familias botánicas; y en el capítulo de geografía botánica de Colombia, se refiere específicamente a la región de los Llanos u Oriental:

“... que comprende una vastísima extensión y abraza gran parte de las riquezas vegetales del Amazonas y del Orinoco. Muchísimas especies de palmeras, tales como el cumare, el moriche, el chiquichique y el seje, pueblan aquella tierra virgen donde se hallan, además, gardenias, el nocuito de Villavicencio, el philodendron gloriosum, la angostura, cupreas, la lechemiel y muchas otras apocináceas; la guachamaca toxicaria, artocárpeas, como el caimarón; el elemí o currucay, y bosques enteros de terebintáceas, burceráceas y rutáceas.”

El Padre Enrique Pérez-Arbeláez (Medellín, 1896 - Bogotá, 1972), después de sus estudios biológicos en Alemania y teológicos en España (ingresó al sacerdocio en 1926), desempeñó en 1930 en Colombia el cargo de botánico del Departamento de Agricultura, del Ministerio de Industrias. En 1931 fundó, junto al médico y humanista César Uribe Piedrahita, el Herbario Nacional Colombiano, y en 1936 el Departamento Botánico de la Universidad Nacional, que en 1939 se convirtió en Instituto, cuya dirección desempeñó algunos años. En 1953 fue nombrado por el Gobierno Nacional como Director en Colombia para la publicación de la “Flora de Mutis”, con la colaboración del Instituto de Cultura Hispánica. En 1955, fundó el Jardín Botánico de Bogotá “José Celestino Mutis”, que dirigió hasta su muerte (Patiño, 1985).

Posteriormente, llegaron las contribuciones del botánico español José Cuatrecasas Arumi (Director del Real Jardín Botánico de Madrid en 1958) y junto con Hernando García-Barriga herborizaron con intensidad la región de los Llanos colombianos entre 1938 y 1939; descubrieron numerosas especies nuevas como *Caraiipa llanorum* (Clusiaceae) y *Protium llanorum* (Burseraceae), especies características de la flora de la región (Minorta-Cely y Rangel, 2014); este último corresponde a un grupo de árboles de gran porte conocidos comúnmente como Copal (Fotografía 2). José Cuatrecasas llegó a Colombia por primera vez en 1932 con motivo del centenario del nacimiento de José Celestino Mutis y en 1938 asistió en representación de su país natal a los actos del Cuarto Centenario de la fundación de Bogotá (Patiño, 1985).



Fotografía 2. Ejemplar de *Protium sagotianum* en un bosque de galería, municipio de Acacias

Como trabajo de alto valor literario, pero a la vez con importantes elementos científicos documentados, se encuentra la obra de Wade Davis sobre las investigaciones realizadas por el profesor Richard Evans Schultes en 1941, quien se internó en la selva amazónica explorando ríos que no figuraban en los mapas; sus trabajos realizados en los bosques de Ecuador, Perú, Brasil, Bolivia, Venezuela y especialmente Colombia, se extendieron por un período de doce años, estudiando la etnobotánica y descubriendo nuevas especies de plantas para la ciencia, profundizando en las costumbres ancestrales de las tribus indígenas. En la obra de Davis (2004) “El Río”, se citan algunos elementos que permiten comprender algunos aspectos de las plantas útiles principalmente en la región de la Amazonia; sin embargo, allí se incluyen comentarios sobre exploradores y científicos que trabajaron en la cuenca del Orinoco a finales del siglo XIX:

“...En junio de 1854, Richard Spruce había encontrado yopo en Maipures, en el Orinoco, e identificado la fuente como el árbol Anadenanthera peregrina...”

“...En menos de una semana halló una segunda especie psicoactiva, la Virola calophylloidea. Un mes después, trabajando con los taiwanos en el río Cananarí, una tercera, la Virola elongata. Durante los meses siguientes pudo describir la preparación del polvo entre los cubeos y tucanos del Vaupés, los barasanas y los macunas del Piraparaná y los curripacos del Guainía. Luego, en 1953, recibió un informe de un misionero norteamericano que trabajaba en Venezuela con los wikás o yanomamis, en la cabecera del Orinoco. Según el documento, los yanomamis usaban un polvo que llamaban ebéna para comunicarse con los hekulas, los espíritus de las rocas y las cascadas. Durante la siguiente década recibió fascinantes pero vagos informes que sugerían que, la fuente de ebéna era el yopo...”

En su larga trayectoria profesional, el profesor Schultes aportó importantes avances en la investigación de la flora principalmente en Colombia, donde logró publicar una decena de libros y más de una centena de artículos científicos en numerosas revistas reconocidas a nivel mundial.

Ramón (1949) publica la Geografía Superior de Colombia, que trata sobre diferentes aspectos de la geografía humana, ubicación del país en cuanto a sus fronteras marítimas e insulares, fronteras terrestres, orografía, climatología e hidrografía para las regiones Andina y Oriental, realiza una pequeña monografía del río Magdalena y al final de la primera parte de la obra dedica una caracterización a las regiones naturales de Colombia; para la región

Oriental (que en su época incluía la región del Amazonas) desarrolla una sucinta descripción de las características y composición de la vegetación para los Llanos Orientales.

En el año 1950 el entonces Presidente Mariano Ospina Pérez funda la Universidad Municipal de Bogotá, la cual el mismo año se convertiría en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Posteriormente, el Padre Daniel de Caycedo ejerció como primer rector de la recién fundada universidad, y dio inicio a los programas de tecnología en radiotécnica, topografía y ciencias forestales, teniendo como primer resultado la graduación de 23 tecnólogos en 1953 (Clavijo *et al.*, 2009); de esta manera se estableció un hito para la investigación, uso y aprovechamiento de los recursos forestales en Colombia, que posteriormente facilitaría el desarrollo académico e intelectual de profesionales en las ciencias forestales, botánica y ecología, así como naturalistas y demás especialistas dedicados a realizar prospecciones en las diferentes regiones naturales del país, incluyendo la Orinoquia colombiana.

Espinal y Montenegro (1963) realizan el Mapa Ecológico de Colombia con su correspondiente memoria explicativa basándose en investigaciones realizadas en campo de acuerdo con el sistema de “Formaciones Vegetales del Mundo” propuesto por L.R. Holdridge (1947) y consiguen presentar la distribución geográfica y las áreas comparativas de unas 23 formaciones vegetales en el país. Adicionalmente, exponen de manera general algunas características del medio ambiente y de la vegetación más sobresalientes en cada formación vegetal o zona de vida. Al mismo tiempo se presentan explicaciones sobre el método de trabajo de campo y analizan los cambios producidos por la acción del hombre en la vegetación y las relaciones de ésta con los factores edáficos y atmosféricos (Figura 5). Para la cuenca del Orinoco, dichos autores reportan el “Bosque Seco Tropical” en los llanos nororientales llegando hasta los límites con Venezuela en Arauca, Puerto Carreño y el propio río Orinoco; el “Bosque Muy Húmedo Tropical” que ocupa el piedemonte de la vertiente oriental de la Cordillera Oriental y algo de la llanura contigua, desde la frontera con Ecuador hasta más al norte de Villavicencio; el “Bosque Húmedo Subtropical” que corresponde a la denominada “Zona Cafetera” que se extiende a través de todo el territorio colombiano en las laderas de las tres cordilleras andinas, incluyendo la vertiente oriental de la Cordillera Oriental que forma parte de la cuenca del Orinoco entre los 900 y 2.100 metros de altitud; el “Bosque Muy Húmedo Subtropical” distribuido ampliamente en las vertientes de las

cordilleras constituyendo parte de la “Zona Cafetera” entre 1.000 y 2.000 m de altitud. También aparecen el “Bosque Pluvial Subtropical”, el “Bosque Pluvial Montano Bajo”, el “Bosque Húmedo” y “Muy Húmedo Montano Bajo” (comúnmente conocidos como “Páramo” y más específicamente Cuatrecasas los denomina “Subpáramo”, por encima de los 3.000 m de altitud) y el “Bosque Pluvial Montano”.

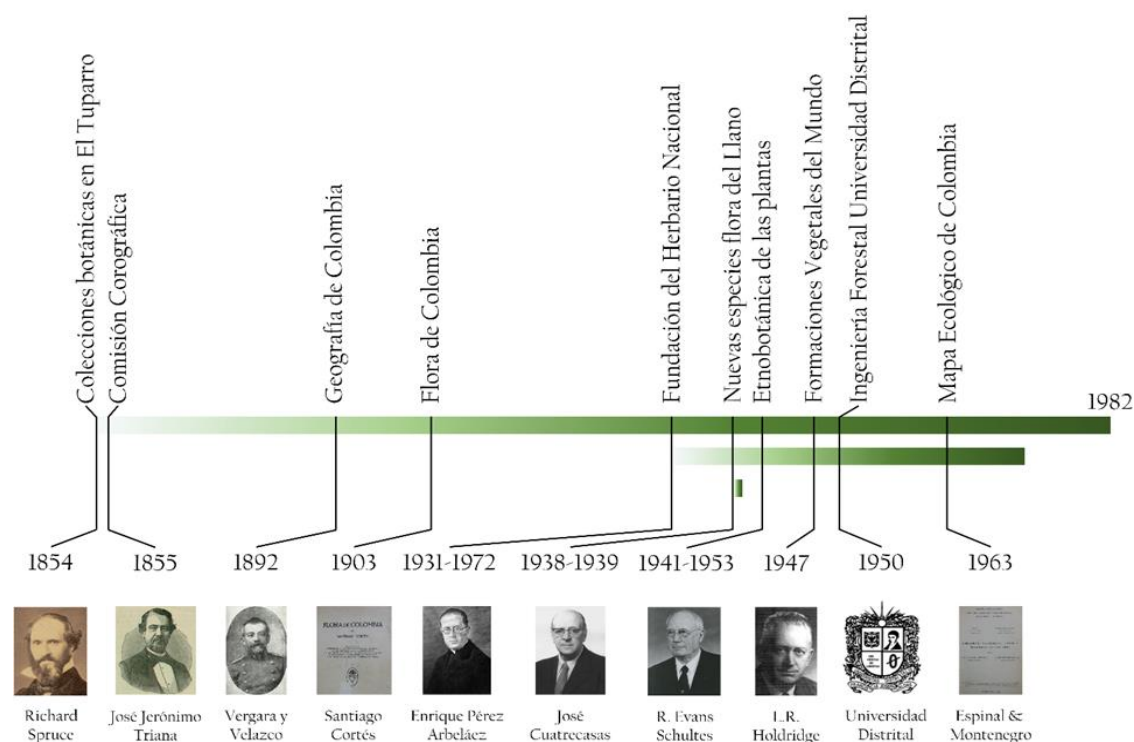


Figura 5. Hitos en el tiempo de investigaciones científicas entre mediados del siglo XIX y finales del siglo XX

El Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, desde 1983 ha venido publicando la serie “Flora de Colombia”, con un total de 26 monografías hasta la fecha, las cuales contienen el tratamiento taxonómico de grupos de plantas representados en el país con diferentes jerarquías, desde familias hasta géneros y subgéneros, e incluyen algunas prospecciones en la cuenca del Orinoco.

Mahecha *et al.* (1984) presentan el estudio dendrológico de Colombia, desarrollando temas como el código nacional de especies forestales, listados de especies con sus correspondientes nombres comunes y nomenclatura técnica, aspectos dendrológicos con temas de distribución geográfica y fisionomía de la vegetación, aspectos silviculturales de la regeneración natural y especies que simplifican la masa boscosa. Para el índice nacional de

especies, donde incluyen los nombres comunes, se recolectó información a través de comisiones de campo en diferentes regiones del país como la bota caucana, piedemonte llanero, Arauca, Norte de Santander, Costa Pacífica, Sierra Nevada de Santa Marta y las sabanas de la Orinoquia. Uno de los coautores de la anterior obra, el Ingeniero Forestal Luis Enrique Acero Duarte (quien se desempeñó como Profesor Catedrático de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas) desarrolló su área de especialización en la dendrología y la etnobotánica, y cuenta con numerosos aportes científicos en materia de investigación sobre la vegetación en Colombia con algunos trabajos realizados en la cuenca del Orinoco, los cuales serán tratados más adelante.

Hernández *et al.* (1992) realizan una aproximación a las unidades biogeográficas del país definidas con base en criterios fisionómicos de la vegetación, criterios de paisaje, condiciones climáticas y en los componentes de la biota; para la Provincia Biogeográfica de la Orinoquia, se establece el predominio de la vegetación sabanera, pero se reconocen provisionalmente cuatro unidades Biogeográficas: “Distrito Arauca – Apure”, “Distrito Casanare”, “Distrito Sabanas Altas” y “Distrito Maípures”. Por otra parte, se destacan las unidades del piedemonte orinocense: “Distrito del Piedemonte Casanare-Arauca” y “Distrito del Piedemonte Meta”; en este último es donde se realizó gran parte de los trabajos de campo para la presente investigación. Hernández y Sánchez (1992) presentan un ejercicio para agrupar en biomas el conjunto de ecosistemas semejantes por sus características estructurales y funcionales, diferenciados principalmente por los componentes de la vegetación. Según estos autores, las “Sabanas de la Orinoquia” constituyen la mayor extensión de sabanas de Colombia y se corresponden con los llamados Llanos Orientales:

- a) Las sabanas mal drenadas, que se inundan durante la época de lluvias y se extienden por los departamentos de Arauca y Casanare, el extremo oriental de Cundinamarca y el sector de Villavicencio.
- b) Las sabanas bien drenadas o de altillanuras que se encuentran en los departamentos del Meta y Vichada; corresponden principalmente a altillanuras.
- c) Las sabanas del Yarí en sectores de los departamentos del Caquetá y Vichada, fisionómica y florísticamente afines a las sabanas de la Orinoquia.

Según las características de esta clasificación, para la cuenca hidrográfica del río Orinoco también se encuentran los Orobiomas o biomas de Montaña (Hernández y Sánchez, 1992).

En 1980 es declarado el Parque Nacional Natural El Tuparro en cabeza del Ingeniero Heliodoro Sánchez, como Director del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia entre 1977 y 1985; esta área protegida abarca cerca de 548.000 hectáreas en la Región de la Orinoquia colombiana y se posiciona como bastión para la conservación de la biodiversidad característica de los Llanos Orientales; en 1982, esta área protegida es declarada como Monumento Nacional y Zona Núcleo de la Reserva de la Biósfera El Tuparro. Posteriormente, Barbosa (1992) presenta una contribución al conocimiento de la flórula del este Parque Nacional; las descripciones de la flora presentadas en dicha investigación son diagnósticas y elaboradas con base en el material botánico examinado, abarcando aspectos climatológicos, geomorfología, suelos y, en la parte introductoria del componente de vegetación, diferencia la representación del Parque El Tuparro en cinco biomas: “Selva Hygrotropofítica”, “Pedobioma Casmo-Quersófito”, “Pedobioma Freatófito”, “Sabanas con origen Alternohígrico” y “Helobiomas”.

Escobar *et al.* (1993) publican una clave de las principales plantas de sabana para la altillanura de los Llanos Orientales en Carimagua (Meta), como instrumento de trabajo para los especialistas en pastos, botánicos, ecólogos e investigadores en vegetación nativa de las sabanas en zonas de depresiones húmedas y bosques de galería. Incluyen 153 especies y variedades que pertenecen a 93 géneros y 34 familias de angiospermas reunidos en los grupos de Monocotiledóneas y Dicotiledóneas. Gentry (1996) presenta por primera vez una guía de campo para profundizar en los estudios sobre la diversidad de la flora en Colombia, Ecuador y Perú, así como de sus áreas adyacentes. Incluye las familias de plantas maderables y especies epífitas. Igualmente, incorporó gran parte de su experiencia práctica en su obra con un nuevo enfoque para la identificación de plantas tropicales, presentando al mismo tiempo láminas ilustrativas para facilitar la determinación de la flora en terreno. En Uribe y Betancur (1997) se recopilan algunas especies de plantas de la Orinoquia colombiana; esta obra organiza las especies de acuerdo con el sitio donde se desarrollan y con las formaciones vegetales a las cuales pertenecen: en esteros y lagunas, sabanas inundables, sabanas no inundables y bosques. Cada tipo de vegetación se ilustra y se describe brevemente,

synthesizing its main ecological traits and a small selection of the most common species that form them.

The works and contributions for Colombia by the Dutch scientist Thomas Van der Hammen date back to the mid-20th century. To give an example, it highlights the work done together with Rangel (Van der Hammen and Rangel, 1997) which includes a historical account of the investigations of flora carried out since the time of Humboldt and Caldas up to the end of the 20th century, as well as the formulation of general guidelines on the needs of future research (Figure 6). In his struggle for the knowledge and conservation of the flora and fauna of the country, and of physical, climatic, edaphic, among others, he made one of his last and most outstanding contributions at the beginning of the 21st century for the Orinoco basin: Van der Hammen (2008) presents volume 7 of the series of Studies of Tropicandine Ecosystems, where an important contribution is made on geology, soils, climate, vascular and non-vascular flora, mammals, reptiles, amphibians, birds, insects, palynological studies, etc., for the Sumapaz transect in the Eastern Colombian Cordillera, providing an integrated vision of the natural environment of this region of the country.

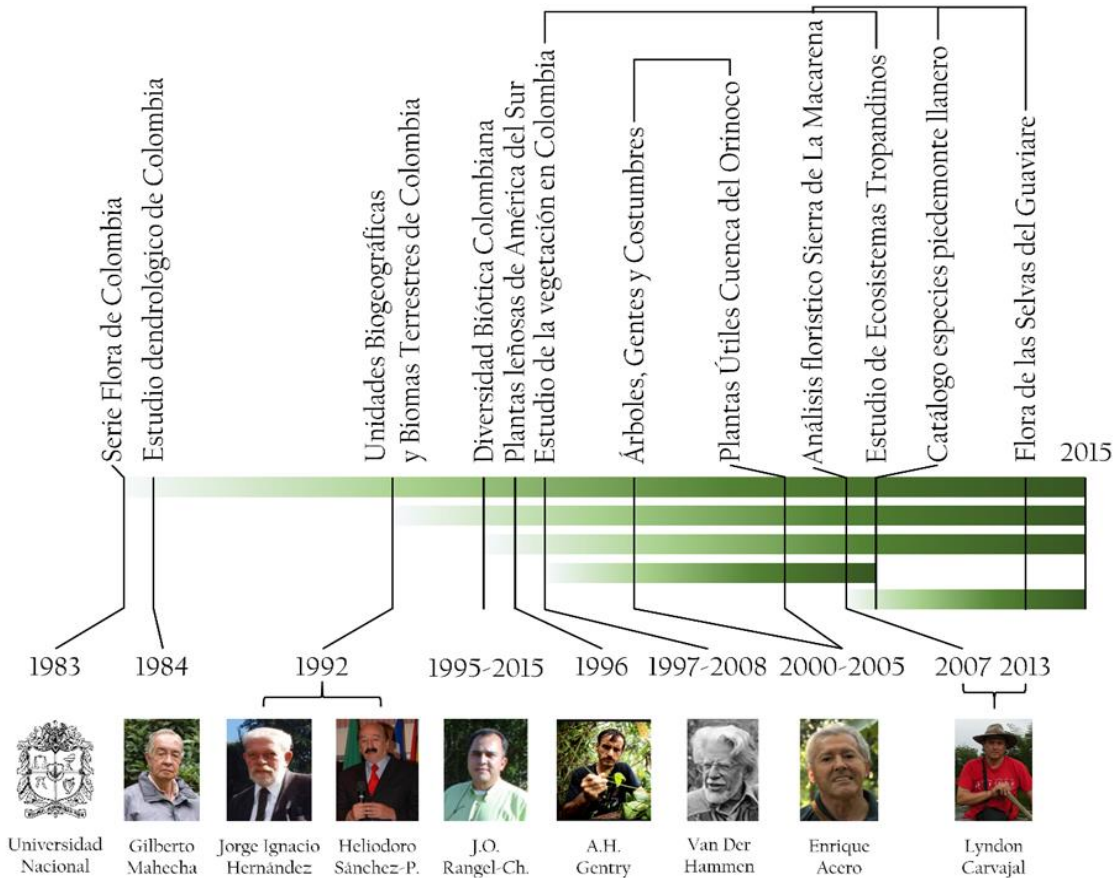


Figura 6. Hitos en el tiempo de investigaciones científicas entre finales del siglo XX hasta la actualidad

Rangel presenta desde 1995 la serie “Diversidad Biótica Colombiana”, la cual reúne una colección de publicaciones científicas de 14 tomos dedicados al conocimiento de la flora, la fauna y el entorno natural a diferentes escalas en el país. Dentro de esta colección, Rangel *et al.* (1995a) desarrollan aspectos generales de la Orinoquia colombiana entre los 80 y 500 m de altitud, incluyendo un diagnóstico de geografía, vegetación, fauna y conservación de la flórula de la región. Así mismo, Rangel (2014) incluye estudios científicos sobre palinología, redes fluviales, geología, clima, suelos, vegetación de las sabanas y bosques, crustáceos, insectos, anfibios, reptiles, aves, mamíferos, etc.

Molano (1998) en su biogeografía de la Orinoquia colombiana realiza una importante contribución al conocimiento de los diferentes aspectos de vida y geografía de sus gentes, medios y ambientes naturales y clasifica esta región en distintas unidades de paisaje: “Subregión Andino Orinoquense”, “Subregión de los Llanos Orientales”, “Subregión del Andén Orinoqués”, “Subregión Transicional Orinoquia-Amazonia” y “Sierra de La Macarena”. Al final presenta una génesis, posibilidades y riesgos para esta región y perspectiva ambiental futura para el manejo y gestión de los recursos naturales en la Orinoquia colombiana.

Rangel (1998) contribuye al conocimiento de la vegetación en su “Flora Orinoquense”, donde aborda aspectos relativos a la flora característica en el gradiente montañoso para la región de Sumapaz, región de vida del páramo, región de vida andina entre los 2.950-3.500 metros de altitud, análisis de riqueza y de la diversidad vegetal, y presenta una breve caracterización de los aspectos florísticos para el Parque Nacional Natural Sierra de La Macarena (departamento del Meta) y Parque Nacional Natural El Tuparro.

Acero (2000) presenta 112 especies tradicionalmente utilizadas en el contexto no solo nacional, sino también latinoamericano; resalta la relación hombre-planta en las diferentes manifestaciones folclóricas, históricas, religiosas, míticas, utilitarias y geográficas; muchas de estas especies forman parte del área de estudio y constituye una obra de importante valor técnico, científico y cultural para los estudios de la flora orinocense. Posteriormente, Acero (2005) desarrolla la etnobotánica y características generales de 252 especies de importancia

sociocultural para la cuenca del Orinoco y distribuidas en los climas: “frío” (31 especies), “templado” (50) y “cálido” (171).

Parra (2005) presenta el primer registro del género *Spathelia* (Rutaceae) para Colombia (Guayana, Orinoquia), incluyendo la descripción de una nueva especie y comentarios sobre sus afinidades taxonómicas, distribución y hábitat. Rippstein *et al.* (2001), elaboran un extenso diagnóstico de las condiciones naturales y semi-naturales en las sabanas de los Llanos Orientales de Colombia, con especial énfasis en la caracterización de la vegetación arbórea, arbustiva y gramínea.

Desde el punto de vista de planificación territorial, Correa *et al.* (2006) desarrollan un importante trabajo de diagnóstico de la cuenca con el apoyo de diferentes entidades oficiales territoriales y de investigación, universidades, organizaciones no gubernamentales de carácter nacional e internacional, investigadores independientes y la sociedad civil en general. Presentan una síntesis del diagnóstico del estado del conocimiento, conservación y uso de la biodiversidad en la cuenca del Orinoco colombiano que incluye aspectos físicos, naturales, sociales, político-administrativos, elementos económicos regionales, condiciones de vida, usos, conservación y conocimiento de la biodiversidad en la cuenca. Con dichos elementos, formulan la propuesta técnica del “Plan de Acción en Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco-Colombia / 2005 – 2015”, mediante ejes temáticos, estrategias, programas y proyectos, acompañados de los correspondientes lineamientos para la ejecución y financiación del mismo. Parra (2006) realiza un estudio general de la vegetación nativa (angiospermas) del municipio de Puerto Carreño (vichada, Colombia) para las formaciones de vegetación casmófita (vegetales petrófitos), bosques inundables, bosque de galería y sabanas.

En las investigaciones de flora realizadas por Cárdenas *et al.* (2009) en el Escudo Guayanés del municipio de Inírida (departamento de Guainía), se incluye un catálogo de especies forestales; también desarrolla un capítulo dedicado a las novedades florísticas y afinidades fitogeográficas. En la zona de Inírida y sus alrededores se registraron 105 especies pertenecientes a 88 géneros y 44 familias. Carvajal y Murillo (2007) presentan un análisis

florístico y fitogeográfico para el sector nororiental de la Serranía de La Macarena en un rango entre 400 y 800 m de altitud, ecosistemas de bosque de galería, bosque poco intervenido y sabanas sobre afloramientos rocosos, donde se encontraron 561 especies distribuidas en 112 familias y 345 géneros. Cárdenas y Salinas (2007) publican el volumen 4 del Libro Rojo de Plantas de Colombia, específicamente con las especies maderables amenazadas, en el cual se incluyen fichas monográficas de cada una de ellas con sus nombres comunes, científicos, familias, categorías de amenaza y distribución geográfica, entre otros.

Por su parte, Villarreal-Leal y Ocampo (2007) elaboran un diagnóstico y caracterización de los diferentes componentes bióticos del Parque Nacional Natural El Tuparro; incluyen reseñas de los paisajes, vegetación, insectos, aves, peces y una síntesis de resultados. Dicha caracterización fue realizada a través de información primaria complementada por fotointerpretación para las unidades de paisaje, y trabajos de campo para el componente de vegetación y fauna.

Carvajal *et al.* (2008) en su catálogo ilustrado de especies del piedemonte llanero, incluyen 200 especies encontradas en 15 sectores de muestreo en los municipios de Villavicencio, Acacías, Guamal, Cubarral, Restrepo, Cumaral y Barranca de Upía, departamento del Meta. En Villarreal-Leal *et al.* (2009) es presentado un estudio sobre selvas y sabanas que conforman una transición entre la Amazonia y la Orinoquia, específicamente sobre grupos de plantas, aves, insectos y peces. Giraldo-Cañas (2010) publica los resultados del inventario de la flora gramínea en la Guayana colombiana. Lasso *et al.* (2011) desarrollan un amplio trabajo sobre la biodiversidad de la cuenca del Orinoco y al mismo tiempo presentan las bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad; realizan una descripción general del medio natural de la cuenca del Orinoco, síntesis temática y cartográfica de la biodiversidad, flora y vegetación, insectos (escarabajos coprófagos, hormigas y mariposas), peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Merchán *et al.* (2011) recogen en sus investigaciones sobre el Caimán Llanero (*Crocodylus intermedius*) en Colombia, las generalidades sobre el estado de conservación del hábitat de la especie, incluyendo datos significativos sobre la vegetación de esta región del país.

Usma y Trujillo (2011) presentan un compendio sobre la biodiversidad del departamento del Casanare e identificación de ecosistemas estratégicos, donde abordan aspectos de descripción del medio natural, síntesis temática y cartográfica de la diversidad, flora, hormigas y mariposas, peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos, diversidad cultural, estrategias de conservación privada, biodiversidad en las sabanas pluviales del municipio de Orocué y la educación ambiental como herramienta en la conservación de la Orinoquia. En el mismo estudio, Córdoba-Sánchez *et al.* (2011) desarrollan el levantamiento de información primaria y recopilación de secundaria para describir la flora de Casanare. Ariza *et al.* (2013) elaboran el libro con la guía ilustrada de la flora representativa de las selvas del Guaviare: municipio de Mapiripán, departamento del Meta, que reúne información de 137 especies de la zona de transición entre la selva amazónica y los Llanos del Orinoco colombiano; cuenta con la descripción general de cada especie, su hábitat, usos e importancia económica, principalmente de las especies forestales maderables.

Las contribuciones realizadas por todos estos autores, exploradores, misioneros e investigadores mediante sus trabajos desarrollados en la cuenca del Orinoco, que se remontan desde el descubrimiento del Nuevo Mundo a mediados del siglo XV hasta la fecha, revelan la importancia de esta región de Colombia en particular, y para el Neotrópico en general en términos de biodiversidad. Igualmente, fomentan la necesidad de ampliar el conocimiento sobre vegetación, sus relaciones existentes con factores geomorfológicos, climáticos, altitudinales, dinámicas de crecimiento y el impacto de las actividades humanas que influyen en su modelamiento, composición, estructura, diversidad y función, razones suficientes que impulsan el desarrollo de la presente investigación.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS



Bosque de galería asociado al río Orotoy en el municipio de Guamal



2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Realizar una contribución al conocimiento de la diversidad forestal presente en ecosistemas naturales y semi-naturales del piedemonte llanero colombiano.

2.2. Objetivos específicos

Objetivo específico 1

Identificar las diferencias en estructura, composición y diversidad del arbolado en dos tipos de ecosistemas boscosos del piedemonte metense actualmente catalogados en diferentes categorías de clasificación según el Ideam (2010): los bosques de galería (inundables) y los bosques de tierra firme, teniendo en cuenta que probablemente en el pasado hacían parte de un continuo de bosque en toda la región del piedemonte del Meta, y que actualmente se encuentran fragmentados por el desarrollo de las actividades humanas.

Objetivo específico 2

Establecer si existe relación entre la variable altitudinal con respecto a la riqueza y diversidad del arbolado en los ecosistemas boscosos del piedemonte llanero colombiano, considerando los efectos de la altitud, la geomorfología y la pendiente como factores que pueden influir en la diversidad de los ecosistemas boscosos, así como la calidad de los suelos y las condiciones de accesibilidad por parte de los habitantes que pueden estar afectando la composición, estructura y diversidad de las coberturas naturales objeto de estudio.

Objetivo específico 3

Realizar un análisis de la regeneración natural en los bosques naturales y la vegetación secundaria para esta región del piedemonte, enfatizando en las diez especies forestales más importantes desde el punto de vista ecológico y de mayor demanda por la calidad de sus maderas. Ello con el fin de establecer su participación dentro de las dinámicas sucesionales en estos ecosistemas y realizar una proyección al conocimiento de su éxito en la composición y estructura futura de los bosques estudiados, como instrumento útil para apoyar iniciativas de conservación y de uso sostenible.

Objetivo específico 4

Valorar la contribución de los ecosistemas semi-naturales de pastos arbolados en la diversidad forestal del piedemonte llanero, teniendo en consideración que conforman gran parte de las coberturas modeladas por las actividades humanas en esta región, principalmente para el desarrollo de la ganadería. Probablemente, su destacada presencia en esta zona obedece a procesos de fragmentación de los bosques naturales, a la transformación del territorio para el establecimiento de pasturas a manera de dehesas, o a las iniciativas privadas para el mantenimiento de especies forestales de alto valor comercial, así como frutales y otras empleadas para el sombrero del ganado. En cualquier caso, los pastos arbolados pueden contener especies que contribuyen al sostenimiento de la biodiversidad regional y funcionar como corredores biológicos entre las matrices de ecosistemas naturales.



CAPÍTULO III

ÁREA DE ESTUDIO

Ejemplar de *Sloanea guianensis* (Aubl.) Benth. (Achiotillo) en pastos arbolados del municipio de Guamal

3. ÁREA DE ESTUDIO

3.1. Localización

El área de estudio se localiza en la cuenca hidrográfica del río Orinoco en territorio colombiano, la cual se ubica entre 1° 38' y 7° 30' de latitud norte, y 67° 22' y 75° 03' de longitud oeste. El límite de la cuenca se encuentra comprendido por la Cordillera Oriental, con altitudes que en algunos casos se encuentran por encima de los 5.000 metros sobre el nivel del mar, abarcando la eco-región de los Llanos del Orinoco y compartiendo territorios con Venezuela hasta los sistemas montañosos del Escudo Guayanés por el oriente (Cárdenas-Torres, 2011) (Figura 7). Los Llanos Orientales de Colombia, forman parte de los 250 millones de hectáreas de las sabanas tropicales de América del Sur; pertenecen a éstas, además, los llanos de Venezuela, el Cerrado de Brasil y las sabanas de Bolivia y Guyana (Rippstein *et al.*, 2001).

Estas sabanas de la Orinoquia están situadas en la cuenca binacional del río Orinoco, que ocupa aproximadamente 900.000 km². El Orinoco es el tercer río más caudaloso del mundo (Rippstein *et al.*, 2001) y su desembocadura se localiza en el océano Atlántico. Según Molano (1998), en el pasado las selvas de los llanos se esparcían desde el piedemonte hasta alcanzar el río Orinoco a través de las corrientes de agua a manera de bosques de galería, y formando en muchos casos las denominadas “matas de monte”, cuando los procesos de fragmentación se hacen más evidentes en las zonas de sabanas, especialmente en la altillanura.

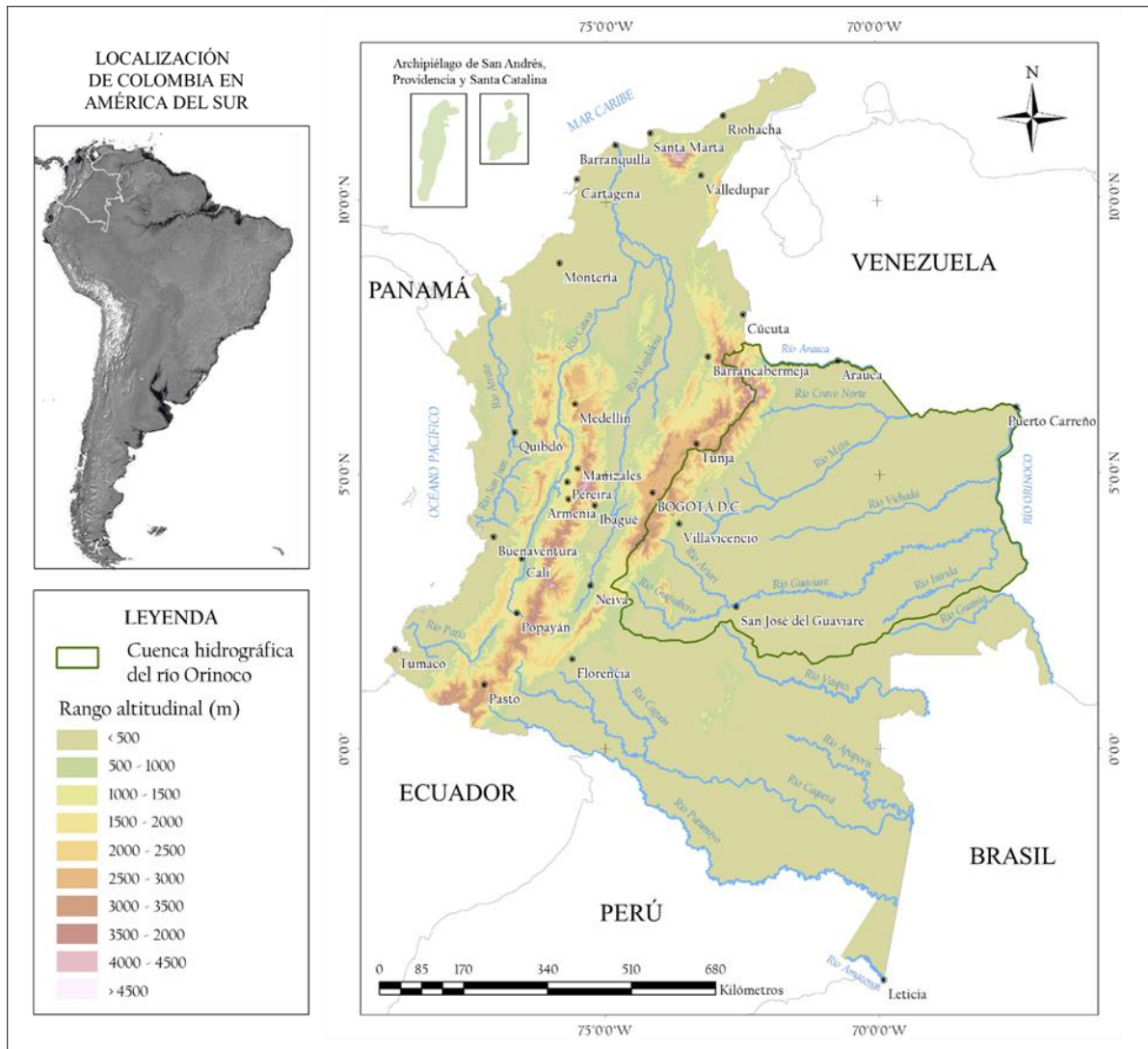


Figura 7. Mapa de localización de la cuenca del Orinoco en Colombia

Desde el punto de vista administrativo, esta cuenca comprende territorios de los departamentos de Arauca, Boyacá, Casanare, Cundinamarca, Guainía, Guaviare, Meta, Norte de Santander, Santander, Vaupés y Vichada, e incluyendo una parte del Distrito Capital (Figura 8). En Colombia es también conocida como la región de los Llanos Orientales (Cárdenas-Torres, 2011).

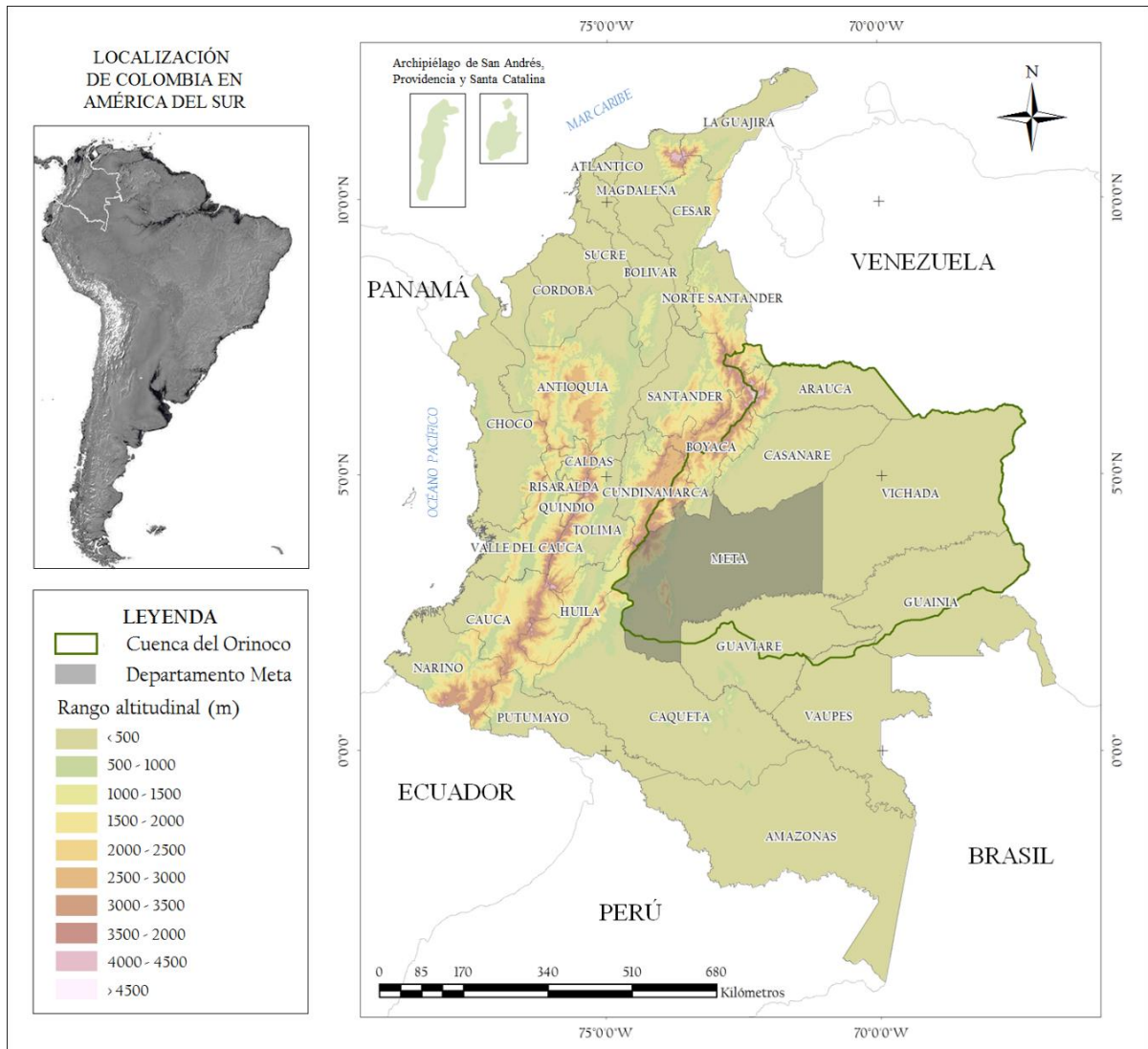


Figura 8. Mapa de división administrativa y localización del departamento del Meta en Colombia

Las presentes investigaciones se realizaron con base en información primaria recolectada en cinco municipios del departamento del Meta: Acacías, Castilla La Nueva, San Luis de Cubarral, Guamal y San Martín de los Llanos (Figura 9), actividades desarrolladas desde noviembre de 2012 hasta abril de 2015, donde se realizó un total de 187 unidades de muestreo como se presenta en la Tabla 1.

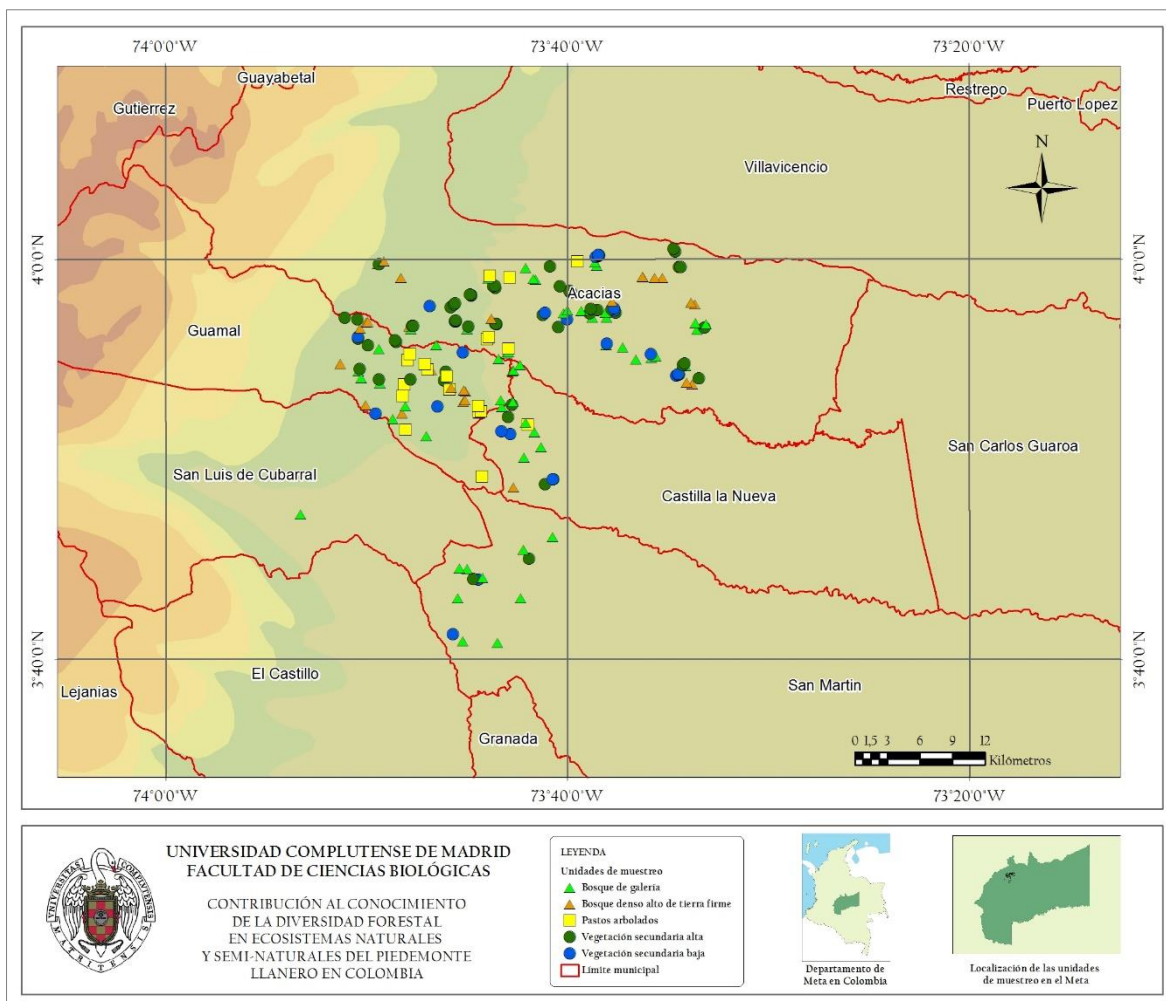


Figura 9. Localización del área de estudio y unidades de muestreo

Tabla 1. Datos de información primaria recolectada en los inventarios forestales

ECOSISTEMA / COBERTURA	N° DE PARCELAS	TAMAÑO DE LA PÁRCELA (ha)	HOMOLOGACIÓN	N° DE PARCELAS
Bosque de galería	55	0,10	Bosque natural	83
Bosque denso alto de tierra firme	28	0,10		
Vegetación secundaria alta	57	0,01	Vegetación secundaria	83
Vegetación secundaria baja	26	0,01		
Pastos arbolados	21	0,20	Pastos arbolados	21
TOTALES	187	-	-	187

3.2. Geología y geomorfología

Regionalmente, el área de estudio está ubicada en la Orinoquía colombiana, que corresponde a la cuenca sedimentaria de los Llanos, la cual se desarrolló principalmente durante el Cretácico y estaba limitada por el Escudo de la Guayana al occidente y la Cordillera Central al oriente. Debido al posterior levantamiento de la Cordillera Oriental se inició una alta sedimentación de esta nueva cordillera hacia la cuenca sedimentaria actual. A finales del Pleistoceno, durante las fases finales de la última glaciación, se reactivaron los procesos erosivos en la Cordillera Oriental incrementando la sedimentación en la llanura (IGAC, 1996).

Los glaciares hicieron un aporte importante a los caudales de los ríos y el material transportado está constituido por arcillas, cantos, guijos y arenas que fueron depositados principalmente en el piedemonte, para posteriormente ser retrabajados, transportados y depositados por corrientes principales como los ríos Guamal, Humadea, Acacias, Guayuriba y Camoa, que corresponden a los drenajes principales del área de estudio a nivel regional. Los procesos geológicos posteriores han contribuido a la generación de unidades Cuaternarias de origen fluvial, que regionalmente se localizan en el sector del piedemonte y que incluyen depósitos de derrubio y terrazas aluviales recientes; otros depósitos generados en el cauce actual y planicie de inundación de cauces principales como los ríos Guayuriba, Guamal, Acacias y Orotoy, corresponden a la unidad de Cuaternarios aluviales y están conformados por arenas, limos y gravas.

De acuerdo con la memoria explicativa del Mapa Geológico del Meta (Rodríguez, 2001) en el área del departamento se han reconocido lito-unidades metamórficas y sedimentarias con edades que oscilan entre el Precámbrico y el Pleistoceno. Las más antiguas forman parte de los denominados macizos de Garzón al suroccidente y de Quetame al centro y noroccidente del departamento. Las evidencias litológicas del Paleozoico y del Mesozoico corresponden a una sucesión de rocas sedimentarias alternadas que se originaron por las transgresiones y regresiones del mar, por el desarrollo de la Cordillera Oriental y su posterior sedimentación en la cuenca del Orinoco.



Fotografía 3. Flanco oriental de la Cordillera Oriental en el piedemonte del Meta

Según Sarmiento (1983), las sabanas de piedemonte corresponden a una unidad fisiográfica que bordea el flanco oriental de la Cordillera Oriental y se caracterizan por conformar amplios abanicos y todo un sistema de terrazas aluviales (Fotografía 3). La vasta llanura se caracteriza por geoformas moderadamente onduladas y grandes planicies de sabanas naturales que constituyen un gran porcentaje del territorio comprendido por la región del Orinoco. Esta condición de geomorfología eminentemente plana, así como la composición misma de los suelos que se desarrollan a través de fenómenos de sedimentación por depósitos del Cuaternario, han permitido configurar un paisaje de colinas bajas y ríos con abundantes meandros (Cárdenas-Torres, 2011) (Fotografía 4).

La mayor parte del área de estudio se encuentra sobre las unidades geomorfológicas de planicie aluvial y valle aluvial. La zona de piedemonte se caracteriza por unidades geomorfológicas de altiplanicie estructural erosional, planicie aluvial y piedemonte aluvial y coluvio aluvial, mientras que, hacia el sector de la cordillera, prevalecen las unidades geomorfológicas de montaña fluviogravitacional y montaña estructural erosional (Ideam *et al.*, 2007).



Fotografía 4. Vista aérea de la geomorfología y coberturas en el piedemonte llanero del Meta

3.3. Hidrología

El 35% de la cuenca del Orinoco se encuentra en Colombia y sobre ésta drenan ecosistemas con alta carga de sedimentos y ríos con una baja concentración de sólidos y nutrientes provenientes de la Cordillera Oriental que drenan la altillanura (Rivera *et al.*, 2010). La geología y geomorfología de la zona de piedemonte, junto con la presencia de importantes coberturas boscosas hacia las partes altas de la Cordillera Oriental (que forman parte del Parque Nacional Natural Sumapaz), propician las condiciones adecuadas para generar una gran oferta del recurso hídrico; manantiales y corrientes se originan en las cumbres y zonas intermedias del piedemonte, los cuales discurren en sentido occidente - oriente hasta constituir las 13 cuencas hidrográficas que conforman la gran cuenca del Orinoco según Correa *et al.* (2006): Arauca, Meta, Bitá, Dagua-Mesetas, Tomo, Tuparro, Vichada, Zama, Matavén, Ajota, Guaviare, Inírida y Atabapo.

El río Meta, cuenca en la que se circunscribe la presente investigación, tiene una longitud total de 1.142 km, de los cuales 732 son navegables, y su hoya hidrográfica una superficie de 107.032 km² (IGAC, 1996; Correa *et al.*, 2006). Presenta numerosos tributarios durante su recorrido que aportan gran cantidad de sedimentos y provocan desbordamientos durante la época de lluvias. Los principales son el río Metica, Humea, Camoa, Humadea, Guamal, Acacías, Orotoy, Negro, Ocoa, Guatiquía, Guacavía, Upía, Cusiana, Cravo Sur, Pauto, Manacacías (Fotografía 5), Ariporo y Casanare.



Fotografía 5. Río Manacacías a la altura del municipio de Puerto López

3.4. Clima

El clima en el área de estudio se caracteriza por las variaciones de los sistemas de circulación atmosférica que originan cambios de precipitación durante períodos anuales (León *et al.*, 2000), también influenciados por los movimientos de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), fenómeno que tiene dominio sobre el comportamiento climático de todo el

territorio colombiano, incluyendo la zona del piedemonte llanero. En la ZCIT chocan las masas de aire cálidas cargadas de agua provenientes del sureste y noreste, conocidas como “vientos alisios”. Producto de esta colisión se generan las lluvias o tiempo ciclónico, en contraposición a lo que ocurre cuando se retiran estas masas de aire húmedas. Los movimientos de aire en dirección hacia el ecuador, son producto de la diferencia de presión entre los núcleos de altas presiones y la ZCIT. Estos vientos son desviados por el movimiento de rotación de la tierra, haciendo que se dirijan desde el noreste en la parte norte y desde el sureste en el sur. Entre los meses de enero y febrero, se encuentra fluctuando alrededor de los 0° de latitud, mientras que en los meses de julio y agosto puede alcanzar los 10° de latitud norte (Figura 10).

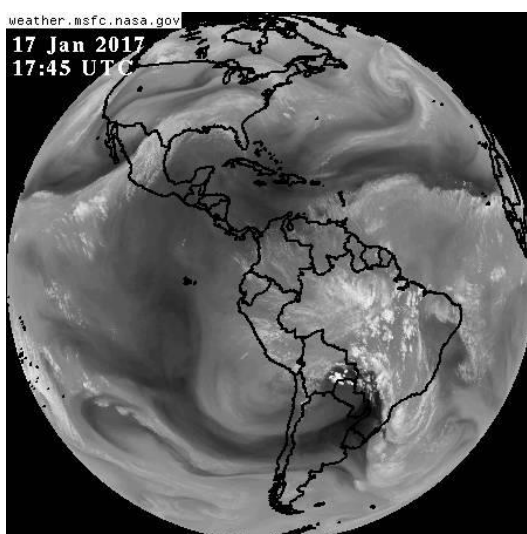


Figura 10. ZCIT en imagen del satélite geoestacionario GOES-8 / Vapor de agua
Fuente: *weather.msfc.nasa.gov* (17 de enero de 2017 a las 17:45 UTC)

Las características climáticas en la zona del piedemonte llanero se analizaron a partir de la información de 20 estaciones meteorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam; www.ideam.gov.co), entidad oficial encargada del tema en Colombia (Tabla 2). También fueron empleados datos de dos estaciones meteorológicas ubicadas en el departamento de Cundinamarca (Figura 11), con el fin de enriquecer la información para la zona de piedemonte y con registros desde 1957 hasta finales de 2016. En general la información no presentó irregularidades relevantes para discutir.

Tabla 2. Estaciones meteorológicas analizadas

Estación	Municipio	Departamento	Tipo	Latitud (N)	Longitud (W)	Elevación (m)	Periodo de registro
Lejanías Castillo	Lejanías	Meta	PM	03°34'	74°03'	840	1983 - 2016
Puerto López	Puerto López	Meta	PM	04°06'	72°56'	182	1957 - 2016
Barranca de Upía	Barranca de Upía	Meta	CO	04°34'	72°58'	225	1975 - 1991
Yaguarito	San Carlos de Guaroa	Meta	PM	03°53'	73°20'	275	2002 - 2014
Pompeya	Villavicencio	Meta	PM	04°02'	73°22'	260	1978 - 2016
San Juanito	Medina	Cundinamarca	PM	04°25'	73°23'	426	1968 - 2016
Acacias	Acacias	Meta	PM	03°59'	73°45'	525	1961 - 2016
Caño Hondo	Guamal	Meta	PM	03°55'	73°48'	800	1968 - 2016
San Luis Cubarral	Cubarral	Meta	PM	03°47'	73°50'	600	1969 - 2016
Servita	Villavicencio	Meta	PG	04°11'	73°41'	1.091	1995 - 2016
Buenavista	Restrepo	Meta	PG	04°16'	73°37'	1.280	1994 - 2016
Cabaña La Hacienda	Cumaral	Meta	CO	04°18'	73°21'	305	1979 - 2016
La Plata	Puerto López	Meta	PM	03°57'	72°45'	225	1975 - 2016
Unillanos	Villavicencio	Meta	CP	04°04'	73°34'	340	1983 - 2016
El Japón	Paratebuena	Cundinamarca	CO	04°22'	73°18'	280	1968 - 2016
Ideam	Villavicencio	Meta	PM	04°08'	73°38'	503	2009 - 2016
Villavicencio							
La Holanda	Granada	Meta	CO	03°30'	73°42'	360	1978 - 2015
Mesa de Yamanes	El Castillo	Meta	PM	03°31'	73°54'	600	1969 - 2016
Barbascal	San Martín	Meta	CO	03°37'	73°20'	250	1992 - 2016
Guamal	Guamal	Meta	PM	03°52'	73°45'	525	1978 - 2016

Tipo de estación: Climatológica Ordinaria (CO), Climatológica Principal (CP), Pluviográfica (PG), Pluviométrica (PM).

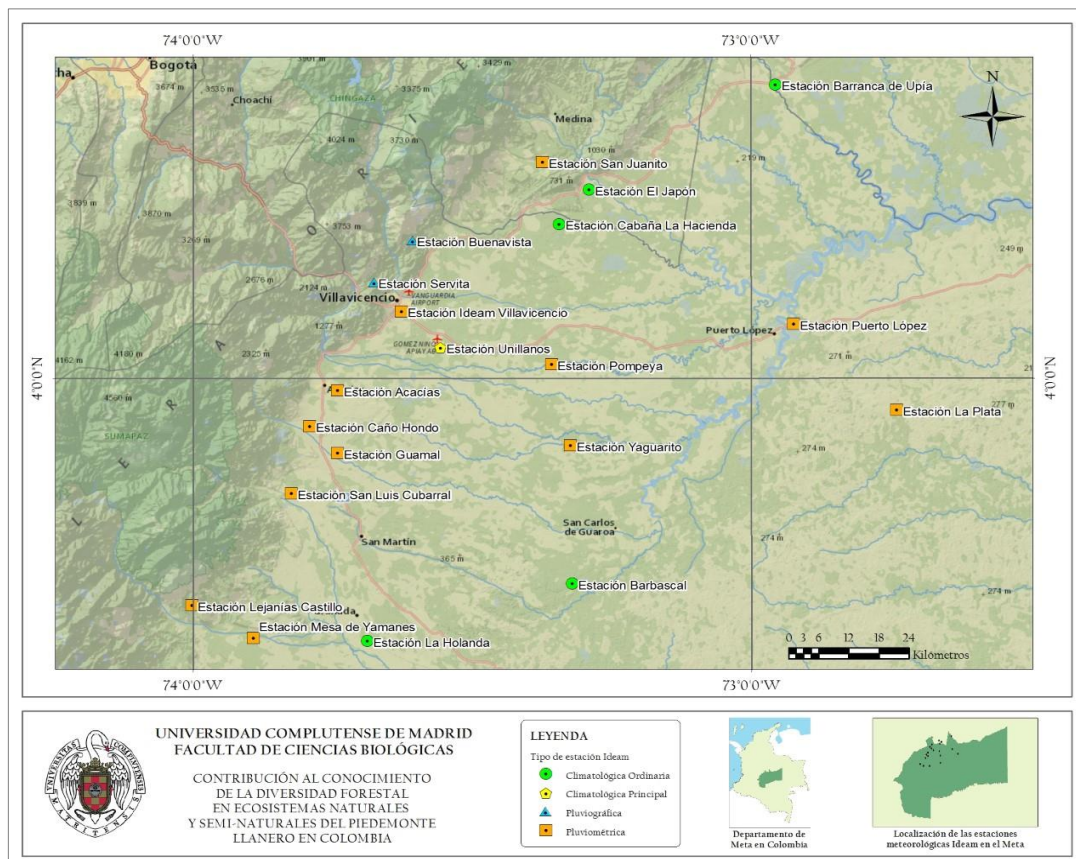


Figura II. Mapa de localización de las estaciones meteorológicas analizadas en el piedemonte llanero

A lo largo del año, los históricos de temperatura presentan una fluctuación de $2,77^{\circ}\text{C}$, con valores máximos durante el mes de febrero ($27,22^{\circ}\text{C}$) y mínimos durante el mes de julio con $24,45^{\circ}\text{C}$. El promedio mensual multianual se encuentra en $25,79^{\circ}\text{C}$ (Figura 12).



Figura 12. Temperatura media mensual en el área de estudio

La precipitación refleja un régimen unimodal, con un período de lluvias mucho más marcado entre abril y noviembre, un máximo de 554 mm durante mayo, y mínimos de 63 mm. El promedio histórico es de 340 mm mensuales y 4.080 mm anuales (Figura 13).



Figura 13. Precipitación media mensual en el área de estudio

Para el área de estudio se calculó un promedio mensual multianual del 80,36%, con valores máximos durante la época de lluvias especialmente entre junio y julio (Figura 14), lo cual corresponde con lo contemplado por Buitrago (1999).



Figura 14. Humedad relativa media mensual en el área de estudio

Los datos de brillo solar se relacionan con la temperatura, precipitación y humedad relativa, con valores máximos entre los meses de diciembre, enero y febrero y un promedio de 138,17 horas (Figura 15).



Figura 15. Brillo solar medio mensual en el área de estudio

3.5. Biomas en el área de estudio

De acuerdo con el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (Ideam *et al.*, 2007), el área de estudio se encuentra ubicada dentro del “Gran Bioma Bosque Húmedo Tropical”, resaltando que según, Holdridge (1978) y Hernández y Sánchez (1992) un “*bioma puede considerarse como un conjunto de ecosistemas terrestres afines por sus rasgos estructurales y funcionales, los cuales se diferencian por sus características vegetales*”.

Este bioma contiene zonas con predominancia de los climas “cálido húmedo”, “muy húmedo” y “pluvial” en las zonas bajas, “templado húmedo” y “muy húmedo” en la zona de piedemonte y “frío húmedo” y “muy húmedo” en las zonas altas de la cordillera que van hasta los 1.800 metros de altitud; todo ello es originado en gran medida por los regímenes de precipitación característicos de esta región del país. De acuerdo con la clasificación climática propuesta por Holdridge (1947), para este bioma en la zona de estudio se distribuyen principalmente las zonas de vida de “bosque húmedo tropical” y “bosque muy húmedo tropical”. Según el Ideam *et al.* (2007), se identificaron tres tipos:

Helobioma de la Amazonía-Orinoquía en el clima “cálido húmedo” y “cálido muy húmedo”; se encuentra sobre las unidades geomorfológicas de planicie aluvial y valle aluvial, en donde predominan los bosques naturales, herbazales y pastos.

Peinobioma de la Amazonía-Orinoquía también en clima “cálido húmedo” y “cálido muy húmedo”; se encuentra sobre tres unidades geomorfológicas: altiplanicie estructural erosional, planicie aluvial y piedemonte aluvial y coluvio aluvial. La cobertura vegetal corresponde principalmente a herbazal, bosques naturales y pastos.

Orobioma bajo de los Andes, caracterizado por poseer clima “templado seco”, “templado húmedo”, “templado muy húmedo” y en algunos sectores los climas “cálido húmedo” y “cálido muy húmedo”. Se encuentra sobre la unidad geomorfológica de montaña

fluviogravitacional y sobre montaña estructural erosional (**Fotografía 6**). Las coberturas de la tierra incluyen bosques naturales, vegetación secundaria, pastos y áreas agrícolas heterogéneas.



Fotografía 6. Orobioma bajo de los Andes, visto desde zona rural del municipio de Guamal

3.6. Unidades biogeográficas

Hernández *et al.* (1992), presentan una propuesta para la clasificación y definición preliminar de Unidades Biogeográficas, por medio de la cual se define una zonificación por provincias biogeográficas para el país. Se considera que gran parte de las tres cordilleras en Colombia forman parte de la Provincia Norandina y específicamente el área de estudio se localiza en la Provincia Biogeográfica de la Orinoquia, que a la vez se subdivide en Distritos Biogeográficos. Los sectores donde se realizaron los inventarios forestales se encuentran localizados principalmente en el “Distrito Biogeográfico Piedemonte Meta”; otros fueron llevados a cabo en el “Distrito de Selvas Nubladas Inferiores de la Vertiente Oriental – Cordillera Oriental en zona de montaña” y el “Distrito Ariari Guayabero” (**Figura 16**).

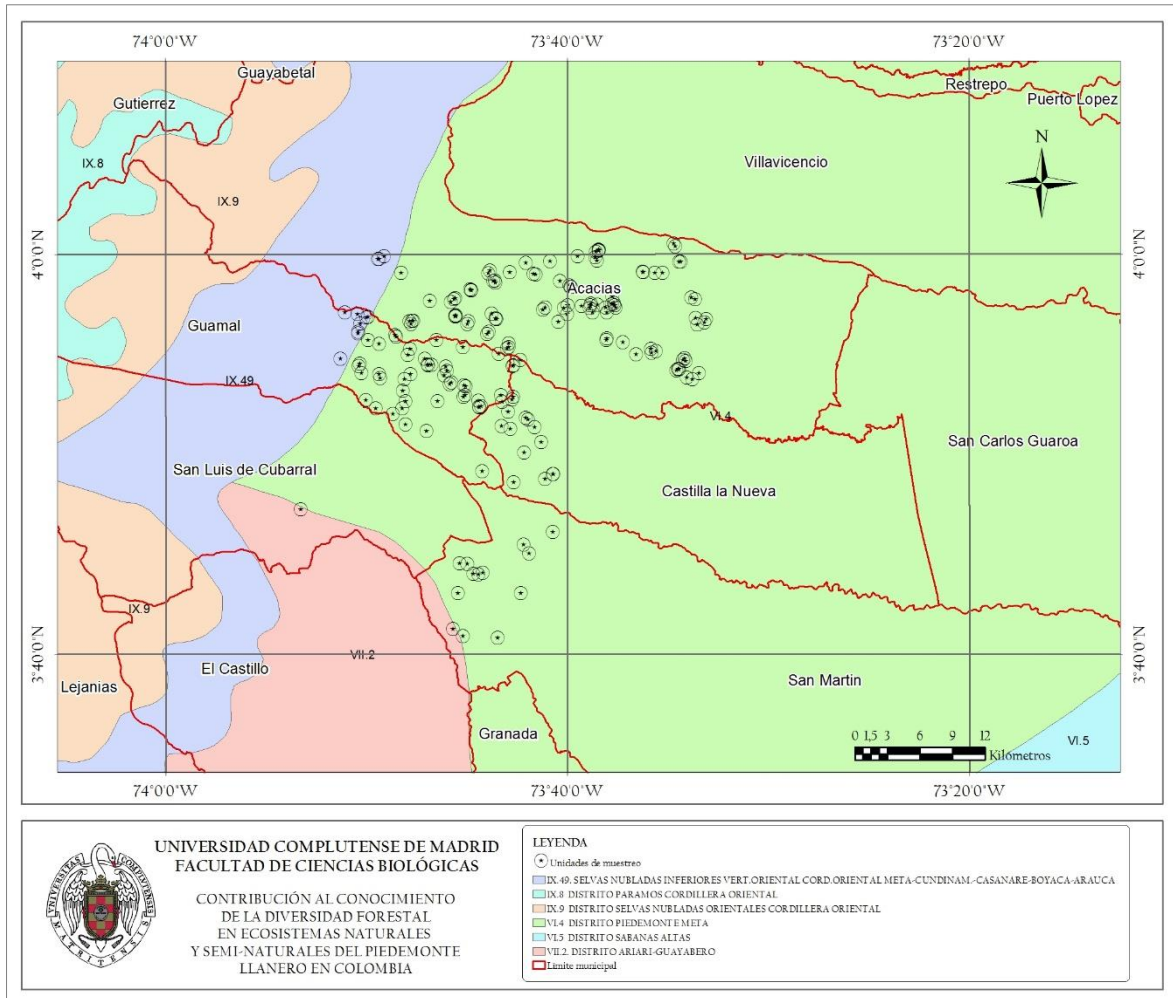




Figura 16. Mapa de unidades biogeográficas en el área de estudio

Según la definición del Distrito Biogeográfico Piedemonte Meta (VI.4 en el mapa) establecida por Hernández *et al.* (1992), el flanco oriental de la Cordillera Oriental guarda una estrecha relación florística y faunística con la Cordillera de Mérida (Venezuela); sin embargo, es bastante mayor su afinidad con los Andes de las vertientes amazónicas de Ecuador, Colombia y Perú. También establecen que esta es un área hasta ahora muy poco conocida, tanto en términos de flora como de fauna. La región aledaña al municipio de Villavicencio es la que cuenta con mayores esfuerzos de investigación por facilidad de acceso y cercanía a Bogotá (aproximadamente 90 km).



CAPÍTULO IV
METODOLOGÍA GENERAL



Ceiba pentandra (L.) Gaertn. (Ceiba) en el municipio Castilla La Nueva

4. METODOLOGÍA GENERAL

Para la realización de los inventarios forestales se emplearon los criterios recogidos en la “Metodología general para la presentación de estudios ambientales” propuesta por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia (MAVDT, 2010), hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), adoptada mediante la Resolución 1503 del 4 de agosto de 2012; también lo contemplado en el Artículo 10 del Decreto 1791 de octubre de 1996, por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal para Colombia. Ello incluye la elaboración de un mapa de coberturas a escala apropiada (1:10.000 en este caso), un inventario estadístico, registros fotográficos y datos de campo, colecta de material botánico y su posterior determinación en herbarios oficiales.

También se consultaron referencias bibliográficas del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, de la Universidad Distrital de Bogotá, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi), la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (Conif), la biblioteca del Real Jardín Botánico de Madrid donde reposa gran parte de la colección de la Real Expedición Botánica dirigida por el Padre José Celestino Mutis, la Biblioteca Luis Ángel Arango de Bogotá, la biblioteca de la Universidad Complutense de Madrid, así como sus servicios en línea, especialmente el Catálogo Cisne que brinda acceso a un sinnúmero de recursos bibliográficos en diferentes bases de datos a nivel mundial, entre otras.

4.1. Mapa de coberturas

En una primera fase de oficina fue elaborada la cartografía temática de coberturas con base en sensores remotos y aplicando la metodología “Corine Land Cover” adaptada para

Colombia por Ideam (2010). Se emplea como herramienta para la estandarización de los patrones de cobertura diferenciados a través de la interpretación de imágenes de satélite, incluyendo los territorios artificializados, zonas agrícolas, bosques y áreas semi-naturales, áreas húmedas y superficies de agua continentales y costeras. Para el área de estudio, este mapa se realizó a partir de la interpretación de la imagen de satélite de 2013 capturada para el sector del piedemonte del Meta mediante la sectorización de los diferentes patrones de textura, tonos y formas con el uso del programa ArcGIS 10.1. a una escala de captura de 1:3.000 y salida para impresión análoga de 1:10.000.

Posteriormente, se realizaron visitas de campo que tenían como propósito corroborar la información analizada sobre las unidades de cobertura, con especial atención sobre los bosques naturales, vegetación secundaria y pastos arbolados. En la **Figura 17** se observa parte del proceso para la elaboración del mapa de coberturas, incluyendo su comprobación en terreno con la correspondiente fotografía (círculo rojo), la cual fue registrada previamente a la realización del inventario forestal en bosque denso alto de tierra firme.

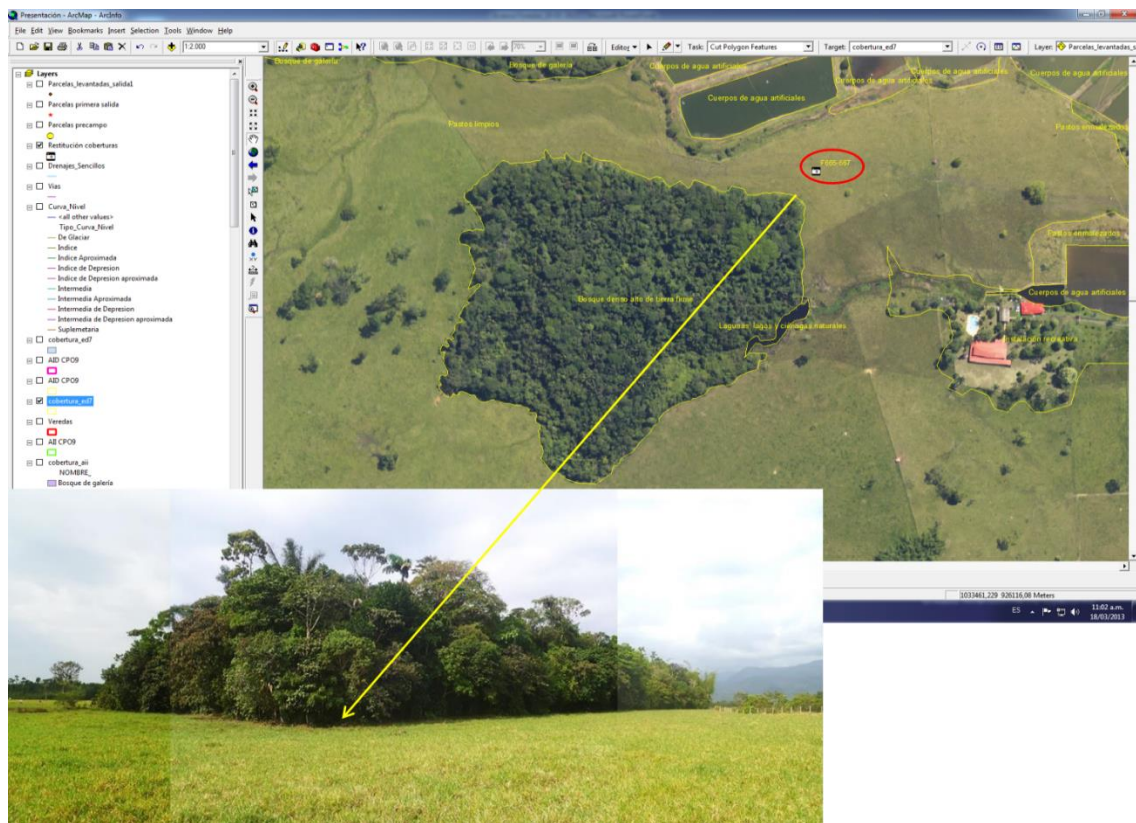


Figura 17. Comprobación en campo de las unidades de cobertura boscosa

Una vez elaborado el mapa de coberturas, se determinó el método de muestreo forestal más apropiado para dar cumplimiento a los requerimientos contenidos en el Artículo 10 del Decreto 1791 de octubre de 1996, por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal para Colombia y se dictan otras disposiciones sobre los estándares estadísticos para los inventarios forestales en el país. Para facilitar las labores en campo, este mapa se introdujo en formato digital en GPS para establecer los puntos de control y el trazado de las rutas, así como el posicionamiento geográfico de las parcelas forestales y sitios de interés general para el estudio.

4.2. Definición de los sitios de muestreo

Con base en este mapa, fueron definidas las matrices para adelantar los inventarios forestales, teniendo en cuenta factores como la concentración de unidades de coberturas de bosque natural, vegetación secundaria y pastos arbolados, representatividad en cuanto a ecosistemas, y el tamaño y forma de los núcleos en el interior de dichas matrices, con el fin de disminuir la variabilidad entre unidades de muestreo. Con ello se establecieron los sitios para los inventarios de los pre-muestreos, que fueron dibujados a manera de “punto” sobre la plataforma ArcGIS en formato *.shp en el centro de las matrices de bosque (Figura 18), vegetación secundaria y pastos arbolados y, seguidamente, transformados a formato *.gpx para ser cargados en GPS, con el fin de facilitar su localización en terreno.



Figura 18. Localización de una parcela en bosque denso alto de tierra firme, municipio de Guamal

4.3. Recogida de datos en campo

Estos trabajos se realizaron mediante el establecimiento de unidades de muestreo en bosques naturales (bosque de galería y bosque denso alto de tierra firme) y vegetación secundaria alta y baja, en las cuales se colectó información primaria para los cálculos de composición florística, diversidad y estructura, teniendo en cuenta las tres categorías de tamaño de la vegetación: fustales, latizales y brinzales (Sáenz y Finegan, 2000), tal como se relaciona en la Tabla 3. Para las coberturas de pastos arbolados, únicamente se registraron datos de los individuos en estado de crecimiento fustal.

Tabla 3. Criterios para la medición de individuos en los inventarios forestales

Categoría de crecimiento	Criterio de clasificación
Fustal	Circunferencia a la altura del pecho (CAP) mayor o igual a 31,41 cm
Latizal	CAP mayor o igual a 7,85 cm y menor a 31,41 cm
Brinzal	Altura total superior a 30 cm y circunferencia menor a 7,85 cm

El registro de los atributos medidos para la vegetación en los diferentes ecosistemas se realizó mediante el uso de formularios digitales cargados en dispositivos electrónicos (Tablet) llevados a campo, donde se anotó la ubicación de cada parcela (municipio y vereda), nombre del predio, fecha, ecosistema, así como las coordenadas de inicio y final, y su altitud en metros sobre nivel del mar. También se incluyeron otros campos para describir el tipo de hábito (árbol, arbusto, gramínea, palma, etc.) de cada individuo, y observaciones adicionales como la presencia de lianas, enredaderas, características generales de la especie y estado fitosanitario, entre otros, y un espacio para asociar los registros fotográficos a cada árbol. Los formularios fueron diseñados de manera similar para bosques naturales y vegetación secundaria (Figura 19) y para las coberturas de pastos arbolados (Figura 20).

FORMULARIO DE INVENTARIO FORESTAL																
Municipio	Coordenada inicio (EW-NS)											Altitud (msnm)		Min.	Max.	
Vereda	Coodenada fin (EW-NS)											Nº Parcela		Diligencia		
Predio	Ecosistema											Nº Parcela		Diligencia		
Fecha	Nº	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	GÉNERO	FAMILIA	CAP 1	CAP 2	CAP 3	CAP 4	CAP 5	CAP	HC	HT	Hábito	Observaciones	Nº Foto
	1															
	2															
	3															
	4															
	5															
	6															
	7															
	n...															

Figura 19. Ejemplo de formato de campo para la recogida de datos en bosques y vegetación secundaria

FORMULARIO DE INVENTARIO FORESTAL - PASTOS ARBOLADOS															
Municipio					Coordenada inicio (EW-NS)					Altitud (msnm)		Min.			
Vereda					Coodenada fin (EW-NS)							Max.			
Predio					Ecosistema					Nº Parcela					
Fecha										Diligencia					
Nº	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	GÉNERO	FAMILIA	CAP 1	CAP 2	CAP 3	CAP 4	CAP 5	CAP	HC	HT	Hábito	Observaciones	Nº Foto
1A															
2A															
3A															
n...A															
1B															
2B															
3B															
n...B															
1C															
2C															
3C															
n...C															
1D															
2D															
3D															
n...D															

Figura 20. Ejemplo de formato de campo para la recogida de datos en pastos arbolados

Las comisiones de campo contaron con el acompañamiento de dos asistentes de la región para la determinación de los nombres comunes y usos de las especies inventariadas, apoyo en el trazado de las parcelas y medición de datos de circunferencia a la altura del pecho (CAP) tomada a los 1,3 metros del suelo (Mostacedo y Fredericksen, 2000) con el empleo de cinta métrica, altura de cada individuo desde el suelo hasta la base de la copa (HC) y altura total (HT) con clinómetro de Suunto, así como el marcaje con número consecutivo en pintura roja de los individuos inventariados para evitar repeticiones (Fotografía 7), y de acuerdo con la información contemplada en los respectivos formularios anteriormente citados. Todos los árboles también fueron geo-posicionados mediante GPS con su respectivo código para los posteriores análisis de estructura vertical.



Fotografía 7. Marcaje y medición de un fustal en bosque denso alto de tierra firme

En los formularios se incluyen hasta cinco circunferencias a la altura del pecho (CAP), en razón a que algunas especies pueden presentar bifurcaciones por debajo de los 1,3 metros del suelo y, consecuentemente, es necesario medir todas las CAP para calcular con precisión la CAP de cada individuo (Figura 21), que es el resultado de la ecuación propuesta por Ramírez y Kleinn (2001), empleada para casos de diámetros múltiples:

$$CAP = \sqrt{\sum CAP_i^2}$$

Para la medición del CAP en árboles inclinados (Fotografía 8) o en los casos donde presentan raíces fúlcreas, se sigue el procedimiento presentado en la Figura 22 y Fotografía 9.

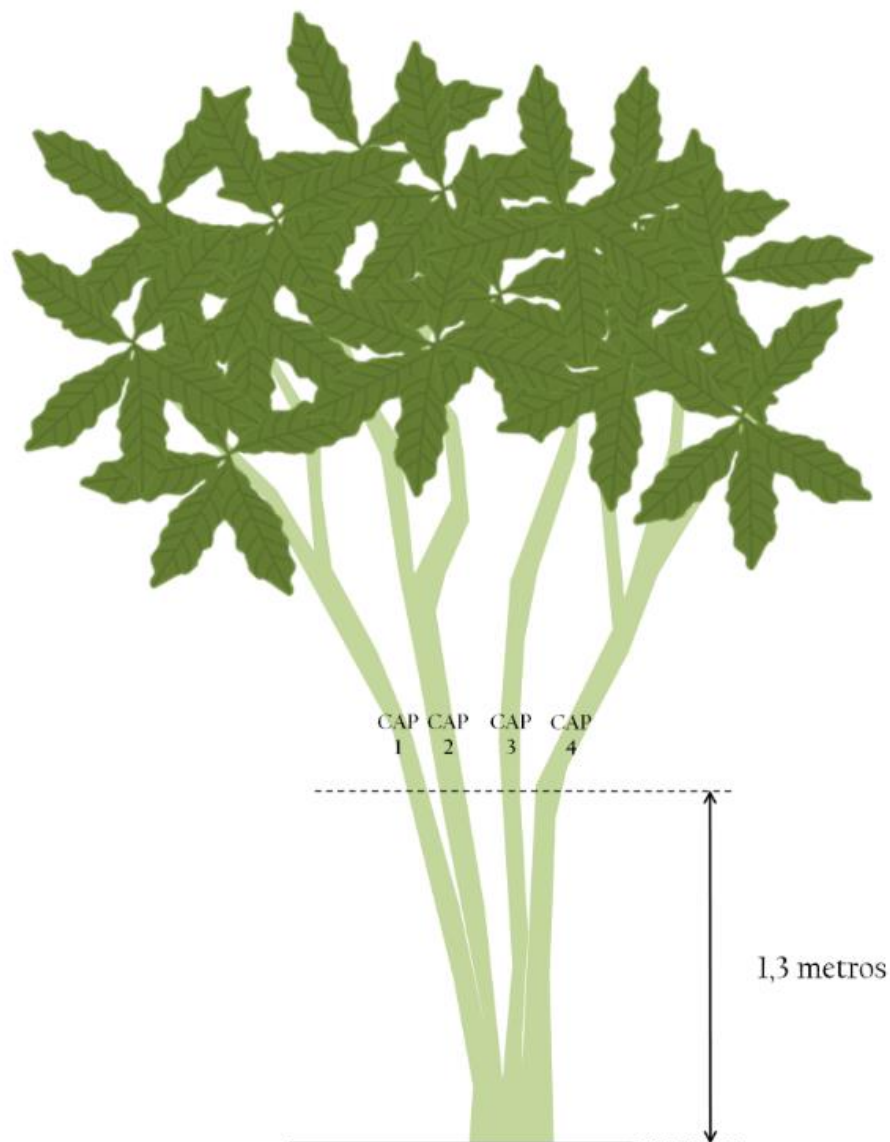


Figura 21. Esquema para la toma del CAP en árboles bifurcados
 Adaptado de: Ramírez y Kleinn (2001).

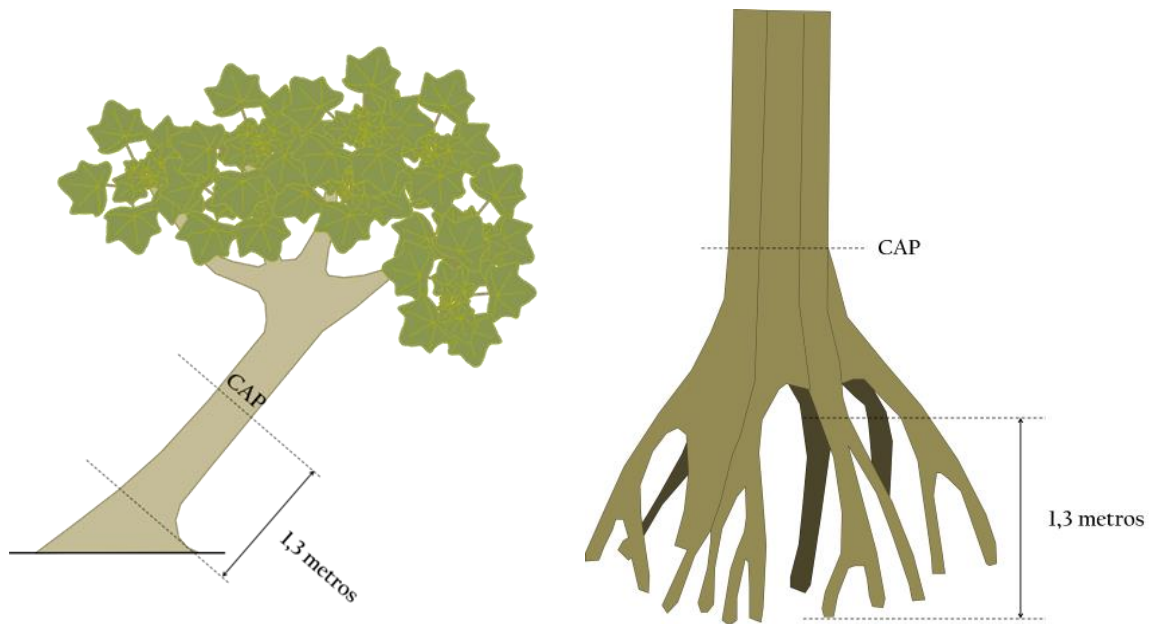


Figura 22. Esquema para la toma del CAP en árboles inclinados y con raíces fúlcreas



Fotografía 8. Medición de CAP en un árbol inclinado en pastos arbolados



Fotografía 9. Medición de CAP en un individuo con raíces fúlcreas en bosque de galería

Finalmente, el diámetro a la altura del pecho (DAP) de cada árbol se calculó según la siguiente ecuación:

$$DAP = CAP/\pi$$

El DAP se empleó para el cálculo de la dominancia e Índice de Valor de Importancia (IVI) (Curtis y McIntosh, 1951; Finol, 1976) por especie dentro del análisis de estructura horizontal en los estudios realizados para las presentes investigaciones, considerado éste como uno de los parámetros más utilizados en estudios ecológicos (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

La estimación de las alturas de los árboles se realizó mediante el uso de clinómetro de Suunto, dispositivo para calcular el ángulo de inclinación registrado por el observador desde una distancia conocida (50 m mediante cinta métrica en estos estudios) entre la base del árbol hasta la altura de la copa (HC) y entre la base del árbol hasta la altura total (HT) (Figura 23 y Fotografía 10).

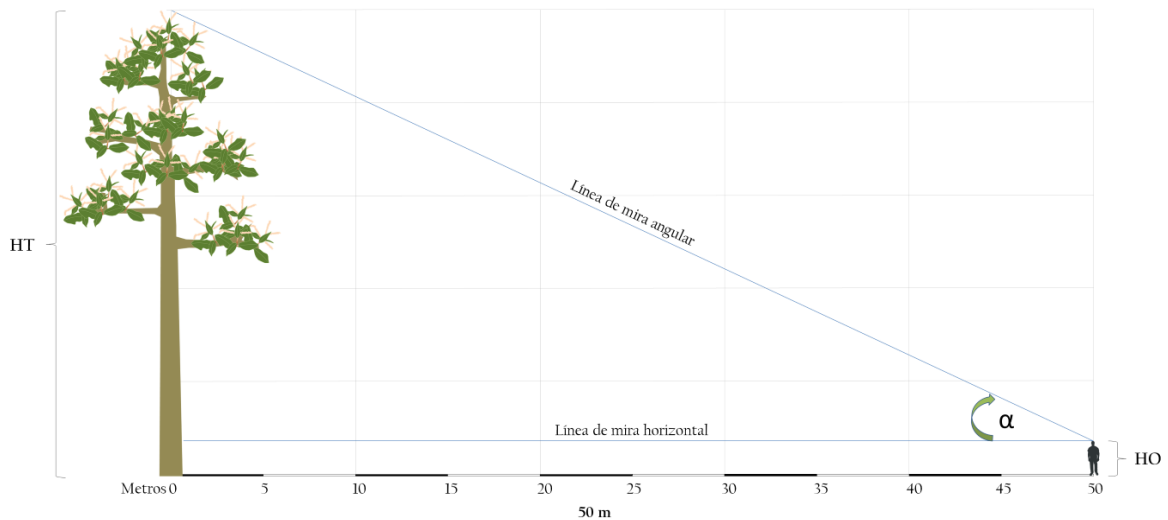


Figura 23. Esquema para la estimación de la altura de los árboles



Fotografía 10. Medición de alturas mediante clinómetro de Suunto en pastos arbolados

El ángulo de elevación está conformado por la línea de mira angular y la línea de mira horizontal, y para calcular la altura del árbol se requiere conocer uno de los ángulos agudos (α), dato registrado mediante el clinómetro de Suunto. En este sentido, se emplea la siguiente ecuación trigonométrica con base en la tangente del ángulo y distancia registrados por el observador:

$$HT = D \times \tan \alpha (\pm) HO$$

HT = altura total

D = distancia del observador

Tan α = tangente del ángulo

HO = altura del observador

Para este procedimiento, se incluye como variable la inclinación del terreno, procurando la consecución de una zona plana de fácil visibilidad desde el punto de toma de los datos. En este sentido, se tienen en cuenta tres escenarios: a) el observador se encuentra al nivel de la base del árbol; b) el observador se encuentra por encima del nivel de la base del árbol; y c) el observador se encuentra por debajo de la base del árbol. Para todos ellos se emplea la misma ecuación trigonométrica, y considerando la suma o resta de la altura del observador (HO).

4.4. Inventario forestal

Para comprobar que los datos recolectados en campo fuesen representativos de la muestra, en todos los inventarios forestales se procesó la información a una probabilidad del 95% y error de muestreo inferior al 15%, con base en las recomendaciones metodológicas establecidas por el Ministerio de Ambiente en las “Guías técnicas para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques naturales” (Suárez, 2002).

En todas estas investigaciones se realizó un trabajo de campo preliminar (pre-muestreo) que permitió establecer el tamaño muestral, necesario para dar cumplimiento a los requerimientos estadísticos señalados, tal como se representa en la siguiente ecuación:

$$n = \frac{t^2 \times CV^2}{E\% ^2}$$

n = número de parcelas

t = constante de Student

CV = coeficiente de variación

E% = error muestral esperado (15% máximo)

Teniendo como base la información levantada en los inventarios, se aplicaron los estadísticos para el cálculo de la confiabilidad de la muestra en cada estudio, de acuerdo con lo recomendado por Suárez (2002) (Tabla 4). En todos los casos, se empleó como variable de estandarización el área basal total (G), calculada en metros cuadrados (m²) para cada unidad de muestreo, de acuerdo con la siguiente ecuación (Cailliez, 1981):

$$G = \left(\frac{\pi}{4} \right) * (\text{DAP})^2$$

G = área basal

DAP = diámetro a la altura del pecho

Tabla 4. Estadísticos y ecuaciones para la estandarización de los inventarios forestales

ESTADÍSTICO	ECUACIÓN	DESCRIPCIÓN
Media (\bar{X})	$\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n}$	X_i = Área basal (G en este caso) n = Número de parcelas
Desviación estándar (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n - 1}}$	X_i = Área basal (G en este caso) n = Número de parcelas
Coficiente de variación (CV)	$CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100$	S = Desviación estándar \bar{X} = Media de la variable de estandarización
Error estándar (E)	$E = \frac{S}{\sqrt{n}}$	S = Desviación estándar n = Número de parcelas
Error muestral (E%)	$E\% = \frac{(t * E)}{\bar{X}} * 100$	t = Constante de Student \bar{X} = Media de la variable de estandarización (G) E = Error estándar

4.5. Diseño y montaje de las unidades de muestreo

Las unidades de muestreo generalmente empleadas para los inventarios forestales corresponden a las parcelas, las cuales permiten realizar una aproximación a la variabilidad de las especies que componen la población estudiada y se establecen en función del área o matriz de ecosistema natural o semi-natural a ser caracterizado. Ello teniendo en cuenta que el bosque siempre se divide en pequeñas superficies que se constituyen en las unidades de muestreo, lo cual permite resultados confiables para inferir sobre el total de la población estudiada (Suárez, 2002).

Las parcelas fueron establecidas de forma rectangular de 20 m x 50 m para bosques naturales, es decir “bosque de galería” y “bosque denso alto de tierra firme” (Ideam, 2010). Para vegetación secundaria alta y baja se levantaron parcelas cuadradas de 10 m x 10 m y, para la cobertura de pastos arbolados, se realizaron parcelas rectangulares compuestas por 4 sub-parcelas de 10 m x 50 m. Los detalles de su diseño y métodos para el levantamiento se describen a continuación:

4.5.1. Coberturas de bosque natural

Considerando el estado actual y las condiciones de los bosques en Colombia, especialmente en los Llanos del Orinoco, se realizaron parcelas de veinte por cincuenta (20 x 50) metros que abarcan una superficie de 0,1 ha cada una. De acuerdo con Cárdenas *et al.* (1997), este tipo de parcelas facilita el registro de muestras representativas de una población dada, y se recomienda para el estudio de ecosistemas altamente fragmentados. Una vez definidos los sitios de muestreo e introducidos en los dispositivos GPS, se realizó el desplazamiento en terreno a cada punto, tratando de ubicar las parcelas en la coordenada establecida y donde fue seleccionado un individuo en estado de crecimiento latizal o superior para tomarlo como referencia de inicio de la parcela (Fotografía II). Se marcó con pintura roja dicho individuo y se registró la coordenada con GPS.



Fotografía II. Lugar de inicio de una parcela en bosque denso del municipio de Castilla La Nueva

Posteriormente, y de acuerdo con lo propuesto por Cárdenas-Torres (2014), allí se ubica el norte magnético y a partir del punto de inicio se extiende una cuerda por una distancia de 50 metros, con marcas cada 10 metros; al final también se selecciona otro individuo para sostener la cuerda y se marca su respectivo punto GPS. Esta cuerda constituye el eje de la parcela y a partir de ésta se miden todos los fustales presentes a 10 metros a ambos lados de la misma. Al interior de las parcelas de bosque natural, se establecen dos sub-parcelas anidadas (Ramírez y Kleinn, 2001) de 5 x 5 metros para los latizales y dos de 2 x 2 metros para los brinzales, tal como se aprecia en la **Figura 24** en proyección ortogonal, con el fin de capturar la información sobre la regeneración natural en cada unidad de muestreo.

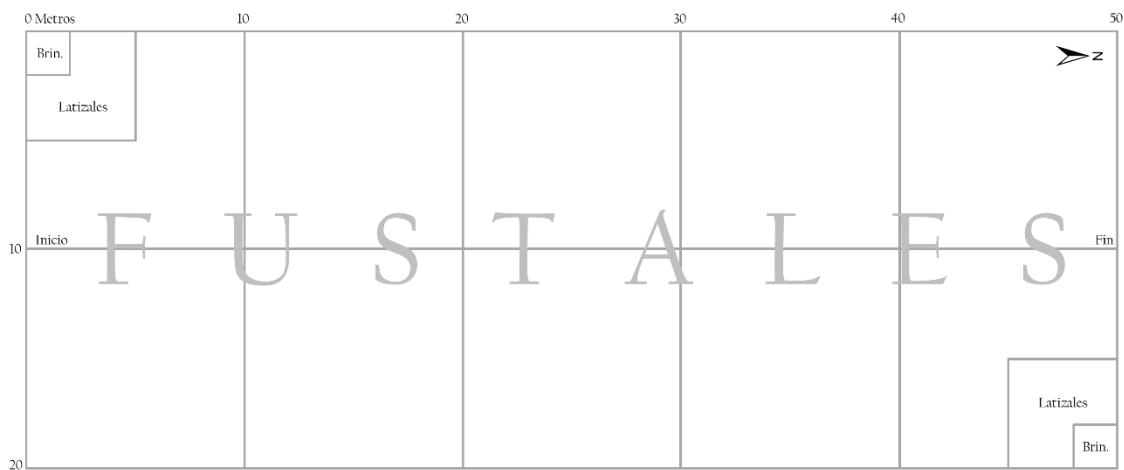


Figura 24. Diseño de las parcelas para bosques naturales

Las sub-parcelas de latizales se delimitan con base en el establecimiento de las parcelas para fustales, donde se tomó como referencia el punto de inicio y se proyectó una línea recta en sentido occidente mediante el uso de brújula (**Fotografía 12**), con el fin de garantizar ángulos rectos en el diseño de estas sub-parcelas anidadas; seguidamente, se empleó cinta métrica en dicha dirección para medir 10 metros, colocando allí una señal, y otros 5 metros en sentido norte para la segunda señal; desde este punto se proyectan 5 metros en sentido occidente para establecer el cuadrante de 5 x 5 m en el extremo suroccidental, procedimiento llevado a cabo también en el extremo nororiental de las parcelas en bosque natural, tal como se aprecia en la **Figura 24**. Para los brinzales se delimita un cuadrante de 2 x 2 m con el uso de cinta métrica en los extremos suroccidental y nororiental de las parcelas de fustales (**Fotografía 13**), donde se registra el 100% de los individuos con altura total superior a 30 cm y circunferencia menor a 7,85 cm.



Fotografía 12. Trazado de una parcela de latizales en bosque de galería realizada en el municipio de Acacías



Fotografía 13. Montaje de una parcela de brinzales en bosque denso del municipio de Guamal

4.5.2. Coberturas de vegetación secundaria

Para la vegetación secundaria alta y baja se levantaron parcelas de 10 x 10 metros (0,01 ha), dentro de las cuales se realizó un inventario al 100% de los individuos en las categorías de crecimiento fustal, latizal y brinzal. Este tamaño de parcela es sugerido por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza de Costa Rica (CATIE, 2000), para este tipo de cobertura (Figura 25). En el punto de inicio también se emplea GPS para ser registrado en terreno y se establece en sentido norte con el uso de brújula (Fotografía 14).

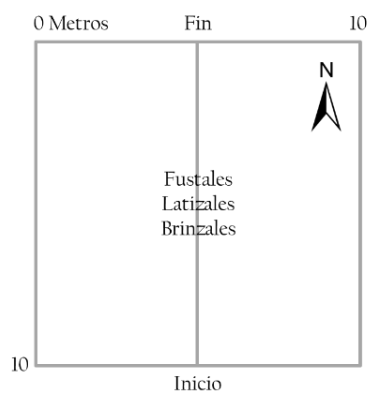


Figura 25. Diseño de las parcelas para vegetación secundaria



Fotografía 14. Trazado de una parcela en vegetación secundaria alta en el municipio de El Castillo

4.5.3. Coberturas de pastos arbolados

Para realizar los muestreos en tierras cubiertas con pastos que comprenden potreros, en los cuales se aprecian de manera dispersa arboles con alturas superiores a 5 metros y cuya cobertura o presencia se encuentre entre el 30-50%, se clasifican en la cartografía temática como cobertura de pastos arbolados (Ideam, 2010). Con el propósito que se cumpla con el error de muestreo (máximo 15%) y la probabilidad (95%) en los inventarios forestales se adaptaron las recomendaciones propuestas mediante la metodología del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Lozano-Zambrano, 2009), relacionada con paisajes transformados por actividades antrópicas para convertirlas en actividades agropecuarias, dejando en muchas ocasiones arboles aislados o en cierto grado de agrupación; para este tipo de coberturas se utilizó la siguiente metodología:

Se empleó una unidad de muestreo de 0,2 ha, compuesta por cuatro (4) sub-parcelas de 10 x 50 m. Se tomaron datos especie, CAP (Fotografía 15), altura total y a la base de la copa, únicamente sobre los fustales; se realizó el marcaje de los árboles con pintura roja y siguiendo un número consecutivo con el código de cada sub-parcela de 10 m x 50 m (A, B, C y D) (Figura 26).

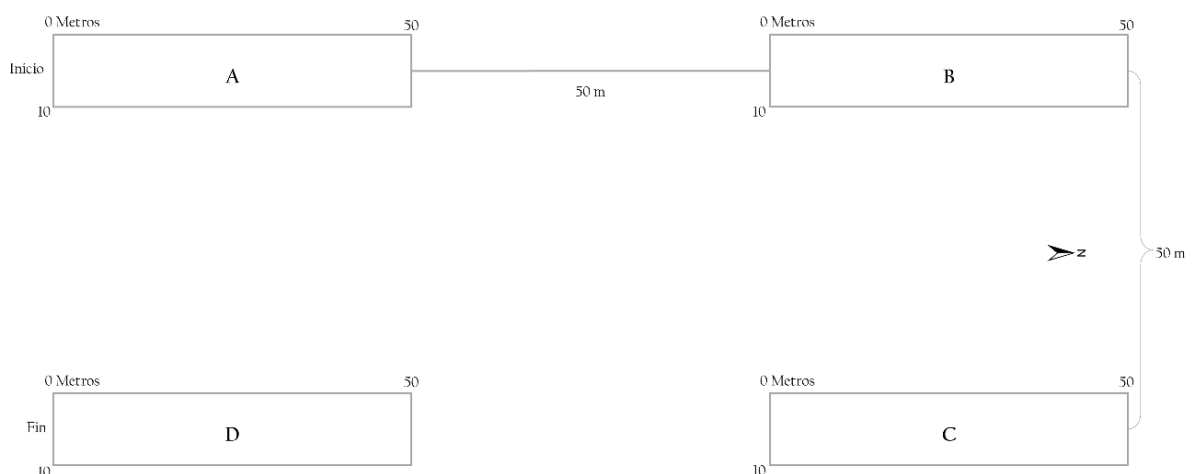


Figura 26. Diseño de las parcelas para pastos arbolados



Fotografía 15. Medición del CAP en un árbol de la sub-parcela C en pastos arbolados

El inicio se registra según la coordenada previamente establecida en el mapa de coberturas, se extiende la cinta métrica de 50 metros en dirección norte con el uso de brújula y a partir de allí se miden todos los árboles por una distancia de 5 metros a lado y lado de la misma (sub-parcela A); al llegar al final de esta sub-parcela, se extiende de nuevo la cinta métrica por 50 metros en sentido norte, distancia que separa la siguiente unidad de muestreo, por lo cual allí se marca el inicio de la sub-parcela B; una vez inventariados los árboles en ésta, al final se extiende la cinta métrica por distancia de 50 metros, pero esta vez en sentido oriente con el fin de marcar el punto de inicio de la sub-parcela C. Desde allí se vuelve a extender la cinta métrica otros 50 metros en sentido sur para registrar todos los árboles con la misma metodología (5 m a lado y lado). Al final se vuelve a extender la cuerda por otros 50 metros en sentido sur para separar las sub-parcelas, se inicia con el inventario de la sub-parcela D y se finaliza con el inventario forestal. Cada árbol también es geo-posicionado por medio de GPS. El trazado de las parcelas en pastos arbolados se muestra en la **Fotografía 16**.



Fotografía 16. Trazado de una parcela en pastos arbolados en el municipio de San Martín de los Llanos

4.6. Determinación del material vegetal

La identificación de las muestras de los inventarios forestales ha sido efectuada a nivel especie, con el fin de conocer la composición florística de cada una de las coberturas inventariadas, junto con los análisis de estructura y diversidad realizados. Dicho trabajo fue adelantado a través de determinación directa de individuos en campo, complementada con la colecta de material botánico y registros fotográficos; las colecciones botánicas fueron identificadas a través de consulta bibliográfica.

En algunos casos como, por ejemplo, cuando no se contó con acceso físico ni visual a las hojas, flores, frutos, filotaxia, etc. (debido a la talla de los árboles) para determinar la especie,

fue necesario realizar una pequeña incisión en la corteza externa, como método dendrológico empleado para distinguir particularidades como el color, olor y textura de la corteza interna, presencia de látex, resina, entre otras (Fotografía 17).



Fotografía 17. Presencia de látex en un individuo adulto de *Pseudolmedia laevis*

La determinación de los ejemplares botánicos se realizó mediante consulta de la colección general del Herbario Nacional Colombiano (COL) de la Universidad Nacional de Colombia y el Herbario Forestal de la Universidad Distrital de Bogotá (UDBC), empleando para ello claves descriptivas y monográficas. Los nombres científicos de las especies y su clasificación taxonómica se actualizaron mediante las siguientes bases de datos: “The Plant List” (www.theplantlist.org), “Integrated Taxonomic Information System” (www.itis.gov) y “The International Plants Name Index” (www.ipni.org).

4.7. Colecta y manejo de material botánico

Durante la recogida de datos en campo, normalmente se encuentran especies que no se logran determinar con facilidad y otras que es necesario verificar; de éstas se toman muestras botánicas para su posterior determinación en herbario, siguiendo la metodología propuesta

en el “Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad”, del Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Villarreal *et al.*, 2006). Existen varios métodos para la toma de muestras botánicas, dependiendo de la posibilidad de acceso al material vegetal fértil o infértil; uno de los más comunes es el corte limpio y directo de una rama (se recomienda un tamaño entre 30 y 35 cm, según la especie) de fácil acceso mediante del uso de tijeras podadoras, desjarretadora o ascendiendo por el tronco del árbol para su obtención. Cada muestra es etiquetada directamente en campo con los códigos de parcela, tipo de cobertura y del árbol, así como la fecha de colección (Fotografía 18). Se realiza registro en la libreta de campo del número de muestra con el consecutivo del colector y se describen algunas características de la especie como la presencia de exudado, látex, color de las hojas, flores y frutos (si los hubiere es conveniente tomar dos o tres duplicados), y aspecto, color y olor de la corteza. Posteriormente, las muestras son colocadas en bolsas plásticas independientes y humedecidas con una solución de alcohol al 25% para mantenerlas frescas y protegidas durante la jornada de trabajo diaria; luego son cerradas herméticamente para impedir la posible mezcla de material vegetal y finalmente son empaquetadas en bolsas plásticas grandes para facilitar su transporte.



Fotografía 18. Muestra botánica colectada en una parcela de pastos arbolados

Para la clasificación del material vegetal se emplean hojas de papel periódico para cada ejemplar con las respectivas anotaciones como las iniciales del colector, número consecutivo de la muestra, localidad de colecta (municipio y departamento), número de la parcela, tipo de ecosistema y fecha de recolección (Figura 27 y Fotografía 19). Seguidamente se procede al prensado del material, aplicando previamente de nuevo una solución de alcohol al 25%, que se apilan en paquetes de bolsas herméticas, evitando en lo posible la entrada de aire a su interior (Fotografía 20).

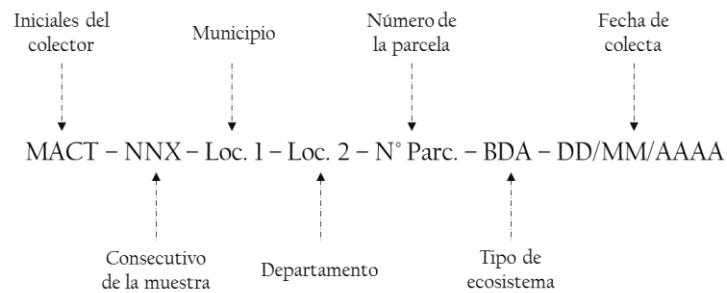


Figura 27. Nomenclatura empleada para el etiquetado de muestras botánicas



Fotografía 19. Ejemplo de una muestra botánica colectada en bosque denso alto de tierra firme



Fotografía 20. Material vegetal prensado y empaquetado



CAPÍTULO V

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA EN DOS ECOSISTEMAS BOSCOSOS DEL PIEDEMONTE LLANERO COLOMBIANO



Bosque denso alto de tierra firme en el municipio de Acacías

5. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA EN DOS ECOSISTEMAS BOSCOSOS DEL PIEDEMONTES LLANERO COLOMBIANO

En este capítulo se realiza la comparación de la estructura, composición florística y la diversidad de árboles en estado de crecimiento fustal en dos ecosistemas del piedemonte llanero. Se elaboró un mapa de ecosistemas a escala 1:10.000, con el fin de delimitar los bosques de galería y los densos altos de tierra firme; se desarrolló un muestreo aleatorio estratificado. Fueron seleccionadas 8 parcelas de 0,1 ha para cada tipo de ecosistema, donde se realizó el censo de fustales y se tomaron datos de especie, circunferencia a la altura del pecho (CAP), altura total y a la base de la copa. La mayor riqueza de especies fue registrada en bosque de galería (81) mientras que en el bosque denso alto de tierra firme se registraron 76; no obstante, se encontró una mejor estructura vertical y mayor heterogeneidad en el bosque denso. En la totalidad de la muestra se encontraron 12 especies amenazadas según los Libros Rojos de Colombia, la legislación colombiana, las listas rojas de UICN y la Convención CITES.

5.1. Introducción

Los bosques de galería, corresponden a ecosistemas que se distribuyen en las zonas de planicie, en este caso en los Llanos del Orinoco, y forman parte de las áreas circundantes de los cauces de ríos y quebradas. Son inundables en época de lluvias, y cumplen una importante función como corredores biológicos para la dispersión de semillas y como hábitat para la fauna silvestre (Cárdenas-Torres, 2014a).

El bosque denso alto de tierra firme es un ecosistema que se desarrolla sobre geomorfología de colinas y/o zonas elevadas. Presentan una estructura vertical superior a los 15 metros, y su estructura horizontal y vertical se encuentra dominada por los estados de crecimiento de fustales (Ideam, 2010). Por sus condiciones topográficas, material parental y tipo de suelo, en algunas ocasiones favorecen la existencia de fuentes de agua y manantiales; también se incluyen relictos de bosques aislados que, en algunas ocasiones, son el producto de cultivos abandonados de especies como *T. cacao* y *C. arabica* (Cárdenas-Torres, 201b).

En el presente estudio, realizado en el piedemonte metense sobre una muestra de 16 parcelas, no se encontraron diferencias significativas en composición, estructura y diversidad de ambos ecosistemas ($p > 0,05$), pero sí en la abundancia de especies amenazadas ($p = 0,002$), con mayores registros en los bosques de galería (posiblemente porque se encuentran asociados a cuerpos de agua y por tanto cuentan con mejor conectividad). Igualmente, estas investigaciones contribuyen a resolver los planteamientos expuestos en el Objetivo Específico I del presente trabajo de tesis.

5.2. Objetivo general

Comparar la composición florística, la estructura y diversidad del arbolado en ecosistemas de bosque de galería y bosque denso alto de tierra firme.

5.3. Materiales y métodos

5.3.1. Área de estudio

Se localiza en el sector del piedemonte llanero en los municipios de Acacías y Guamal del departamento del Meta (Figura 28).

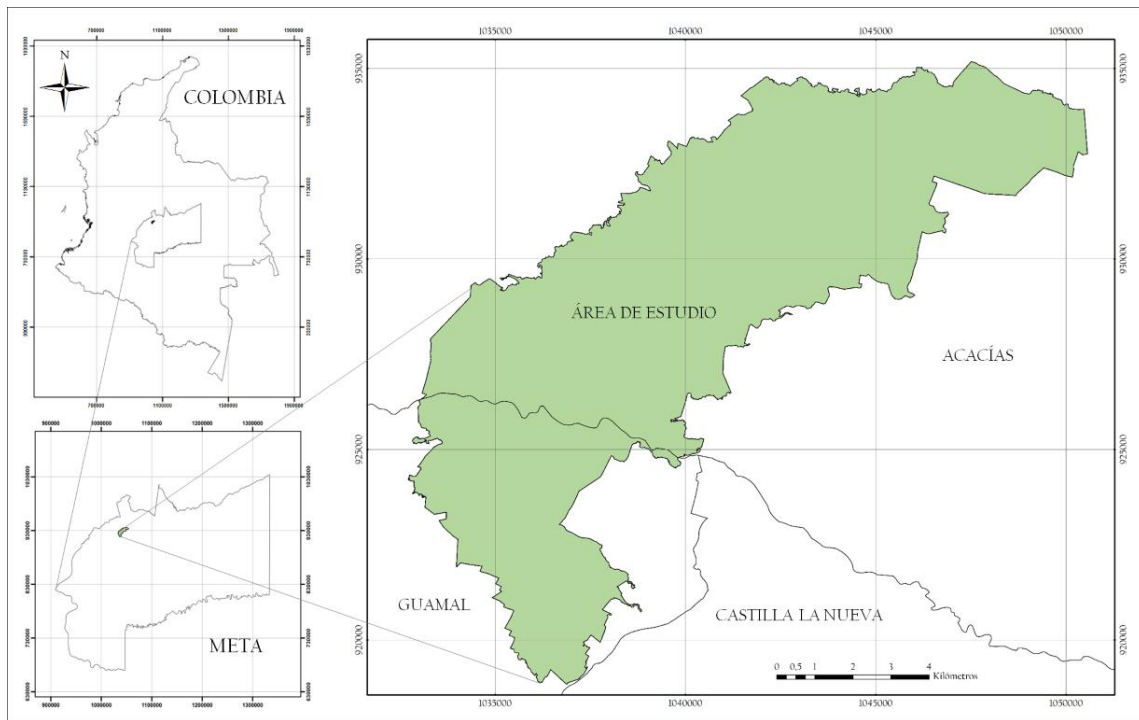


Figura 28. Localización en el Meta para el estudio comparativo de bosques naturales

5.3.2. Mapa de ecosistemas

Con base en el mapa de coberturas elaborado para el área de estudio escala de captura 1:3.000, se seleccionaron los ecosistemas boscosos, específicamente los bosques de galería que suman un total de 1.230 ha y las áreas establecidas como bosque denso alto de tierra firme (Ideam, 2010) con 60,45 ha (Figura 29).

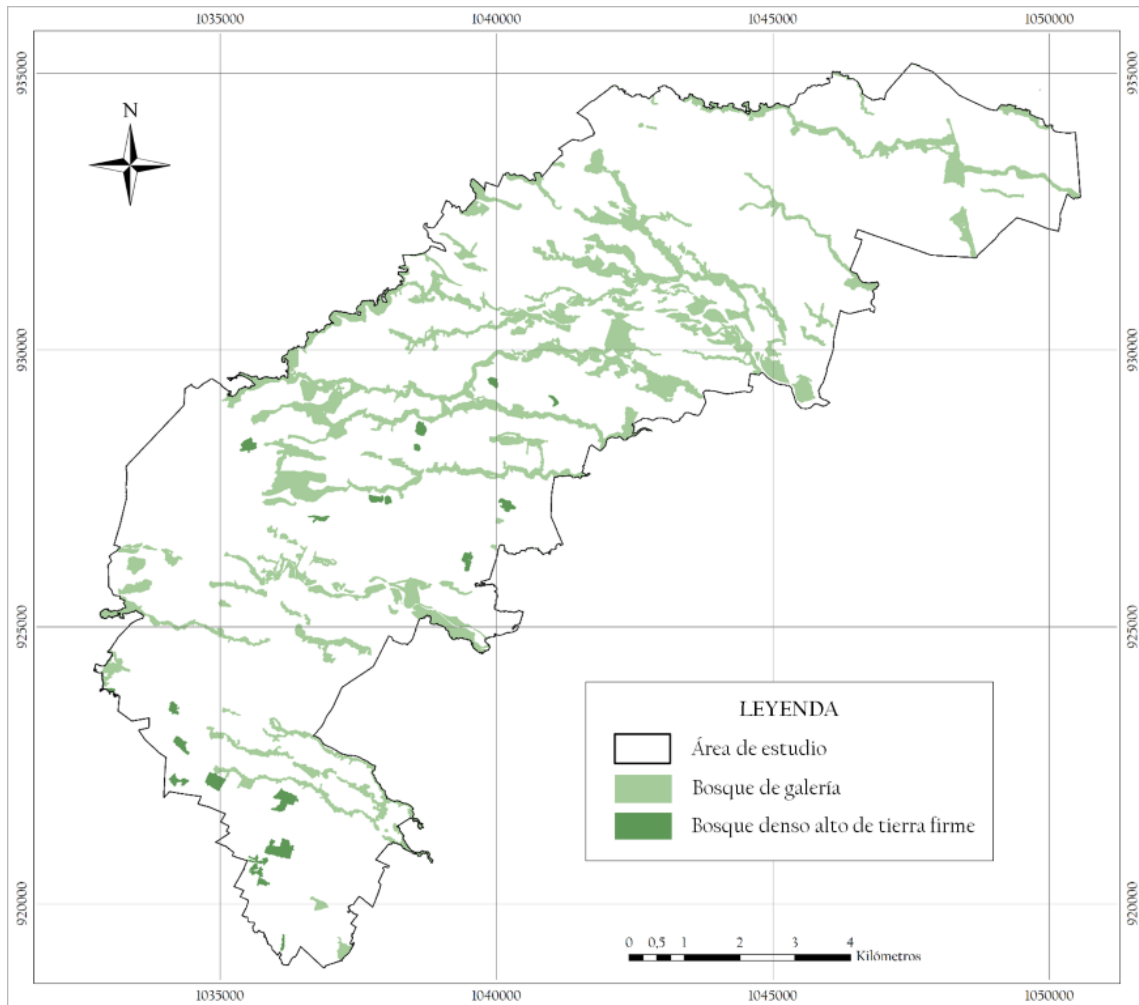


Figura 29. Ecosistemas analizados en el área de estudio

5.3.3. Diseño experimental

Se realizó un muestreo aleatorio estratificado, dividido en dos estratos correspondientes al bosque de galería y el bosque denso alto de tierra firme; las parcelas se seleccionaron completamente al azar. De acuerdo con Melo y Vargas (2003) recomiendan este tipo de muestreo “cuando se está contemplando la utilización de variables aleatorias de tipo continuo (x = alturas, diámetros, área basal, volumen, etc.), es decir, que los eventos son independientes y por lo tanto no tienen efectos sobre los demás”.

Para estandarizar la muestra y verificar la confiabilidad de los datos, se empleó como variable el área basal total de los individuos registrados en cada parcela, y que fue procesada con una probabilidad del 95% y error de muestreo inferior al 15% (Anexo 1 y Anexo 2). Los demás aspectos metodológicos se encuentran detallados en el capítulo de Metodología

General, incluyendo el trazado de las parcelas, recolección de datos en campo y colecta y manejo de material botánico, entre otros.

5.3.4. Estructura horizontal

Para el análisis de la estructura horizontal, Becerra (1971), recomienda los cálculos de la frecuencia, el área basal o dominancia, abundancia y el Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie en el área muestreada, en ese caso para cada ecosistema, y para ello se emplean las fórmulas presentadas en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Fórmulas empleadas para el análisis de la estructura horizontal

Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Dominancia	Dominancia relativa	IVI
$AR = \left(\frac{Aa}{At}\right) \times 100$	$FR = \left(\frac{Fa}{Ft}\right) \times 100$	$D = \sum \left\{ \left(\frac{\pi}{4}\right) \times DAP^2 \right\}$	$DR = \left(\frac{Da}{Dt}\right) \times 100$	$IVI = AR + FR + DR$

Aa = número de individuos por especie en el área muestreada; At = número de individuos total en el área muestreada; Fa = frecuencia absoluta; Ft = suma de las frecuencias absolutas; Da = dominancia absoluta de cada especie (correspondiente a la sumatoria del área basal de cada especie); Dt = dominancia total o sumatoria del área basal de toda la muestra.

5.3.5. Estructura vertical

Para este análisis se emplean los criterios de altura total y hasta la base de la copa, y se establecen estratos para la construcción de perfiles de acuerdo con las recomendaciones de Ogawa *et al.* (1965). El diagrama de Ogawa es un método cuantitativo que permite describir la vegetación en su estructura horizontal a nivel de estratos y se realiza mediante una gráfica con la altura total en las ordenadas y la altura en la base de la copa en las abscisas; cuando aparecen nubes de puntos aislados significan la presencia de diferentes estratos en la muestra analizada, mientras que una nube uniforme única, indica que no existen estratos claramente diferenciados en la distribución de las copas (Unesco, 1980). Para complementar los análisis de estructura horizontal se construyeron perfiles de vegetación, utilizando para ello la ubicación (puntos GPS), la altura total y la altura en la base de la copa.

5.3.6. Diversidad

Para el análisis de la diversidad en cada ecosistema se empleó el índice estructural de diversidad de Shannon-Wiener, el índice de riqueza de especies de Margalef y el índice de equidad de Simpson, los cuales son descritos a continuación. El índice de Shannon-Wiener (H) “permite calcular la suma de probabilidades de las especies y la homogeneidad de la distribución para una cantidad de especies” (Melo y Vargas, 2003) y se calcula con la siguiente fórmula:

$$H = \sum (p_i \times \ln p_i)$$

H = índice de Shannon-Wiener
 p_i = abundancia de cada una de las especies (n_i/N)
 n_i = número de individuos muestreados para la especie i
 N = número total de individuos registrados

También se calculó el índice de equidad de Simpson (λ) que, según Patil y Taille (1982) es uno de los más utilizados en este tipo de estudios. Este test permite estimar la diversidad de un ecosistema, así como el peso específico de cada una de las especies que lo componen en función del número de ejemplares (Ferriol y Marle, 2012). Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

λ = Índice de Simpson
 p_i = abundancia proporcional de la especie i

El índice de riqueza de Margalef (D_{mg}) se utiliza para estimar la biodiversidad de un ecosistema, donde se relaciona el número de especies respecto al número total de individuos (Villarreal *et al.*, 2006). Constituye una aproximación para estudiar la diversidad de las poblaciones biológicas y supone teóricamente que existe una relación entre el número de especies y el número total de individuos de manera funcional (Moreno, 2001):

$$D_{mg} = S - 1 / \ln N$$

D_{mg} = índice de Margalef
 S = número de especies
 N = número total de individuos

También se empleó el cociente de mezcla (CM), que se calcula dividiendo el número de especies encontradas entre el número total de individuos registrados; la cifra obtenida representa el promedio de individuos de cada especie dentro de cada ecosistema (Rangel y Velásquez, 1997). Los valores obtenidos dependen del diámetro de medición y del tamaño de la muestra (Lamprecht, 1990). Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$CM = \left(\frac{Ns}{Na} \right) \times 100$$

CM = cociente de mezcla
Ns = número de especies
Na = número de individuos

Finalmente, los mismos datos de número de especies y de individuos son empleados para calcular la proporción, es decir que indica la relación entre la abundancia absoluta y la riqueza específica (Cárdenas-Torres, 2014b). Corresponde a un cociente que permite inferir el nivel de heterogeneidad o de homogeneidad de un ecosistema determinado, y su cálculo se realiza a través de la siguiente ecuación:

$$PR = \left(\frac{Na}{Ns} \right) \times 100$$

PR = proporción
Na = número de individuos
Ns = número de especies

5.3.7. Especies amenazadas

Para la revisión de especies amenazas se consultaron los Libros Rojos de Colombia (actualizados el 20 de diciembre de 2012; www.sibcolombia.net); la Resolución 0192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y en las bases de datos de UICN (www.iucnredlist.org) y CITES (www.cites.org).

5.3.8. Análisis estadísticos

Para los análisis estadísticos se empleó información proveniente 8 unidades de muestreo por ecosistema; teniendo en cuenta el pequeño tamaño de la muestra y su falta de ajuste en una

distribución normal, se utilizó el test no paramétrico U de Mann-Whitney para muestras independientes (Zar, 1984), para comparar la riqueza específica entre el bosque de galería y el bosque denso, la abundancia absoluta, el cociente de mezcla, los índices de diversidad y el número de especies amenazadas. Los cálculos se realizaron con el programa IBM SPSS Statistics 19.

5.4. Resultados

5.4.1. Composición florística

En el bosque de galería se registró un total de 410 individuos y 81 especies, pertenecientes a 36 familias y 66 géneros (Anexo 3), mientras que en el bosque denso alto de tierra firme se inventariaron 329 árboles, con 76 especies de 31 familias y 64 géneros (Anexo 4). Los resultados comparativos de la riqueza, abundancia y composición florística se presentan en la Figura 30. En la Figura 31 se comparan las 15 familias con mayor abundancia absoluta registrada; Melastomataceae es la familia que presenta la mayor cantidad de individuos en el bosque denso (70); en el bosque de galería predomina Melastomataceae junto con Arecaceae (46 individuos).

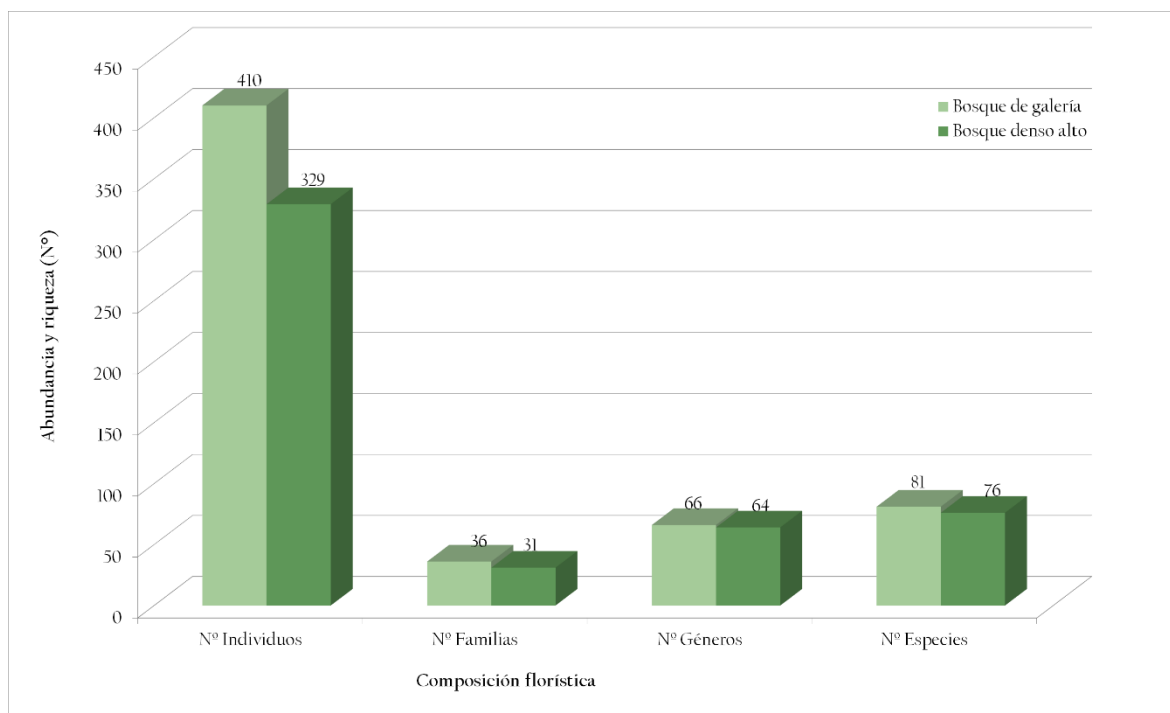


Figura 30. Comparación de abundancia y riqueza para los dos ecosistemas

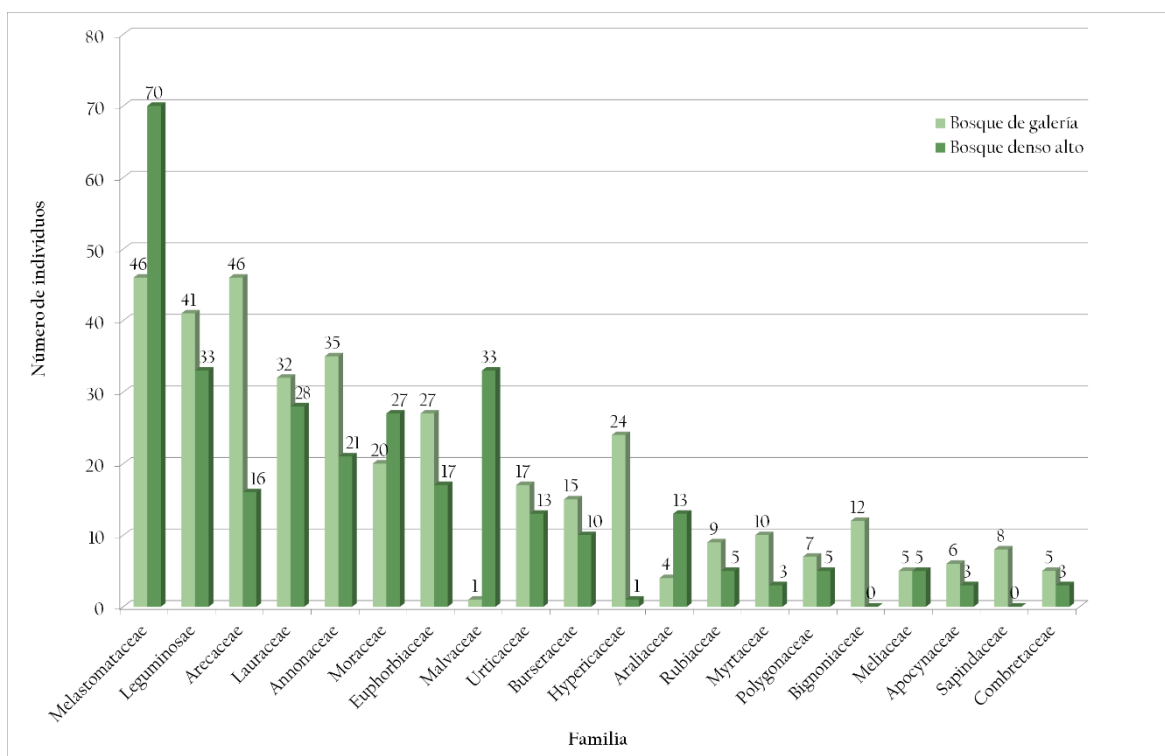


Figura 31. Comparación de la composición florística en los dos ecosistemas

5.4.2. Estructura horizontal

Las 20 especies con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) para cada uno de los ecosistemas analizados, se incluyen ordenadas de mayor a menor en la Figura 32 (ordenadas para bosque de galería) y Figura 33 (ordenadas para bosque denso).

Miconia minutiflora, conocida localmente como tuno blanco, es la que mayor peso ecológico registra en los dos ecosistemas analizados; por su parte, *Xylopia amazonica*, conocida como tablón, se encuentra en el segundo lugar de importancia en el bosque de galería, a pesar de ser muy escasa en el bosque denso. Lo contrario ocurre con *Persea* sp. (Aguacatillo), en el segundo lugar de importancia dentro de las especies del bosque denso, pero que no se destaca dentro del bosque de galería.

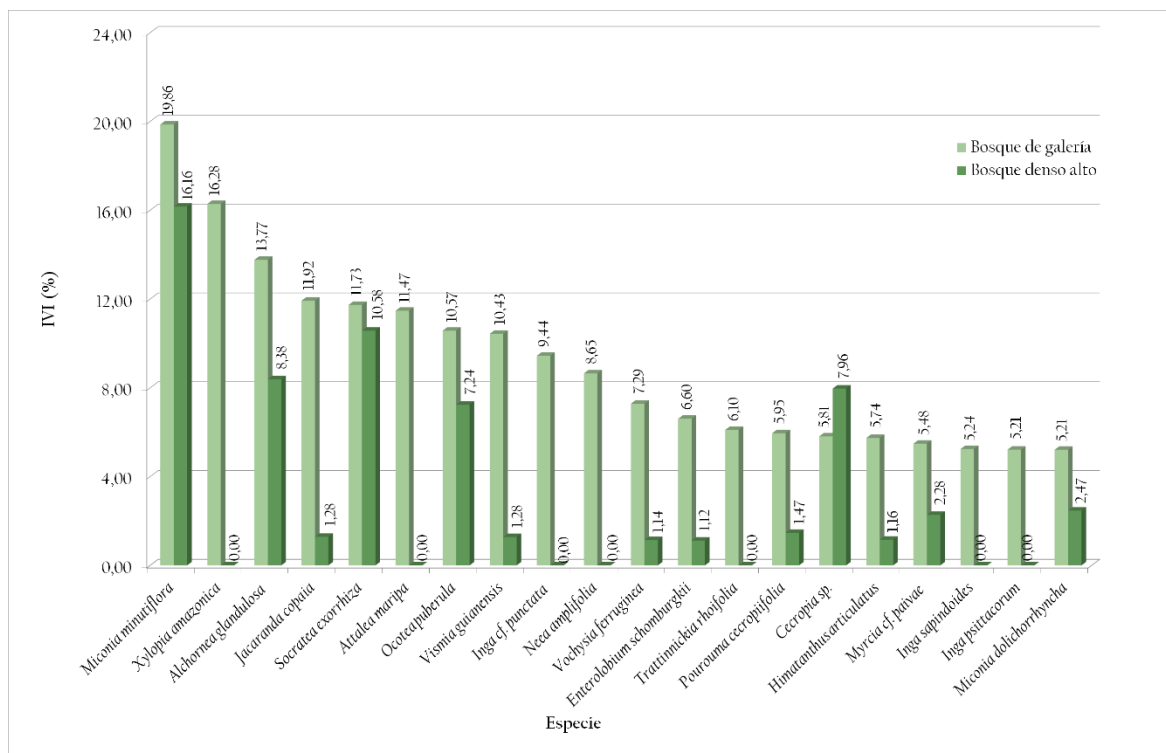


Figura 32. Comparación del IVI para los dos ecosistemas ordenado por bosque de galería

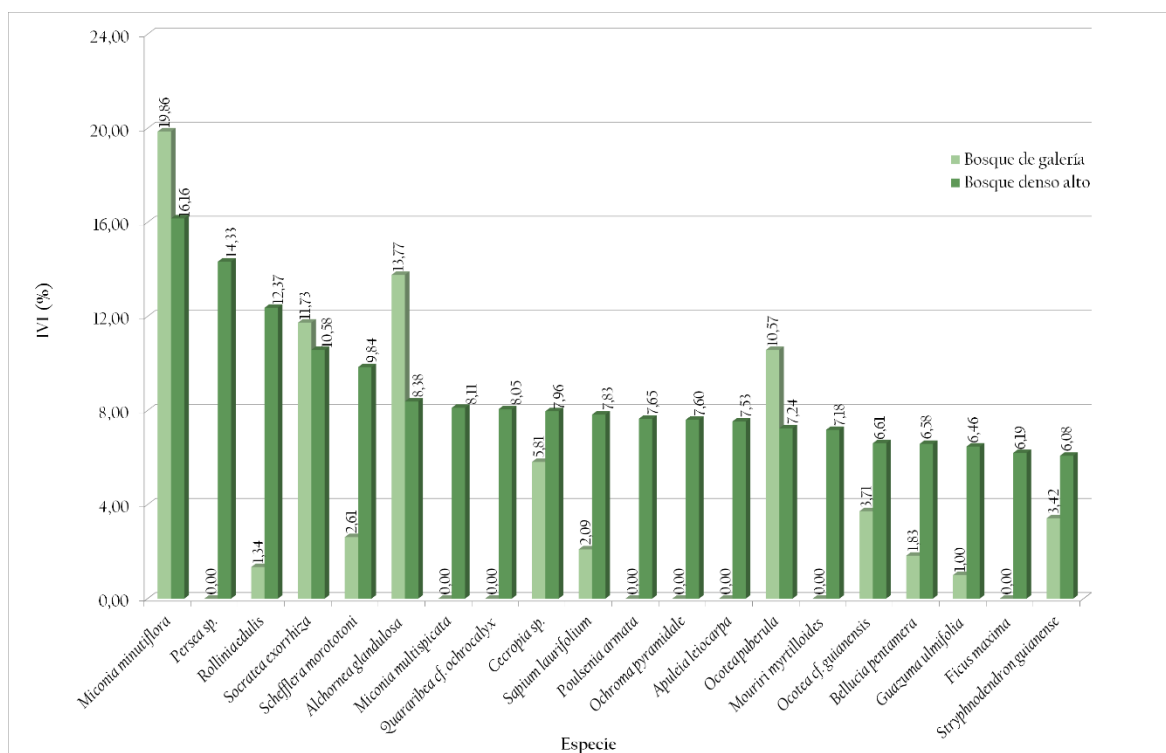


Figura 33. Comparación del IVI para los dos ecosistemas ordenado por bosque denso

5.4.3. Estructura vertical

El diagrama de Ogawa elaborado para el bosque de galería indica una mayor concentración de individuos en las clases altimétricas bajas y medias, aunque también se observan otros en los estratos superiores formando parte del dosel (Figura 34).

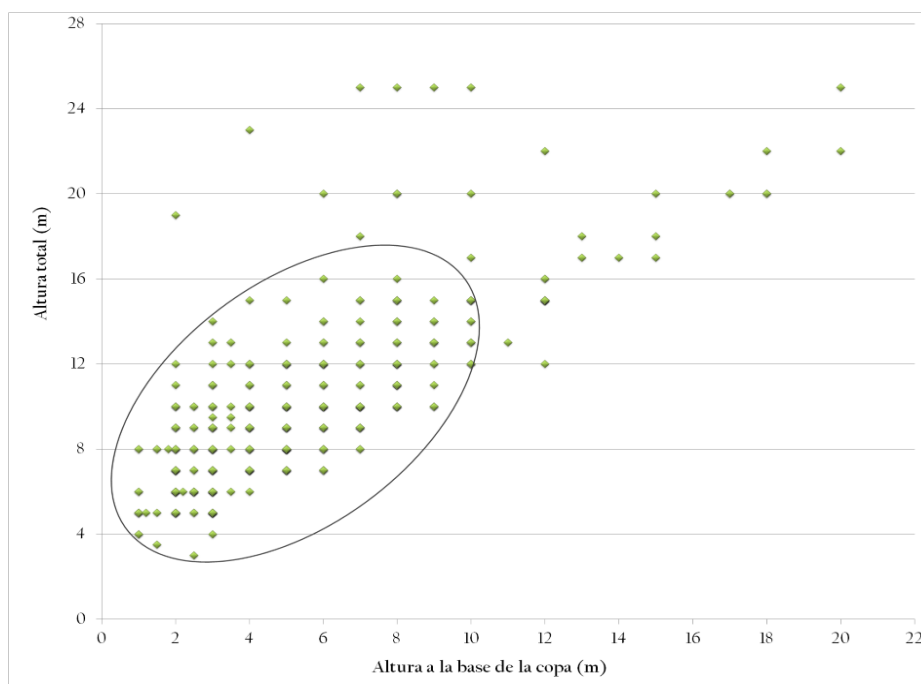


Figura 34. Resultados del diagrama de Ogawa elaborado para el bosque de galería

La estructura vertical del bosque denso alto de tierra firme difiere levemente a la del bosque de galería según el diagrama de Ogawa, donde se detecta una mayor homogeneidad en los estados de crecimiento de los individuos registrados en los inventarios forestales, teniendo en cuenta que se observa una distribución más uniforme de las clases altimétricas desde el sotobosque hasta los estratos altos (25 m), pero con una menor cantidad de individuos dominando el dosel (Figura 35).

En la Figura 36 se presentan las leyendas esquemáticas de las especies registradas en bosque de galería y en la Figura 37 las de bosque denso alto de tierra firme, con el fin de visualizar su distribución en cada parcela “tipo” seleccionada para el complemento del análisis de la estructura vertical en cada ecosistema.

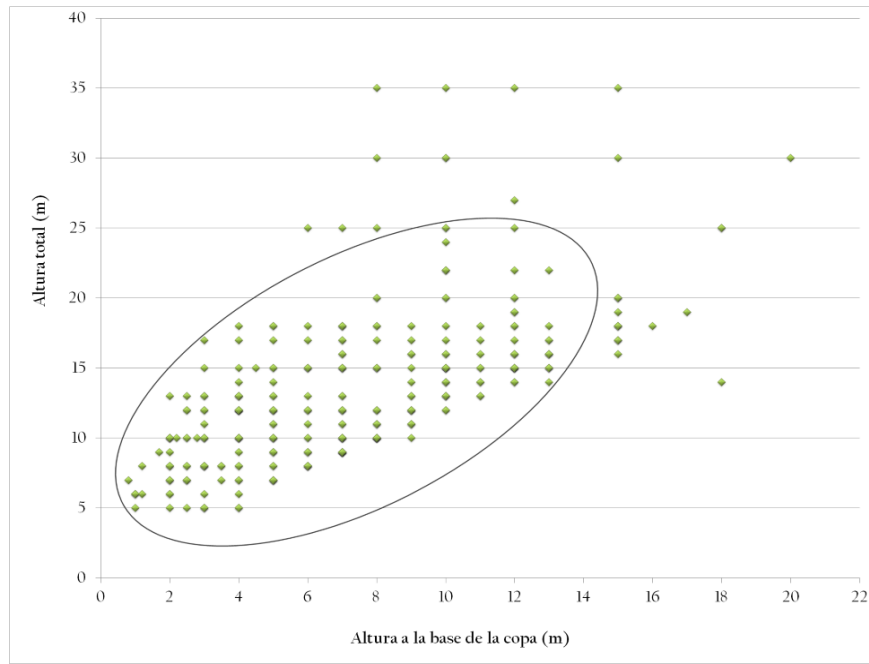


Figura 35. Resultados del diagrama de Ogawa elaborado para el bosque denso

<i>Cecropia</i> sp.	<i>Croton lechleri</i> Mull.Arg.	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	<i>Ficus</i> sp.
<i>Inga</i> cf. <i>punctata</i> Willd.	<i>Miconia dolichorrhyncha</i> Naudin	<i>Eugenia</i> sp.	<i>Ocotea</i> cf. <i>guianensis</i> Aubl.
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl.	<i>Swartzia</i> cf. <i>arborescens</i> (Aubl.) Pittier	<i>Tabernaemontana grandiflora</i> Jacq.	<i>Triplaris americana</i> L.

Figura 36. Leyenda de las especies registradas en una parcela de bosque de galería

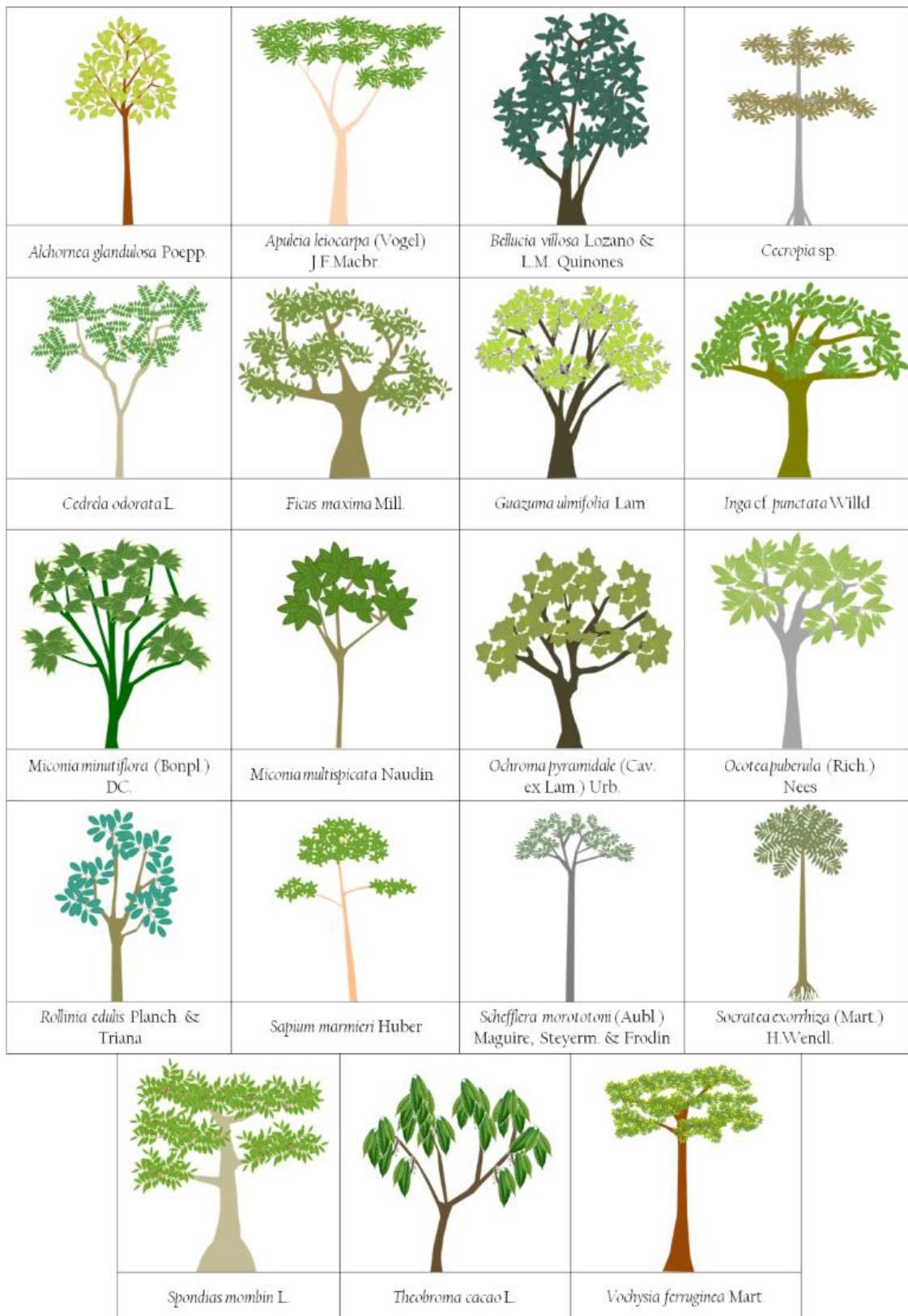


Figura 37. Leyenda de las especies registradas en una parcela de bosque denso

En el bosque de galería, la mayor parte de los individuos del sotobosque tienen alturas totales inferiores a los 10 m, con mayores abundancias de *M. minutiflora* y *Triplaris americana* (Figura 38),

mientras que en el bosque denso, se observa una mayor homogeneidad en la estructura vertical y aparecen individuos de gran altura como *O. puberula*, *A. leiocarpa* y *C. odorata* (Figura 39).



Figura 38. Perfil esquemático de la vegetación en una parcela de bosque de galería



Figura 39. Perfil esquemático de la vegetación en una parcela de bosque denso

Adicionalmente, se elaboró una vista en planta del bosque de galería junto con el trazado esquemático de la unidad de muestreo (Figura 40), así como para el bosque denso alto de tierra firme (Figura 41), empleando los registros de localización (GPS) de los árboles muestreados. Las leyendas para establecer la localización de las especies se ilustran en la Figura 42 y Figura 43, respectivamente.

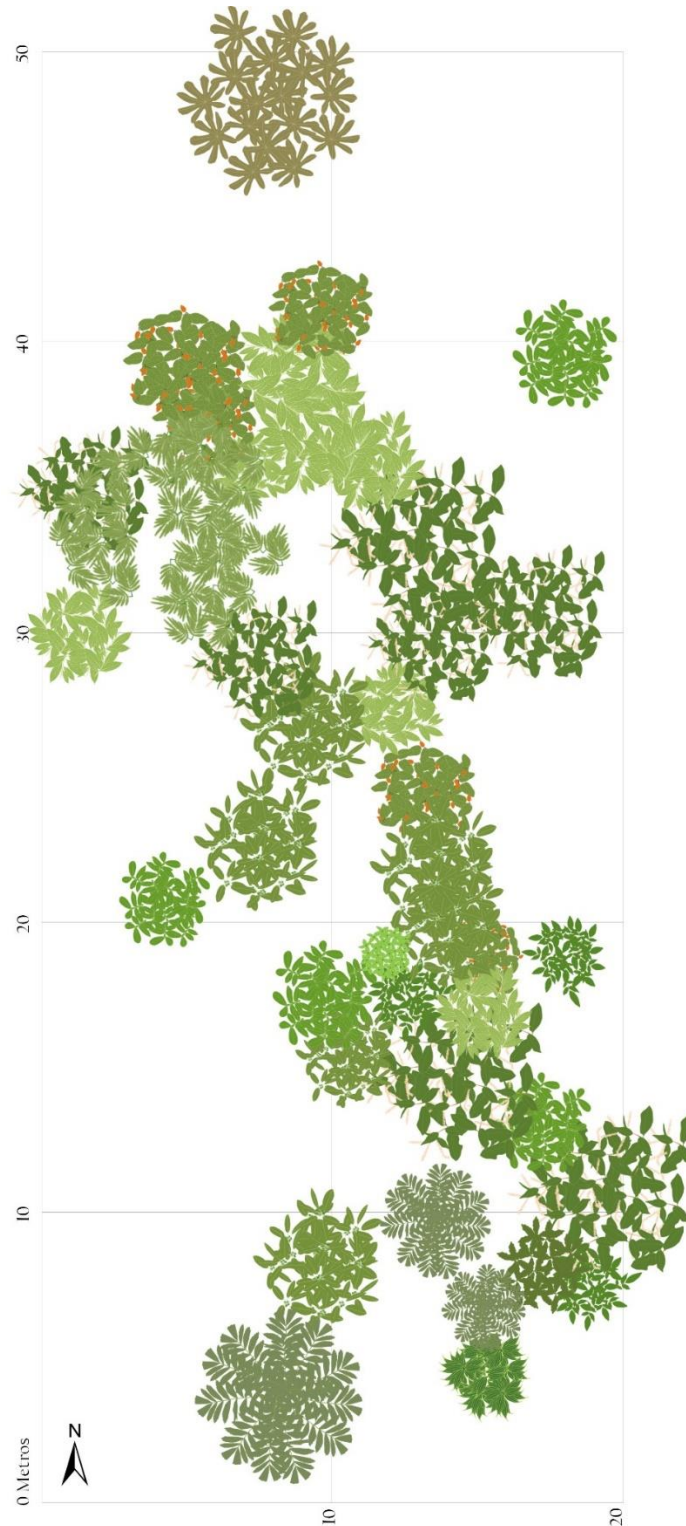


Figura 40. Distribución de los árboles vista en planta para bosque de galería

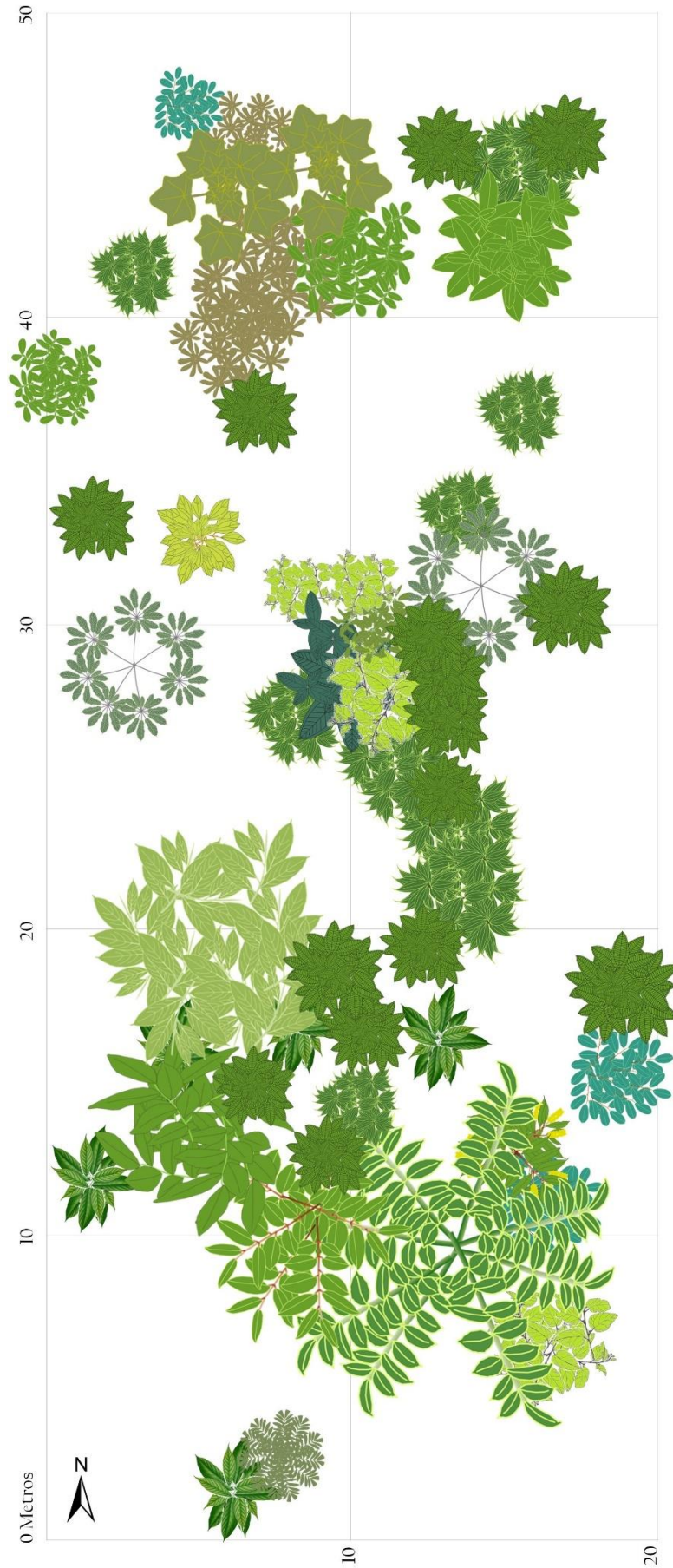


Figura 41. Distribución de los árboles vista en planta para bosque denso

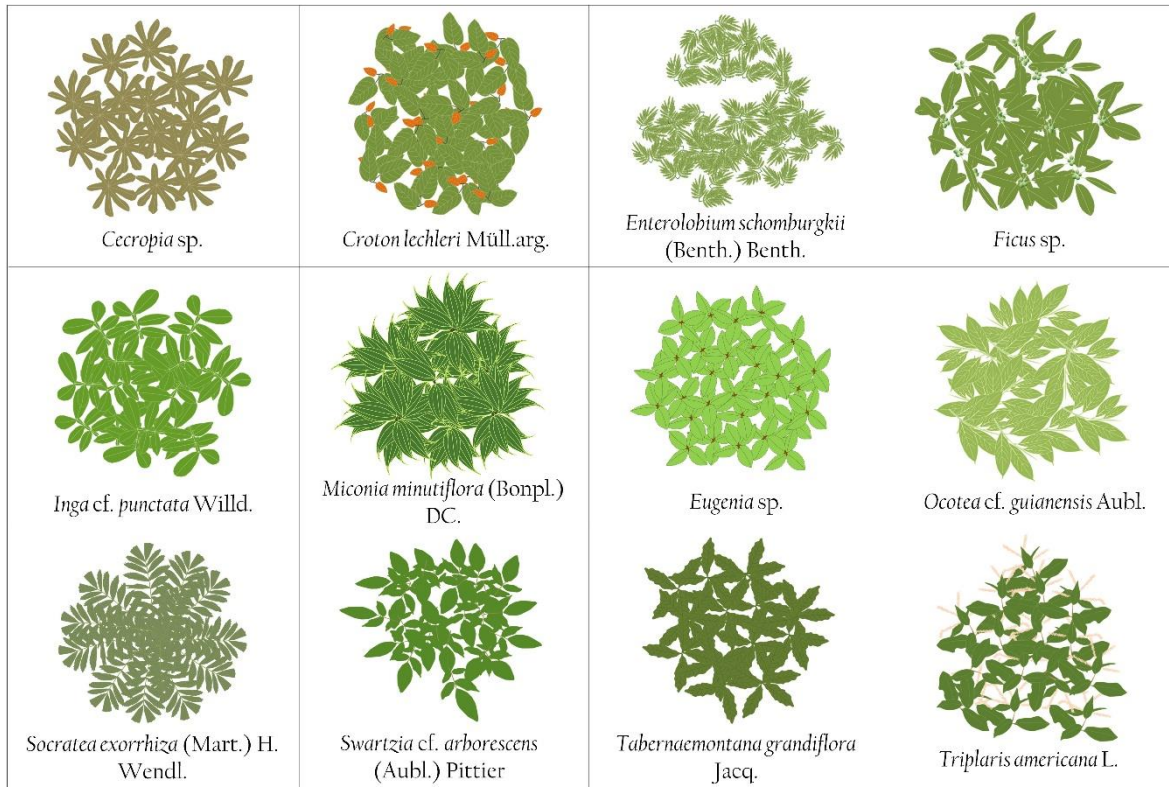


Figura 42. Leyenda de las copas de especies registradas en bosque de galería

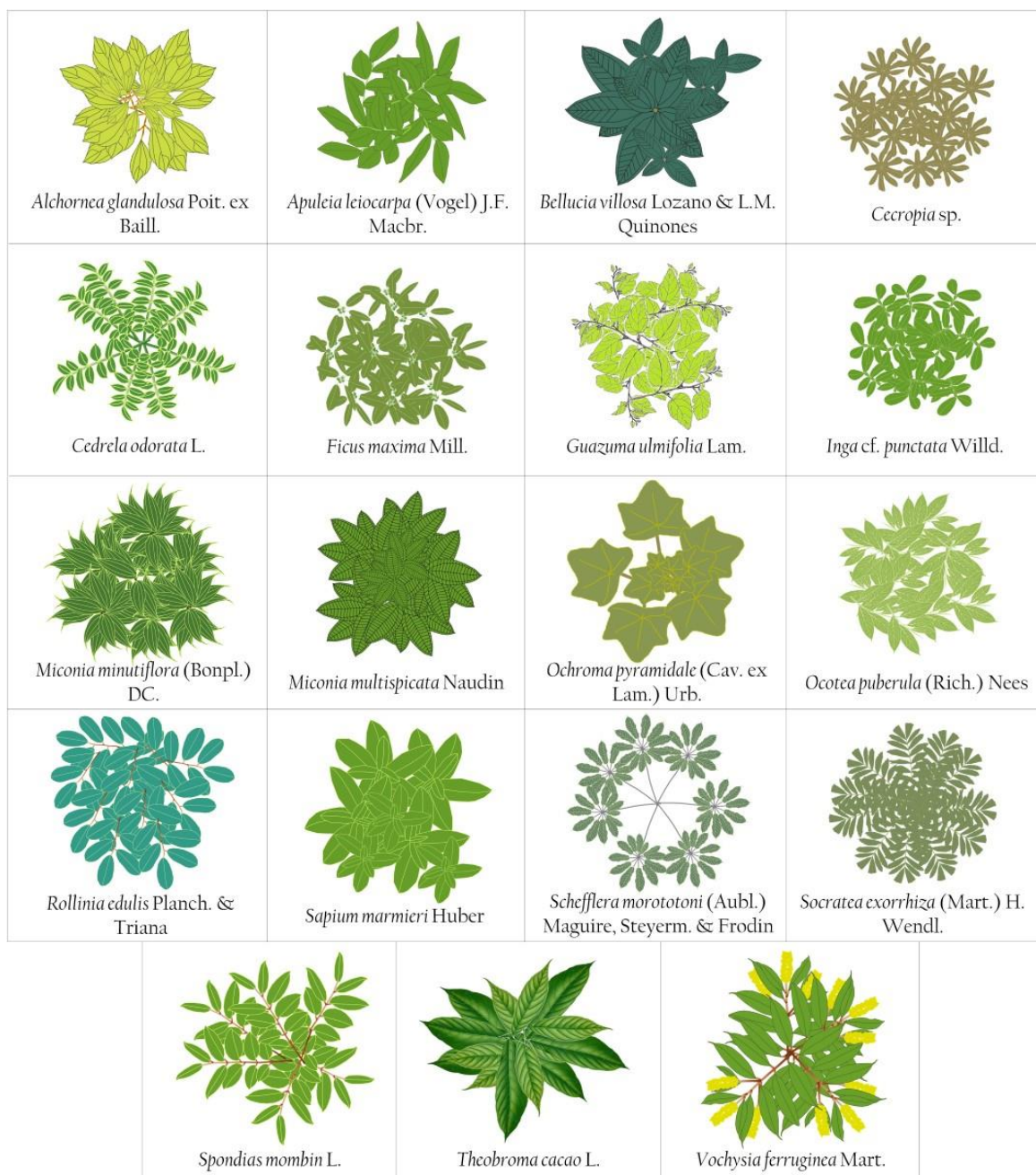


Figura 43. Leyenda de las copas de especies registradas en bosque denso

5.4.4. Diversidad

Con los datos de abundancia absoluta (410) y riqueza específica (81) obtenidos para el bosque de galería, se calculó un cociente de mezcla de 19,75%, que evidencia una menor heterogeneidad que la encontrada para el bosque denso alto de tierra firme, con 76 especies y 329 individuos registrados, lo cual corresponde a un CM del 23.10% (Tabla 6).

De acuerdo con la información calculada para determinar la proporción en el bosque de galería, que es la relación entre la abundancia y la riqueza, en este ecosistema es posible encontrar una especie por cada 5 individuos muestreados (relación 1:5), pero en el bosque denso alto tan solo se necesita registrar 4 individuos para encontrar una especie nueva (1:4), lo cual indica una mayor heterogeneidad para este último.

Tabla 6. Resultados de los índices de diversidad para los ecosistemas analizados

ÍNDICES	ECOSISTEMA	
	Bosque de galería	Bosque denso alto
Abundancia absoluta (N)	410	329
Riqueza específica (S)	81	76
Cociente de mezcla (CM)	19,75	23,10
Proporción (N/S)	5,062	4,329
Shannon-Wiener (H)	3,778	3,783
Máximo posible (de H)	6,016	5,796
Simpson (λ)	0,036	0,034
Margalef (D_{mg})	13,298	12,940

Los resultados del cálculo de los índices de diversidad para los dos ecosistemas no varían significativamente según el test U de Mann - Mann-Whitney, y comprueban una importante semejanza en este sentido. Esta misma situación sucedió con la riqueza media de especies entre ecosistemas y en los índices de diversidad medios, donde tampoco se encontraron diferencias significativas (Tabla 7 y Anexo 5 al Anexo II). La abundancia absoluta, cuya probabilidad se acerca a la esperada con la aplicación del test ($U = 14$; $p = 0.059$) indica una tendencia diferente entre ambos ecosistemas. Así mismo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el número de especies amenazadas entre los dos ecosistemas ($U = 4$; $p = 0,002$).

Tabla 7. Resumen de resultados del test U de Mann-Whitney para las variables analizadas

Variable	Valor medio BG	Valor medio BDA	U de Mann-Whitney	p
Abundancia absoluta (N)	51,250	41,125	14,00	0,059
Riqueza específica (S)	18,875	16,875	22,50	0,314
Cociente de mezcla (S/N)	36,997	41,412	25,00	0,462
Shannon-Wiener (H)	2,525	2,369	22,00	0,294
Simpson (λ)	0,112	0,155	21,50	0,270
Margalef (D_{mg})	4,533	4,274	27,00	0,600
Especies amenazadas	3,625	1,500	4,00	0,002

5.4.5. Especies amenazadas

De acuerdo a los Libros Rojos de Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y las bases de datos de UICN y CITES, el bosque de galería contiene mayor cantidad de especies en alguna categoría de amenaza (11) que el bosque denso alto de tierra firme (5) (Tabla 8).

Tabla 8. Especies amenazadas halladas en los inventarios de los dos ecosistemas comparados

NOMBRE CIENTÍFICO	LIBROS ROJOS	RESOLUCIÓN 0192 DE 2014	UICN	CITES	ECOSISTEMA	
					BG	BDA
<i>Attalea insignis</i> (Mart.) Drude	LC	-	-	-		X
<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	LC	-	-	-	X	
<i>Cedrela odorata</i> L.	EN	EN	VU	III	X	X
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	-	-	LC	-	X	X
<i>Eschweilera cf. parvifolia</i> Mart. ex DC.	LC	-	-	-	X	
<i>Hirtella americana</i> L.	LC	-	-	-	X	
<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	NT	-	LC	-	X	
<i>Inga cf. punctata</i>	-	-	LC	-	X	X
<i>Inga psittacorum</i> Uribe	-	-	LC	-	X	
<i>Inga sapindoides</i> Willd.	-	-	LC	-	X	
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	LC	-	-	-	X	
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	LC	-	-	-	X	X

Convenciones: EN=En peligro; VU=Vulnerable; NT=Casi amenazada; LC=Preocupación menor; Apéndice III=incluye todas las especies que se hallan sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción con el objeto de prevenir o restringir su explotación, y que necesitan la cooperación de otros países en el control de su comercio.

5.5. Discusión

Desde el punto de vista de la composición florística comparada, la familia Melastomataceae se destaca en los dos ecosistemas objeto de estudio, con un total de 116 registros, de los cuales 70 corresponden al bosque denso alto de tierra firme y 46 al bosque de galería. La familia Leguminosae se encuentra en segundo lugar con 74 registros, de los cuales 41 se encontraron en el bosque de galería y 33 en bosque denso. Estas dos familias reúnen el 25,71% del total de árboles registrados, lo que coincide con Carvajal y Murillo (2007) y con Duque *et al.* (2003). Todo ello concuerda con la importancia ecológica que alcanza *M. minutiflora* (Melastomataceae) en ambos ecosistemas con el mayor IVI, destacando a esta familia como indicadora de ecosistemas medianamente conservados.

Respecto al número de árboles registrados en los bosques densos, es probable que las actividades humanas jueguen un papel importante en su abundancia, por formar parte de iniciativas de conservación privada y que, en muchos casos, son tratados como reservorios para su aprovechamiento forestal. Ello porque los árboles maderables de estos bosques son utilizados para las infraestructuras asociadas a la ganadería, por ejemplo, para reemplazar postes de cercados y la construcción de establos, entre otros.

Los resultados de la estructura horizontal, revelan diferencias cuantitativas en los valores de importancia ecológica para las especies registradas en cada ecosistema, a pesar que no se encontraron diferencias significativas entre los índices de diversidad. Sin embargo, un resultado destacable corresponde al número de especies amenazadas, mucho mayor en el bosque de galería que en el bosque denso, lo cual se presenta por el alto grado de fragmentación de este último. Adicionalmente, el bosque de galería tiene mayor flujo de especies y mejores condiciones de conectividad al encontrarse asociado a cursos de agua.

Según el diagrama de Ogawa *et al.* (1965), la dispersión de las clases altimétricas en el bosque de galería evidencia que la mayoría de los individuos inventariados en las unidades de muestreo se encuentren concentrados en las clases baja y media, con alturas máximas que llegan a los 17 metros. Ello indica cierto grado de alteración de estos ecosistemas, teniendo en cuenta que en las clases superiores aparecen individuos de especies de baja cotización para su aprovechamiento forestal. El bosque denso evidencia una distribución mucho más homogénea de los diferentes individuos en las clases de altura, lo cual supone una mayor estabilidad en las dinámicas sucesionales y consecuentemente, un mejor estado de conservación. Además, estos núcleos boscosos a menudo se mantienen protegidos por iniciativas privadas, tanto con fines contemplativos como para el aprovechamiento de madera.

De acuerdo con el perfil de vegetación presentado en la **Figura 38**, en el bosque de galería se aprecia un estrato inferior caracterizado por la presencia de individuos con alturas menores a los 8 metros, donde destacan especies como *Myrtus communis*, *Siparuna guianensis*, *Swartzia* cf.

arborescens, *Stemmadenia grandiflora* y *M. minutiflora*. Para el estrato medio se registra la presencia de individuos entre los 8 y 15 metros de altura, con una menor cantidad de éstos respecto al estrato inferior, donde *M. minutiflora* sigue siendo una de las más importantes en la composición del bosque, junto con *T. americana*, *X. amazonica* y especies del género *Ocotea*. El dosel del bosque de galería tiene una estructura irregular con individuos de 25 metros de altura de las especies *T. americana*, *E. schomburgkii* y algunas palmas como *S. exorrhiza* y *Geonoma interrupta*.

La estructura vertical de la vegetación en el ecosistema de bosque denso alto de tierra firme (Figura 39), indica una significativa abundancia de árboles que crecen a una altura media de 15 metros, entre los que destacan géneros como *Guazuma*, *Sapium* y *Miconia*; en el estrato inferior aparecen individuos de *Theobroma cacao*, especie que ha sido considerada de importancia para el desarrollo de este ecosistema por constituir parte fundamental en las dinámicas funcionales de la sucesión temprana que dio origen a los presentes bosques. En dosel se destacan especies de los géneros *Ocotea* y *Apuleia*, y especialmente un ejemplar emergente de *C. odorata* con más de 35 metros de altura (Fotografía 21).



Fotografía 21. Ejemplar emergente de *C. odorata* en una parcela de bosque denso

Se encontró una gran similitud entre los índices de diversidad de Simpson para los dos ecosistemas ($\lambda = 0,034$ para bosque de galería y $\lambda = 0,036$ para bosque denso). Ello indica que existe una baja probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en un ecosistema determinado correspondan a la misma especie, y alta diversidad florística en estos dos ecosistemas. Estos datos se encuentran soportados por los valores obtenidos mediante el cálculo del índice de Shannon-Wiener, con 3,778 para bosque de galería y 3,783 para el bosque denso, respecto a los valores máximos que pueden alcanzar, teniendo en cuenta la estimación del logaritmo natural del número de individuos: 6,016 y 5,796 respectivamente. Dichos resultados concuerdan con los cálculos del índice de Margalef, donde se asume que valores inferiores a 2 indican una baja diversidad y cuando se obtienen superiores a 5 se interpretan como ecosistemas de alta diversidad florística (Margalef, 1995.); en este sentido el bosque de galería alcanzó un valor de 13,3 y el bosque denso 12,9, ambos diversos, pero este último resulta interesante por poseer una menor superficie dentro del área de estudio, condición que indica la necesidad de su conservación.

Según las bases de datos consultadas para determinar la presencia de especies catalogadas en alguna categoría de amenaza, se encontró un total de 12 en los dos ecosistemas analizados, de las cuales 11 se hallaron en bosque de galería y 5 en el bosque denso, situación que impulsa a considerar estos ecosistemas como áreas de interés para la conservación de la biodiversidad por contener especies amenazadas, a pesar que los bosques de galería se encuentran restringidos a las zonas de borde de los cursos de agua y los bosques densos a pequeños relictos fragmentados de tierra firme; en los inventarios realizados para ambos ecosistemas se encontraron individuos de *C. odorata*, especie considerada En Peligro de extinción (EN) por las autoridades colombianas, Vulnerable (VU) por la UICN e incluida en el Apéndice III de CITES.

5.6. Anexos al Capítulo V

Anexo 1. Estadísticos para el análisis de datos de las parcelas en bosque de galería

Unidad de muestreo	N° de individuos	Área basal (G)	Estadísticos	Valores
BG01	49	1,184	N° de parcelas muestra (N)	8
BG02	40	1,109	Suma de G	11,5
BG03	64	1,338	G promedio por parcela	1,44
BG04	56	1,624	Suma de cuadrados de G (Xi*Xi)	16,97
BG05	41	1,405	Suma de G al cuadrado	132,84
BG06	48	1,548	Desviación estándar (S)	0,23
BG07	43	1,789	Coefficiente de variación (CV)	15,79
BG08	69	1,528	Error máximo	15
Total general	410	11,526	Error estándar %	0,08
Promedio	51,25	1,44	Grados de libertad (GL)	7
D. estándar	10,79	0,23	t de Student	1,8946
CV (%)	21,06	15,79		
			Error muestral (Er%)	10,58
			Probabilidad	0,95
			N° de parcelas	3,98
			N° mínimo de parcelas	4

Anexo 2. Estadísticos para el análisis de datos de las parcelas en bosque denso alto de tierra firme

Unidad de muestreo	N° de individuos	Área basal (G)	Estadísticos	Valores
BDA01	44	1,768	N° de parcelas muestra (N)	8
BDA02	55	2,141	Suma de G	14,8
BDA03	45	1,536	G promedio por parcela	1,85
BDA04	44	2,060	Suma de cuadrados de G (Xi*Xi)	27,64
BDA05	36	1,812	Suma de G al cuadrado	218,93
BDA06	38	1,881	Desviación estándar (S)	0,20
BDA07	32	1,647	Coefficiente de variación (CV)	10,65
BDA08	35	1,930	Error máximo	15
Total general	329	14,796	Error estándar %	0,07
Promedio	41,125	1,850	Grados de libertad (GL)	7
D. estándar	7,376	0,197	t de Student	1,8946
CV (%)	17,936	10,655		
			Error muestral (Er%)	7,14
			Probabilidad	0,95
			N° de parcelas	1,811
			N° mínimo de parcelas	2

Anexo 3. Composición florística del bosque de galería

Familia	Nombre científico	Nombre común	N° Árboles
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl	Guarupayo	5
Annonaceae	<i>Rollinia edulis</i> Planch. & Triana	Anón de monte	2
	<i>Xylopia amazonica</i> R.E.Fr	Tablón	33
Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	Platanote	4
	<i>Tabernaemontana grandiflora</i> Jacq.	Jazmín	1
	<i>Lacmellea edulis</i> H.Karst.	Lechemiel	1
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerf. & Frodin	Tortolito/Tórtolo	4
Arecaceae	<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	Palma cucurita	24
	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Palma unama	1
	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Palma choapo	21
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose	Floramarrillo	1
	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Pavito	11
Boraginaceae	<i>Cordia exaltata</i> Lam.	Anoncillo	1
Burseraceae	<i>Crepidospermum goudotianum</i> (Tul.) Triana & Planch.	Pepa de loro	1
	<i>Protium sagotianum</i> Marchand	Copal	2

Familia	Nombre científico	Nombre común	N° Árboles
	<i>Trattinnickia</i> cf. <i>aspera</i> (Standl.) Swart	Caraño 2	3
	<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	Caraño	9
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella americana</i> L.	Garrapato	4
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Cachicamo	1
	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	Madroño	1
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	Macano/Granadillo	5
Dilleniaceae	<i>Davilla nitida</i> (Vahl) Kubitzki	Chaparro lagunero	1
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Carnegallina	15
	<i>Croton lechleri</i> Müll.Arg.	Sangregado	5
	<i>Sapium laurifolium</i> (A.Rich.) Griseb.	Lechoso	2
	<i>Sapium marmieri</i> Huber	Caucho	5
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	Lacre	23
	<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	Manchador	1
Lauraceae	<i>Aniba</i> cf. <i>panurensis</i> (Meisn.) Mez	Oloroso	1
	<i>Nectandra</i> sp.	Laurel 3	1
	<i>Ocotea</i> cf. <i>floribunda</i> (Sw.) Mez	Laurel 2	1
	<i>Ocotea</i> cf. <i>guianensis</i> Aubl.	Laurel	7
	<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	Amarillo baboso	8
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Amarillo	14
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i> cf. <i>parvifolia</i> Mart. ex DC.	Fono	1
Leguminosae	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Trestablas	1
	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	Dormidero	4
	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	Brasil	4
	<i>Inga</i> cf. <i>punctata</i> Willd.	Guamo	14
	<i>Inga psittacorum</i> Uribe	Guamo chicharrón	4
	<i>Inga sapindoides</i> Willd.	Guamo blanco	6
	<i>Ormosia nobilis</i> Tul.	Chocho	1
	<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) Benth.	Vainillo	3
	<i>Swartzia</i> cf. <i>arborescens</i> (Aubl.) Pittier	Frijolillo	3
	<i>Swartzia</i> cf. <i> trianae</i> Benth.	Brasil rosado	1
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásimo	1
Melastomataceae	<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	Pomo / Nispero	1
	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Tuno blanco	40
	<i>Miconia dolichorrhyncha</i> Naudin	Tuno amarillo	5
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	1
	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Palotigre/Trompillo	3
	<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	Cedrillo	1
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	Matapalo	7
	<i>Maquira coriacea</i> (H.Karst.) C.C.Berg	Caucho amarillo	1
	<i>Perebea xanthochyma</i> H.Karst.	Cauchillo/Cerezo	2
	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr.	Lecheperra	10
Myristicaceae	<i>Virola carinata</i> (Spruce ex Benth.) Warb	Paloblanco	1
	<i>Virola peruviana</i> (A. DC.) Warb.	Carne vaca	1
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	Mirto	1
	<i>Myrcia</i> cf. <i>paivae</i> O.Berg	Arrayán	6
	<i>Myrcia</i> cf. <i>splendens</i> (Sw.) DC.	Arrayán rojo	3
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	Candelo	3
	<i>Hieronyma oblonga</i> (Tul.) Müll.Arg.	nn2-BG06	1
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> L.	Varasanta	7
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Cucharo	1
Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich. ex DC.	Perita	5
	<i>Duroia hirsuta</i> (Poepp.) K.Schum.	Turmaemico	2
	<i>Randia</i> cf. <i>armata</i> (Sw.) DC.	Cruceto	1
	<i>Wittmackanthus stanleyanus</i> (M.R.Schomb.) Kuntze	Huesito	1
Sapindaceae	<i>Cupania cinerea</i> Poepp.	Guacharaco	7
	<i>Cupania scrobiculata</i> Rich.	Mestizo	1
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	Caimito	5
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Machaco/Pepelillo	1
Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp.	Yarumo	7
	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	Caimarón 2	1

Familia	Nombre científico	Nombre común	N° Árboles
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Caimarón	9
Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	Botagajo	6
Loganiaceae	<i>Strychnos</i> sp.	Curare	1
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Vaporub	1
Salicaceae	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	Clavito	1
Nyctaginaceae	<i>Neea amplifolia</i> Donn. Sm.	nnl-BG08	4
Total general			410

Anexo 4. Composición florística del bosque denso alto de tierra firme

Familia	Nombre científico	Nombre común	N° Árboles
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Hobo	3
Annonaceae	<i>Rollinia edulis</i> Planch. & Triana	Anón de monte	21
Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	Platanote	1
	<i>Lacmellea edulis</i> H.Karst.	Lechemiel	2
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Mantequilla	1
	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerem. & Frodin	Tortolito / Tórtolo	12
Arecaceae	<i>Attalea insignis</i> (Mart.) Drude	Palma real	1
	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl.	Palma choapo	15
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Pavito	1
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Moho	1
Burseraceae	<i>Bursera inversa</i> Daly	Indio desnudo	1
	<i>Dacryodes nitens</i> Cuatrec.	Cariaño	9
Cannabaceae	<i>Celtis schippii</i> Standl.	Cuero de marrano	2
	<i>Celtis trinervia</i> Lam.	Zanca de guala	1
Celastraceae	<i>Salacia</i> cf. <i>gigantea</i> Loes.	Caimillo	1
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	Macano/Granadillo	3
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Carnegallina	6
	<i>Sapium laurifolium</i> (A.Rich.) Griseb.	Lechoso	10
	<i>Sapium marmieri</i> Huber	Caucho	1
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	Lacre	1
Lamiaceae	<i>Vitex orinocensis</i> Kunth	Nocuito	2
Lauraceae	<i>Ocotea</i> cf. <i>guianensis</i> Aubl.	Laurel	5
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Amarillo	5
	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	2
	<i>Persea</i> sp.	Aguacatillo	16
Leguminosae	<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	Campano	3
	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Guacamayo	9
	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	Dormidero	1
	<i>Fissicalyx fendleri</i> Benth.	Corcho	3
	<i>Inga capitata</i> Desv.	Chilinchina	2
	<i>Inga</i> cf. <i>punctata</i> Willd.	Guamo	4
	<i>Inga</i> sp.	Guamo 2	1
	<i>Machaerium quinata</i> (Aubl.) Sandwith	Uña de gato	1
	<i>Ormosia amazonica</i> Ducke	Peonío	2
	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Guamo negro	1
	<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) Benth.	Vainillo	4
	<i>Swartzia</i> cf. <i>leptopetala</i> Benth.	Guamo loro	1
	<i>Swartzia</i> cf. <i>pittieri</i> Schery	Sangretoro	1
Loganiaceae	<i>Strychnos</i> sp.	Curare	2
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	3
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásimo	6
	<i>Herrania</i> cf. <i>nitida</i> (Poepp.) R.E.Schult.	Cacaíto de monte	1
	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Balso blanco	11
	<i>Quararibea</i> cf. <i>ochrocalyx</i> (K.Schum.) Vischer	Quematatabro	7
	<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacao	5
Melastomataceae	<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	Pomo/Nispero	13
	<i>Bellucia villosa</i> Lozano & L.M. Quinones	Guayabito	1
	<i>Miconia dolichorrhyncha</i> Naudin	Tuno amarillo	2

Familia	Nombre científico	Nombre común	N° Árboles
	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Tuno blanco	30
	<i>Miconia multispicata</i> Naudin	Tuno negro	23
	<i>Mouriri myrtilloides</i> (Sw.) Poir.	Arreleche	1
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	1
	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Palotigre/Trompillo	4
Moraceae	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	Dinde	1
	<i>Ficus maxima</i> Mill.	Higuerón	4
	<i>Ficus</i> sp.	Matapalo	2
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	Morito	1
	<i>Perebea mollis</i> (Poepp. & Endl.) Huber	Caucho negro	3
	<i>Perebea xanthochyma</i> H.Karst.	Cauchillo/Cerezo	2
	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	Algodoncillo	11
	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr.	Lecheperra	3
Myrtaceae	<i>Calycolpus moritzianus</i> (O.Berg) Burret	Guayabete	1
	<i>Myrcia</i> cf. <i>paivae</i> O.Berg	Arrayán	2
Peraceae	<i>Pera arborea</i> Mutis	Arenillo	1
Polygonaceae	<i>Triplaris</i> cf. <i>americana</i> L.	Varasanta 2	5
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Cucharó	3
Rubiaceae	<i>Cosmibuena grandiflora</i> (Ruiz & Pav.) Rusby	Cascarillo	3
	<i>Wittmackanthus stanleyanus</i> (M.R.Schomb.) Kuntze	Huesito	2
Salicaceae	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	Clavito	1
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Vaporub	1
Solanaceae	<i>Cestrum coriaceum</i> Miers	Tinto	2
	<i>Solanum crinitum</i> Lam	Cocubo	1
Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp.	Yarumo	9
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Caimarón	1
	<i>Ureva caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	Ortigo	3
Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	Botagajo	1
Total general			329

Anexo 5. Resultados del test U de Mann-Whitney para contrastar el número de individuos por ecosistema

Ecosistema	(N) N° de parcelas	Rango promedio	Suma de rangos
Bosque de galería	8	10,75	86,00
Bosque denso	8	6,25	50,00
Total	16		
Estadísticos de contraste para número de individuos (variable de agrupación) por ecosistema			
U de Mann-Whitney	14,000		
W de Wilcoxon	50,000		
Z	-1,892		
Sig. asintota (bilateral)	0,59		

Anexo 6. Resultados del test U de Mann-Whitney para contrastar el número de especies por ecosistema

Ecosistema	(N) N° de parcelas	Rango promedio	Suma de rangos
Bosque de galería	8	9,69	77,50
Bosque denso	8	7,31	58,50
Total	16		
Estadísticos de contraste para número de especies (variable de agrupación) por ecosistema			
U de Mann-Whitney	22,500		
W de Wilcoxon	58,500		
Z	-1,007		
Sig. asintota (bilateral)	0,314		

Anexo 7. Resultados del test U de Mann-Whitney para contrastar el cociente de mezcla por ecosistema

Ecosistema	(N) N° de parcelas	Rango promedio	Suma de rangos
Bosque de galería	8	7,63	61,00
Bosque denso	8	9,38	75,00
Total	16		
Estadísticos de contraste para el cociente de mezcla (variable de agrupación) por ecosistema			
U de Mann-Whitney	25,000		
W de Wilcoxon	61,000		
Z	-0,735		
Sig. asintota (bilateral)	0,462		

Anexo 8. Resultados del test U de Mann-Whitney para contrastar el índice de Shannon por ecosistema

Ecosistema	(N) N° de parcelas	Rango promedio	Suma de rangos
Bosque de galería	8	9,75	78,00
Bosque denso	8	7,25	58,00
Total	16		
Estadísticos de contraste para el índice de Shannon (variable de agrupación) por ecosistema			
U de Mann-Whitney	22,000		
W de Wilcoxon	58,000		
Z	-1,050		
Sig. asintota (bilateral)	0,294		

Anexo 9. Resultados del test U de Mann-Whitney para contrastar el índice de Simpson por ecosistema

Ecosistema	(N) N° de parcelas	Rango promedio	Suma de rangos
Bosque de galería	8	7,19	57,50
Bosque denso	8	9,81	78,50
Total	16		
Estadísticos de contraste para el índice de Simpson (variable de agrupación) por ecosistema			
U de Mann-Whitney	21,500		
W de Wilcoxon	57,500		
Z	-1,104		
Sig. asintota (bilateral)	0,270		

Anexo 10. Resultados del test U de Mann-Whitney para contrastar el índice de Margalef por ecosistema

Ecosistema	(N) N° de parcelas	Rango promedio	Suma de rangos
Bosque de galería	8	9,13	73,00
Bosque denso	8	7,88	63,00
Total	16		
Estadísticos de contraste para el índice de Margalef (variable de agrupación) por ecosistema			
U de Mann-Whitney	27,000		
W de Wilcoxon	63,000		
Z	-0,525		
Sig. asintota (bilateral)	0,600		

Anexo 11. Resultados del test U de Mann-Whitney para contrastar el número de especies amenazadas por ecosistema

Ecosistema	(N) N° de parcelas	Rango promedio	Suma de rangos
Bosque de galería	8	12,00	96,00
Bosque denso	8	5,00	40,00
Total	16		
Estadísticos de contraste para especies amenazadas (variable de agrupación) por ecosistema			
U de Mann-Whitney	4,000		
W de Wilcoxon	40,000		
Z	-3,053		
Sig. asintota (bilateral)	0,002		

A low-angle photograph of a large tree with a thick, light-colored trunk and branches against a clear blue sky. The tree's trunk is the central focus, with several large branches extending upwards and outwards. The leaves are green and dense at the top of the branches.

CAPÍTULO VI

VARIACIÓN ALTITUDINAL Y DIVERSIDAD DEL ARBOLADO EN BOSQUES NATURALES DEL PIEDEMORTE LLANERO COLOMBIANO

Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F.Macbr. (Guacamayo) en pastos arbolados del municipio de Cubarral

6. VARIACIÓN ALTITUDINAL Y DIVERSIDAD DEL ARBOLADO EN BOSQUES NATURALES DEL PIEDEMONTES LLANERO COLOMBIANO

Numerosas investigaciones en los Andes Tropicales han permitido conocer las relaciones entre los tipos de vegetación y la altitud, analizando factores como la precipitación, temperatura, suelo, entre otros. No obstante, es posible que la presencia humana cobre un papel importante en la composición y diversidad de los bosques en una franja de altitud. En este trabajo analiza la relación entre el gradiente altitudinal y la diversidad del arbolado en el piedemonte metense, asociada a bosques naturales con diferentes niveles de intervención. Se levantaron 34 parcelas de 20 x 50 m sobre una franja de altitud de entre 325 y 1.152 m, tomando registros de los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual 10 cm. Se realizó el análisis de composición florística y valores de importancia por especie. Se calculó el cociente de mezcla (CM) y el índice de Margalef en cada parcela. Fueron registrados 1.830 individuos, 54 familias, 151 géneros y 258 especies. Las familias Euphorbiaceae y Leguminosae fueron las más abundantes y *Socratea exorrhiza* es la especie con mayor peso ecológico (IVI = 9,16); además, se encontraron dos especies amenazadas: *Cedrela odorata* y *Aniba perutilis*. Se detectó una relación positiva entre la riqueza y la diversidad con respecto a la altitud, con bosques más diversos y mejor conservados en zonas altas. Los resultados de composición florística concuerdan con las investigaciones realizadas anteriormente en la unidad fisiográfica del piedemonte Orinocense; sin embargo, los resultados de esta investigación revelan una menor diversidad en las zonas bajas debido a una mayor presión humana.

6.1. Introducción

Las actividades de expansión de la frontera agropecuaria en esta región del país se han presentado, prácticamente, desde tiempos de la colonia; en Gómez (1991) se respalda esta afirmación y se señala que *“En 1870 comenzaron a avanzar, desde dos direcciones distintas, grupos de colonos que progresivamente fueron penetrando, los unos desde la cordillera Andina colombiana hacia el piedemonte de los Llanos y, los otros, desde Venezuela hacia los Llanos de Arauca. Estos migrantes constituyeron un sistema de ganadería extensiva, aprovechando el ganado cimarrón que había logrado sobrevivir y reproducirse desde que las haciendas jesuitas sufrieron su extinción, a partir de la expulsión de la Compañía en 1767” (...).*

Dada la importancia que representan los bosques naturales en el piedemonte de los Llanos orientales debido a los bienes y servicios ambientales que ofertan, resulta necesario ahondar en su conocimiento, así como en las diferentes variables que influyen en su funcionamiento como ecosistema, su riqueza y la diversidad asociada a los distintos niveles de altitud; todo ello a pesar que en esta zona del país los actuales bosques son el producto de fuertes alteraciones ocasionadas para el desarrollo del sector pecuario principalmente, y se encuentran enfrentados a serios problemas de fragmentación que los ha convertido en relictos boscosos sobre los bordes de cauces (bosques de galería), teniendo en consideración que en el pasado constituían una masa con distribución continua desde las partes altas de la cordillera hasta las zonas de llanura; en estas últimas es donde se han presentado las mayores transformaciones del territorio para el desarrollo de la ganadería.

El análisis de los bosques naturales en esta franja altitudinal del piedemonte del Meta se encuentra sustentado en los resultados obtenidos por Cárdenas-Torres (2014a, 2014b), donde los índices de diversidad calculados para los bosques de galería y bosques de tierra firme (Ideam, 2010) permitieron establecer que ambos poseen una gran similitud en cuanto al número de individuos respecto al número de especies, muy posiblemente porque se trata de ecosistemas circunscritos en un espacio biogeográfico similar y del mismo origen; también permitieron concluir que, estadísticamente, no existen diferencias significativas

entre los valores medios de riqueza específica y abundancia absoluta, ni tampoco entre los índices de diversidad calculados para ambos ecosistemas. En este sentido, el presente estudio se encuentra enfocado a establecer si existe relación entre la variable altitudinal con respecto a la riqueza y diversidad del arbolado en los ecosistemas boscosos de esta zona del piedemonte, acogiendo el Objetivo Específico 2 propuesto para este trabajo de tesis.

6.2. Objetivo general

Establecer las relaciones entre el gradiente altitudinal con respecto a la riqueza y diversidad del arbolado en esta zona de piedemonte, asociando cualitativamente el factor humano en las dinámicas de intervención sobre los bosques naturales.

6.3. Materiales y métodos

6.3.1. Área de estudio

Se localiza en el departamento del Meta, municipios de Acacías, Guamal, Castilla La Nueva, Cubarral y San Martín de los Llanos. En la **Figura 44** se presentan las 34 unidades de muestreo levantadas y en la **Tabla 9** sus datos de localización, altitud y jurisdicción territorial. La distribución de las parcelas en el gradiente altitudinal se ilustra en la **Figura 45**. Para este sector del piedemonte, las mayores precipitaciones se presentan hacia el occidente con valores anuales de 6.000 mm; hacia el costado suroriental, en la llanura llegan a 2.600 mm, con temperaturas que varían entre 15,9 °C y 25,4 °C, con promedio anual de 23,6 °C.

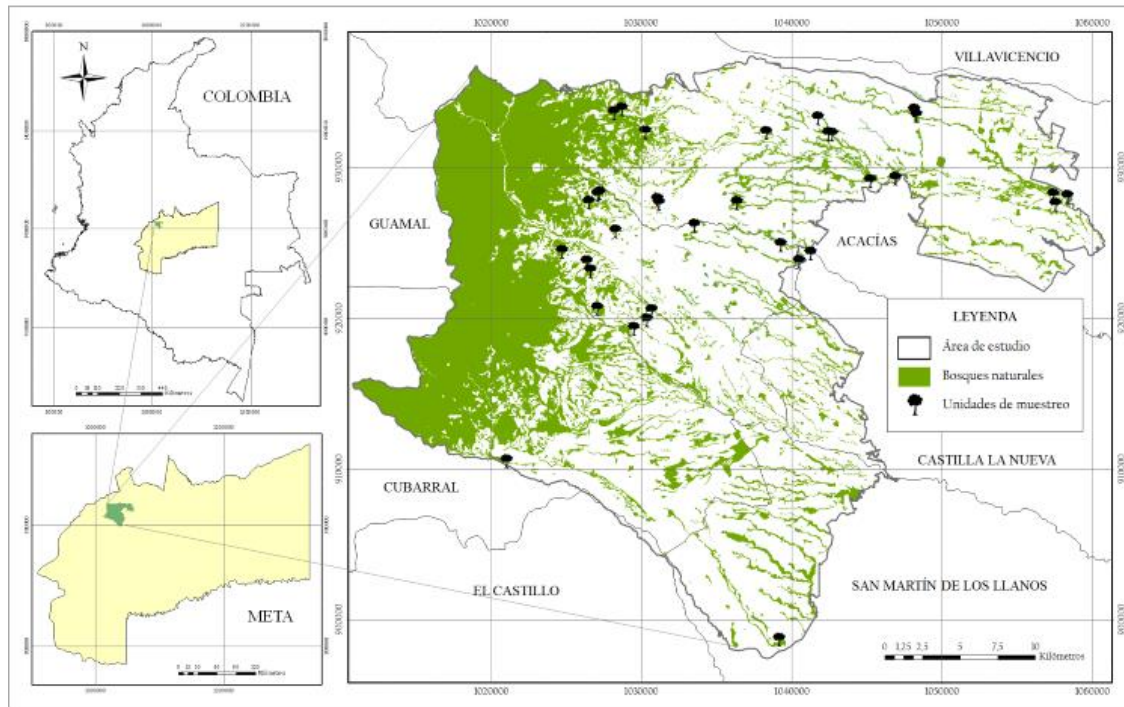


Figura 44. Localización del área de estudio y unidades de muestreo

Tabla 9. Datos de localización de las parcelas en el gradiente altitudinal

Cod. parcela	Coord. Norte	Coord. Oeste	Altitud (m)	Municipio	Vereda
BN01	3°56'	73°47'	597	Acacias	Cruce de San José
BN02	3°54'	73°51'	750	Guamal	San Pedro
BN03	3°52'	73°50'	751	Guamal	El Dorado
BN04	3°56'	73°50'	964	Guamal	El Retiro
BN05	3°59'	73°48'	879	Acacias	La Palma
BN06	3°59'	73°49'	988	Acacias	Alto Acaciñas
BN07	3°59'	73°49'	1152	Acacias	Alto Acaciñas
BN08	3°56'	73°50'	1050	Guamal	El Retiro
BN09	3°56'	73°49'	937	Guamal	El Retiro
BN10	3°52'	73°48'	576	Guamal	Montecristo
BN11	3°47'	73°53'	613	Cubarral	Jujuaro
BN12	3°54'	73°50'	701	Guamal	San Pedro
BN13	3°54'	73°50'	668	Guamal	Santa Teresa
BN14	3°55'	73°49'	700	Guamal	Monserate Bajo
BN15	3°56'	73°47'	594	Acacias	Cruce de San José
BN16	3°52'	73°48'	576	Guamal	Montecristo
BN17	3°51'	73°48'	577	Guamal	Montecristo
BN18	3°55'	73°46'	554	Guamal	Brisas de Orotoy
BN19	3°54'	73°43'	509	Guamal	El Encanto
BN20	3°56'	73°44'	527	Acacias	Loma de Tigre
BN21	3°59'	73°38'	426	Acacias	San Cayetano
BN22	3°58'	73°38'	426	Acacias	Caño Hondo
BN23	3°59'	73°42'	464	Acacias	Santa Teresita

Cod. parcela	Coord. Norte	Coord. Oeste	Altitud (m)	Municipio	Vereda
BN24	3°58'	73°41'	452	Acacías	Montelíbano
BN25	3°58'	73°41'	453	Acacías	Montelíbano Bajo
BN26	3°54'	73°42'	489	Acacías	Montebello
BN27	3°59'	73°43'	483	Acacías	Santa Teresita
BN28	3°57'	73°40'	413	Acacías	La Esmeralda
BN29	3°57'	73°39'	400	Acacías	Montelíbano Bajo
BN30	3°54'	73°42'	500	Castilla La Nueva	Betania
BN31	3°54'	73°33'	325	Acacías	La Unión
BN32	3°55'	73°33'	325	Acacías	Caño Hondo
BN33	3°56'	73°33'	349	Acacías	La Loma
BN34	3°40'	73°43'	416	San Martín de los Llanos	El Treinta

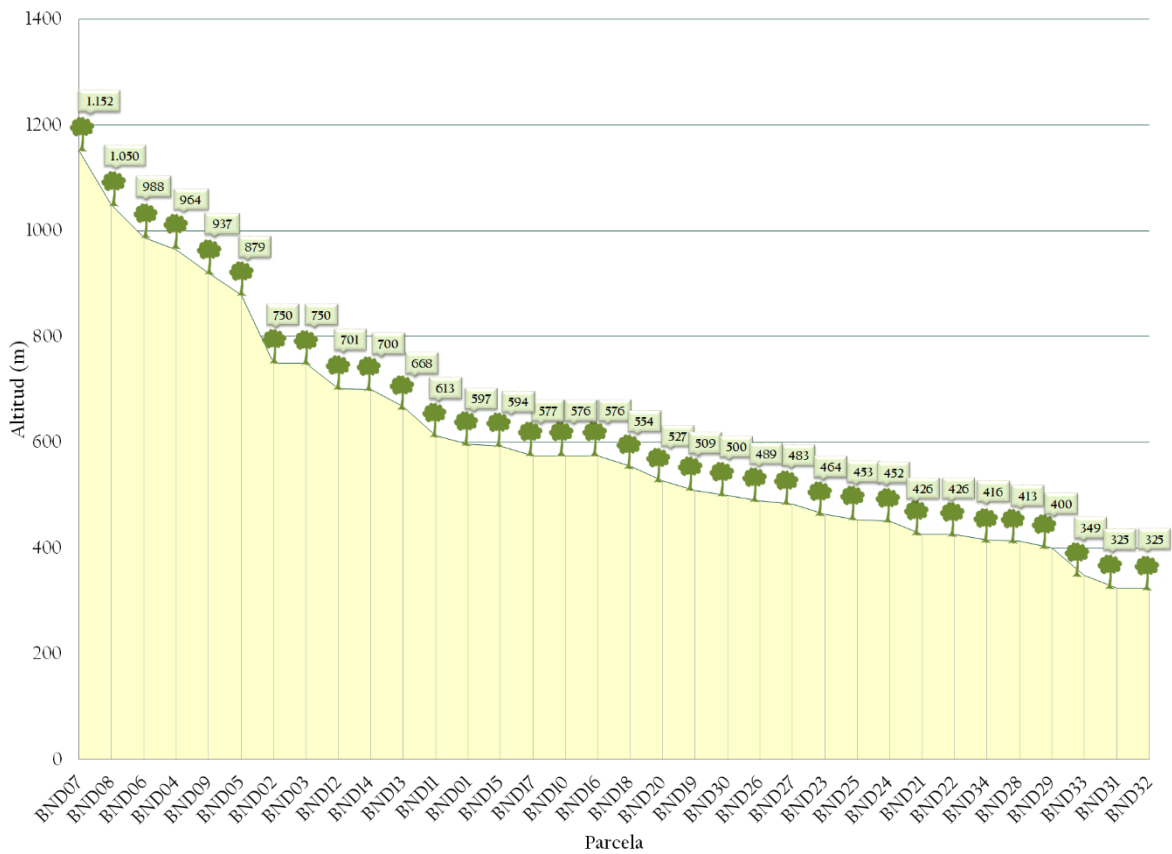


Figura 45. Ubicación de las parcelas en el gradiente altitudinal del piedemonte Meta

6.3.2. Diseño de la investigación

Se elaboró un mapa de cobertura y uso de la tierra a escala 1:10.000. La selección de las unidades de muestreo se realizó completamente al azar (Melo y Vargas, 2003); los análisis estadísticos para la estandarización de la muestra fueron realizados con una probabilidad del 95% y error de muestreo inferior a 15% (Suárez, 2002), empleando como fundamento el área basal (AB), la cual corresponde al área de una sección transversal del fuste de un árbol medida a los 1,3 metros de altura (Cárdenas-Torres, 2014a).

6.3.3. Unidades de muestreo

Los inventarios forestales se realizaron desde principios de 2013 hasta finales de 2014 mediante el levantamiento de parcelas rectangulares de 0.1 ha, donde se recolectaron datos de especie, circunferencia a la altura del pecho (CAP), altura total (HT) y a la base de la copa (HC); el CAP es empleado posteriormente para el cálculo del diámetro normal (DAP) de cada individuo. Se anotaron coordenadas y datos de altitud mediante dispositivos GPS. En cada parcela se realizó el censo de los individuos con $DAP \geq 10$ cm (fustales) y se recolectó información sobre los organismos asociados a las especies. Cada fustal fue marcado con pintura roja para facilitar su conteo y registro en formularios de campo, siguiendo los planteamientos presentados en el capítulo de Metodología General.

6.3.4. Análisis de composición, diversidad y especies amenazadas

Se realizó un análisis de abundancia por familias para las 34 parcelas levantadas y se calculó el índice de valor de importancia (IVI) en las especies registradas (Finol, 1976; Rangel y Velázquez, 1997). En cada parcela se determinó la riqueza específica, el cociente de mezcla y el índice de riqueza de especies de Margalef. Las especies amenazadas se verificaron con los Libros Rojos de Colombia, los listados de la legislación colombiana, UICN y CITES.

6.3.5. Análisis estadísticos

Para el análisis de datos se efectuaron regresiones lineales con el cálculo del coeficiente de determinación (R^2) entre cada par de variables y la correlación de Pearson; altitud respecto a: riqueza específica, cociente de mezcla e índice de Margalef. Mediante la prueba de Shapiro-Wilk se comprobó que no existen desviaciones significativas de la normalidad (Riqueza $p = 0,778$, CM $p = 0,668$ y Margalef $p = 0,923$) (Shapiro y Wilk, 1965; Kottegoda y Rosso, 1997).

6.4. Resultados

La estandarización de la muestra permitió calcular un error de 10,57% con una probabilidad del 95% (Anexo 12). Respecto a la composición florística, se registraron 1.830 individuos, distribuidos en 54 familias, 151 géneros y 258 especies (Anexo 13). Las familias más abundantes corresponden a Euphorbiaceae y Leguminosae, cada una con 173 registros; éstas, junto con Arecaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Lauraceae y Annonaceae, agrupan el 52,79% de los individuos inventariados (Figura 46).

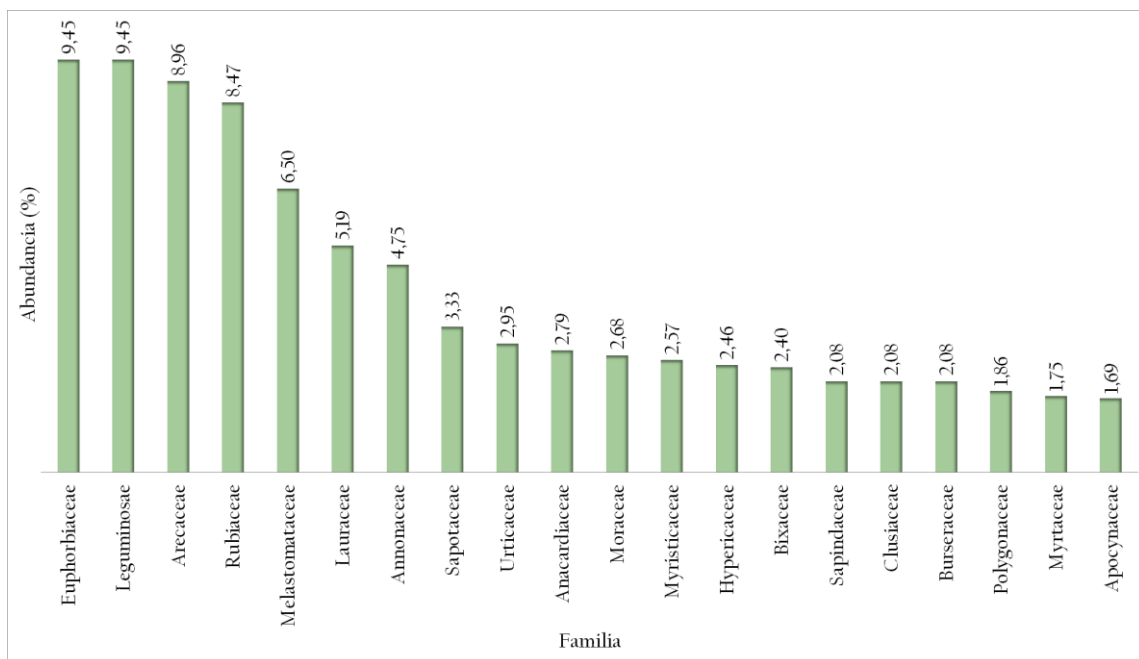


Figura 46. Abundancia en porcentaje por familia en el inventario forestal

S. exorrhiza es la especie más abundante con 78 individuos, registrada en 19 parcelas de entre 325 y 1.050 metros de altitud. *A. glandulosa*, *Maprounea guianensis*, *Guatteria cargadero* y *C. biflora* son las especies halladas en la totalidad del rango altitudinal objeto de estudio.

Respecto a los resultados de abundancia, frecuencia y dominancia relativos, *S. exorrhiza* alcanza el mayor peso ecológico (IVI = 9,16%), representado principalmente por su abundancia (4,26%); en importancia se encuentran *A. glandulosa* (8,34%) y *T. guianensis* (8,19%), esta última con la mayor dominancia (3,83%). *M. minutiflora* se destaca (7,94%) porque es la segunda más importante en abundancia (3,93%) con 72 registros; le sigue *A. triplinervia* (6,27%), *O. puberula* (6,18%) y *V. elongata* (5,29%); las demás especies alcanzan un IVI inferior al 5% (Figura 47).

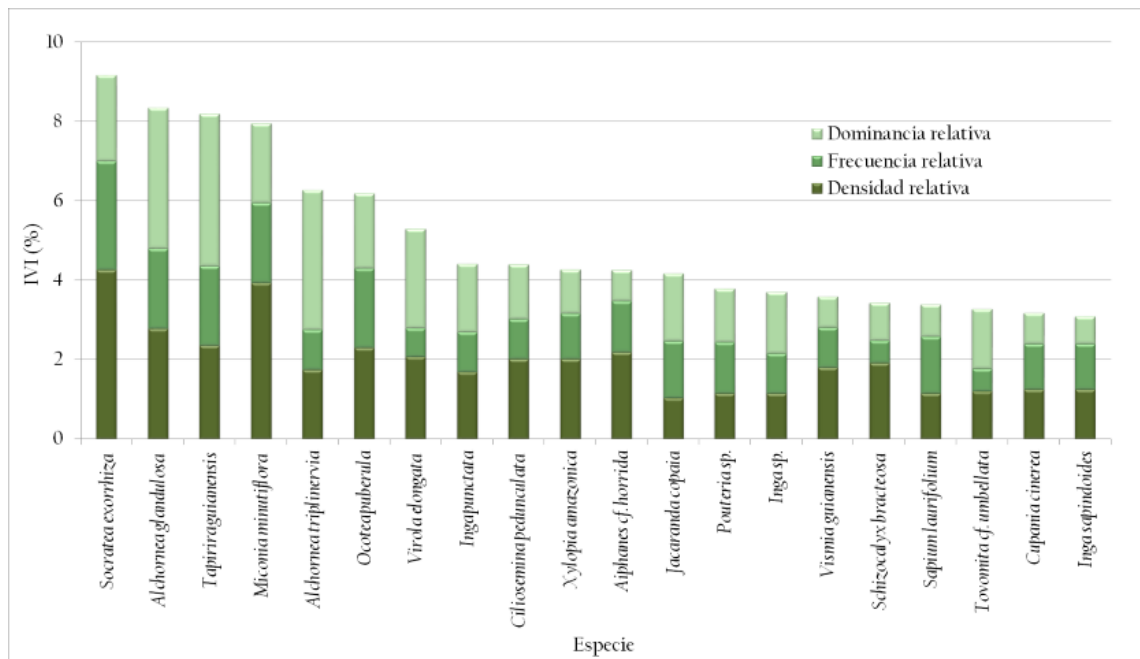


Figura 47. IVI de las especies registradas en el inventario forestal

Los resultados obtenidos en la regresión lineal simple señalan una correlación entre la altitud y la riqueza, así como entre el cociente de mezcla y el índice de diversidad de Margalef, ya que los cálculos para la correlación de Pearson arrojan regresiones con pendiente positiva (Anexo 14 al Anexo 16). Los datos presentados en el diagrama de dispersión de la Figura 48 (a), revelan que a mayor altitud es posible incrementar el número de especies en cada unidad de muestreo; basados en los resultados para el cálculo del

coeficiente de determinación ($R^2 = 0,246$), se puede establecer que la altitud influye en un 24% sobre los valores de riqueza en esta parte del piedemonte.

El cociente de mezcla de la **Figura 48 (b)** evidencia una mayor homogeneidad por encima de los 800 metros de altitud, con un valor máximo del 51,56% sobre los 879 m; por debajo de esta cota los resultados demuestran mayor heterogeneidad (58,06% a los 483 m); sin embargo, el R^2 resultó menos significativo que la riqueza, lo cual supone una correlación positiva mínima entre estas dos variables. El índice de Margalef revela que el 47,06% de las parcelas ($n = 16$) son consideradas con alta diversidad florística, porque alcanzan valores superiores a cinco (Margalef, 1995) ($p = 0,009$). La pendiente de la recta en la **Figura 48 (c)** señala una correlación positiva, pero muy baja, entre este índice y la altitud ($R^2 = 0,192$).

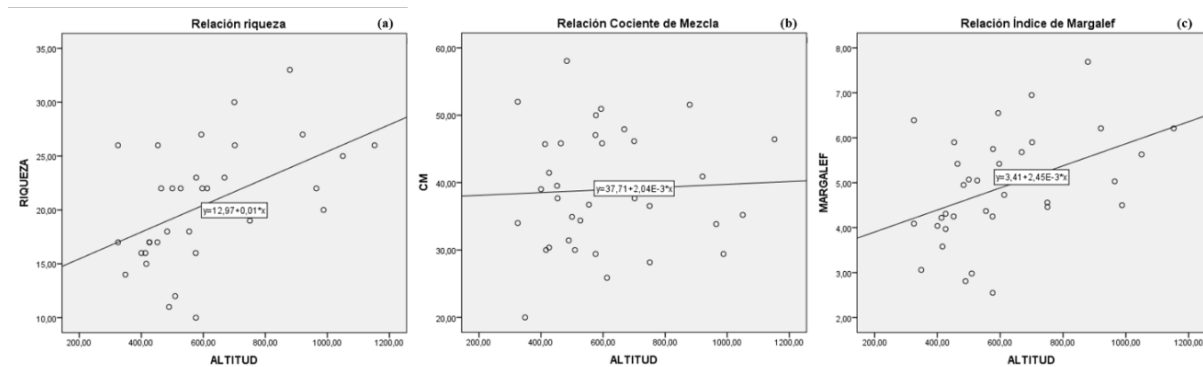


Figura 48. Diagrama de dispersión para riqueza específica (a), CM (b) y Margalef (c)

Así mismo, en la **Figura 49** se observa el comportamiento de la riqueza y la abundancia a lo largo del gradiente altitudinal, basado en los registros y colectas realizadas en campo durante los inventarios forestales. Se destaca un comportamiento similar entre ambas variables a lo largo de los diferentes pisos de altitud, con fluctuaciones mucho más marcadas en la abundancia; sin embargo, estas dos variables presentan una tendencia positiva con el incremento en altura.

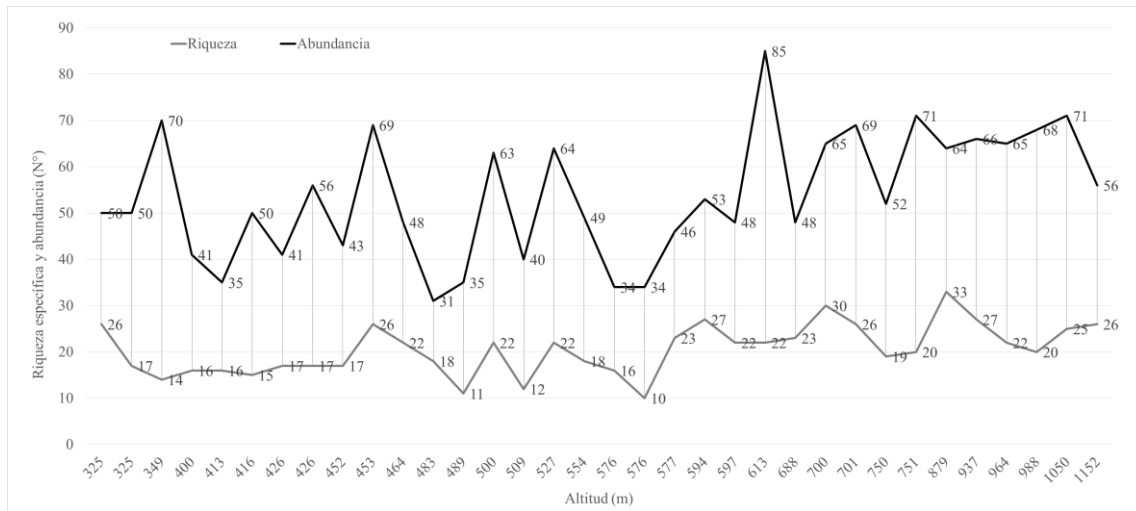


Figura 49. Variación altitudinal de la riqueza específica y abundancia

Finalmente, como dato de interés para el presente estudio, se registró un individuo en estado de crecimiento fustal de *A. perutilis* en la parcela BN09 (vereda El Retiro, municipio de Guamal) a 937 m de altitud; esta especie se encuentra categorizada en Peligro Crítico de extinción (CR) según la Resolución 0192 de 2014 del MADS y en el Libro Rojo de Plantas de Colombia (Cárdenas y Salinas, 2007). También se encontró un individuo de *C. odorata* de 17 cm de DAP y 8 m de altura total en la vereda Montelíbano Bajo, la cual está En Peligro (EN) según la mencionada Resolución y Vulnerable (VU) en la lista roja de la UICN, así como Apéndice III de CITES.

6.5. Discusión

La mayor abundancia detectada para las familias Euphorbiaceae y Leguminosae (9,45%) concuerda con las investigaciones realizadas por Romero *et al.* (2011) en el sector nororiental de la Serranía de La Macarena, quienes las señalan con el máximo índice de valor de importancia para familias (IVIF = 8,7 y 8,3 respectivamente); Rubiaceae aparece en tercer lugar de importancia en dicha investigación (8,1%) y la cuarta más abundante para el presente estudio (8,5%); también Minorta-Cely y Rangel (2014) señalan a Rubiaceae como una de las familias más ricas y diversas en la unidad fisiográfica del piedemonte Orinocense, y en las investigaciones de Keizer *et al.* (2008b), esta familia aparece con uno de los mayores rangos altitudinales para la Cordillera Oriental colombiana, desde los 500 metros hasta más de 3.500 m de altitud. Carvajal y Murillo (2007), registran a Rubiaceae como la familia más diversa para

el sector nororiental de la Sierra de La Macarena en un rango altitudinal de 400 a 800 m. Igualmente, en las investigaciones realizadas por estos autores, la familia *Arecaceae* fue la más diversa con 14 especies, y en el presente estudio se posiciona en tercer lugar de abundancia con el 8,96% (164 individuos y 8 especies); está representada principalmente por *S. exorrhiza*; también establecen que esta especie tiene distribución en los países que conforman la Amazonia, los Andes, las Antillas, Centroamérica, Guayana y en la Orinoquia, en un rango entre 0 y 1.500 metros de altitud. Los resultados de Romero *et al.* (2011) y Rangel y Minorta-Cely (2014) la registran como predominante para la región de la Orinoquia colombiana, lo cual concuerda con los resultados de esta investigación, donde alcanza el mayor IVI (9,16%) al ser hallada en 19 de las 34 unidades de muestreo entre los 325 y 1.050 m de altitud.

A. glandulosa registra el segundo mayor peso ecológico y fue hallada entre 235 y 1.152 m de altitud, acorde con los resultados de Secco (2004), donde establece que esta especie presenta amplia distribución en los bosques de tierra firme (bosque húmedo tropical), tanto en planicie como en zonas montañosas, bosques secundarios que incluyen vegetación secundaria y bosques perturbados, y riberas de ríos; también se registra en dichos ecosistemas en Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Perú, Ecuador, Bolivia y Brasil, en altitudes que varían entre 130 a 2.800 metros de altitud. Se destaca el hallazgo de *M. guianensis* sobre los 1.152 m de altitud, tomando en consideración que los registros de esta especie para Colombia se han reportado a una altura máxima de 800 m (herbario.udistrital.edu.co) y 900 m (www.tropicos.org); sin embargo, esta información se debe considerar como preliminar por la amplia distribución de la especie a nivel nacional.

Igualmente, existe una correlación positiva entre la riqueza específica y la diversidad, respecto a la altitud, con un mayor número de especies en zonas altas. En ello parece influir sin duda el estado de conservación en el cual se encuentran los bosques naturales ubicados por encima de los 800 metros. Según Rangel *et al.* (1995) las variaciones climáticas y las características de los suelos en el piedemonte a lo largo del gradiente altitudinal, hacen que se presenten cambios en la vegetación, por tanto, la precipitación y temperatura influyen notablemente en las características de la vegetación. Se encontró que en las parcelas levantadas por debajo de los 800 metros en su mayoría (41,2% de la muestra) se registran

menos de 20 especies (de 10 a 18), situación propiciada por las actividades humanas, principalmente la intensa presión ganadera.

El 38% de las unidades de muestreo ($n = 13$) por debajo de los 800 metros de altitud, registran entre 19 y 30 especies, con tendencia al incremento de la riqueza en las ubicadas a mayor altura, situación que se mantiene para aquellas sobre los 800 m ($n = 7$), en las cuales se encontraron entre 20 y 33 especies y con valores máximos de riqueza en la parcela BN05 a 879 m. El cociente de mezcla calculado presenta un comportamiento diferente a la riqueza; por debajo de los 800 m se obtienen cocientes entre el 20% y el 58,06%. Ello indica que el bosque estudiado en la parte baja, tiende a presentar una mayor heterogeneidad, con un número significativo de especies en relación a la baja abundancia, como es el caso de BN27 donde se calculó un CM de 58,06%, localizada en la vereda Santa Teresita del municipio de Acacías sobre los 483 m de altitud. Esta aparente heterogeneidad no es comparable con la encontrada en zonas más altas como BN05, ubicada sobre los 879 m en la vereda La Palma del mismo municipio y que, con 64 individuos y 33 especies, alcanza un CM de 51,56%, menos heterogéneo y con mayor riqueza. Dicha relación tiende a la homogeneidad en la medida que se analizan las parcelas realizadas a mayor altitud, probablemente porque se trata de bosques mucho más desarrollados, en estado clímax y con escasas o mínimas alteraciones en su estructura y composición.

El índice de riqueza de especies de Margalef revela una clara correlación positiva en la regresión lineal entre el gradiente altitudinal y la diversidad, ya que éste tiende a aumentar en las parcelas más elevadas. El 47,1% ($n = 16$) de las unidades de muestreo alcanzan un valor superior a cinco, lo cual sugiere que gran parte de la muestra es diversa (Margalef, 1995). Esta correlación positiva se mantiene en las parcelas ubicadas a mayor altitud, con un máximo de 7,7 en la parcela BN05 (879 m) que coincide con el segundo CM más importante hallado en el presente estudio.

El diagrama que relaciona la riqueza y abundancia respecto a la altitud (Figura 49), permite comprobar una correlación positiva entre estas variables, especialmente a partir de la cota de los 500 m; sin embargo, en algunos casos como en la parcela BN11 (613 m) se registra un total de 85 individuos que agrupan 22 especies, riqueza equivalente a la encontrada en la

parcela BN01 (597 m). Dichas fluctuaciones pueden darse especialmente por los grados de alteración percibidos en los bosques naturales en las zonas bajas del piedemonte. Esta tendencia al incremento en el número de individuos arbóreos y la riqueza con respecto a la variable altitudinal, ya ha sido señalada por investigadores como Cantillo y Rangel (2008) en la vertiente oriental de la Cordillera Oriental colombiana; los autores concluyen que “*se puede considerar a la precipitación como el factor más influyente en la diferenciación estructural de la vegetación*”. Otro resultado destacable en la interpretación de estas dos variables respecto al gradiente altitudinal corresponde a la significancia que consigue la cota cercana a los 879 m, donde se registra la mayor riqueza específica comparada con la abundancia de cada parcela: se alcanza el mayor número de especies registradas en la totalidad de las unidades de muestreo (Ns = 33) con 64 individuos, revelando una alta heterogeneidad porque la media de la abundancia llega a 54 registros. Las demás parcelas levantadas a menor altitud presentan una tendencia a la reducción de su riqueza y, por encima de los 879 m, esta variable se mantiene igual o superior a las 20 especies por unidad de muestreo.

El registro de un individuo fustal de *A. perutilis* a 937 m de altitud, cobra interés en términos de conservación del hábitat en el cual se distribuye la especie, por ser el único individuo registrado en el marco de la presente investigación. También se encontró un ejemplar de *C. odorata* en una parcela a 453 m de altitud; a pesar de ser una especie amenazada, para presenta una amplia distribución en la América tropical (Pennington y Styles, 1981; Navarro, 1997; Cárdenas y Salinas, 2007).

Un factor determinante en el estado de conservación de los bosques naturales en las zonas más altas se relaciona con la dificultad en el acceso, ya sea por las condiciones de las vías y/o la carencia de las mismas, las propiedades físico-químicas y fertilidad de los suelos y los niveles de pendiente, entre otros. Estas variables influyen en la calidad de sitio de los bosques y determinan una composición y estructura en cada nivel altitudinal, así como lo exponen Keizer *et al.* (2008b) donde argumentan que “*la altitud parece ser más importante que cualquier otro factor o complejo de factores ecológicos y se resalta que no existe ninguna base fisiológica para la influencia de la altitud por sí mismo*”. Las investigaciones realizadas por Keizer *et al.* (2008a) en las dos vertientes de la Cordillera Oriental colombiana encontraron que existe correlación entre los tipos de vegetación y las zonas altitudinales, basadas principalmente en la fisonomía vegetal,

mientras que Fagua *et al.* (2013), afirman que la topografía es un factor que puede influir considerablemente en la diversidad y la distribución de las especies de los árboles tropicales.

Por otra parte, las perturbaciones ocasionadas por el hombre para la práctica de actividades económicas influyen de manera significativa en el estado de conservación de los bosques, sobre todo los ubicados en áreas con pendientes pronunciadas y material inconsolidado desde el punto de vista geotécnico (Fotografía 22). Estos procesos erosivos ocurren muchas veces cuando se deforestan áreas boscosas que crecen sobre depósitos de coluvión (Suárez-Díaz, 1998) recubiertos por rocas con actitud estructural desfavorable, es decir, que sus capas se encuentran buzando en el mismo sentido de la pendiente (Ariza, com. pers.).



Fotografía 22. Procesos erosivos en zonas de piedemonte en el municipio de Acacías

Con base en los resultados de la presente investigación, sería conveniente continuar con estudios de vegetación que permitan incorporar un mayor número de unidades de muestreo hacia las partes altas de la cordillera, con el fin de enriquecer los datos de distribución de las especies conocidas, así como posibles registros de nuevas especies. Todos estos esfuerzos podrían sugerir la declaratoria de áreas protegidas en una zona que cuenta con un gran potencial para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo de investigaciones científicas, al ser considerada por Minorta-Cely y Rangel (2014) la unidad fisiográfica que concentra el mayor número de especies en la Orinoquia colombiana.

6.6. Anexos al Capítulo VI

Anexo 12. Estadísticos para el análisis de datos de las unidades de muestreo en bosque natural

Unidad de muestreo	N° de individuos	Área basal (G)	Estadísticos	Valores
BND01	48	1,241	N° de parcelas muestra	34
BND02	52	2,262	Suma de G	66,61
BND03	71	2,427	G promedio por parcela	1,959
BND04	65	2,394	Suma de cuadrados de G (Xi*Xi)	147,213
BND05	64	2,264	Suma de G al cuadrado	4.437,471
BND06	68	2,789	Desviación estándar (S)	0,711
BND07	56	2,179	CV (%)	36,308
BND08	71	2,673	Error máximo	15
BND09	66	2,736	Error estándar %	0,122
BND10	34	1,498	Grados de libertad (GL)	33
BND11	85	3,106	t de Student	1,6973
BND12	69	2,693		
BND13	48	2,015	Error muestral (Er%)	10,57
BND14	65	3,426	Probabilidad	0,95
BND15	53	3,131	GL	33
BND16	34	1,160	t	1,6973
BND17	46	2,399	N° parcelas	16,88
BND18	49	1,184	N° mínimo de parcelas	17
BND19	40	1,108		
BND20	64	1,337		
BND21	56	1,622		
BND22	41	1,400		
BND23	48	1,547		
BND24	43	1,788		
BND25	69	1,978		
BND26	35	0,795		
BND27	31	1,257		
BND28	35	1,050		
BND29	41	1,088		
BND30	63	1,660		
BND31	50	1,855		
BND32	50	2,298		
BND33	70	1,331		
BND34	50	2,926		
Total general	1.830	66,61		
Promedio	53,82	1,96		
D. estándar	13,56	0,71		
CV (%)	25,20	36,31		

Anexo 13. Composición florística, frecuencia y distribución altitudinal de las especies

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	N° Árboles	Frecuencia	Rango de altitud (m)
Anacardiaceae	<i>Spondias</i>	<i>Spondias mombin</i> L.	Hobo	5	1	400
	<i>Tapirira</i>	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Guarupayo	43	14	413 - 1.152
Annonaceae	<i>Anaxagorea</i>	<i>Tapirira</i> sp.	Quince dias	3	3	413 - 1.050
		<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprague & Sandwith	Carguero	3	3	325 - 701
	<i>Annona</i>	<i>Annona</i> cf. <i>symphyocarpa</i> Sandwith	Chirimoyo	7	2	700 - 937
	<i>Guatteria</i>	<i>Guatteria cargadero</i> Triana & Planch.	Amarillo baboso	9	4	325 - 1.152
		<i>Guatteria</i> cf. <i>punctata</i> (Aubl.) R.A.Howard	Majagüillo	8	3	576 - 879
		<i>Guatteria</i> sp.	Amarillo	4	1	349
	<i>Rollinia</i>	<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill.	Escobo	11	4	668 - 750
		<i>Rollinia edulis</i> Planch. & Triana	Anón de monte / Anoncillo	5	3	400 - 453
		<i>Xylopia</i>	<i>Xylopia</i> aff. <i>emarginata</i> Mart.	Tablón	3	2
	Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i>	<i>Xylopia amazonica</i> R.E.Fr.	Tablón	37	8
<i>Aspidosperma</i> cf. <i>desmanthum</i> Benth. ex Müll.Arg.			Caney	1	1	577
<i>Aspidosperma excelsum</i> Benth.			Cabo de hacha	8	6	700 - 1.152
<i>Himatanthus</i>		<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	Platanote	11	6	325 - 594
<i>Lacmellea</i>		<i>Lacmellea edulis</i> H.Karst.	Lechemiel	10	5	452 - 1.152
<i>Stemmadenia</i>		<i>Stemmadenia grandiflora</i> (Jacq.) Miers	Jazmín	1	1	509
Araliaceae	<i>Dendropanax</i>	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Mantequillo	1	1	416
		<i>Dendropanax caucanus</i> (Harms) Harms	Mantequillo	4	1	594
	<i>Schefflera</i>	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	Tortolito	13	8	325 - 700
Arecaceae	<i>Aiphanes</i>	<i>Aiphanes</i> cf. <i>horrida</i> (Jacq.) Burret	Palma palmiche	40	9	325 - 554
	<i>Astrocaryum</i>	<i>Astrocaryum chambira</i> Burret	Cumare	1	1	751
	<i>Attalea</i>	<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	Palma real	4	2	500 - 701
	<i>Euterpe</i>	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Palma manaca	13	6	416 - 965
	<i>Iriarteia</i>	<i>Iriarteia deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Palma corneto	20	3	416 - 700
	<i>Mauritia</i>	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Palma moriche	1	1	500
	<i>Oenocarpus</i>	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Palma unama	7	5	325 - 700
Bignoniaceae	<i>Socratea</i>	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Palma choapo	78	19	325 - 1.050
	<i>Handroanthus</i>	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose	Floramarillo	2	2	426 - 489
	<i>Jacaranda</i>	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Pavito	19	10	325 - 879
		<i>Jacaranda obtusifolia</i> Bonpl.	Gualanday	1	1	349
	Bixaceae	<i>Bixa</i>	<i>Bixa urucurana</i> Willd.	Color	2	2
<i>Cochlospermum</i>		<i>Cochlospermum orinocense</i> (Kunth) Steud.	Bototo	37	1	349
		<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Bototo	5	2	597 - 879

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	N° Árboles	Frecuencia	Rango de altitud (m)
Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>Cordia bicolor</i> A.DC.	Cacho de venado	12	2	325 - 594
		<i>Cordia exaltata</i> Lam.	Cacho de venado	1	1	554
		<i>Cordia sericalyx</i> A.DC.	Cacho de venado	1	1	879
Burseraaceae	<i>Crepidospermum</i>	<i>Crepidospermum goudotianum</i> (Tul.) Triana & Planch.	Pepa de loro	1	1	527
		<i>Crepidospermum rhoifolium</i> (Benth.) Triana & Planch.	Anime falso	1	1	325
	<i>Dacryodes</i>	<i>Dacryodes nitens</i> Cuatrec.	Cariaño	4	2	597 - 750
	<i>Protium</i>	<i>Protium calanense</i> Cuatrec.	Anime	1	1	594
		<i>Protium cf. rhynchophyllum</i> (Rusby) D.C. Daly	Anime	1	1	700
		<i>Protium cf. robustum</i> (Swart) D.M.Porter	Anime	1	1	879
		<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Anime	1	1	700
		<i>Protium sagotianum</i> Marchand	Copal	2	1	426
		<i>Protium glabrescens</i> Swart	Anime	2	2	416 - 879
		<i>Trattinnickia</i>	<i>Trattinnickia cf. aspera</i> (Standl.) Swart	Caraño	5	2
	<i>Trattinnickia cf. lancifolia</i> (Cuatrec.) D.C. Daly	Caraño blanco	1	1	576	
	<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	Caraño	18	6	400 - 500	
	Calophyllaceae	<i>Caraipa</i>	<i>Caraipa cf. punctulata</i> Ducke	Lecheamarillo	4	1
Cannabaceae	<i>Celtis</i>	<i>Celtis schippii</i> Standl.	Cuero de marrano	8	2	597 - 701
Celastraceae	<i>Salacia</i>	<i>Salacia cf. gigantea</i> Loes.	Caimillo	3	1	965
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella</i>	<i>Hirtella americana</i> L.	Garrapato	16	8	325 - 613
		<i>Hirtella triandra</i> Sw.	Garrapato	1	1	594
	<i>Licania</i>	<i>Licania cf. latifolia</i> Benth. ex Hook.f.	Aceite	9	4	576 - 1.050
Clusiaceae	<i>Calophyllum</i>	<i>Licania cf. micrantha</i> Miq.	Arrayán escobo	2	2	937 - 965
		<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Cachicamo	6	6	416 - 1.050
	<i>Chrysochlamys</i>	<i>Chrysochlamys dependens</i> Planch. & Triana	Rapavarbo	1	1	416
	<i>Clusia</i>	<i>Clusia insignis</i> Mart.	Gaque	4	2	879 - 1.050
		<i>Clusia cruciata</i> Cuatrec.	Chagualo	1	1	988
<i>Garcinia</i>	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	Madroño	3	3	325 - 700	
	<i>Tovomita</i>	<i>Tovomita cf. umbellata</i> Benth.	Naranjito	22	4	668 - 751
	<i>Tovomita weddeliana</i> Planch. & Triana	Araño	1	1	577	
Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	Macano / Granadillo	15	6	426 - 1.152
Dilleniaceae	<i>Curatella</i>	<i>Curatella americana</i> L.	Chaparro	3	1	500
Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>Diospyros sericea</i> A.DC.	Carbonero	1	1	879
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i>	<i>Sloanea cf. terniflora</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Standl.	Cenizo / Maíz tostao	8	5	668 - 988
		<i>Sloanea cf. tuerckheimii</i> Donn.Sm.	Achote	2	2	597 - 988
		<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	Achiote de monte	7	1	416
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i>	<i>Erythroxylum citrifolium</i> A.St.-Hil.	Coca de monte	1	1	577

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	N° Árboles	Frecuencia	Rango de altitud (m)
Euphorbiaceae	Alchornea	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Algodoncillo	51	14	325 - 1.152
		<i>Alchornea integrifolia</i> Pax & K.Hoffm.	Alchornea	6	1	1050
		<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	Carcomo	16	5	937 - 1.152
		<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Carnegallina	32	7	416 - 701
	<i>Alchorneopsis</i>	<i>Alchorneopsis floribunda</i> (Benth.) Müll.Arg.	Cañón de agua	1	1	576
	<i>Aparisthium</i>	<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	Palo de garrapata	1	1	576
	Croton	<i>Croton gossypifolius</i> Vahl	Drago	2	1	1.152
		<i>Croton matourensis</i> Aubl.	Palo blanco	2	2	349 - 879
		<i>Croton lechleri</i> Müll.Arg.	Sangregado	11	4	400 - 750
	<i>Maprounea</i>	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Arrayán blanco	11	5	325 - 1.152
	<i>Pausandra</i>	<i>Pausandra trianae</i> (Müll.Arg.) Baill.	NN	1	1	613
	<i>Sapium</i>	<i>Sapium jenmannii</i> Hemsl.	Caucho	4	2	751 - 879
		<i>Sapium laurifolium</i> (A.Rich.) Griseb.	Caucho	21	10	400 - 701
		<i>Sapium marmieri</i> Huber	Caucho	7	2	453 - 483
	<i>Senefeldera</i>	<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	Huesito	3	1	577
	<i>Tetrorchidium</i>	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	Hojarasco	4	2	700 - 988
	Hypericaceae	<i>Vismia</i>	<i>Vismia baccifera</i> subsp. <i>ferruginea</i> (Kunth) Ewan	Lacre	5	2
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.			Lacre	33	7	452 - 1.152
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana			Lacre	1	1	1.152
<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.			Manchador	1	1	453
<i>Vismia macrophylla</i> Kunth			Punta de lanza	5	2	576 - 613
<i>Lacistema</i>			<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby	Laurel rosado	1	1
Lamiaceae	<i>Aegiphila</i>	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B.D.Jacks.	Tabaquillo	5	2	988 - 1.152
Lauraceae	<i>Vitex</i>	<i>Vitex orinocensis</i> Kunth	Nocuito	2	1	597
	<i>Aniba</i>	<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	Laurel oloroso	1	1	527
		<i>Aniba perutilis</i> Hemsl.	Comino	1	1	937
		<i>Endlicheria</i>	<i>Endlicheria</i> aff. <i>verticillata</i> Mez	Laurel baboso	2	2
		<i>Endlicheria</i> sp.	Laurel amarillo	1	1	349
	<i>Nectandra</i>	<i>Nectandra</i> cf. <i>lineata</i> (Kunth) Rohwer	Laurel comino	3	1	577
		<i>Nectandra hihua</i> (Ruiz & Pav.) Rohwer	Aguacatillo	2	2	668 - 751
		<i>Nectandra reticulata</i> Mez	Laurel	1	1	452
	<i>Ocotea</i>	<i>Ocotea cernua</i> (Nees) Mez	Laurel	4	1	325
		<i>Ocotea</i> cf. <i>guianensis</i> Aubl.	Laurel	11	5	509 - 1.050
		<i>Ocotea</i> cf. <i>puberula</i> (Rich.) Nees	Laurel murrucó	1	1	576
		<i>Ocotea floribunda</i> (Sw.) Mez	Laurel murrucó	17	2	527 - 613
		<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	Amarillo baboso	8	1	426
<i>Ocotea oblonga</i> (Meisn.) Mez		Laurel 2	1	1	965	
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Amarillo	42	15	413 - 1.050	

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	N° Árboles	Frecuencia	Rango de altitud (m)
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i>	<i>Eschweilera</i> cf. <i>parvifolia</i> Mart. ex DC.	Fono	1	1	554
	<i>Gustavia</i>	<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.) Sm	Mortecino	10	4	400 - 700
Leguminosae	<i>Albizia</i>	<i>Albizia subdimidiata</i> (Splitg.) Barneby & J.W.Grimes	Dormilona	1	1	879
	<i>Brownea</i>	<i>Brownea enricii</i> Quinones	Palocruz	3	1	594
	<i>Dialium</i>	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Trestablas	6	3	554 - 1.050
	<i>Diploptropis</i>	<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amshoff	Diploptropis	2	2	988 - 1.152
	<i>Enterolobium</i>	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	Dormidero	7	5	413 - 576
	<i>Erythrina</i>	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F.Cook	Cámbulo	1	1	413
	<i>Fissicalyx</i>	<i>Fissicalyx fendleri</i> Benth.	Corcho	1	1	325
	<i>Hymenaea</i>	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	Brasil	6	3	400 - 879
	<i>Inga</i>	<i>Inga</i> aff. <i>pezizifera</i> Benth.	Guamo blanco	1	1	325
		<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	Guamo e loro	4	3	413 - 701
		<i>Inga psittacorum</i> Uribe	Guamo chicharrón	4	3	426 - 464
		<i>Inga sapindoides</i> Willd.	Guamo blanco	23	8	349 - 937
		<i>Inga</i> sp.	Guamo	21	7	325 - 1.050
		<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Guamo	3	2	416 - 577
		<i>Inga umbellifera</i> (Vahl) DC.	Guamo churco	1	1	576
		<i>Inga marginata</i> Kunth	Guamo blanco	1	1	613
		<i>Inga punctata</i> Willd.	Guamo negro	31	7	413 - 613
		<i>Machaerium</i>	<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	Fierrito	7	2
	<i>Macrolobium</i>	<i>Macrolobium colombianum</i> (Britton & Killip) Uribe	Encenillo	1	1	750
	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa trianae</i> Benth.	Yopo	2	1	489
<i>Myroxylon</i>	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	Bálsamo / Panelo	1	1	700	
<i>Ormosia</i>	<i>Ormosia nobilis</i> var. <i>santaremnensis</i> (Ducke) Rudd	Palo indio	4	4	453 - 965	
<i>Parkia</i>	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Guamo negro	1	1	965	
<i>Platymiscium</i>	<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	Taray	1	1	750	
<i>Pterocarpus</i>	<i>Pterocarpus amazonum</i> (Benth.) Amshoff	Tablón sangro	6	5	594 - 937	
<i>Senna</i>	<i>Senna bacillaris</i> (L.f.) H.S.Irwin & Barneby	Alcaparro pálido	1	1	937	
<i>Stryphnodendron</i>	<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) Benth.	Vainillo	4	3	426 - 750	
<i>Swartzia</i>	<i>Swartzia cardiosperma</i> Benth.	Brasil	9	1	489	
	<i>Swartzia</i> cf. <i>arborescens</i> (Aubl.) Pittier	Frijolillo	3	1	509	
	<i>Swartzia myrtifolia</i> Sm.	Frijolillo	1	1	594	
	<i>Swartzia trianae</i> Benth.	Palo Brasil	3	3	349 - 594	
	<i>Swartzia pittieri</i> Schery	Sangretoro	11	1	751	
	<i>Swartzia pittieri</i> Schery	Sangretoro	11	1	751	
<i>Vatairea</i>	<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	Amarillo amargo	2	1	700	
Loganiaceae	<i>Strychnos</i>	<i>Strychnos panurensis</i> Sprague & Sandwith	NN	1	1	464
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>Byrsonima crispa</i> A.Juss.	Peralejo montañero	5	2	325

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	N° Árboles	Frecuencia	Rango de altitud (m)
Malvaceae	<i>Apeiba</i>	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.	Peinemono	4	2	700 - 750
	<i>Guazuma</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásimo	3	3	426 - 701
	<i>Heliocarpus</i>	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Balso blanco	2	2	597 - 879
	<i>Matisia</i>	<i>Matisia glandifera</i> Planch. & Triana	Sapote	2	1	594
	<i>Mollia</i>	<i>Mollia gracilis</i> Spruce ex Benth.	Guásimo blanco	2	1	500
	<i>Sterculia</i>	<i>Sterculia colombiana</i> Sprague	Castañete	2	1	594
	<i>Theobroma</i>	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Cacao montañero	4	2	700 - 879
Melastomataceae	<i>Bellucia</i>	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Nispero	6	4	325 - 750
		<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	Nispero	1	1	426
	<i>Miconia</i>	<i>Miconia</i> aff. <i>pteroaulon</i> Triana	Sietecueros negro	3	1	325
		<i>Miconia affinis</i> DC.	Tuno rojo	7	5	325 - 577
		<i>Miconia dolichorrhyncha</i> Naudin	Tuno	2	1	576
		<i>Miconia elata</i> (Sw.) DC.	Tuno negro	2	1	325
		<i>Miconia laurina</i> (D. Don) Naudin	Tuno / Macanillo	8	3	576 - 668
		<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Tuno blanco	72	14	400 - 751
		<i>Miconia pulvinata</i> Gleason	Tuno mono	1	1	879
		<i>Miconia serrulata</i> (DC.) Naudin	Tuno negro	12	8	400 - 554
		<i>Miconia</i> sp.	Tuno	3	3	325 - 597
		<i>Miconia trinervia</i> (Sw.) D. Don ex Loudon	Tuno blanco	2	2	325
Meliaceae	<i>Cedrela</i>	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	1	1	453
	<i>Guarea</i>	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Palotigre / Trompillo	3	2	464 - 554
	<i>Trichilia</i>	<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	Cedrillo	16	4	426 - 701
		<i>Trichilia poeppigii</i> C. DC.	Cedrillo	1	1	594
		<i>Trichilia septentrionalis</i> C.DC.	Trichilia	1	1	700
	<i>Trichilia</i> sp.	Cedrillo	6	2	750 - 1.152	
Moraceae	<i>Clarisia</i>	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	Oquendo	4	2	325 - 1.152
	<i>Ficus</i>	<i>Ficus amazonica</i> (Miq.) Miq.	Higuerón	6	2	988 - 1.050
		<i>Ficus maxima</i> Mill.	Higuerón	1	1	750
		<i>Ficus membranacea</i> C.Wright	Higuerón	1	1	750
		<i>Ficus paraensis</i> (Miq.) Miq.	Matapalo	1	1	700
		<i>Ficus</i> sp.	Matapalo	14	7	325 - 1.050
	<i>Helicostylis</i>	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) J.F.Macbr.	Lecheperra	2	1	700
	<i>Maquira</i>	<i>Maquira coriacea</i> (H.Karst.) C.C.Berg	Caucho amarillo	2	2	416 - 426
		<i>Maquira guianensis</i> Aubl.	Caucho	1	1	594
	<i>Perebea</i>	<i>Perebea mollis</i> (Poepp. & Endl.) Huber	Caucho negro	1	1	594
		<i>Perebea xanthochyma</i> H.Karst.	Cauchillo / Cerezo	2	1	453
	<i>Pseudolmedia</i>	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr.	Leche chiva	13	3	453 - 701
	Muntingiaceae	<i>Sorocea</i>	<i>Sorocea muriculata</i> Miq.	Lechoso	1	1
<i>Muntingia</i>		<i>Muntingia calabura</i> L.	Chirriador	5	3	668 - 751

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	N° Árboles	Frecuencia	Rango de altitud (m)	
Myristicaceae	<i>Iryanthera</i>	<i>Iryanthera</i> cf. <i>juruenis</i> Warb.	Sangretoro	2	1	701	
	<i>Virola</i>	<i>Virola carinata</i> (Spruce ex Benth.) Warb.	Carnevaca blanco	4	3	413 - 464	
		<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Carnevaca	38	5	576 - 879	
		<i>Virola peruviana</i> (A. DC.) Warb.	Carnevaca	3	2	527 - 594	
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia</i> cf. <i>victoriana</i> Cuatrec.	Guayabillo	1	1	489	
		<i>Eugenia chrysophyllum</i> Poir.	Arrayán	1	1	594	
		<i>Eugenia</i> sp. 1	Arrayán	1	1	325	
		<i>Eugenia</i> sp. 2	Mírto	1	1	509	
		<i>Myrcia</i>	<i>Myrcia</i> aff. <i>dichasialis</i> McVaugh	Arrayán	1	1	577
	<i>Myrcia</i> cf. <i>aliena</i> McVaugh		Peruano	2	1	751	
	<i>Myrcia paivae</i> O.Berg		Arrayán	15	12	426 - 1.050	
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Arrayán rojo	6	3	426 - 1.050		
		<i>Myrciaria</i>	<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	Chirivaná	2	1	701
	<i>Myrciaria</i> sp.		Guayabete	2	2	325 - 349	
Nyctaginaceae	<i>Neea</i>		<i>Neea amplifolia</i> Donn. Sm.	Neea	5	2	453 - 1.152
		<i>Neea</i> cf. <i>spruceana</i> Heimerl	Neea	16	6	577 - 1.050	
		<i>Ouratea polyantha</i> (Triana & Planch.) Engl.	Lengua de Yátaro	1	1	965	
Ochnaceae	<i>Ouratea</i>						
Oleaceae	<i>Chionanthus</i>	<i>Chionanthus</i> cf. <i>compactus</i> Sw.	Chionanthus	3	1	937	
Peraceae	<i>Pera</i>	<i>Pera arborea</i> Mutis	Gallinazo	2	1	613	
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma</i>	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	Chaparro montañero	4	4	416 - 751	
		<i>Hieronyma oblonga</i> (Tul.) Müll.Arg.	Candelo	9	6	426 - 1.050	
		<i>Phyllanthus attenuatus</i> Miq.	Totumito	1	1	576	
Piperaceae	<i>Piper</i>	<i>Piper peltatum</i> L.	Cordoncillo	1	1	1.152	
Polygonaceae	<i>Coccoloba</i>	<i>Coccoloba caracasana</i> Meisn.	Uvero	2	5	597 - 1.152	
		<i>Triplaris</i>	<i>Triplaris americana</i> L.	Varasanta	26	3	400 - 509
			<i>Triplaris weigeltiana</i> (Rchb.) Kuntze	Guayabeto	6	1	594
Primulaceae	<i>Myrsine</i>	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Cucharo	4	1	751	
		<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Cucharo	11	4	426 - 613	
		Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich. ex DC.	Perita	6	2	527 - 1.152
<i>Chimarrhis</i> cf. <i>turbinata</i> DC.	Chimarris		2	1	594		
<i>Ciliosemina pedunculata</i> (H.Karst.) Antonelli	Quina blanca		37	7	349 - 1.152		
<i>Duroia hirsuta</i> (Poepp.) K.Schum.	Turmaemico		5	4	453 - 750		
<i>Isertia laevis</i> (Triana) Boom	Quino		2	1	668		
<i>Ladenbergia</i>	<i>Ladenbergia</i> sp.	Cafeto blanco	10	1	416		
	<i>Ladenbergia lambertiana</i> (A.Br. ex Mart.) Klotzsch	Cascarillo	4	2	613 - 988		

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	N° Árboles	Frecuencia	Rango de altitud (m)
	<i>Randia</i>	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Cruceto	1	1	426
	<i>Rudgea</i>	<i>Rudgea crassiloba</i> (Benth.) B.L.Rob.	Casposo	2	1	750
	<i>Schizocalyx</i>	<i>Schizocalyx bracteosa</i> Wedd.	Mermelada	35	4	879 - 1.152
	<i>Simira</i>	Cf. <i>Simira</i> sp.	Brasil de loma	14	1	613
		<i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex Steyererm.	Brasil	11	3	594 - 1.152
		<i>Simira</i> sp.	Cafeto	3	2	937 - 1.152
	<i>Warszewiczia</i>	<i>Warszewiczia coccinea</i> (Vahl) Klotzsch	San Juanito / Crestegallo	17	5	597 - 1.152
	<i>Wittmackanthus</i>	<i>Wittmackanthus stanleyanus</i> (M.R.Schomb.) Kuntze	Huesito	6	4	325 - 751
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i>	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Tachuelo	5	2	325 - 489
Salicaceae	<i>Casearia</i>	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	Clavito	1	1	452
		<i>Casearia javitensis</i> Kunth	Casearia	1	1	594
		<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Manzano / Candelo	6	3	483 - 750
		<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.	Varablanca	3	1	879
Sapindaceae	<i>Billia</i>	<i>Billia rosea</i> (Planch. & Linden) C.U.Ulloa & M.Jörg.	Manzanillo	3	3	483 - 988
	<i>Cupania</i>	<i>Cupania cinerea</i> Poepp.	Guacharaco	23	8	325 - 701
		<i>Cupania latifolia</i> Kunth	Guacharaco	3	2	597 - 751
		<i>Cupania scrobiculata</i> Rich	Mestizo	1	1	453
	<i>Matayba</i>	<i>Matayba arborescens</i> (Aubl.) Radlk.	Cuadrado	2	1	965
		<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Patepaujil	5	3	613 - 937
	<i>Talisia</i>	<i>Talisia</i> sp.	Partemachete	1	1	349
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i>	<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	Caimito	9	4	325 - 527
	<i>Micropholis</i>	<i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre	Caimo	1	1	879
	<i>Pouteria</i>	<i>Pouteria baehniiana</i> Monach.	Caimo	13	5	594 - 1.050
		<i>Pouteria egregia</i> Sandwith	Caimito	13	1	1.050
		<i>Pouteria</i> sp. 1	Caimo	21	9	325 - 937
		<i>Pouteria</i> sp. 2	Caimo	4	3	879 - 1.152
Simaroubaceae	<i>Simarouba</i>	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Machaco	1	1	527
Siparunaceae	<i>Siparuna</i>	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Romadizo	1	1	452
Strelitziaceae	<i>Phenakospermum</i>	<i>Phenakospermum guyanensis</i> (A.Rich.) Endl. ex Miq.	Tarriago	3	1	416
Urticaceae	<i>Cecropia</i>	<i>Cecropia engleriana</i> Sneathl.	Guarumo Caimarón	1	1	325
		<i>Cecropia</i> sp.	Yarumo	16	6	349 - 509
	<i>Pourouma</i>	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	Caimarón	13	8	325 - 879
		<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Caimarón	11	3	500 - 554
		<i>Pourouma minor</i> Benoist	Cirpo	12	1	700
	<i>Urera</i>	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	Pringamoso	1	1	489
Verbenaceae	<i>Citharexylum</i>	<i>Citharexylum poeppigii</i> Walp.	Citharexylum	1	1	1152
Vochysiaceae	<i>Vochysia</i>	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	Botagajo	9	4	426 - 577
		<i>Vochysia lehmannii</i> Hieron.	Saladillo blanco	1	1	577
		<i>Vochysia</i> sp.	Arracacho	2	1	597
Total				1.830	-	-

Anexo 14. Resultados de las correlaciones de Pearson (Altitud / Riqueza)

		Altitud	Riqueza
Altitud	Correlación de Pearson	1	0,496**
	Significancia bilateral		0,003
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	1.539.756,601	19.171,380
	Covarianza	46.659,291	580,951
	N	34	34
Riqueza	Correlación de Pearson	0,496**	1
	Significancia bilateral	0,003	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	19.171,380	968,500
	Covarianza	580,951	29,348
	N	34	34

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas)

Anexo 15. Resultados de las correlaciones de Pearson (Altitud / Cociente de mezcla)

		Altitud	CM
Altitud	Correlación de Pearson	1	0,050
	Significancia bilateral		0,780
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	15.397.56,601	
	Covarianza	46.659,291	95,363
	N	34	34
Riqueza	Correlación de Pearson	0,050	1
	Significancia bilateral	0,780	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	3.146,992	2.599,531
	Covarianza	95,363	78,774
	N	34	34

Anexo 16. Resultados de las correlaciones de Pearson (Altitud / Margalef)

		Altitud	Margalef
Altitud	Correlación de Pearson	1	0,439**
	Significancia bilateral		0,003
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	1.539.756,601	3.780,057
	Covarianza	46.659,291	114,547
	N	34	34
Riqueza	Correlación de Pearson	0,439**	1
	Significancia bilateral	0,009	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	3.780,057	48,237
	Covarianza	114,547	1,462
	N	34	34

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas)



CAPÍTULO VII

ANÁLISIS DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN BOSQUES NATURALES Y VEGETACIÓN SECUNDARIA



Raíces fúlcreas en un *Cecropia* sp. (Yarumo), municipio de Guamal

7. ANÁLISIS DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN BOSQUES NATURALES Y VEGETACIÓN SECUNDARIA

En este capítulo se presenta un análisis de la regeneración natural para un sector del piedemonte llanero en el departamento del Meta, sobre ecosistemas de bosque de galería, bosque denso alto de tierra firme, vegetación secundaria alta y vegetación secundaria baja. En la totalidad de los inventarios se registraron 6.926 individuos en las categorías de crecimiento latizal y crecimiento brinzal, distribuidas en 63 familias, 190 géneros y 317 especies, con Melastomataceae como la familia más abundante, con 1.164 registros. Se consultaron las bases de datos de las especies con mayor peso ecológico para bosque natural en estado de crecimiento fustal y de éstas, se seleccionaron las diez más importantes (IVI) según su uso comercial para analizar su participación en la regeneración natural. Se emplearon los datos de abundancia de estas diez especies en estado de crecimiento brinzal y latizal, tanto para el bosque natural como para vegetación secundaria; se encontró que *O. puberula*, especie amenazada según la UICN, es la que mayores niveles de reclutamiento registra en la regeneración natural para los ecosistemas analizados.

7.1. Introducción

La región del piedemonte de la Orinoquia y toda la zona de los Llanos del Orinoco son considerados como las despensas alimenticias del centro del país, dada la diversidad de productos y servicios que prestan, además por contener las zonas más extensas de Colombia dedicadas a la ganadería y la agricultura, pilares básicos de la economía nacional. Además, los bosques naturales se ven afectados por la fragmentación y degradación genética debido a la extracción sistemática de especies maderables; por ello se hace necesario fomentar el conocimiento sobre la regeneración natural y su dinámica sucesional, como herramienta útil para el manejo y conservación de los bosques presentes y futuros.

En este sentido, el papel de la regeneración natural cobra especial interés, dado que muchas especies forestales son explotadas por la calidad de sus maderas y la versatilidad ofertada popularmente para diversos usos. Muchas de éstas son apetecidas por los pobladores locales para su aprovechamiento y por ello, las existencias de nuevos individuos leñosos en las primeras fases de crecimiento son importantes para garantizar la adecuada estructura y composición de los bosques (Pérez y Marañón, 2005).

Los procesos de sucesión primaria que condicionan el desarrollo de las coberturas involucran una serie de aspectos edáficos y biológicos, donde intervienen factores de importancia como la acumulación de nutrientes en el suelo que resultan fundamentales en el crecimiento de los ecosistemas (Pyšek *et al.*, 2001). En las fases de la sucesión secundaria entran en juego otros factores adicionales como el reclutamiento de especies y las dinámicas ecológicas de éstas (Camacho, 2013). Es por ello que, mediante el presente estudio, se analiza la regeneración natural en los bosques naturales y la vegetación secundaria, así como sus dinámicas sucesionales, conforme a lo planteado en el Objetivo Específico 3 de esta tesis.

7.2. Objetivo general

Analizar la composición florística, estructura horizontal y análisis de la dinámica sucesional de la regeneración natural, así como la representatividad de las especies maderables en los ecosistemas de bosque natural y vegetación secundaria para el piedemonte metense.

7.3. Materiales y métodos

7.3.1. Área de estudio

Los inventarios forestales para el estudio de la regeneración natural fueron realizados en la zona de piedemonte del departamento del Meta, específicamente en los municipios de Acacías, Castilla la Nueva, Guamal, San Luis de Cubarral y San Martín de los Llanos (Figura 50).

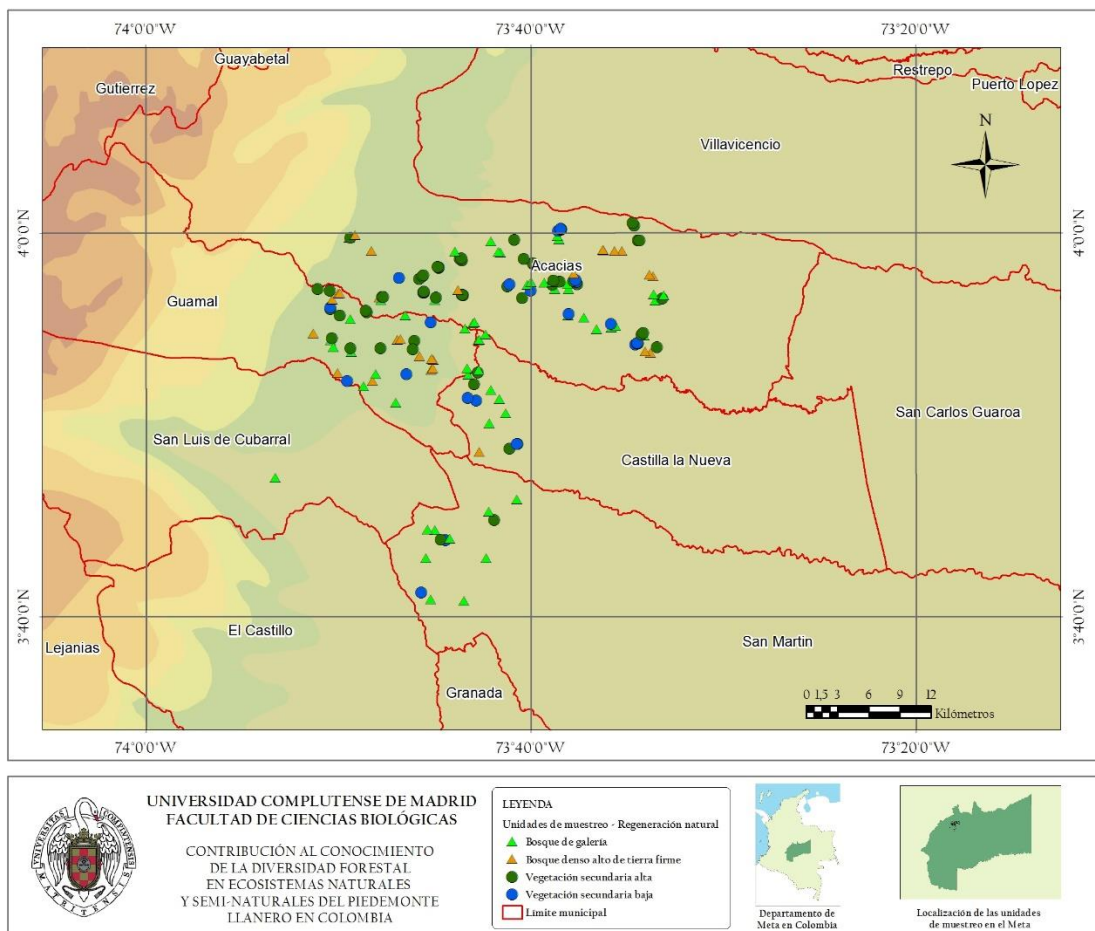


Figura 50. Localización de las unidades de muestreo para el análisis de la regeneración natural

Para el levantamiento de la información en campo de la regeneración natural en ecosistemas de bosque natural y vegetación secundaria, se llevaron a cabo los procedimientos descritos en el capítulo de Metodología General y teniendo en consideración algunas recomendaciones para la captura de información de los latizales y brinzales (Vallejo-Joyas *et al.*, 2005; Matteucci y Colma, 1982) (Fotografía 23).



Fotografía 23. Levantamiento de una parcela en vegetación secundaria alta

7.3.2. Composición florística

Para establecer la composición florística de la regeneración natural, se elaboró el listado a partir de la familia botánica de cada especie, donde se incluye género, nombre común, nombre científico y el conteo de registros. La actualización de la taxonomía se realizó a través de la consulta de: The Plant List (www.theplantlist.org), The International Plants Name Index (www.ipni.org) e Integrated Taxonomic Information System (www.itis.gov).

7.3.3. Análisis de la estructura horizontal

Se basa en la determinación cuantitativa de la distribución de los individuos en el suelo; para su análisis de regeneración natural se emplean las variables de frecuencia y abundancia (Becerra, 1971). La abundancia absoluta corresponde al número de individuos por especie; la

abundancia relativa es la relación entre el número de individuos por especie y el número total encontrado en los muestreos y se expresa en porcentaje de participación de cada especie:

$$AR = \left(\frac{Aa}{At} \right) \times 100$$

AR = abundancia relativa

Aa = abundancia absoluta o número de individuos por especie en los inventarios

At = abundancia total o número total de individuos en los inventarios

La frecuencia absoluta se refiere a la distribución espacial de los individuos por especie en cada una de las unidades de muestreo y se expresa en porcentaje, es decir que:

$$FA = \left(\frac{U}{T} \right) \times 100$$

FA = frecuencia absoluta

U = número de unidades de muestreo donde se registra una especie

T = número total de unidades de muestreo

La frecuencia relativa de una especie se refiere a la relación que existe entre su frecuencia absoluta y la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies:

$$FR = \left(\frac{Fa}{Ft} \right) \times 100$$

FR = frecuencia relativa

Fa = frecuencia absoluta

Ft = sumatoria de las frecuencias absolutas

7.3.4. Diagnóstico de la regeneración natural

Para el análisis de la dinámica sucesional en cada tipo de ecosistema, se emplean las variables y metodología anteriormente descritas para la composición florística y estructura horizontal, con los respectivos resultados relativos de dichas variables (frecuencia y abundancia), teniendo en cuenta la totalidad de brinzales y latizales por especie. Adicionalmente, se utilizan los intervalos calculados para cada categoría de tamaño (altura) de la regeneración natural, tal como se presenta a continuación:

CT1 < 0.3 m

CT2 = 0.3 – 1.5 m

CT3 = 1.5 – 5 m (DAP < 10 cm)

Con ello se emplea la siguiente relación matemática:

$$RN\% = \frac{AR\% + FR\% + CT\%}{3}$$

RN% = regeneración natural relativa

AR% = abundancia relativa

FR% = frecuencia relativa

CT% = categoría de tamaño relativa

7.3.5. Análisis de las especies de importancia comercial en la regeneración natural

Una vez obtenidas las bases de datos de las especies registradas en los inventarios forestales para la regeneración natural, fueron consultadas las fuentes bibliográficas disponibles para determinar aquellas que tienen un interés comercial por la calidad de sus maderas (Barbosa, 1992; Escobar *et al.*, 1993; Uribe y Betancur, 1997; Acero, 2000; Cárdenas y Salinas, 2007; Carvajal y Murillo, 2007; Carvajal *et al.*, 2007; Carvajal *et al.*, 2008; Leigue, 2011). Con el propósito de establecer las condiciones actuales de la regeneración natural de especies potencialmente sensibles al aprovechamiento forestal, se determinaron las 10 con mayor demanda comercial en crecimiento fustal, y se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) de las mismas.

7.4. Resultados

Los inventarios fueron estandarizados con base en el área basal, con una probabilidad del 95% y error de muestreo máximo del 15%. Para las unidades de bosque natural se calculó un error muestral de 10,07% y, para la vegetación secundaria resultó de 10,12% (Anexo 17 y Anexo 18). Se registró un total de 6.926 individuos en las categorías de crecimiento latizal y brinzal, de los cuales 2.081 forman parte de los inventarios forestales realizados en bosque natural y 4.845 en vegetación secundaria. (Tabla 10).

Tabla 10. Número de individuos registrados en los inventarios de regeneración natural

COBERTURA	TOTAL REGISTROS
Bosque natural	2.081
Vegetación secundaria	4.845
TOTAL REGISTROS	6.926

7.4.1. Composición florística general

Se registró un total de 63 familias, 190 géneros y 317 especies. El grupo de los brinzales representa el mayor porcentaje de la muestra (65%) con un total de 4.500 individuos, mientras que en el estado de crecimiento latizal se determinaron 2.426 (Anexo 19). La familia Melastomataceae es la que tiene mayor representación en abundancia, con un total de 1.164 individuos, correspondientes al 17% de la muestra, de los cuales 675 son brinzales y 489 latizales (Figura 51). En orden de importancia se encuentra Hypericaceae con 991 registros que representan el 14% (552 brinzales y 439 latizales), mientras que Rubiaceae y Myrtaceae albergan alrededor del 6% con 414 y 403 individuos respectivamente; situación similar con Leguminosae (377 individuos) y Euphorbiaceae (372), las cuales comparten el 5,4% de contribución en el número de individuos. En términos generales, las 15 familias con mayores registros de abundancia absoluta en los inventarios forestales, presentan un comportamiento similar en la regeneración natural, donde se encuentran más individuos brinzales que latizales.

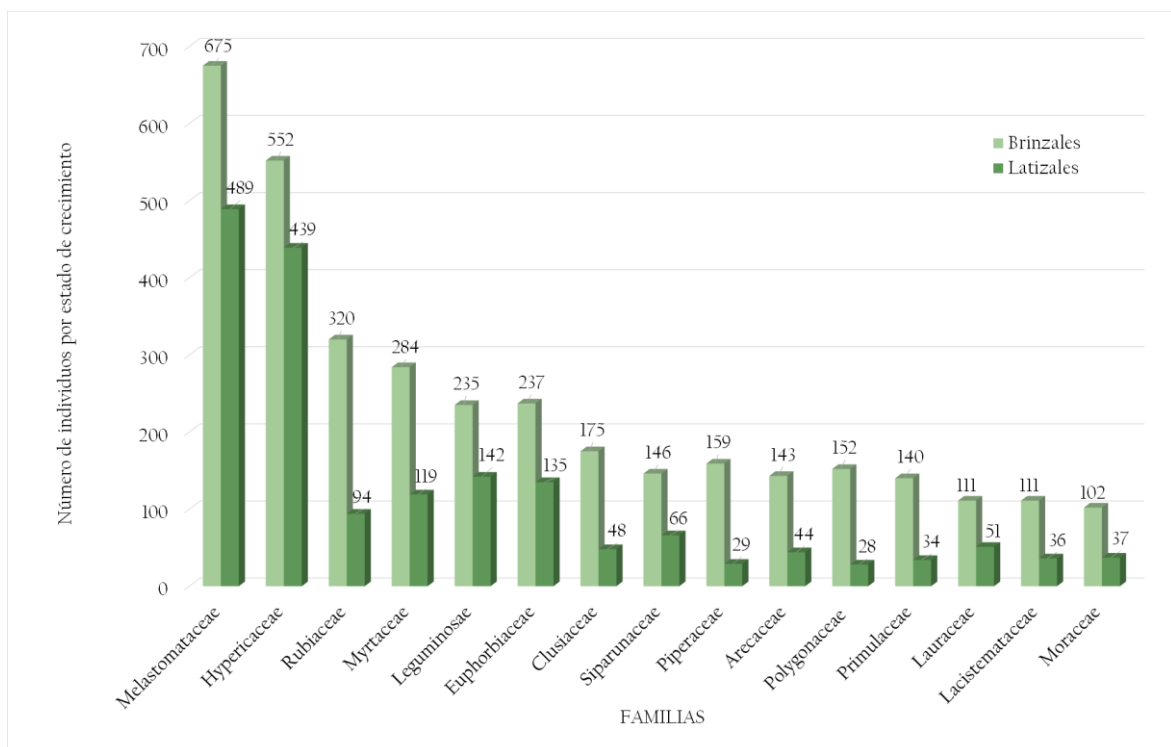


Figura 51. Abundancia absoluta por familias y por estado de crecimiento

A nivel de especies, se encuentra que *V. guianensis* (Hypericaceae) representa la mayor cantidad de los registros para brinzales (10,5%), así como para los latizales (12,7%); esta especie es además importante en la sucesión secundaria del bosque y la vegetación secundaria (471 individuos). Le siguen *M. trinervia* (Melastomataceae) con el 2,7% de brinzales y 6% de latizales, y *M. minutiflora* (2,8% y 2,9% respectivamente) (Figura 52). Seguidamente se encuentran otras especies de las familias Melastomataceae, Myrtaceae, Siparunaceae y Euphorbiaceae igualmente representadas a nivel de individuos para la composición florística de los bosques naturales y la vegetación secundaria.

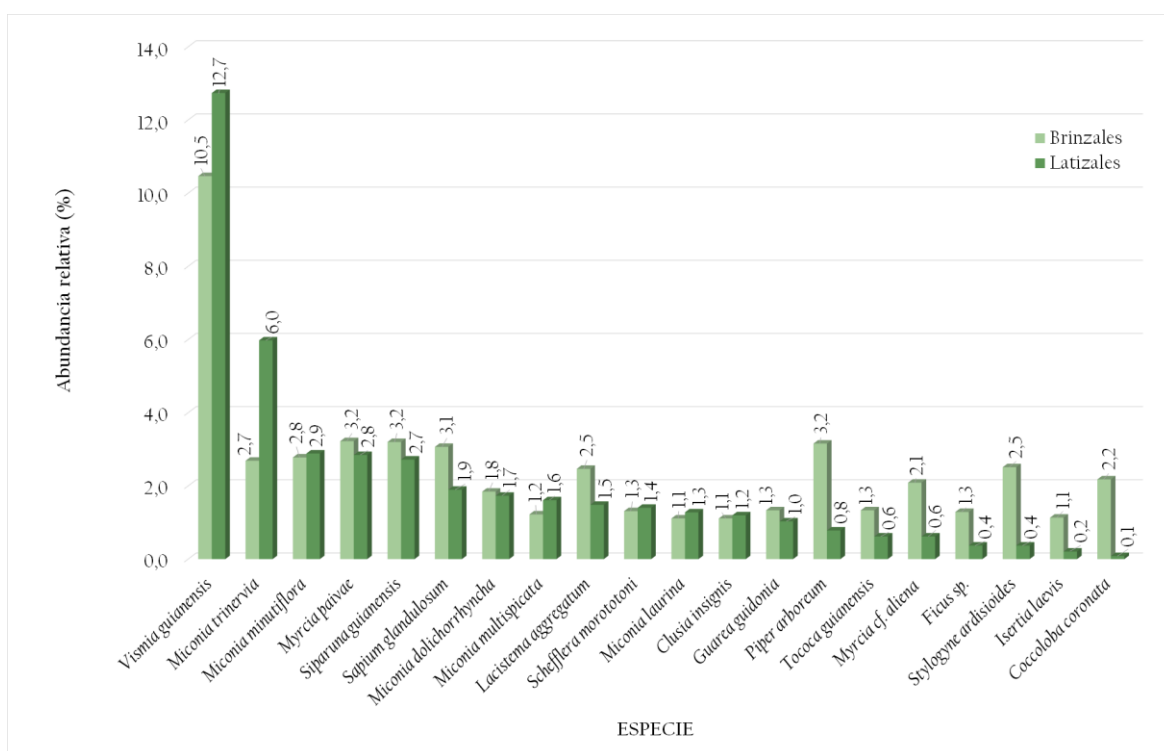


Figura 52. Abundancia relativa de latizales y brinzales por estado de crecimiento

7.4.2. Ecosistemas de bosque natural

Se determinaron 235 especies distribuidas en 55 familias y 154 géneros, con un total de 2.081 registros, de los cuales 1.386 corresponden a estado de crecimiento brinzal, y 695 en latizal; las especies con mayor abundancia absoluta son *M. paivae* (142 individuos), *C. brasiliense* (78), *W. stanleyanus* (57), *P. heptaphyllum* (50), *S. exorrhiza* (43), *I. umbellifera* (40) y *O. puberula* (40).

Abundancia relativa

Dentro de la regeneración del bosque natural se destacan especies como *M. paivae*, por agrupar la mayor abundancia relativa en los dos estados de crecimiento, alcanzando valores del 7% para brinzales y 6,47% para latizales (Figura 53). De igual destaca *W. stanleyanus*, especie comúnmente encontrada en el sotobosque y que presenta altos valores de abundancia relativa sobre todo en latizales. *M. minutiflora* requiere de una mayor cantidad de brinzales para alcanzar los estados de crecimiento latizal, mientras que *P. heptaphyllum*, *S. exorrhiza* y *O. puberula* aportan con más latizales que brinzales en la regeneración natural del bosque. También se destaca *C. brasiliense* por registrar un porcentaje considerable de brinzales (5,48%), pero con pocos resultados en los estados superiores (0,29% en latizales).

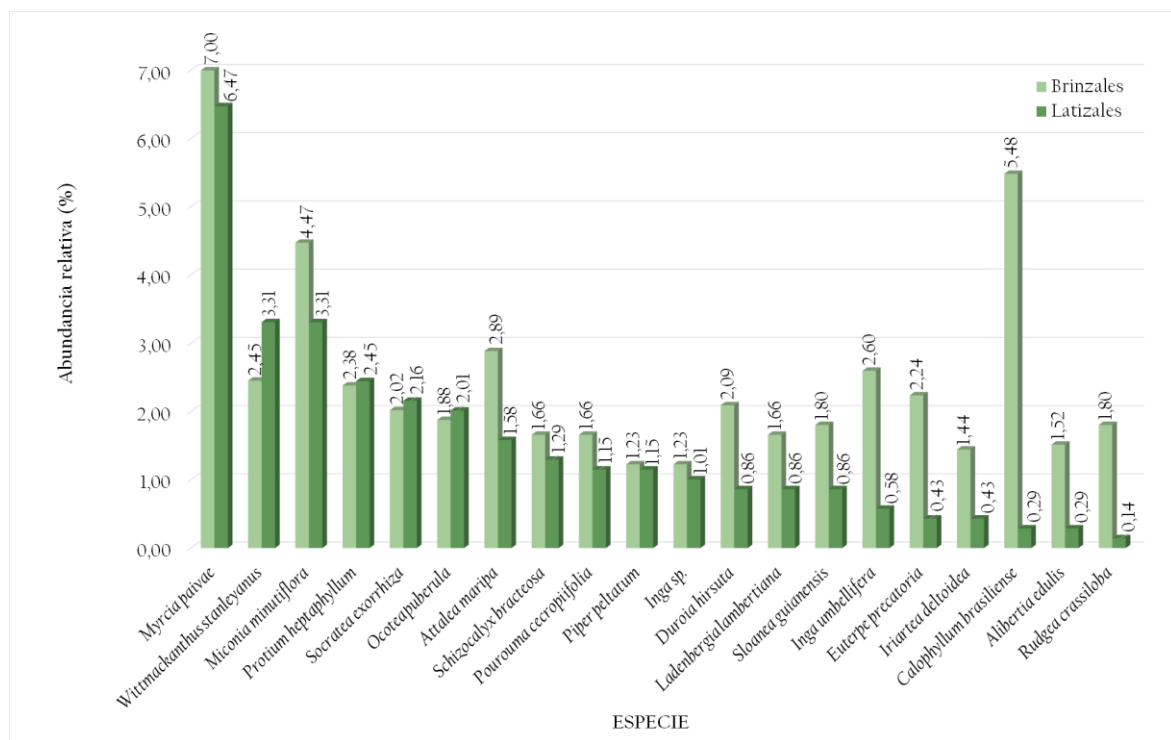


Figura 53. Abundancia relativa de las especies en bosque natural

Frecuencia relativa

En términos de distribución espacial, *M. paivae* también es la especie con más registros en las diferentes unidades de muestreo y por tanto la que tiene mayor valor relativo de frecuencia en la regeneración natural para las categorías de crecimiento brinzal (4,74%) y latizal

(3,29%) en bosques naturales. Otros registros importantes son los de *M. minutiflora*, *P. heptaphyllum*, *W. stanleyanus* y *S. exorrhiza*. En la **Figura 54** se presentan las frecuencias relativas de las 20 especies con mayores registros, ordenadas por criterio de importancia para el estado de crecimiento latizal y se destaca como dato interesante el valor relativo de *O. puberula* para el estado de crecimiento brinzal (2,96%), teniendo en cuenta que es una especie demandada por la calidad de su madera.

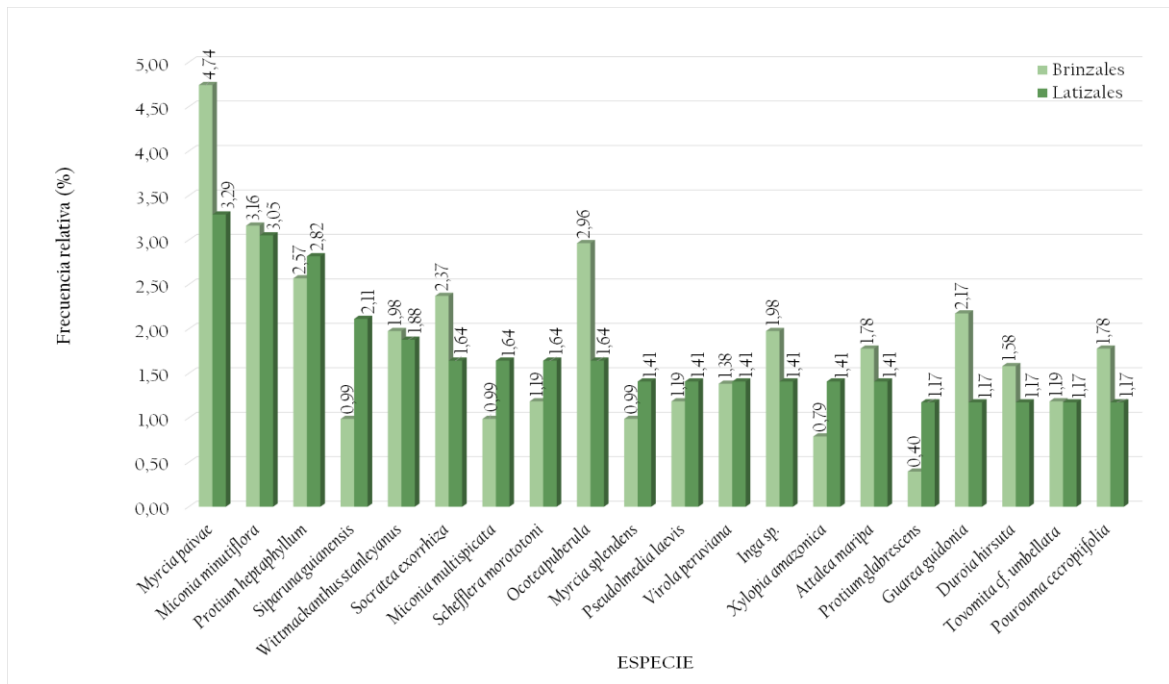


Figura 54. Frecuencia relativa de las especies en bosque natural

Dinámica sucesional

Lamprecht (1990) considera que la regeneración natural es uno de los estados de desarrollo más productivos de los bosques naturales e indicador de la dinámica sucesional. En este sentido, para determinar aquellas especies que son las de mayor incidencia durante las diferentes etapas de crecimiento del bosque natural, se emplearon los datos de su importancia ecológica en términos de abundancia y frecuencia relativa, y de esta manera calcular los porcentajes de regeneración natural (RN%) para cada una de éstas (**Anexo 20**). En este sentido, se destaca que, de las 235 especies registradas, el 53,2% (125) se encuentra en ambos estados de crecimiento, indicador que permite inferir la calidad del bosque por el éxito de la regeneración natural en los estados superiores. *M. paivae* se sitúa como la más importante dentro de la dinámica sucesional (6,02%) y teniendo en cuenta que su peso ecológico se encuentra representado por la abundancia y frecuencia de individuos en los dos

estados de crecimiento analizados (Figura 55). *M. minutiflora* también alcanza una importancia significativa en la dinámica sucesional con el 3,65%, mientras que las demás especies se ubican por debajo del 3%, ello sin dejar de resaltar la presencia de *O. puberula* dentro de las 10 más destacadas, la cual consigue el 2,04% del peso ecológico en la regeneración natural, y constituye un elemento representativo para el futuro del bosque.

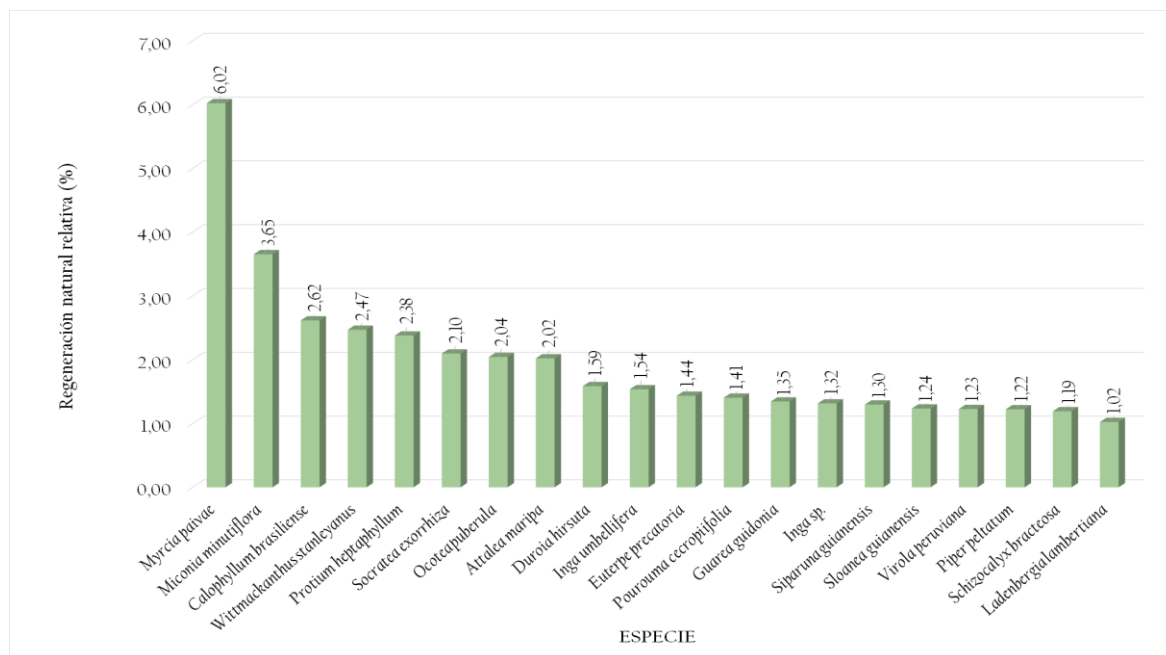


Figura 55. Especies con mayor incidencia en la dinámica sucesional de los bosques naturales

7.4.3. Ecosistemas de vegetación secundaria

Se registró un total de 196 especies distribuidas en 57 familias, 134 géneros y 4.845 individuos, de los cuales 3.114 en estado de crecimiento brinzal y 1.731 en latizal. En este tipo de ecosistemas es habitual registrar una mayor abundancia absoluta de individuos representados por especies heliófitas efímeras, dentro de las cuales se encuentran, por ejemplo, *V. guianensis* (772 individuos; 15,9% del total), *M. trinervia* (266; 5,5%), *S. guianensis* (182; 3,8%), *S. glandulosum* (181; 3,7%) y *P. arboreum* (160; 3,3%).

Abundancia relativa

El análisis de la regeneración natural a nivel de abundancia relativa indica que *V. guianensis* presenta los mayores valores para ecosistemas de vegetación secundaria, tanto para

brinzales como latizales con el 7,5% y 8,8% respectivamente; esta especie, junto con *M. trinervia*, agrupa un importante porcentaje de abundancia relativa para estos ecosistemas, lo cual permite inferir la facilidad que presentan para la germinación y el crecimiento en las primeras etapas de su desarrollo. No obstante, esta última presenta un mayor éxito a nivel específico, teniendo en cuenta la diferencia entre la abundancia relativa de brinzales (1,94%) respecto a los latizales (4,19%) (Figura 56).

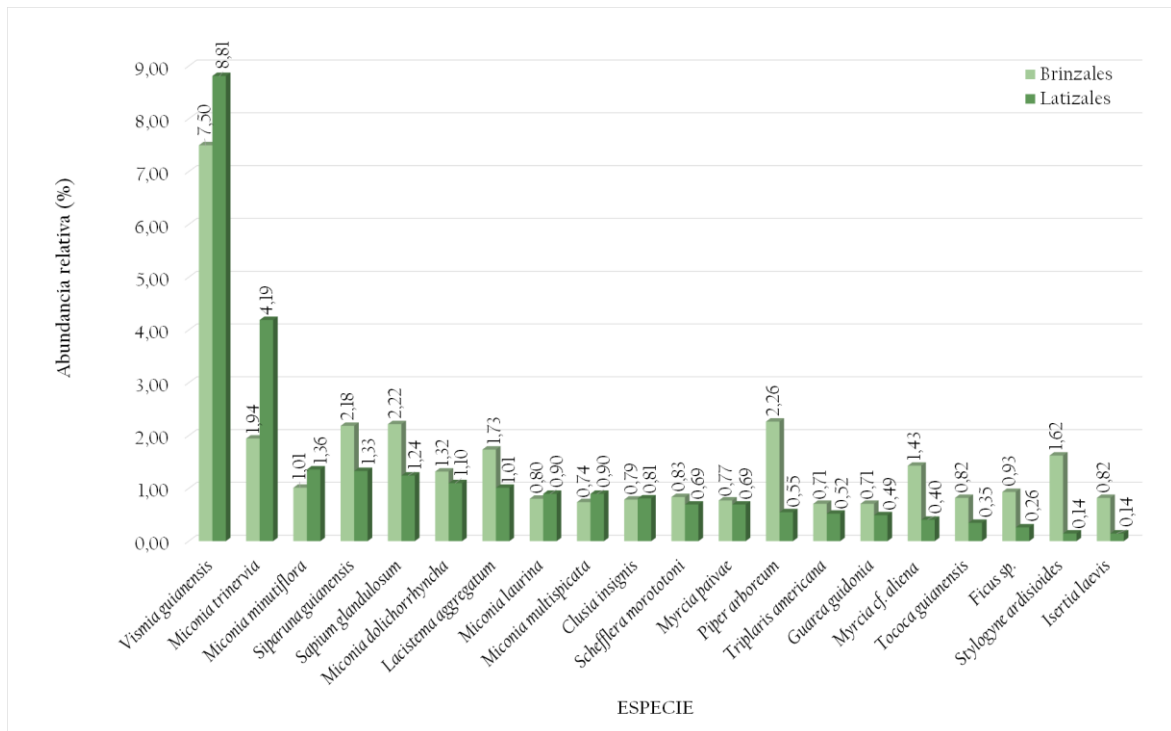


Figura 56. Abundancia relativa de las especies en vegetación secundaria

Frecuencia relativa

Se encontró que *V. guianensis* y *M. trinervia* consiguen el mayor recuento en las unidades de muestreo realizadas, con porcentajes de 5,76% y 2,96% para brinzales y 7,25% y 4,12% para latizales respectivamente. Se destaca la presencia de *O. puberula* dentro de las 20 especies más frecuentes en estos ecosistemas transicionales y en los dos estados de crecimiento (1,15% y 0,82%) (Figura 57).

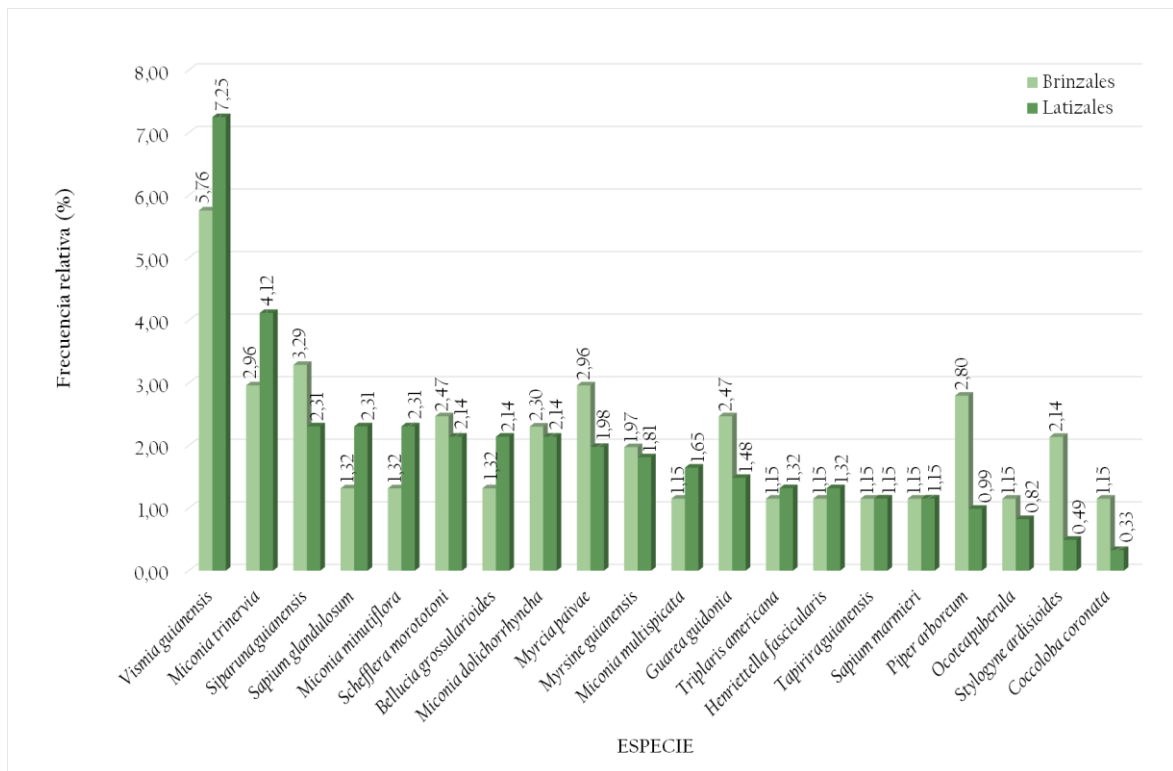


Figura 57. Frecuencia relativa de las especies en vegetación secundaria

Dinámica sucesional

El conteo de especies en los dos estados de crecimiento resultó equivalente, con 156 brinzales y 155 latizales (Anexo 21); sin embargo, el 58,67% de éstas (115) se encuentran representadas en ambas categorías, porcentaje similar al registrado para los ecosistemas de bosque natural (53,2%). Dada la alta abundancia y frecuencia de *V. guianensis* y *M. trinervia* en los inventarios de vegetación secundaria, estas especies consiguen el mayor peso ecológico de la muestra con un 12,93 y 5,11% respectivamente; tal como sucede con *S. guianensis* y *S. glandulosum*, que también aparecen dentro de las más abundantes y frecuentes. Las demás especies no alcanzan el 3%, pero cabe destacar la posición ecológica de *V. lehmannii* dentro de las 20 primeras (1,54%), dada su alta demanda para el aprovechamiento forestal (Figura 58).

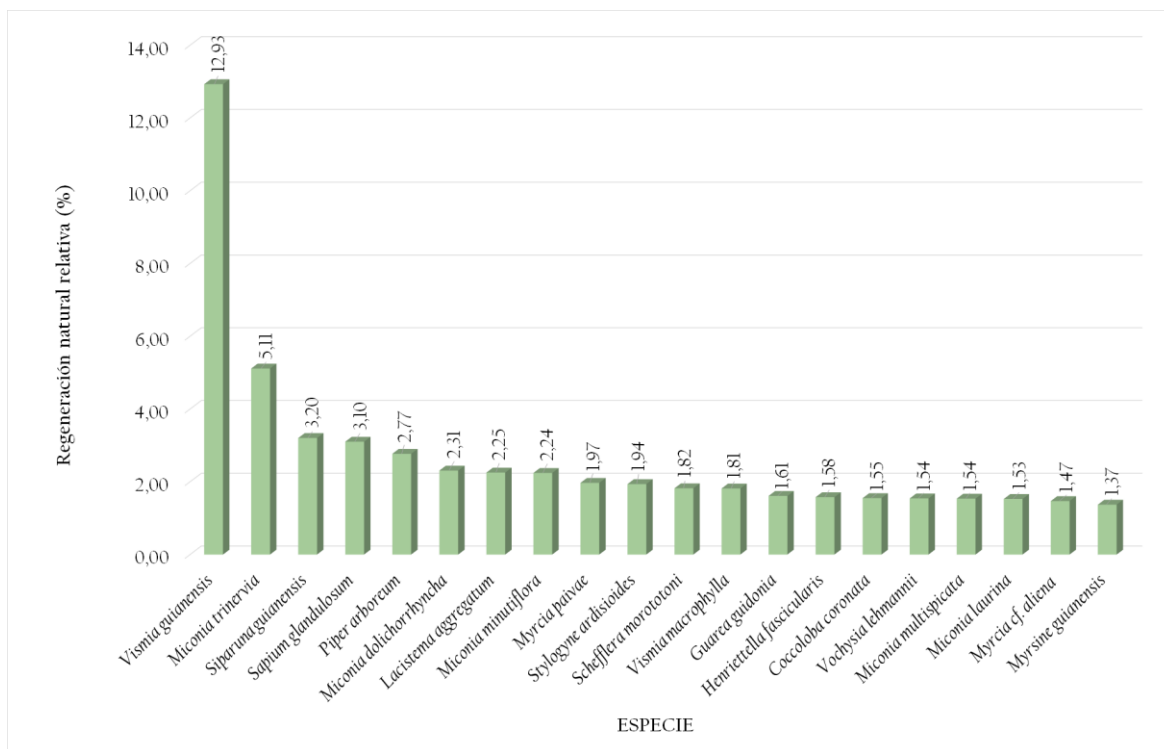


Figura 58. Especies con mayor incidencia en la dinámica sucesional de la vegetación secundaria

7.4.4. Especies de importancia comercial en la regeneración natural

En la Tabla II se presentan las especies forestales de mayor importancia ecológica para el piedemonte metense, con base en el índice de valor de importancia (IVI).

Tabla II. Especies con los mayores valores de IVI en bosque natural para el sector del piedemonte metense

ESPECIE	IVI (%)
Miconia minutiflora (Bonpl.) DC.	36,03
Socratea exorrhiza (Mart.) H.Wendl.	22,31
Alchornea glandulosa Poepp.	22,15
Ocotea puberula (Rich.) Nees	17,82
Cecropia sp.	13,78
Xylopia amazonica R.E.Fr.	8,14
Persea sp.	7,16
Rollinia edulis Planch. & Triana	6,85
Jacaranda copaia (Aubl.) D.Don	6,60
Schefflera morototoni (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	6,23
Vismia guianensis (Aubl.) Pers.	5,86
Attalea maripa (Aubl.) Mart.	5,74
Ocotea cf. guianensis Aubl.	5,16
Sapium laurifolium (A.Rich.) Griseb.	4,96
Stryphnodendron guianense (Aubl.) Benth.	4,75
Inga cf. punctata Willd.	4,72

ESPECIE	IVI (%)
<i>Neca amplifolia</i> Donn.Sm.	4,32
<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	4,21
<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	4,20
<i>Miconia multispicata</i> Naudin	4,06
<i>Quararibea cf. ochrocalyx</i> (K.Schum.) Vischer	4,03
<i>Myrcia cf. paivae</i> O.Berg	3,88
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	3,86
<i>Miconia dolichorrhyncha</i> Naudin	3,84
<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	3,82
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	3,80
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	3,77
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	3,73
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	3,71
<i>Mouriri myrtilloides</i> (Sw.) Poir.	3,59
<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	3,45
<i>Ficus maxima</i> Mill.	3,10
<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	3,05

Dentro las anteriores, las 10 especies más demandadas para el uso de su madera, se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Especies forestales de mayor demanda en el área de estudio y datos de regeneración natural

ESPECIE	BN (B)	BN (L)	BN TOTAL	VS (B)	VS (L)	VS TOTAL	TOTAL RN
<i>Apuleia leiocarpa</i>	8	2	10	0	1	1	11
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	6	0	6	6	2	8	14
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	1	4	1	0	1	5
<i>Himatanthus articulatus</i>	16	1	17	5	0	5	22
<i>Jacaranda copaia</i>	2	2	4	3	13	16	20
<i>Ochroma pyramidale</i>	0	0	0	1	3	4	4
<i>Ocotea puberula</i>	26	14	40	16	9	25	65
<i>Trattinnickia rhoifolia</i>	12	4	16	3	6	9	25
<i>Vochysia ferruginea</i>	0	4	4	3	6	9	13
<i>Xylopia amazonica</i>	9	8	17	0	0	0	17
TOTALES	82	36	118	38	40	78	196

BN=Bosque natural; VS=Vegetación secundaria; B=Brinzal; L=Latizal; RN=Regeneración natural

En la Tabla 13 se presentan los estados de crecimiento de las diez especies más importantes para su aprovechamiento desde el punto de vista maderero; 61,22% se registró en estado de crecimiento brinzal y el 38,78% en latizal. Se destaca la participación de *O. puberula* con el mayor recuento en los brinzales y latizales de la regeneración natural (35% n = 42 y 30,26% n = 23, respectivamente), mientras que *J. copaia* se establece como la más abundante dentro de los latizales (19,74% n = 15) en la muestra analizada. En la Figura 59 se presentan estas especies ordenadas según su abundancia absoluta en latizales. *E. schomburgkii* y *O. puberula*, aparecen en los listados de especies amenazadas de la UICN.

Tabla 13. Abundancia de las especies más demandadas por estado de crecimiento

ESPECIE	AA Brinzal	Brinzal %	AA Latizal	Latizal %	AA TOTAL RN
<i>Ocotea puberula</i>	42	35,00	23	30,26	65
<i>Trattinnickia rhoifolia</i>	15	12,50	10	13,16	25
<i>Himatanthus articulatus</i>	21	17,50	1	1,32	22
<i>Jacaranda copaia</i>	5	4,17	15	19,74	20
<i>Xylopia amazonica</i>	9	7,50	8	10,53	17
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	12	10,00	2	2,63	14
<i>Vochysia ferruginea</i>	3	2,50	10	13,16	13
<i>Apuleia leiocarpa</i>	8	6,67	3	3,95	11
<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	3,33	1	1,32	5
<i>Ochroma pyramidale</i>	1	0,83	3	3,95	4
TOTAL	120	100	76	100	196

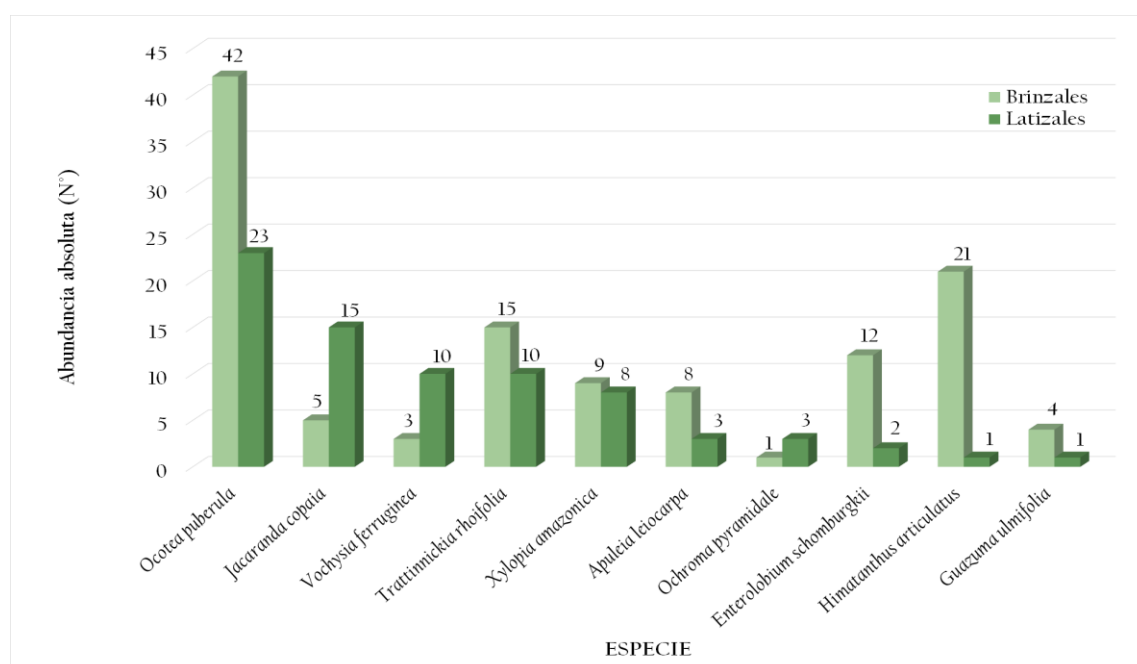


Figura 59. Abundancia de las especies maderables en los dos estados de crecimiento, ordenadas por latizales

7.5. Discusión

La abundancia de individuos en la regeneración natural pertenecientes a la familia Melastomataceae coincide con las investigaciones desarrolladas por Rangel (1998), donde esta familia aparece dentro de las más importantes en los ecosistemas de sabana, bosque de galería y bosque secundario en la región de la Orinoquia colombiana. Esta es una familia que presenta amplia distribución pantropical con más de 5.000 especies de las cuales cerca de dos terceras partes se encuentran restringidas al hemisferio Occidental, pero aún no existen registros de géneros en común entre el Viejo y Nuevo Mundo (Cogniaux, 1981). En

ecosistemas de bosque secundario, así como en las sabanas con restos de bosque, también aparece Hypericaceae dentro de las más abundantes, por lo cual su abundancia en la regeneración del área de estudio se ve reflejada por los datos tomados en campo.

V. guianensis (Hypericaceae) aporta la mayor cantidad de brinzales (10,5%) y latizales (12,7%), teniendo en consideración que es una especie heliófita efímera y característica de los primeros estados de la regeneración natural del bosque, tal como aparece en los estudios de clasificación sucesional de los bosques del sector oriental de la Amazonia brasilera (Vieira, 2003). *M. trinervia* y *M. minutiflora* (Melastomataceae) realizan un aporte importante en la estructura y composición de la regeneración natural, porque forman parte de las heliófitas que abundan en las primeras etapas de desarrollo del bosque. Dentro de éstas, también se encuentran plantas de género *Miconia*, el más numeroso de la familia Melastomataceae con cerca de 1.050 especies (Goldenberg, 2000; Goldenberg *et al.*, 2008). *M. paivae* se registró como la especie más abundante en ecosistemas de bosque natural, tanto en brinzales (7% de abundancia relativa) como en latizales (6,47%). Esta especie es típica de ecosistemas medianamente intervenidos y su importancia dentro de la regeneración natural es reconocida por formar parte de los primeros estadios de desarrollo del bosque (Rayol *et al.*, 2011) y brindar las condiciones adecuadas para el crecimiento de otras especies que no son tolerantes a la luz directa del sol. Se destaca con el mayor aporte en la dinámica sucesional de la regeneración de los bosques naturales objeto de estudio (6,02%) junto con *M. minutiflora* (3,65%). Son especies sin importancia para el aprovechamiento forestal dada la baja calidad de sus maderas (Reis *et al.*, 2010).

O. puberula es una especie igualmente importante para la regeneración natural del bosque, aportando la mayor cantidad de elementos en estado de crecimiento latizal de las especies maderables (2,01%). Además, resulta de especial interés por la calidad de su madera con fines comerciales, y también porque figura con los mayores valores de importancia ecológica en los estratos superiores de bosques de galería y de tierra firme para esta región del país (Cárdenas-Torres, 2014a). Situación similar sucede con *C. brasiliense*, especie muy aprovechada en la región principalmente para ebanistería, laminado y contrachapado (Rodríguez y Sibille, 1996), y que evidencia su condición umbrófila con un esfuerzo mayor en los primeros estados de crecimiento (5,48% de los brinzales) para alcanzar el dosel del

bosque (0,29% en latizales). Dentro de la dinámica sucesional de la regeneración natural, esta especie se ubica en tercer lugar con un 2,62% de participación, especialmente por su aporte en la abundancia de brinzales (n = 76).

La especie *J. copaia*, que tiene un elevado valor comercial, presenta valores importantes en la regeneración natural, con un total de 15 latizales y 5 brinzales. Ello concuerda con su ciclo ecológico como especie de rápido crecimiento, bajas tasas de reclutamiento y altas tasas de mortalidad en los primeros estados de desarrollo (Jones y Hubbell, 2006). El comportamiento de la regeneración natural de *T. rhoifolia* indica un mayor reclutamiento de individuos en las primeras etapas de crecimiento con 15 brinzales y 10 latizales. Esta es una especie de importancia para el uso comercial (Reis *et al.*, 2010; Huamán, 2014). Desde el punto de vista ecosistémico, *X. amazonica* es importante porque coadyuva para el sostenimiento de las poblaciones de avifauna (principalmente psitácidos), que se alimentan de sus semillas (Pacheco y Olmos, 2005), además de ser explotada para extracción de madera. Dentro de los análisis de la regeneración natural, *A. leiocarpa* registra mayor abundancia de brinzales que latizales (8 y 3 respectivamente), comportamiento común para la familia Leguminosae con mayor cantidad de individuos en los estados primarios de crecimiento.

Cabe también mencionar a *O. pyramidale*, especie heliófita con alta demanda comercial por la calidad de su madera, usualmente empleada para artesanías, modelos de arquitectura y juguetes (González *et al.*, 2010), así como para estructuras aislantes (Chudnoff, 1984; Villavelez y Meniado, 1979). Dadas sus variadas características en usos por la trabajabilidad de su madera, es una especie ampliamente apetecida y aprovechada, también por la rapidez de su crecimiento; sin embargo, aún subsiste únicamente en los ecosistemas vegetación secundaria.

En la regeneración natural de la vegetación secundaria alta y baja se registran más individuos, pero menos especies que en el bosque natural y siguen un patrón correspondiente al tipo de ecosistema, donde abundan individuos de las familias Hypericaceae y Melastomataceae, representadas por *V. guianensis* y un gran número de individuos del género *Miconia* respectivamente, muy comunes en ecosistemas transicionales e intervenidos en esta zona del Neotrópico (Vieira *et al.*, 2003; Goldenberg, 2000; Goldenberg *et al.*, 2008; Rayol *et al.*, 2011).

7.6. Anexos al Capítulo VII

Anexo 17. Estadísticos para el análisis de datos de regeneración natural en bosque natural

Unidad de muestreo	N° de individuos	Área basal (G)	Estadísticos	Valores
BDA01	25	0,0134	N° de parcelas muestra (N)	83
BDA02	15	0,0093	Suma de G	1,68
BDA03	10	0,0121	G promedio por parcela	0,02
BDA04	15	0,0117	Suma de cuadrados de G (Xi*Xi)	0,04
BDA05	8	0,0045	Suma de G al cuadrado	2,81
BDA06	13	0,0114	Desviación estándar (S)	0,01
BDA07	5	0,0033	Coefficiente de variación (CV %)	55,15
BDA08	9	0,0060	Error máximo	15
BDA09	9	0,0059	Error estándar %	0,001
BDA10	10	0,0072	GL	82
BDA11	39	0,0247	t de Student	1,6636
BDA12	7	0,0283		
BDA13	27	0,0157	Error muestral (Er%)	10,07
BDA14	26	0,0271	Probabilidad	0,95
BDA15	22	0,0170	N° de parcelas	37,41
BDA16	13	0,0367	N° mínimo de parcelas	38
BDA17	17	0,0517		
BDA18	12	0,0013		
BDA19	22	0,0218		
BDA20	35	0,0408		
BDA21	19	0,0218		
BDA22	21	0,0361		
BDA23	23	0,0186		
BDA24	32	0,0240		
BDA25	18	0,0193		
BDA26	27	0,0287		
BDA27	52	0,0192		
BDA28	25	0,0261		
BG01	21	0,0175		
BG02	7	0,0156		
BG03	42	0,0175		
BG04	15	0,0278		
BG05	15	0,0000		
BG06	22	0,0184		
BG07	18	0,0060		
BG08	51	0,0249		
BG09	10	0,0045		
BG10	2	0,0094		
BG11	21	0,0166		
BG12	2	0,0010		
BG13	13	0,0239		
BG14	26	0,0112		
BG15	13	0,0288		
BG16	13	0,0077		
BG17	24	0,0215		
BG18	21	0,0222		

Unidad de muestreo	N° de individuos	Área basal (G)
BG19	26	0,0397
BG20	15	0,0232
BG21	8	0,0103
BG22	12	0,0139
BG23	20	0,0214
BG24	14	0,0275
BG25	16	0,0240
BG26	17	0,0133
BG27	27	0,0184
BG28	26	0,0187
BG29	121	0,0211
BG30	20	0,0302
BG31	57	0,0258
BG32	28	0,0334
BG33	49	0,0264
BG34	15	0,0069
BG35	71	0,0483
BG36	41	0,0127
BG37	30	0,0209
BG38	38	0,0193
BG39	28	0,0166
BG40	57	0,0115
BG41	44	0,0203
BG42	48	0,0087
BG43	28	0,0374
BG44	32	0,0403
BG45	38	0,0358
BG46	35	0,0277
BG47	49	0,0222
BG48	34	0,0361
BG49	31	0,0143
BG50	26	0,0082
BG51	44	0,0189
BG52	22	0,0342
BG53	8	0,0162
BG54	3	0,0145
BG55	11	0,0391
Total general	2081	1,676
Promedio	25,072	0,02
D. estándar	17,7611	0,011
CV (%)	70,840	55,15

Anexo 18. Estadísticos para el análisis de datos de regeneración natural en vegetación secundaria

Unidad de muestreo	N° de individuos	Área basal (G)	Estadísticos	Valores
VSA01	66	0,0114	N° de parcelas muestra (N)	83
VSA02	25	0,0042	Suma de G	4,10
VSA03	8	0,0019	G promedio por parcela	0,05
VSA04	44	0,0917	Suma de cuadrados de G (Xi*Xi)	0,26
VSA05	20	0,0459	Suma de G al cuadrado	16,81
VSA06	35	0,0618	Desviación estándar (S)	0,03
VSA07	35	0,0846	Coeficiente de variación (CV%)	55,42

Unidad de muestreo	N° de individuos	Área basal (G)	Estadísticos	Valores
VSA08	26	0,0356	Error máximo	15
VSA09	28	0,0684	Error estándar %	0,003
VSA10	2	0,0014	Grados de libertad (GL)	82
VSA11	7	0,0157	t de Student	1,6636
VSA12	31	0,0193		
VSA13	41	0,0311	Error muestral (Er%)	10,12
VSA14	71	0,0643	Probabilidad	0,95
VSA15	19	0,0189	N° de parcelas	37,78
VSA16	7	0,0205	N° mínimo de parcelas	38
VSA17	9	0,0185		
VSA18	14	0,0315		
VSA19	15	0,0342		
VSA20	61	0,0451		
VSA21	46	0,0324		
VSA22	60	0,0575		
VSA23	71	0,0442		
VSA24	22	0,0191		
VSA25	54	0,0427		
VSA26	120	0,0564		
VSA27	112	0,0835		
VSA28	79	0,1004		
VSA29	94	0,0888		
VSA30	69	0,0362		
VSA31	63	0,1128		
VSA32	101	0,1162		
VSA33	38	0,0414		
VSA34	22	0,0322		
VSA35	57	0,0401		
VSA36	200	0,0873		
VSA37	37	0,0227		
VSA38	92	0,0711		
VSA39	86	0,0752		
VSA40	73	0,0733		
VSA41	100	0,0584		
VSA42	13	0,0209		
VSA43	26	0,0266		
VSA44	23	0,0472		
VSA45	41	0,0457		
VSA46	128	0,0569		
VSA47	89	0,0143		
VSA48	78	0,1260		
VSA49	69	0,0996		
VSA50	45	0,0612		
VSA51	84	0,0995		
VSA52	77	0,0484		
VSA53	87	0,0391		
VSA54	61	0,0256		
VSA55	78	0,0668		
VSA56	111	0,0644		
VSA57	144	0,0699		
VSB01	19	0,0339		
VSB02	11	0,0390		
VSB03	32	0,0429		

Unidad de muestreo	N° de individuos	Área basal (G)
VSB04	30	0,0449
VSB05	19	0,0438
VSB06	18	0,0414
VSB07	16	0,0456
VSB08	82	0,0311
VSB09	41	0,0415
VSB10	75	0,0248
VSB11	45	0,0424
VSB12	84	0,0204
VSB13	106	0,0841
VSB14	52	0,0340
VSB15	55	0,0335
VSB16	44	0,0376
VSB17	49	0,0395
VSB18	128	0,1012
VSB19	65	0,0664
VSB20	44	0,0248
VSB21	48	0,0317
VSB22	96	0,0629
VSB23	140	0,0620
VSB24	94	0,0525
VSB25	46	0,0477
VSB26	92	0,0598
Total general	4845	4,099
Promedio	58,373	0,049
D. estándar	37,962	0,027
CV (%)	65,033	55,42

Anexo 19. Composición florística de la regeneración natural

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° BRIN.	N° LAT.	TOTAL
Acanthaceae	<i>Ruellia</i>	<i>Ruellia tubiflora</i> var. <i>tetrastichantha</i> (Linda)	Ruellia	5		5
	<i>Trichanthera</i>	<i>Trichanthera gigantea</i> (Humb. & Bonpl.)	Cajeto	6	1	7
Achariaceae	<i>Lindackeria</i>	<i>Lindackeria paludosa</i> (Benth.) Gilg	Achiote		6	6
Anacardiaceae	<i>Spondias</i>	<i>Spondias</i> cf. <i>venosa</i> Mart. ex Colla	Ojo de danta	1		1
		<i>Spondias mombin</i> L.	Hobo		1	1
	<i>Tapirira</i>	<i>Tapirira</i> sp. <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Quince días Guarupayo	10 34	4 27	14 61
Annonaceae	<i>Anaxagorea</i>	<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprague &	Carguero	2	5	7
	<i>Annona</i>	<i>Annona</i> cf. <i>symphyocarpa</i> Sandwith	Chirimoyo	2	11	13
	<i>Guatteria</i>	<i>Guatteria cargadero</i> Triana & Planch.	Amarillo	5	3	8
		<i>Guatteria</i> cf. <i>punctata</i> (Aubl.)	Majagüillo	1	3	4
		<i>Guatteria recurvisepala</i> R.E.Fr.	Majagüillo	5	9	14
	<i>Rollinia</i>	<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill.	Escobo	3	2	5
		<i>Rollinia edulis</i> Planch. & Triana	Anón de monte	16	8	24
<i>Xylopia</i>	<i>Xylopia</i> aff. <i>emarginata</i> Mart.	Tablón	1		1	
	<i>Xylopia amazonica</i> R.E.Fr.	Tablón	9	8	17	
	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Malagueto	6	1	7	
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i>	<i>Aspidosperma</i> cf. <i>desmanthum</i> Benth. ex	Caney	2		2
		<i>Aspidosperma excelsum</i> Benth.	Cabo de hacha	2	1	3
	<i>Himatanthus</i>	<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	Platanote	21	1	22
	<i>Stemmadenia</i>	<i>Stemmadenia grandiflora</i> (Jacq.) Miers	Jazmín	1		1
<i>Tabernaemontan</i>	<i>Tabernaemontana sananho</i> Ruiz & Pav.	Sanango		2	2	
Araliaceae	<i>Dendropanax</i>	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. &	Mantequillo	1		1

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° BRIN.	N° LAT.	TOTAL	
		<i>Dendropanax</i> cf. <i>caucanus</i> (Harms) Harms	Mantequillo	1	2	3	
Arecaceae	<i>Schefflera</i>	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire,	Tortolito	59	34	93	
	<i>Astrocaryum</i>	<i>Astrocaryum chambira</i> Burret	Palma cumare	2		2	
	<i>Attalea</i>	<i>Attalea insignis</i> (Mart.) Drude	Yagua	3	1	4	
		<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	Palma real	41	11	52	
	<i>Bactris</i>	<i>Bactris major</i> Jacq.	Cubarro		1	1	
	<i>Euterpe</i>	<i>Euterpe precatória</i> Mart.	Palma manaca	33	5	38	
	<i>Geonoma</i>	<i>Geonoma deversa</i> (Poit.) Kunth	Maraya	1		1	
		<i>Geonoma interrupta</i> (Ruiz & Pav.) Mart.	Palmicho	2	1	3	
	<i>Iriartea</i>	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Palma corneto	20	3	23	
	<i>Oenocarpus</i>	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Palma unama	4	1	5	
<i>Oenocarpus minor</i> Mart.		Pusuy	7	4	11		
Bignoniaceae	<i>Socratea</i>	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Palma choapo	30	17	47	
	<i>Handroanthus</i>	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.)	Floramarillo	4	1	5	
	<i>Jacaranda</i>	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Pavito	5	15	20	
<i>Jacaranda obtusifolia</i> Bonpl.		Gualanday	7	11	18		
Bixaceae	<i>Cochlospermum</i>	<i>Cochlospermum orinocense</i> (Kunth) Steud.	Bototo		2	2	
		<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.)	Bototo		1	1	
Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Moho	11	5	16	
		<i>Cordia nodosa</i> Lam.	Gomo	3	7	10	
		<i>Cordia scabrifolia</i> A.DC.	Escobillo	14		14	
		<i>Cordia</i> sp.	Nogal	2		2	
Burseraceae	<i>Crepidospermum</i>	<i>Crepidospermum goudotianum</i> (Tul.)	Pepa de loro	7		7	
		<i>Dacryodes</i>	<i>Dacryodes nitens</i> Cuatrec.	Cariaño		4	4
	<i>Protium</i>	<i>Protium calanense</i> Cuatrec.	Anime	3	1	4	
		<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Anime	33	17	50	
		<i>Protium sagotianum</i> Marchand	Copal	5	1	6	
		<i>Protium glabrescens</i> Swart	Anime	13	9	22	
	<i>Trattinnickia</i>	<i>Trattinnickia</i> cf. <i>lancifolia</i> (Cuatrec.) D.C.	Caraño blanco	1	1	2	
<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.		Caraño	15	10	25		
Capparaceae	<i>Capparidastrum</i>	<i>Capparidastrum sola</i> (J.F.Macbr.)	Clavo de agua		1	1	
Celastraceae	<i>Salacia</i>	<i>Salacia</i> cf. <i>gigantea</i> Loes.	Caimillo		1	1	
Chrysobalanac	<i>Hirtella</i>	<i>Hirtella americana</i> L.	Garrapato	49	1	50	
		<i>Licania</i>	<i>Licania apetala</i> (E.Mey.) Fritsch	Licania	1		1
		<i>Licania</i> cf. <i>latifolia</i> Benth. ex Hook.f.	Aceite	6	3	9	
		<i>Licania hypoleuca</i> Benth.	Arrayán	2		2	
Clusiaceae	<i>Calophyllum</i>	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Cachicamo	76	2	78	
		<i>Chrysochlamys</i>	<i>Chrysochlamys dependens</i> Planch. &	Rapavarbo	11	3	14
	<i>Clusia</i>	<i>Clusia insignis</i> Mart.	Gaque	50	29	79	
		<i>Clusia cruciata</i> Cuatrec.	Chagualo	1	1	2	
	<i>Garcinia</i>	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	Madroño	3		3	
		<i>Tovomita</i>	<i>Tovomita</i> cf. <i>brevistaminea</i> Engl.	Naranjuelo	1		1
		<i>Tovomita</i> cf. <i>umbellata</i> Benth.	Naranjito	33	13	46	
Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	Macano /	7	18	25	
Connaraceae	<i>Rourea</i>	<i>Rourea glabra</i> Kunth	Granado de	5		5	
Costaceae	<i>Costus</i>	<i>Costus lasius</i> Loes.	Caña agria		4	4	
Cyatheaceae	<i>Cyathea</i>	<i>Cyathea andina</i> (H. Karst.) Domin	Palma boba	8	26	34	
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum</i>	<i>Dichapetalum</i> cf. <i>spruceanum</i> Baill.	Dichapetalum	3	1	4	
Dilleniaceae	<i>Curatella</i>	<i>Curatella americana</i> L.	Chaparro	1	1	2	
		<i>Davilla</i>	<i>Davilla nitida</i> (Vahl) Kubitzki	Chaparro lagunero		1	1
Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>Diospyros sericea</i> A.DC.	Carbonero	7		7	
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i>	<i>Sloanea</i> cf. <i>laxiflora</i> Spruce ex Benth.	Tres tablas		2	2	
		<i>Sloanea</i> cf. <i>terniflora</i> (Moc. & Sessé ex	Cenizo / Maíz	2	3	5	
		<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	Achiote de	25	6	31	
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i>	<i>Erythroxylum citrifolium</i> A.St.-Hil.	Coca de monte	6	5	11	
		<i>Erythroxylum macrophyllum</i> Cav.	Ajicillo	37	17	54	
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i>	<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Juana Juana	23	3	26	
		<i>Alchornea</i>	<i>Alchornea discolor</i> Poepp.	Aguacatillo		1	1
		<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Algodoncillo	6	3	9	

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° BRIN.	N° LAT.	TOTAL
		<i>Alchornea integrifolia</i> Pax & K.Hoffm.	Alchornea		3	3
		<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	Carcomo		2	2
		<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Carnegallina	6	16	22
	<i>Aparisthium</i>	<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	Falso chaparro	1	1	2
	<i>Caryodendron</i>	<i>Caryodendron orinocense</i> H.Karst.	Cacay/Castaño		1	1
	<i>Conceveiba</i>	<i>Conceveiba rhytidocarpa</i> Müll.Arg.	Alcafeto		1	1
	<i>Croton</i>	<i>Croton gossypifolius</i> Vahl	Drago	15	3	18
		<i>Croton lechleri</i> Müll.Arg.	Sangregado	1	1	2
	<i>Glycydendron</i>	<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke	NN	4		4
	<i>Mabea</i>	<i>Mabea nitida</i> Spruce ex Benth.	Reventillo	1	1	2
		<i>Mabea piriri</i> Aubl.	Molinillo		2	2
	<i>Maprounea</i>	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Arrayán blanco	4	5	9
	<i>Sapium</i>	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Cauchillo	138	46	184
		<i>Sapium jennmannii</i> Hemsl.	Caucho	1	5	6
		<i>Sapium laurifolium</i> (A.Rich.) Griseb.	Lechoso	6	15	21
		<i>Sapium marmieri</i> Huber	Caucho	28	19	47
	<i>Senefeldera</i>	<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	Huesito	1	7	8
	<i>Tetrorchidium</i>	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	Hojarasco	2		2
Hypericaceae	<i>Vismia</i>	<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	Manchador	23	37	60
		<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	Lacre	471	309	780
		<i>Vismia</i> sp.	Lacre karate	30	20	50
		<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	Lacre		1	1
		<i>Vismia macrophylla</i> Kunth	Punta de lanza	28	72	100
Lacistemataceae	<i>Lacistema</i>	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby	Laurel rosado	111	36	147
Lamiaceae	<i>Aegiphila</i>	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B.D.Jacks.	Tabaquillo	4	1	5
	<i>Hyptis</i>	<i>Hyptis</i> sp.	Hyptis		1	1
	<i>Vitex</i>	<i>Vitex orinocensis</i> Kunth	Nocuito	1		1
Lauraceae	<i>Aniba</i>	<i>Aniba cf. perutilis</i> Hemsl.	Comino	1	2	3
		<i>Aniba hostmanniana</i> (Nees) Mez	Chicharro	2		2
		<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	Laurel oloroso	16	3	19
		<i>Aniba perutilis</i> Hemsl.	Comino	3	3	6
	<i>Endlicheria</i>	<i>Endlicheria aff. verticillata</i> Mez	Laurel baboso	2	2	4
		<i>Endlicheria</i> sp.	Laurel amarillo	8	1	9
	<i>Nectandra</i>	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.	Laurel	10	12	22
		<i>Nectandra hihua</i> (Ruiz & Pav.) Rohwer	Aguacatillo	13		13
		<i>Nectandra reticulata</i> Mez	Laurel	1	1	2
	<i>Ocotea</i>	<i>Ocotea cernua</i> (Nees) Mez	Laurel		1	1
		<i>Ocotea cf. guianensis</i> Aubl.	Laurel	1	1	2
		<i>Ocotea floribunda</i> (Sw.) Mez	Laurel	3	2	5
		<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	Amarillo	6		6
		<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Amarillo	42	23	65
	<i>Persea</i>	<i>Persea aff. cuneata</i> Meisn.	Curapo	3		3
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i>	<i>Eschweilera bracteosa</i> (Poepp. ex O.Berg)	Copo	1		1
	<i>Gustavia</i>	<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.) Sm	Mortecino	8	1	9
		<i>Gustavia poeppigiana</i> O.Berg	Mortecino	4	1	5
Leguminosae	<i>Albizia</i>	<i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Dugand.	Iguá	2	1	3
		<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	Samán / Campano		1	1
	<i>Andira</i>	<i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Pulle	Alma negra		1	1
	<i>Apuleia</i>	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Guacamayo	8	3	11
	<i>Brownea</i>	<i>Brownea ariza</i> Benth.	Palocruz	1		1
		<i>Brownea enricii</i> Quinones	Palocruz	1		1
	<i>Coursetia</i>	<i>Coursetia ferruginea</i> (Kunth) Lavin	Sietecueros	1		1
	<i>Dialium</i>	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Trestablas	1	3	4
	<i>Diploptropis</i>	<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amshoff	Diploptropis		1	1
	<i>Enterolobium</i>	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.)	Dormidero	12	2	14
	<i>Erythrina</i>	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F.Cook	Cámbulo		1	1
	<i>Gliricidia</i>	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	Matarratón	3	8	11
	<i>Hymenaea</i>	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Algarrobo	2	1	3
		<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	Brasil	9	5	14

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° BRIN.	N° LAT.	TOTAL
	<i>Inga</i>	<i>Inga</i> aff. <i>pezizifera</i> Benth.	Guamo blanco	12	1	13
		<i>Inga capitata</i> Desv.	Guamo	14	3	17
		<i>Inga</i> cf. <i>punctata</i> Willd.	Guamo	3		3
		<i>Inga cinnamomea</i> Benth.	Guamo	2	2	4
		<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	Guamo e loro	9	1	10
		<i>Inga edulis</i> Mart.	Guamo bejuco	15	7	22
		<i>Inga sapindoides</i> Willd.	Guamo blanco	1	3	4
		<i>Inga</i> sp.	Guamo	40	36	76
		<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd.	Guamo	1		1
		<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Guamo		3	3
		<i>Inga umbellifera</i> (Vahl) DC.	Guamo churco	36	4	40
		<i>Inga vera</i> Willd.	Guamo	1		1
		<i>Inga punctata</i> Willd.	Guamo negro	19	5	24
	<i>Machaerium</i>	<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	Fierrito	2	4	6
	<i>Macrobium</i>	<i>Macrobium colombianum</i> (Britton &	Encenillo	4		4
	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa trianae</i> Benth.	Yopo	5	27	32
	<i>Ormosia</i>	<i>Ormosia macrocalyx</i> Ducke	Chocho		1	1
		<i>Ormosia</i> sp.	Pionío	2	3	5
	<i>Pterocarpus</i>	<i>Pterocarpus amazonum</i> (Benth.) Amshoff	Tablón sangro	3	1	4
	<i>Senna</i>	<i>Senna bacillaris</i> (L.f.) H.S.Irwin &	Alcaparro	2	2	4
		<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin &	Cañafisto	3	1	4
		<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S.Irwin &	Martín galvis	1	1	2
	<i>Stryphnodendron</i>	<i>Stryphnodendron microstachyum</i> Poepp.	Caracaro		1	1
	<i>Swartzia</i>	<i>Swartzia</i> cf. <i>arborescens</i> (Aubl.) Pittier	Frijolillo		1	1
		<i>Swartzia</i> sp.	Habichuelo	12	2	14
		<i>Swartzia trianae</i> Benth.	Palo Brasil		1	1
		<i>Swartzia pittieri</i> Schery	Sangretoro	5	2	7
	<i>Zygia</i>	<i>Zygia cataractae</i> (Kunth) L.Rico	Cimbrapotro	3	3	6
Loganiaceae	<i>Strychnos</i>	<i>Strychnos panurensis</i> Sprague &	Tunillo	7	3	10
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>Byrsonima spicata</i> (Cav.) Rich. ex Kunth	Peralejo	4	1	5
Malvaceae	<i>Apeiba</i>	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.	Peinemono	1	2	3
	<i>Ceiba</i>	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	2		2
	<i>Guazuma</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásimo	4	1	5
	<i>Heliocarpus</i>	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Balso blanco		2	2
	<i>Herrania</i>	<i>Herrania</i> cf. <i>nitida</i> (Poepp.) R.E.Schult.	Cacaíto de	1	1	2
	<i>Matisia</i>	<i>Matisia glandifera</i> Planch. & Triana	Zapote /	6	3	9
	<i>Ochroma</i>	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Balso	1	3	4
	<i>Peltaea</i>	<i>Peltaea speciosa</i> (Kunth) Standl.	Baboso	5	1	6
	<i>Theobroma</i>	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Cacao	5	4	9
	<i>Waltheria</i>	<i>Waltheria glomerata</i> C.Presl	Lavaplatos	31	32	63
Marantaceae	<i>Calathea</i>	<i>Calathea inocephala</i> (Kuntze) T.Durand	Bijao	18		18
Melastomatace	<i>Bellucia</i>	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Nispero	37	23	60
	<i>Clidemia</i>	<i>Clidemia sericea</i> D. Don	Moradillo	39		39
	<i>Henriettea</i>	<i>Henriettea goudotiana</i> (Naudin) Penneys,	Tuno amarillo	2	3	5
	<i>Henriettella</i>	<i>Henriettella fascicularis</i> (Sw.) C. Wright	Tuno amarillo	31	56	87
	<i>Loreya</i>	<i>Loreya strigosa</i> Gleason	Nispero	15	1	16
	<i>Miconia</i>	<i>Miconia acinodendron</i> (L.) Sweet	Miconía		2	2
		<i>Miconia</i> aff. <i>pteroaulon</i> Triana	Sietecueros	18	18	36
		<i>Miconia affinis</i> DC.	Tuno rojo	15	21	36
		<i>Miconia dolichorrhyncha</i> Naudin	Tuno	83	42	125
		<i>Miconia elata</i> (Sw.) DC.	Tuno negro	7	10	17
		<i>Miconia laurina</i> (D. Don) Naudin	Tuno /	50	31	81
		<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Tuno blanco	125	70	195
		<i>Miconia multispicata</i> Naudin	Tuno negro	55	39	94
		<i>Miconia pulvinata</i> Gleason	Tuno mono	6	2	8
		<i>Miconia serrulata</i> (DC.) Naudin	Tuno negro	4	5	9
		<i>Miconia splendens</i> (Sw.) Griseb.	Tuno	7	6	13
		<i>Miconia trinervia</i> (Sw.) D. Don ex	Tuno blanco	121	145	266
	<i>Tococa</i>	<i>Tococa guianensis</i> Aubl.	Tuno	60	15	75

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° BRIN.	N° LAT.	TOTAL	
Meliaceae	<i>Cedrela</i>	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	13	3	16	
	<i>Guarea</i>	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Palotigre /	60	25	85	
	<i>Trichilia</i>	<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	Cedrillo		1	1	
		<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Caico		5	5	10
		<i>Trichilia</i> sp.	Cedrillo		3	2	5
Moraceae	<i>Batocarpus</i>	<i>Batocarpus orinocensis</i> H.Karst.	Batocarpus	1		1	
	<i>Brosimum</i>	<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg	Lechero	1		1	
	<i>Clarisia</i>	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	Oquendo	1	1	2	
	<i>Ficus</i>	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Higuerón		1	3	4
		<i>Ficus</i> sp.	Matapalo		58	9	67
	<i>Helicostylis</i>	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.)	Lecheperra		1	1	
	<i>Maquira</i>	<i>Maquira guianensis</i> Aubl.	Caucho		1	1	
	<i>Perebea</i>	<i>Perebea mollis</i> (Poepp. & Endl.) Huber	Caucho negro	26	10	36	
	<i>Poulsenia</i>	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	Algodoncillo	5	1	6	
	<i>Pseudolmedia</i>	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.)	Leche chiva	8	10	18	
	<i>Sorocea</i>	<i>Sorocea muriculata</i> Miq.	Lechoso	1	1	2	
	Muntingiaceae	<i>Muntingia</i>	<i>Muntingia calabura</i> L.	Chirriador	5	2	7
	Myristicaceae	<i>Iryanthera</i>	<i>Iryanthera cf. juruensis</i> Warb.	Sangretoro	3	4	7
<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.			Mamito	3	3	6	
<i>Virola</i>		<i>Virola carinata</i> (Spruce ex Benth.) Warb	Carnevaca	1	1	2	
		<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Carnevaca	25	4	29	
		<i>Virola peruviana</i> (A. DC.) Warb.	Carnevaca	14	8	22	
		<i>Virola sebifera</i> Aubl.	Carnevaca	1		1	
Myrtaceae	<i>Calyptanthes</i>	<i>Calyptanthes</i> sp.	Arrayán	1		1	
	<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Arrayán rojo	4	4	8	
		<i>Eugenia florida</i> DC.	Arrayán blanco	1	1	2	
		<i>Eugenia</i> sp. 1	Arrayán	1	1	2	
		<i>Eugenia</i> sp. 2	Arrayán	1		1	
		<i>Eugenia variareolata</i> McVaugh	Arrayán	2	1	3	
	<i>Myrcia</i>	<i>Myrcia cf. aliena</i> McVaugh	Peruano	94	15	109	
		<i>Myrcia paivae</i> O.Berg	Arrayán	145	69	214	
		<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Arrayán rojo	19	15	34	
	<i>Myrciaria</i>	<i>Myrciaria</i> sp.	Guayabete	6	3	9	
	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guineense</i> Sw.	Guayabo	10	10	20	
Nyctaginaceae	<i>Neea</i>	<i>Neea amplifolia</i> Donn. Sm.	Neea		2	2	
		<i>Neea cf. spruceana</i> Heimerl	Neea	4	3	7	
Ochnaceae	<i>Ouratea</i>	<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	Lengua de	4		4	
		<i>Ouratea cf. polyantha</i> (Triana & Planch.)	Coralito	1		1	
	<i>Quiina</i>	<i>Quiina macrophylla</i> Tul.	Aji de monte	3		3	
Oleaceae	<i>Chionanthus</i>	<i>Chionanthus compactus</i> Sw.	Chionanthus	1		1	
Peraceae	<i>Pera</i>	<i>Pera arborea</i> Mutis	Gallinazo		2	2	
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma</i>	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	Chaparro montañero		1	1	
		<i>Hieronyma oblonga</i> (Tul.) Müll.Arg.	Candelo	4	5	9	
	<i>Phyllanthus</i>	<i>Phyllanthus attenuatus</i> Miq.	Totumito	4	3	7	
		<i>Phyllanthus</i> sp.	Barbasquillo		10	10	
Piperaceae	<i>Piper</i>	<i>Piper aduncum</i> L.	Cordoncillo blanco		2	2	
		<i>Piper arboreum</i> Aubl.	Cordoncillo	142	19	161	
		<i>Piper peltatum</i> L.	Cordoncillo	17	8	25	
Poaceae	<i>Bambusa</i>	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad.	Bambú	9		9	
	<i>Guadua</i>	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Guadua	20	5	25	
Polygonaceae	<i>Coccoloba</i>	<i>Coccoloba caracasana</i> Meisn.	Hojarasco	10	8	18	
		<i>Coccoloba coronata</i> Jacq.	Uvero	98	2	100	
	<i>Triplaris</i>	<i>Triplaris americana</i> L.	Varasanta	44	18	62	
Primulaceae	<i>Myrsine</i>	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. &	Cucharo		1	1	
		<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Cucharo	27	24	51	
	<i>Stylogyne</i>	<i>Stylogyne ardisioides</i> (Kunth) Mez	Mortiño	113	9	122	
Rubiaceae	<i>Alibertia</i>	<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich. ex DC.	Perita	21	2	23	
	<i>Alseis</i>	<i>Alseis cf. floribunda</i> Schott	Guayabito	5	6	11	
	<i>Bertiera</i>	<i>Bertiera guianensis</i> Aubl.	Cafecillo	32	2	34	

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° BRIN.	N° LAT.	TOTAL
	<i>Chimarrhis</i>	<i>Chimarrhis</i> cf. <i>turbinata</i> DC.	Chimarris		1	1
	<i>Ciliosemina</i>	<i>Ciliosemina pedunculata</i> (H.Karst.)	Quina blanca	2	5	7
	<i>Coffea</i>	<i>Coffea arabica</i> L.	Café	1	2	3
	<i>Duroia</i>	<i>Duroia hirsuta</i> (Poepp.) K.Schum.	Turmaemico	30	8	38
	<i>Genipa</i>	<i>Genipa americana</i> L.	Caruto / Jagua	4	1	5
	<i>Isertia</i>	<i>Isertia laevis</i> (Triana) Boom	Quino	51	5	56
	<i>Ladenbergia</i>	<i>Ladenbergia</i> sp.	Cafeto blanco		3	3
		<i>Ladenbergia lambertiana</i> (A.Br. ex Mart.)	Cascarillo	24	6	30
	<i>Palicourea</i>	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	Palicourea		1	1
		<i>Palicourea</i> sp.	Cafeto	2		2
	<i>Posoqueria</i>	<i>Posoqueria</i> cf. <i>latifolia</i> (Rudge) Schult.	Azuceno		1	1
	<i>Psychotria</i>	<i>Psychotria</i> cf. <i>panamensis</i> Standl.	Psychotria	1		1
		<i>Psychotria limonensis</i> K.Krause	Ajillo		1	1
		<i>Psychotria anceps</i> Kunth	Cafecillo	17	2	19
	<i>Rudgea</i>	<i>Rudgea</i> cf. <i>colombiana</i> Standl.	Rudgea	5		5
		<i>Rudgea crassiloba</i> (Benth.) B.L.Rob.	Casposo	34	3	37
	<i>Schizocalyx</i>	<i>Schizocalyx bracteosa</i> Wedd.	Mermelada	23	9	32
	<i>Simira</i>	<i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex	Brasil		1	1
		<i>Simira</i> sp.	Cafeto	9	3	12
	<i>Warszewiczia</i>	<i>Warszewiczia coccinea</i> (Vahl) Klotzsch	San Juanito	25	9	34
	<i>Wittmackanthus</i>	<i>Wittmackanthus stanleyanus</i> (M.R.Schomb	Huesito	34	23	57
Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus</i> × <i>aurantium</i> L.	Naranjo		1	1
Salicaceae	<i>Banara</i>	<i>Banara guianensis</i> Aubl.	Varablanca		1	1
	<i>Casearia</i>	<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	Brilloso		2	2
		<i>Casearia javitensis</i> Kunth	Casearia	1	1	2
		<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Manzano /	1	1	2
		<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.	Varablanca	12	5	17
		<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	Clavito	7	2	9
Sapindaceae	<i>Cupania</i>	<i>Cupania cinerea</i> Poepp.	Guacharaco	18	6	24
		<i>Cupania scrobiculata</i> Rich	Mestizo	6		6
	<i>Matayba</i>	<i>Matayba arborescens</i> (Aubl.) Radlk.	Cuadrado	2	1	3
		<i>Matayba purgans</i> (Poepp.) Radlk.	Matayba	1	1	2
	<i>Melicoccus</i>	<i>Melicoccus novogranatensis</i> Acev.-Rodr.	Mestizo		1	1
	<i>Paullinia</i>	<i>Paullinia pterophylla</i> Triana & Planch.	Yoco	4		4
	<i>Talisia</i>	<i>Talisia</i> sp.	Partemachete		4	4
		<i>Talisia</i> cf. <i>douradensis</i> Acev.-Rodr.	Arenillo		1	1
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i>	<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	Caimito	4	3	7
	<i>Pouteria</i>	<i>Pouteria baehniiana</i> Monach.	Caimo	14	3	17
		<i>Pouteria</i> sp.	Caimo	2	2	4
Simaroubaceae	<i>Simarouba</i>	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Machaco	2	1	3
Siparunaceae	<i>Siparuna</i>	<i>Siparuna cervicornis</i> Perkins	Limoncillo	2		2
		<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Romadizo	144	66	210
Solanaceae	<i>Cestrum</i>	<i>Cestrum alternifolium</i> (Jacq.) O.E.Schulz	Pepa culebra		1	1
		<i>Cestrum coriaceum</i> Miers	Tinto	5	1	6
	<i>Solanum</i>	<i>Solanum bicolor</i> Willd. ex Roem. &	Cucubo	5	4	9
Strelitziaceae	<i>Phenakospermum</i>	<i>Phenakospermum guyanense</i> (A.Rich.)	Tarriago	2	14	16
Ulmaceae	<i>Ampelocera</i>	<i>Ampelocera edentula</i> Kuhl.	Yayo	1		1
Urticaceae	<i>Cecropia</i>	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.	Guarumo		4	4
		<i>Cecropia sararensis</i> Cuatrec.	Yarumo blanco	11	13	24
		<i>Cecropia</i> sp.	Yarumo	10	2	12
	<i>Pourouma</i>	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	Caimarón	7		7
		<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Caimarón	23	8	31
		<i>Pourouma</i> cf. <i>guianensis</i> Aubl.	Caimarón de monte		1	1
		<i>Pourouma minor</i> Benoist	Cirpo	2		2
	<i>Urera</i>	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex	Ortigo	30	9	39
Violaceae	<i>Hybanthus</i>	<i>Hybanthus prunifolius</i> (Humb. & Bonpl.	Escobo	2	3	5
Vochysiaceae	<i>Vochysia</i>	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	Botagajo	3	10	13
		<i>Vochysia lehmannii</i> Hieron.	Saladillo	22	79	101
Total general				4500	2426	6926

Anexo 20. Dinámica sucesional en bosques naturales

ESPECIE	BRINZAL	LATIZAL	AR%	FR%	CT%	RN%
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Alchornea integrifolia</i> Pax & K.Hoffm.	X		0,14	0,13	0,16	0,15
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	X		0,24	0,38	0,25	0,29
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich. ex DC.	X	X	1,11	0,38	1,24	0,91
<i>Alseis</i> cf. <i>floribunda</i> Schott	X	X	0,43	0,38	0,43	0,42
<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprague & Sandwith	X	X	0,34	0,51	0,36	0,40
<i>Aniba</i> cf. <i>perutilis</i> Hemsl.	X	X	0,14	0,25	0,16	0,19
<i>Aniba hostmanniana</i> (Nees) Mez		X	0,10	0,13	0,11	0,11
<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	X	X	0,24	0,38	0,25	0,29
<i>Aniba perutilis</i> Hemsl.		X	0,29	0,25	0,33	0,29
<i>Annona</i> cf. <i>symphyocarpa</i> Sandwith	X	X	0,14	0,38	0,16	0,23
<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	X	X	0,10	0,13	0,11	0,11
<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.	X	X	0,10	0,25	0,11	0,15
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.		X	0,48	0,51	0,46	0,48
<i>Aspidosperma</i> cf. <i>desmanthum</i> Benth. ex Müll.Arg.	X	X	0,10	0,13	0,10	0,11
<i>Aspidosperma excelsum</i> Benth.	X	X	0,14	0,25	0,16	0,19
<i>Astrocaryum chambira</i> Burret	X	X	0,10	0,25	0,09	0,15
<i>Attalea insignis</i> (Mart.) Drude	X	X	0,14	0,25	0,15	0,18
<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	X	X	2,45	1,27	2,34	2,02
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad.	X		0,43	0,25	0,39	0,36
<i>Batocarpus orinocensis</i> H.Karst.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	X	X	0,72	0,64	0,64	0,67
<i>Brownea ariza</i> Benth.	X		0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Brownea enricii</i> Quinones	X	X	0,05	0,13	0,04	0,07
<i>Calathea inocephala</i> (Kuntze) T.Durand & B.D.Jacks.		X	0,77	0,13	0,80	0,57
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	X	X	3,75	0,64	3,47	2,62
<i>Calypttranthes</i> sp.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Capparidastrum sola</i> (J.F.Macbr.) Cornejo & Iltis		X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Caryodendron orinocense</i> H.Karst.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	X		0,10	0,25	0,11	0,15
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	X		0,10	0,25	0,11	0,15
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		X	0,10	0,25	0,11	0,15
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Cecropia</i> sp.	X	X	0,29	0,38	0,33	0,33
<i>Chimarrhis</i> cf. <i>turbinata</i> DC.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Chionanthus compactus</i> Sw.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Chrysochlamys dependens</i> Planch. & Triana	X	X	0,24	0,38	0,24	0,29
<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	X	X	0,14	0,38	0,16	0,23
<i>Ciliosemia pedunculata</i> (H.Karst.) Antonelli		X	0,34	0,38	0,37	0,36
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.		X	0,10	0,25	0,10	0,15
<i>Clusia insignis</i> Mart.	X	X	0,10	0,25	0,10	0,15
<i>Clusia cruciata</i> Cuatrec.	X	X	0,10	0,13	0,11	0,11
<i>Coccoloba caracasana</i> Meisn.	X	X	0,87	0,51	0,87	0,75
<i>Cochlospermum orinocense</i> (Kunth) Steud.	X	X	0,10	0,13	0,11	0,11
<i>Coffea arabica</i> L.	X	X	0,10	0,25	0,10	0,15
<i>Conceveiba rhytidocarpa</i> Müll.Arg.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	X	X	0,24	0,51	0,27	0,34
<i>Costus lasius</i> Loes.	X		0,19	0,13	0,22	0,18
<i>Coursetia ferruginea</i> (Kunth) Lavin	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Crepidospermum goudotianum</i> (Tul.) Triana & Planch.	X		0,14	0,25	0,06	0,15
<i>Croton lechleri</i> Müll.Arg.	X	X	0,10	0,25	0,11	0,15
<i>Cupania cinerea</i> Poepp.	X	X	0,34	0,38	0,11	0,28
<i>Cupania scrobiculata</i> Rich	X		0,05	0,13	0,00	0,06
<i>Curatella americana</i> L.	X		0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Cyathea andina</i> (H. Karst.) Domin	X	X	1,01	0,51	1,13	0,88
<i>Dacryodes nitens</i> Cuatrec.	X	X	0,19	0,25	0,22	0,22
<i>Davilla nitida</i> (Vahl) Kubitzki	X		0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	X	X	0,05	0,13	0,00	0,06
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	X		0,14	0,25	0,16	0,19
<i>Diospyros sericea</i> A.DC.		X	0,34	0,51	0,31	0,39
<i>Diploporis purpurea</i> (Rich.) Amshoff	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08

ESPECIE	BRINZAL	LATIZAL	AR%	FR%	CT%	RN%
<i>Duroia hirsuta</i> (Poepp.) K.Schum.	X	X	1,68	1,27	1,80	1,59
<i>Endlicheria</i> aff. <i>verticillata</i> Mez		X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Endlicheria</i> sp.	X	X	0,10	0,25	0,10	0,15
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	X		0,29	0,38	0,27	0,31
<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F.Cook	X		0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A.St.-Hil.	X		0,38	0,25	0,42	0,35
<i>Erythroxylum macrophyllum</i> Cav.	X	X	0,87	0,51	0,88	0,75
<i>Eschweilera bracteosa</i> (Poepp. ex O.Berg) Miers	X		0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Eugenia florida</i> DC.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Eugenia</i> sp. 1	X	X	0,10	0,13	0,11	0,11
<i>Eugenia</i> sp. 2	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Eugenia variareolata</i> McVaugh	X	X	0,14	0,13	0,14	0,14
<i>Euterpe precatória</i> Mart.	X		1,63	1,15	1,53	1,44
<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel		X	0,14	0,38	0,14	0,22
<i>Genipa americana</i> L.	X	X	0,24	0,25	0,23	0,24
<i>Geonoma deversa</i> (Poit.) Kunth	X	X	0,05	0,13	0,04	0,07
<i>Geonoma interrupta</i> (Ruiz & Pav.) Mart.	X	X	0,14	0,25	0,14	0,18
<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke		X	0,19	0,13	0,17	0,16
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	X	X	0,96	0,13	0,87	0,65
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer		X	1,15	1,65	1,23	1,35
<i>Gutterria cargadero</i> Triana & Planch.	X	X	0,38	0,64	0,35	0,46
<i>Gutterria</i> cf. <i>punctata</i> (Aubl.) R.A.Howard	X	X	0,10	0,13	0,11	0,11
<i>Gutterria recurvisepala</i> R.E.Fr.		X	0,58	0,51	0,61	0,57
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	X	X	0,19	0,25	0,22	0,22
<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.) Sm	X	X	0,24	0,25	0,27	0,26
<i>Gustavia poeppigiana</i> O.Berg	X	X	0,24	0,25	0,24	0,24
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose	X	X	0,24	0,25	0,23	0,24
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) J.F.Macbr.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Henriettea goudotiana</i> (Naudin) Penneys, F.A. Michelangeli, Judd & Almeda	X	X	0,24	0,25	0,27	0,26
<i>Herrania</i> cf. <i>nitida</i> (Poepp.) R.E.Schult.	X	X	0,05	0,13	0,04	0,07
<i>Hieronyma oblonga</i> (Tul.) Müll.Arg.	X	X	0,43	0,51	0,43	0,46
<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson		X	0,82	1,27	0,69	0,93
<i>Hirtella americana</i> L.	X	X	0,48	0,51	0,46	0,48
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	X	X	0,14	0,13	0,15	0,14
<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber		X	0,63	0,38	0,67	0,56
<i>Inga capitata</i> Desv.	X		0,82	1,15	0,74	0,90
<i>Inga cinnamomea</i> Benth.	X		0,10	0,13	0,10	0,11
<i>Inga sapindoides</i> Willd.	X		0,14	0,38	0,15	0,23
<i>Inga</i> sp.		X	1,15	1,65	1,14	1,32
<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd.	X	X	0,05	0,13	0,04	0,07
<i>Inga umbellifera</i> (Vahl) DC.	X	X	1,92	0,89	1,80	1,54
<i>Inga vera</i> Willd.		X	0,05	0,13	0,04	0,07
<i>Inga punctata</i> Willd.	X	X	0,96	1,02	0,94	0,97
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	X	X	1,11	0,76	1,05	0,97
<i>Iryanthera</i> cf. <i>juruenis</i> Warb.	X	X	0,34	0,38	0,36	0,36
<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.		X	0,29	0,51	0,30	0,37
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	X	X	0,19	0,38	0,20	0,26
<i>Jacaranda obtusifolia</i> Bonpl.		X	0,14	0,25	0,16	0,19
<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby	X		0,19	0,51	0,18	0,30
<i>Ladenbergia</i> sp.	X	X	0,14	0,13	0,16	0,15
<i>Ladenbergia lambertiana</i> (A.Br. ex Mart.) Klotzsch		X	1,39	0,25	1,42	1,02
<i>Licania apetala</i> (E.Mey.) Fritsch	X	X	0,05	0,13	0,04	0,07
<i>Licania</i> cf. <i>latifolia</i> Benth. ex Hook.f.	X		0,43	0,25	0,46	0,38
<i>Licania hypoleuca</i> Benth.	X		0,10	0,25	0,09	0,15
<i>Lindackeria paludosa</i> (Benth.) Gilg		X	0,24	0,38	0,27	0,30
<i>Loreya strigosa</i> Gleason	X	X	0,67	0,25	0,62	0,52
<i>Mabea nitida</i> Spruce ex Benth.	X	X	0,10	0,13	0,11	0,11
<i>Mabea piriri</i> Aubl.		X	0,10	0,25	0,11	0,15
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	X		0,24	0,38	0,27	0,30
<i>Macrolobium colombianum</i> (Britton & Killip) Uribe	X		0,19	0,13	0,17	0,16
<i>Maquira guianensis</i> Aubl.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Matayba arborescens</i> (Aubl.) Radlk.	X	X	0,14	0,25	0,16	0,19
<i>Matisia glandifera</i> Planch. & Triana	X	X	0,43	0,89	0,48	0,60

ESPECIE	BRINZAL	LATIZAL	AR%	FR%	CT%	RN%
<i>Melicoccus novogranatensis</i> Acev.-Rodr.	X		0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Miconia acinodendron</i> (L.) Sweet	X		0,10	0,25	0,11	0,15
<i>Miconia</i> aff. <i>pteroaulon</i> Triana	X		0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Miconia affinis</i> DC.	X	X	0,43	0,38	0,46	0,42
<i>Miconia dolichorrhyncha</i> Naudin	X	X	0,24	0,38	0,27	0,30
<i>Miconia elata</i> (Sw.) DC.	X		0,34	0,51	0,36	0,40
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	X	X	4,09	2,80	4,08	3,66
<i>Miconia multispicata</i> Naudin	X		0,82	1,27	0,70	0,93
<i>Miconia pulvinata</i> Gleason		X	0,10	0,25	0,11	0,15
<i>Miconia serrulata</i> (DC.) Naudin	X	X	0,43	0,89	0,46	0,59
<i>Miconia splendens</i> (Sw.) Griseb.	X	X	0,63	0,25	0,65	0,51
<i>Mimosa trianae</i> Benth.	X	X	0,10	0,25	0,11	0,15
<i>Muntingia calabura</i> L.	X	X	0,24	0,51	0,24	0,33
<i>Myrcia</i> cf. <i>aliena</i> McVaugh	X	X	0,29	0,25	0,32	0,29
<i>Myrcia paivae</i> O.Berg		X	6,82	4,20	7,05	6,02
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.		X	0,87	0,89	0,76	0,84
<i>Myrciaria</i> sp.	X		0,38	0,25	0,42	0,35
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.		X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	X		0,34	0,51	0,31	0,39
<i>Nectandra hihua</i> (Ruiz & Pav.) Rohwer	X		0,63	0,51	0,66	0,60
<i>Nectandra reticulata</i> Mez		X	0,10	0,13	0,10	0,11
<i>Neea</i> cf. <i>spruceana</i> Heimerl		X	0,29	0,25	0,28	0,28
<i>Ocotea</i> cf. <i>guianensis</i> Aubl.	X	X	0,10	0,13	0,11	0,11
<i>Ocotea floribunda</i> (Sw.) Mez	X		0,05	0,13	0,04	0,07
<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	X	X	0,29	0,13	0,29	0,24
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	X		1,92	2,16	2,04	2,04
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.		X	0,05	0,13	0,04	0,07
<i>Oenocarpus minor</i> Mart.		X	0,53	0,38	0,52	0,48
<i>Ouratea</i> cf. <i>polyantha</i> (Triana & Planch.) Engl.		X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Palicourea</i> sp.		X	0,10	0,13	0,11	0,11
<i>Paullinia pterophylla</i> Triana & Planch.	X	X	0,19	0,13	0,17	0,16
<i>Pera arborea</i> Mutis	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Perebea mollis</i> (Poepp. & Endl.) Huber	X	X	0,38	0,25	0,35	0,33
<i>Persea</i> aff. <i>cuneata</i> Meisn.	X		0,10	0,13	0,09	0,10
<i>Phenakospermum guyanense</i> (A.Rich.) Endl. ex Miq.		X	0,58	0,51	0,65	0,58
<i>Phyllanthus attenuatus</i> Miq.	X		0,10	0,25	0,10	0,15
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	X	X	0,05	0,13	0,04	0,07
<i>Piper peltatum</i> L.	X		1,20	1,53	0,94	1,22
<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	X	X	0,29	0,25	0,30	0,28
<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	X		0,29	0,25	0,27	0,27
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	X		1,49	1,27	1,45	1,41
<i>Pourouma minor</i> Benoist		X	0,10	0,25	0,11	0,15
<i>Pouteria baehiana</i> Monach.		X	0,72	0,89	0,66	0,76
<i>Pouteria</i> sp.	X		0,14	0,25	0,15	0,18
<i>Protium calanense</i> Cuatrec.	X		0,19	0,51	0,21	0,30
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	X	X	2,40	2,55	2,19	2,38
<i>Protium sagotianum</i> Marchand	X		0,24	0,51	0,27	0,34
<i>Protium glabrescens</i> Swart	X	X	0,38	0,89	0,42	0,57
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr.	X	X	0,72	1,27	0,77	0,92
<i>Psychotria</i> cf. <i>panamensis</i> Standl.		X	0,05	0,13	0,04	0,07
<i>Psychotria limonensis</i> K.Krause	X		0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Psychotria anceps</i> Kunth	X	X	0,77	0,25	0,05	0,36
<i>Pterocarpus amazonum</i> (Benth.) Amshoff	X	X	0,19	0,51	0,21	0,30
<i>Quiina macrophylla</i> Tul.	X	X	0,10	0,13	0,09	0,10
<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill.	X		0,24	0,25	0,24	0,24
<i>Rollinia edulis</i> Planch. & Triana		X	0,87	1,02	0,91	0,93
<i>Rourea glabra</i> Kunth	X		0,24	0,13	0,27	0,21
<i>Rudgea crassiloba</i> (Benth.) B.L.Rob.		X	1,25	0,38	1,41	1,02
<i>Salacia</i> cf. <i>gigantea</i> Loes.		X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong		X	0,14	0,38	0,16	0,23
<i>Sapium jenmannii</i> Hemsl.	X		0,29	0,38	0,28	0,32
<i>Sapium laurifolium</i> (A.Rich.) Griseb.		X	0,38	0,64	0,41	0,48
<i>Sapium marmieri</i> Huber		X	0,24	0,25	0,24	0,24

ESPECIE	BRINZAL	LATIZAL	AR%	FR%	CT%	RN%
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerem. & Frodin		X	0,82	1,27	0,76	0,95
<i>Schizocalyx bracteosa</i> Wedd.		X	1,54	0,51	1,53	1,19
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat		X	0,38	0,25	0,42	0,35
<i>Senna bacillaris</i> (L.f.) H.S.Irwin & Barneby	X		0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex Steyerem.	X		0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Simira</i> sp.	X		0,53	0,38	0,51	0,47
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.		X	1,35	1,27	1,27	1,30
<i>Sloanea</i> cf. <i>laxiflora</i> Spruce ex Benth.	X	X	0,10	0,13	0,11	0,11
<i>Sloanea</i> cf. <i>terniflora</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Standl.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.		X	1,49	0,76	1,45	1,24
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	X	X	2,07	2,16	2,06	2,10
<i>Sorocea muriculata</i> Miq.	X		0,10	0,25	0,10	0,15
<i>Stemmadenia grandiflora</i> (Jacq.) Miers	X	X	0,05	0,13	0,04	0,07
<i>Stryphnodendron microstachyum</i> Poepp.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Stylogyne ardisioides</i> (Kunth) Mez	X	X	0,77	0,76	0,77	0,77
<i>Swartzia</i> cf. <i>arborescens</i> (Aubl.) Pittier		X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Swartzia</i> sp.	X	X	0,67	0,38	0,76	0,61
<i>Swartzia trianae</i> Benth.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Swartzia pittieri</i> Schery	X	X	0,34	0,25	0,35	0,31
<i>Tabernaemontana sananho</i> Ruiz & Pav.	X		0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Talisia</i> sp.	X	X	0,19	0,13	0,22	0,18
<i>Talisia</i> cf. <i>douradensis</i> Acev.-Rodr.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	X	X	0,24	0,51	0,27	0,34
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	X	X	0,53	0,64	0,58	0,58
<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	X	X	0,43	0,51	0,46	0,47
<i>Tococa guianensis</i> Aubl.	X	X	0,58	0,76	0,59	0,64
<i>Tovomita</i> cf. <i>umbellata</i> Benth.	X	X	0,96	1,02	1,04	1,01
<i>Trattinnickia</i> cf. <i>lancifolia</i> (Cuatrec.) D.C. Daly	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	X	X	0,77	1,02	0,74	0,84
<i>Trichanthera gigantea</i> (Humb. & Bonpl.) Nees	X	X	0,05	0,13	0,04	0,07
<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Trichilia</i> sp.	X	X	0,19	0,13	0,20	0,17
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	X	X	0,19	0,25	0,22	0,22
<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.		X	0,48	0,76	0,47	0,57
<i>Virola peruviana</i> (A. DC.) Warb.	X		1,06	1,53	1,10	1,23
<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.		X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.		X	0,38	0,76	0,33	0,49
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana		X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Vismia macrophylla</i> Kunth		X	0,19	0,13	0,22	0,18
<i>Vitex orinocensis</i> Kunth	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	X	X	0,19	0,25	0,22	0,22
<i>Vochysia lehmannii</i> Hieron.	X		0,19	0,13	0,22	0,18
<i>Warszewiczia coccinea</i> (Vahl) Klotzsch	X	X	0,29	0,38	0,33	0,33
<i>Wittmackanthus stanleyanus</i> (M.R.Schomb.) Kuntze	X	X	2,74	1,78	2,89	2,47
<i>Xylopia</i> aff. <i>emarginata</i> Mart.	X	X	0,05	0,13	0,05	0,08
<i>Xylopia amazonica</i> R.E.Fr		X	0,82	0,89	0,91	0,87
<i>Zygia cataractae</i> (Kunth) L.Rico	X		0,29	0,51	0,29	0,36
TOTAL	180	180	100,00	100,00	100,00	100,00

AR = Abundancia relativa; FR = Frecuencia relativa; CT = Categoría de crecimiento relativa; RN =Regeneración natural relativa

Anexo 21. Dinámica sucesional en vegetación secundaria

ESPECIE	BRINZAL	LATIZAL	AR%	FR%	CT%	RN%
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.		X	0,54	0,74	0,32	0,53
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B.D.Jacks.		X	0,1	0,49	0,08	0,23
<i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Dugand.		X	0,06	0,37	0,06	0,16
<i>Alchornea discolor</i> Poepp.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.		X	0,19	0,37	0,22	0,26
<i>Alchornea latifolia</i> Sw.		X	0,04	0,12	0,05	0,07
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.		X	0,35	1,23	0,43	0,67

ESPECIE	BRINZAL	LATIZAL	AR%	FR%	CT%	RN%
<i>Alseis cf. floribunda</i> Schott		X	0,04	0,25	0,05	0,11
<i>Ampelocera edentula</i> Kuhlm.	X		0,02	0,12	0,02	0,05
<i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Pulle		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	X		0,29	0,37	0,36	0,34
<i>Annona cf. symphyocarpa</i> Sandwith	X	X	0,21	0,49	0,23	0,31
<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.	X		0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Attalea insignis</i> (Mart.) Drude		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	X		0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Bactris major</i> Jacq.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Banara guianensis</i> Aubl.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	X	X	0,93	2,22	0,94	1,36
<i>Bertiera guianensis</i> Aubl.	X	X	0,7	0,86	0,28	0,62
<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg	X		0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Byrsonima spicata</i> (Cav.) Rich. ex Kunth	X	X	0,1	0,25	0,13	0,16
<i>Calathea inocephala</i> (Kuntze) T.Durand & B.D.Jacks.	X		0,04	0,12	0,05	0,07
<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.	X	X	0,35	0,49	0,23	0,36
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	X	X	0,17	0,12	0,14	0,14
<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.		X	0,08	0,37	0,11	0,19
<i>Cecropia sararensis</i> Cuatrec.	X	X	0,5	1,23	0,53	0,75
<i>Cecropia</i> sp.	X		0,12	0,37	0,14	0,21
<i>Cedrela odorata</i> L.	X	X	0,33	0,62	0,38	0,44
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	X		0,04	0,25	0,03	0,11
<i>Cestrum alternifolium</i> (Jacq.) O.E.Schulz		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Cestrum coriaceum</i> Miens	X	X	0,12	0,62	0,14	0,29
<i>Chrysochlamys dependens</i> Planch. & Triana	X	X	0,19	0,12	0,16	0,16
<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	X	X	0,08	0,37	0,09	0,18
<i>Citrus × aurantium</i> L.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Clidemia sericea</i> D. Don	X		0,8	0,12	0,73	0,55
<i>Clusia insignis</i> Mart.	X	X	1,59	0,74	1,75	1,36
<i>Coccoloba coronata</i> Jacq.	X	X	2,06	0,86	1,73	1,55
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Coffea arabica</i> L.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	X	X	0,33	0,37	0,34	0,35
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	X	X	0,1	0,25	0,07	0,14
<i>Cordia scabrifolia</i> A.DC.	X		0,29	0,12	0,24	0,22
<i>Cordia</i> sp.	X		0,04	0,12	0,04	0,07
<i>Crepidospermum goudotianum</i> (Tul.) Triana & Planch.	X		0,08	0,12	0,03	0,08
<i>Croton gossypifolius</i> Vahl	X	X	0,37	0,49	0,35	0,41
<i>Cupania cinerea</i> Poepp.	X	X	0,35	0,99	0,29	0,54
<i>Cupania scrobiculata</i> Rich	X		0,1	0,12	0,09	0,11
<i>Curatella americana</i> L.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Cyathea andina</i> (H. Karst.) Domin		X	0,27	0,74	0,34	0,45
<i>Dendropanax cf. caucanus</i> (Harms) Harms	X	X	0,06	0,25	0,08	0,13
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Dichapetalum cf. spruceanum</i> Baill.	X	X	0,08	0,12	0,08	0,09
<i>Duroia hirsuta</i> (Poepp.) K.Schum.	X	X	0,06	0,25	0,08	0,13
<i>Endlicheria aff. verticillata</i> Mez	X	X	0,06	0,25	0,07	0,13
<i>Endlicheria</i> sp.	X		0,14	0,25	0,05	0,15
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	X	X	0,17	0,25	0,2	0,2
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A.St.-Hil.	X		0,06	0,12	0,07	0,09
<i>Erythroxylum macrophyllum</i> Cav.	X	X	0,74	0,62	0,82	0,73
<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	X	X	0,17	0,12	0,13	0,14
<i>Eugenia florida</i> DC.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Euterpe precatória</i> Mart.	X	X	0,08	0,25	0,1	0,14
<i>Ficus insipida</i> Willd.	X	X	0,08	0,37	0,11	0,19
<i>Ficus</i> sp.	X	X	1,38	0,12	1,47	0,99
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	X	X	0,23	0,12	0,28	0,21
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	X	X	0,1	0,25	0,12	0,16
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	X	X	1,26	2,47	1,11	1,61
<i>Gutteria cf. punctata</i> (Aubl.) R.A.Howard		X	0,04	0,12	0,05	0,07
<i>Gutteria recurvisepala</i> R.E.Fr.	X		0,04	0,12	0,04	0,07
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	X		0,02	0,12	0,01	0,05
<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.) Sm	X	X	0,08	0,25	0,09	0,14
<i>Heliocarpus americanus</i> L.		X	0,04	0,25	0,05	0,11

ESPECIE	BRINZAL	LATIZAL	AR%	FR%	CT%	RN%
<i>Henriettella fascicularis</i> (Sw.) C. Wright	X	X	1,8	1,23	1,7	1,58
<i>Herrania</i> cf. <i>nitida</i> (Poepp.) R.E.Schult.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	X		0,1	0,25	0,06	0,14
<i>Hirtella americana</i> L.	X	X	0,83	0,37	1,05	0,75
<i>Hybanthus prunifolius</i> (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Schulze-Menz	X	X	0,1	0,12	0,11	0,11
<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Hyptis</i> sp.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Inga</i> aff. <i>pezizifera</i> Benth.	X	X	0,27	0,37	0,24	0,29
<i>Inga</i> cf. <i>punctata</i> Willd.	X		0,06	0,12	0,05	0,08
<i>Inga cinnamomea</i> Benth.		X	0,04	0,25	0,05	0,11
<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	X	X	0,21	0,25	0,18	0,21
<i>Inga edulis</i> Mart.	X	X	0,45	0,49	0,47	0,47
<i>Inga sapindoides</i> Willd.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Inga</i> sp.	X	X	1,07	0,62	0,92	0,87
<i>Inga thibaudiana</i> DC.		X	0,06	0,25	0,08	0,13
<i>Inga punctata</i> Willd.	X		0,08	0,12	0,11	0,1
<i>Isertia laevis</i> (Triana) Boom	X	X	1,16	0,49	1,16	0,94
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	X	X	0,33	0,62	0,42	0,46
<i>Jacaranda obtusifolia</i> Bonpl.	X	X	0,31	0,86	0,31	0,49
<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby	X	X	2,95	0,86	2,94	2,25
<i>Ladenbergia lambertiana</i> (A.Br. ex Mart.) Klotzsch	X		0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Lindackeria paludosa</i> (Benth.) Gilg		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Loreya strigosa</i> Gleason	X		0,04	0,25	0,03	0,11
<i>Machacrium biovulatum</i> Micheli		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	X	X	0,19	0,49	0,18	0,29
<i>Matayba purgans</i> (Poepp.) Radlk.	X	X	0,04	0,25	0,05	0,11
<i>Miconia</i> aff. <i>pteroaulon</i> Triana	X	X	0,72	0,49	0,8	0,67
<i>Miconia affinis</i> DC.	X	X	0,56	0,62	0,51	0,56
<i>Miconia dolichorrhyncha</i> Naudin	X	X	2,48	2,22	2,23	2,31
<i>Miconia elata</i> (Sw.) DC.	X	X	0,21	0,74	0,24	0,39
<i>Miconia laurina</i> (D. Don) Naudin	X	X	1,67	1,11	1,8	1,53
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	X	X	2,27	1,98	2,48	2,24
<i>Miconia multispicata</i> Naudin	X	X	1,59	1,73	1,29	1,54
<i>Miconia pulvinata</i> Gleason	X		0,12	0,12	0,15	0,13
<i>Miconia trinervia</i> (Sw.) D. Don ex Loudon	X	X	5,49	3,58	6,27	5,11
<i>Mimosa trianae</i> Benth.	X	X	0,62	0,49	0,79	0,63
<i>Muntingia calabura</i> L.	X		0,04	0,12	0,05	0,07
<i>Myrcia</i> cf. <i>aliena</i> McVaugh	X	X	2,13	0,25	2,04	1,47
<i>Myrcia paivae</i> O.Berg	X	X	1,49	2,84	1,59	1,97
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	X	X	0,33	0,49	0,16	0,33
<i>Myrciaria</i> sp.	X		0,02	0,12	0,02	0,05
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	X	X	0,91	2,1	1,11	1,37
<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.	X	X	0,45	0,99	0,47	0,64
<i>Neea amplifolia</i> Donn. Sm.		X	0,04	0,12	0,05	0,07
<i>Neea</i> cf. <i>spruceana</i> Heimerl		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	X	X	0,08	0,12	0,11	0,1
<i>Ocotea cernua</i> (Nees) Mez		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Ocotea floribunda</i> (Sw.) Mez	X	X	0,08	0,25	0,07	0,13
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	X	X	0,52	1,23	0,6	0,78
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	X	X	0,08	0,25	0,11	0,15
<i>Ormosia macrocalyx</i> Ducke		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Ormosia</i> sp.	X	X	0,1	0,49	0,12	0,24
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	X		0,08	0,37	0,08	0,18
<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Peltaea speciosa</i> (Kunth) Standl.	X	X	0,12	0,12	0,14	0,13
<i>Pera arborea</i> Mutis		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Perebea mollis</i> (Poepp. & Endl.) Huber	X	X	0,58	0,49	0,38	0,48
<i>Persea</i> aff. <i>cuneata</i> Meisn.	X		0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Phenakospermum guyannense</i> (A.Rich.) Endl. ex Miq.	X	X	0,08	0,12	0,11	0,1
<i>Phyllanthus attenuatus</i> Miq.	X	X	0,1	0,49	0,12	0,24
<i>Phyllanthus</i> sp.		X	0,21	0,25	0,27	0,24
<i>Piper aduncum</i> L.		X	0,04	0,12	0,05	0,07
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	X	X	3,3	2,35	2,66	2,77
<i>Posoqueria</i> cf. <i>latifolia</i> (Rudge) Schult.		X	0,02	0,12	0,03	0,06

ESPECIE	BRINZAL	LATIZAL	AR%	FR%	CT%	RN%
<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	X		0,02	0,12	0,01	0,05
<i>Pourouma</i> cf. <i>guianensis</i> Aubl.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Pouteria bachniana</i> Monach.	X	X	0,04	0,25	0,03	0,11
<i>Pouteria</i> sp.	X		0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Protium sagotianum</i> Marchand	X		0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Protium glabrescens</i> Swart	X	X	0,29	0,62	0,3	0,4
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr.	X	X	0,06	0,25	0,08	0,13
<i>Psidium guineense</i> Sw.	X	X	0,41	0,74	0,48	0,55
<i>Psychotria anceps</i> Kunth	X	X	0,06	0,25	0,08	0,13
<i>Quiina macrophylla</i> Tul.	X		0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Rollinia edulis</i> Planch. & Triana	X	X	0,12	0,74	0,14	0,33
<i>Rudgea</i> cf. <i>colombiana</i> Standl.	X		0,1	0,25	0,13	0,16
<i>Rudgea crassiloba</i> (Benth.) B.L.Rob.	X	X	0,23	0,25	0,21	0,23
<i>Ruellia tubiflora</i> var. <i>tetrastichantha</i> (Lindau) Leonard	X		0,1	0,12	0,08	0,1
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	X	X	3,74	1,98	3,59	3,1
<i>Sapium laurifolium</i> (A.Rich.) Griseb.	X	X	0,27	0,74	0,32	0,44
<i>Sapium marmieri</i> Huber	X	X	0,87	1,48	1,04	1,13
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerf. & Frodin	X	X	1,57	2,35	1,55	1,82
<i>Senna bacillaris</i> (L.f.) H.S.Irwin & Barneby	X	X	0,06	0,25	0,08	0,13
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	X	X	0,08	0,25	0,05	0,13
<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S.Irwin & Barneby	X	X	0,04	0,12	0,04	0,07
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	X	X	0,06	0,25	0,06	0,12
<i>Simira</i> sp.	X		0,02	0,12	0,02	0,05
<i>Siparuna cervicornis</i> Perkins	X		0,04	0,12	0,05	0,07
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	X	X	3,76	2,84	3,02	3,2
<i>Sloanea</i> cf. <i>terniflora</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Standl.	X	X	0,08	0,37	0,1	0,18
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	X	X	0,08	0,25	0,07	0,13
<i>Solanum bicolor</i> Willd. ex Roem. & Schult.	X	X	0,19	0,37	0,24	0,26
<i>Spondias</i> cf. <i>venosa</i> Mart. ex Colla	X		0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Spondias mombin</i> L.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Strychnos panurensis</i> Sprague & Sandwith	X	X	0,21	0,25	0,15	0,2
<i>Stylogyne ardisioides</i> (Kunth) Mez	X	X	2,19	1,6	2,02	1,94
<i>Tabernaemontana sananho</i> Ruiz & Pav.		X	0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Tapirira</i> sp.	X	X	0,29	0,37	0,17	0,28
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	X	X	1,16	1,23	1,24	1,21
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	X	X	0,29	0,86	0,36	0,5
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	X		0,04	0,12	0,03	0,07
<i>Tococa guianensis</i> Aubl.	X	X	1,3	0,62	1,61	1,18
<i>Tovomita</i> cf. <i>brevistaminea</i> Engl.	X		0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Tovomita</i> cf. <i>umbellata</i> Benth.	X	X	0,54	0,37	0,61	0,51
<i>Trattinnickia</i> cf. <i>lancifolia</i> (Cuatrec.) D.C. Daly	X		0,02	0,12	0,02	0,05
<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	X	X	0,19	0,86	0,24	0,43
<i>Trichanthera gigantea</i> (Humb. & Bonpl.) Nees	X	X	0,12	0,12	0,06	0,1
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	X	X	0,19	0,25	0,24	0,22
<i>Trichilia</i> sp.	X		0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Triplaris americana</i> L.	X	X	1,28	1,23	1,21	1,24
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	X	X	0,72	0,74	0,41	0,62
<i>Virola carinata</i> (Spruce ex Benth.) Warb	X	X	0,04	0,25	0,05	0,11
<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	X	X	0,39	0,49	0,37	0,42
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	X		0,02	0,12	0,03	0,06
<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	X	X	1,22	0,74	1,24	1,07
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	X	X	15,93	6,79	16,06	12,93
<i>Vismia</i> sp.	X	X	1,03	0,37	0,73	0,71
<i>Vismia macrophylla</i> Kunth	X	X	1,98	1,11	2,35	1,81
<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	X	X	0,19	0,86	0,24	0,43
<i>Vochysia lehmannii</i> Hieron.	X	X	2	0,25	2,38	1,54
<i>Waltheria glomerata</i> C.Presl	X	X	1,3	0,25	1,52	1,02
<i>Warszewiczia coccinea</i> (Vahl) Klotzsch	X	X	0,58	0,49	0,54	0,54
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	X	X	0,14	0,12	0,17	0,14
TOTAL	156	155	100	100	100	100

AR = Abundancia relativa; FR = Frecuencia relativa; CT = Categoría de crecimiento relativa; RN = Regeneración natural relativa



CAPÍTULO VIII

LOS PASTOS ARBOLADOS Y SU CONTRIBUCIÓN A LA DIVERSIDAD FORESTAL DEL PIEDEMONTE LLANERO COLOMBIANO



Ejemplar de *Cedrela odorata* L. (Cedro) en el municipio de Acacías

8. LOS PASTOS ARBOLADOS Y SU CONTRIBUCIÓN A LA DIVERSIDAD FORESTAL DEL PIEDEMONTE LLANERO COLOMBIANO

En este capítulo se presenta un análisis ecológico y estructural de la vegetación arbórea remanente en la cobertura de pastos arbolados establecidos en los municipios de Acacías, Guamal y Castilla La Nueva, departamento del Meta, mediante inventarios forestales desarrollados entre los años 2013 y 2014. Se elaboró un mapa de cobertura para establecer las áreas de estudio y su caracterización requirió la realización de 21 unidades de muestreo de 0,2 ha, calculando en cada una de éstas el índice de riqueza de Margalef. Se encontró un total de 348 individuos, distribuidos en 32 familias, 65 géneros y 83 especies, de las cuales *A. leiocarpa*, *C. odorata* y *M. guianensis* aparecen con el mayor peso ecológico. El arbolado analizado presenta una estructura vertical caracterizada por individuos que pueden llegar a medir hasta 30 m de altura, así como una importante presencia de especies maderables y frutales. Para contrastar la diversidad registrada en las 21 unidades de pastos arbolados con respecto a los ecosistemas naturales, se analizaron datos de 21 unidades de muestreo en bosque de galería (BG) y 21 en bosque denso alto de tierra firme (BDA) con en el índice de riqueza de Margalef y se aplicó un análisis de varianza unifactorial, detectando que estadísticamente son distintas ($p < 0.05$). No obstante, la prueba de Tukey permitió establecer que no existen diferencias significativas entre bosques de galería y bosques densos ($p = 0,951$). Se estima que los pastos arbolados aportan un 27,7% a la riqueza específica total registrada en las 63 unidades de muestreo levantadas en esta región del piedemonte llanero colombiano.

8.1. Introducción

La diversidad en los sistemas agrarios se encuentra asociada al hábitat, especies y su diversidad genética, por ello resulta difícil su dimensionamiento (Herzog *et al.*, 2012). Los pastos arbolados corresponden a una cobertura donde prevalecen superficies de pasturas dedicadas para ganadería (potreros), con el establecimiento de árboles con altura superior a 5 metros y cuya proporción debe encontrarse entre el 30% y 50% (Ideam, 2010). Está compuesta por árboles para el sombrero de ganado, donde su fisionomía, composición y estructura son el resultado de procesos de intervención directa del hombre. Incluye árboles intencionalmente introducidos, otros desarrollados de manera natural y algunos remanentes de un antiguo continuo de bosque.

En ocasiones, esta cobertura surge como consecuencia de la deforestación y fragmentación de los bosques, lo cual origina regiones que han sido transformadas a agro-paisajes, generalmente dominados por una matriz de potreros o cultivos, pero que aún retienen alguna cobertura arbórea dispersa en forma de pequeños parches remanentes, franjas angostas de bosques de galería y árboles dispersos. A veces estos paisajes también incluyen cercas vivas que han sido establecidas por los productores para dividir potreros o campos agrícolas y evitar el paso de animales (Harvey *et al.*, 2003). Esta situación también resulta común en algunos sectores del piedemonte en el departamento del Meta, especialmente en los municipios de Guamal y Castilla La Nueva, donde adicionalmente se establece una gran variedad de sistemas agroforestales como alternativa exitosa para mejorar la productividad de las tierras y, consecuentemente, la optimización del territorio para beneficio económico de sus pobladores. Dichos procesos de intervención han generado fuertes presiones sobre los relictos de bosques naturales, que son empleados como reservas para el aprovisionamiento ocasional de madera (Gómez, 1991); no obstante, algunos propietarios mantienen integrados estos elementos arbóreos en sus predios ganaderos, ya sea con fines contemplativos, como sombrero para el ganado, con fines de aprovechamiento futuro, o por la belleza escénica que el arbolado representa para la percepción visual del paisaje (Fotografía 24).



Fotografía 24. Aspecto de los pastos arbolados en el municipio de Guamal

Las tendencias actuales indican que la conservación de la biodiversidad debe ir más allá de la declaratoria de áreas protegidas en espacios naturales. En los paisajes transformados, como los pastos arbolados, aún es posible encontrar especies amenazadas que cumplen con funciones y servicios para el desarrollo de otros organismos y sirven como parte del hábitat de algunas especies generalistas de la fauna local, por lo tanto, se destaca su importancia para el mantenimiento de la biodiversidad (Camacho, 2013). Por citar un ejemplo, en este trabajo se encontró que *C. odorata* es una de las especies con mayor peso ecológico en esta cobertura, situación que la posiciona como objeto de conservación, ya que actualmente en la legislación colombiana se encuentra catalogada En Peligro (EN), al igual que en el Libro Rojo de Plantas de Colombia (Cárdenas y Salinas, 2007), la UICN y el Apéndice III de CITES. El presente estudio se encuentra relacionado con el Objetivo Específico 4 de la presente tesis doctoral, que busca valorar la contribución de estos ecosistemas seminaturales en la diversidad forestal del piedemonte llanero en Colombia.

8.2. Objetivo general

Profundizar en el conocimiento de los aspectos ecológicos de los pastos arbolados y valorar su papel en la riqueza y composición forestal del piedemonte llanero colombiano, a través de un estudio estructural y ecológico que al mismo tiempo busca contrastar la diversidad florística hallada en esta cobertura respecto a los bosques naturales.

8.3. Materiales y métodos

8.3.1. Área de estudio

Se localiza en tres municipios del departamento del Meta: Acacias, Guamal y Castilla La Nueva, entre los 325 y 1.152 m de altitud. En la **Figura 60** se destacan las localizaciones donde fueron realizadas las parcelas forestales esta cobertura y en las de bosque natural.

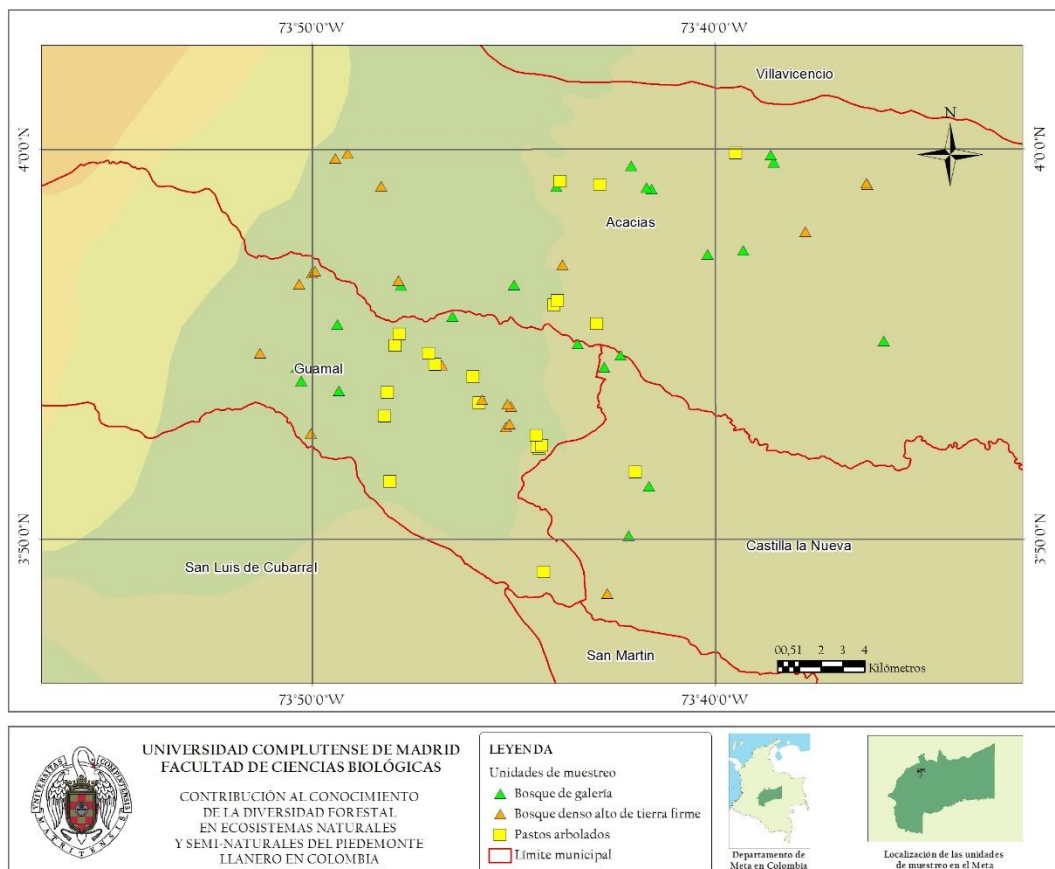


Figura 60. Localización de las unidades de muestreo para el análisis de los pastos arbolados

8.3.2. Unidades de muestreo

Se levantaron 21 parcelas forestales de 0,2 ha, en ecosistema semi-naturales de pastos arbolados, cada una de ellas formadas por cuatro sub-parcelas de 10 m x 50 m. Para los bosques naturales, se realizaron 21 parcelas en bosque de galería de 20 x 50 m, y 21 parcelas en bosque denso de 20 x 50 m. En cada unidad de muestreo se tomaron registros de todos los individuos fustales, tal como se describe en el capítulo de Metodología General.

8.3.3. Análisis de composición y estructura

Para el análisis de composición florística se elaboró el listado de especies con su clasificación incluyendo familia, género, nombre común y nombre científico de cada una de ellas. El análisis de estructura horizontal y cálculo del IVI se ejecutó según Curtis y McIntosh (1951) y Finol (1976). El análisis de estructura vertical se adelantó con base en la metodología de Ogawa *et al.* (1965) Finalmente, se generó un perfil fisionómico de vegetación.

8.3.4. Análisis estadístico

La estandarización de las parcelas para pastos arbolados se realizó con base en el área basal (G) en m², registrada en cada unidad de muestreo, con una probabilidad del 95% y error inferior a 15%. Se compararon los tres ecosistemas considerados según el índice de Margalef; el ajuste de los datos a una distribución normal se realizó mediante el test de Shapiro-Wilk dado el tamaño de la muestra (Shapiro y Wilk, 1965).

Con el fin de establecer la participación de los pastos arbolados en la diversidad forestal, se calculó el índice de riqueza de Margalef para cada una de las 21 unidades de muestreo. Adicionalmente, se levantaron 21 parcelas en bosque de galería y 21 en bosque denso alto de tierra firme, con el fin de calcular en cada una de éstas el índice de Margalef.

Para contrastar los valores medios del índice de Margalef calculado en las 63 unidades de muestreo, se realizó un análisis de varianza (Anova) unifactorial (Rasmussen, 1996; Norell, 2003) acompañado de la prueba posthoc para subconjuntos homogéneos HSD de Tukey, que permite agrupar los datos de los subconjuntos (en este caso coberturas/ecosistemas) que no muestran diferencias significativas (Sokal y Rohlf, 1995). Por último, se calcularon los valores totales de abundancia y riqueza para cada cobertura, con el objetivo de estimar el cociente de mezcla (CM) y el índice de Margalef.

8.4. Resultados

Para el análisis de la composición florística y estructura de los pastos arbolados, se calculó un error de muestreo del 10,39%, con una probabilidad del 95%, un área basal media de 1,79 m² por parcela y coeficiente de variación del 27,62% (**Anexo 22**). La prueba de Shapiro-Wilk permitió determinar la distribución normal de los datos del índice de Margalef calculado para cada unidad de muestreo en las tres coberturas a ser contrastadas ($p = 0,071$ en pastos arbolados, $p = 0,932$ en bosque de galería y $p = 0,428$ en bosque denso alto de tierra firme) (**Anexo 23**).

8.4.1. Composición florística

Se registró un total de 348 individuos en estado de crecimiento fustal (DAP \geq 10 cm), pertenecientes a 32 familias, 65 géneros y 83 especies (**Anexo 24**). Se destacan como las familias más representativas Leguminosae y Meliaceae, con 86 y 48 individuos respectivamente, las cuales agrupan el 38,5% de los individuos inventariados; en orden de importancia, se encuentran Primulaceae y Boraginaceae con 29 y 27 individuos, reuniendo el 16,1% de la muestra. Las demás familias reportan registros por debajo de los 20 individuos. En la **Figura 61** se presentan las 32 familias determinadas en el inventario.

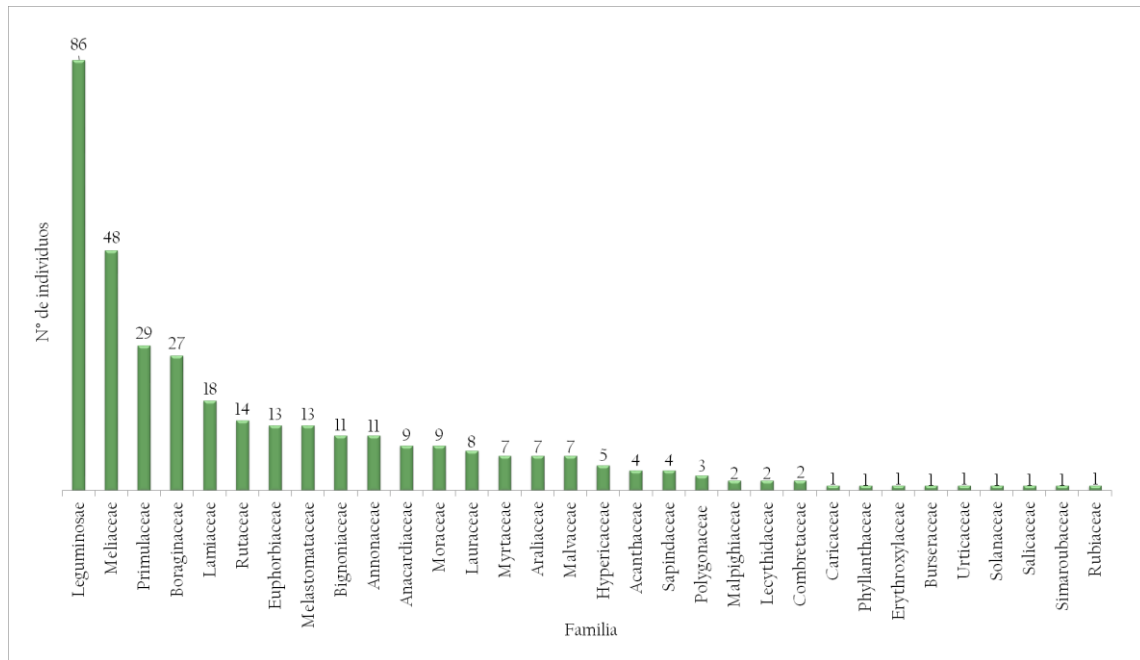


Figura 61. Composición florística por familias en los pastos arbolados

8.4.2. Estructura horizontal

Para los pastos arbolados se calculó que albergan 82,9 individuos por hectárea (ind./ha), con *A. leiocarpa* como la más representada con el 9,76 (ind./ha), seguida por *C. odorata* (9,52 ind./ha) y *M. guianensis* (7 ind./ha). Estos resultados se correlacionan positivamente con los de abundancia relativa, donde estas tres especies alcanzan valores de 11,78%, 11,49% y 8,33% respectivamente.

La especie más frecuente es *A. leiocarpa*, con un total de 41 individuos, lo cual equivale a una frecuencia relativa del 8,43%. En orden de importancia siguen *M. guianensis* con 5,06%, (9 parcelas), *V. orinocensis* y *C. alliodora* con 4,49% (8 parcelas). Las estimaciones de dominancia relativa vuelven a destacar a *A. leiocarpa* en la muestra, con un total de 3,93 m² de área basal (10,47%); en segundo lugar, y debido a sus considerables diámetros registrados, se posiciona *V. orinocensis* con el 9,44%. El resto de especies presentan valores por debajo del 6%, como por ejemplo *M. guianensis*, *C. alliodora* y *C. odorata* (5,79%, 5,42% y 4,82% respectivamente).

Con base en los anteriores parámetros, se calculó el IVI para la totalidad de especies registradas en el inventario de pastos arbolados (Anexo 25), detectando el mayor peso ecológico en *A. leiocarpa*, dado que se destaca como la principal dentro de las tres variables analizadas (30,68%). *C. odorata* es una especie ampliamente distribuida en los pastos arbolados, con lo cual se resalta por su abundancia en los muestreos (similar a *A. leiocarpa*) y la posicionan, junto con su frecuencia y dominancia, como la segunda especie ecológicamente más importante (19,68%). *M. guianensis* y *V. orinocensis* alcanzan valores muy similares (19,18% y 19,11%), dado principalmente por la abundancia de la primera y la dominancia de la segunda, mientras que *C. alliodora* se posiciona en quinto lugar con porcentajes similares para los tres parámetros evaluados (17,67%). En la Figura 62 se presentan las 35 especies con mayor peso ecológico en los pastos arbolados.

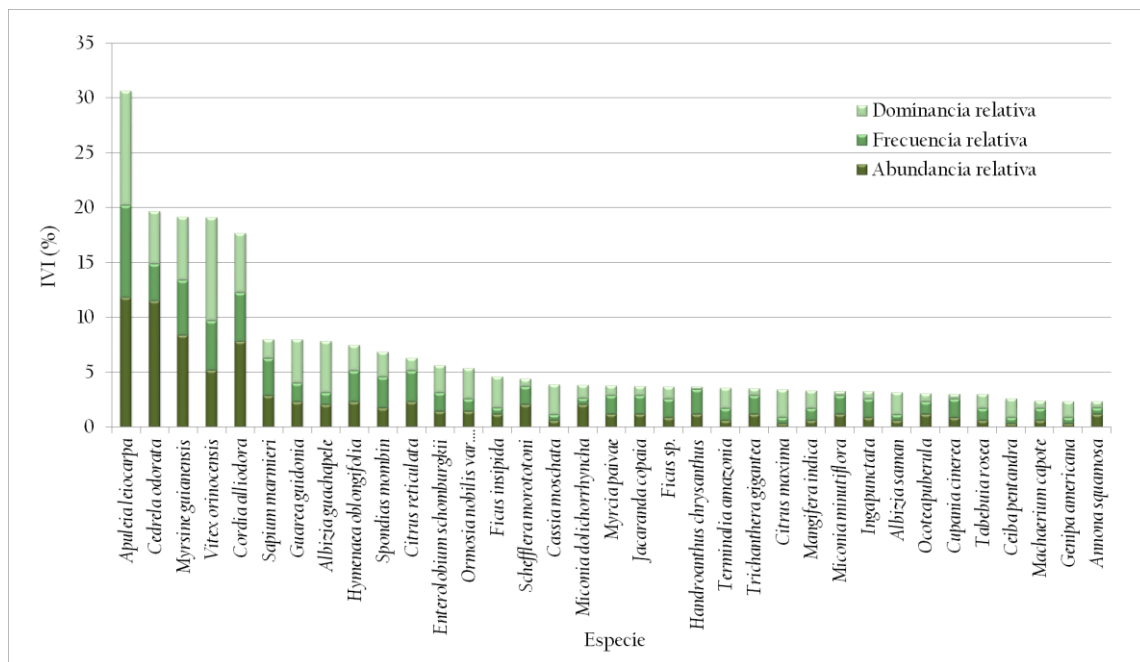


Figura 62. IVI de las especies registradas en los pastos arbolados

8.4.3. Estructura vertical

La mayoría de individuos registrados en esta cobertura se encuentran por debajo de los 20 m de altura total (Figura 63), aunque se aprecia también una acumulación de puntos con alturas totales hasta los 30 m. Entre estos últimos cabe mencionar un ejemplar de *A. leiocarpa*

registrado en la parcela PA01 (municipio de Acacias), otro de *C. odorata* con 27 m de altura total en la parcela PA16 (municipio de Guamal) y otro de *D. guianense* con 24 m en la parcela PA13 (municipio de Guamal).

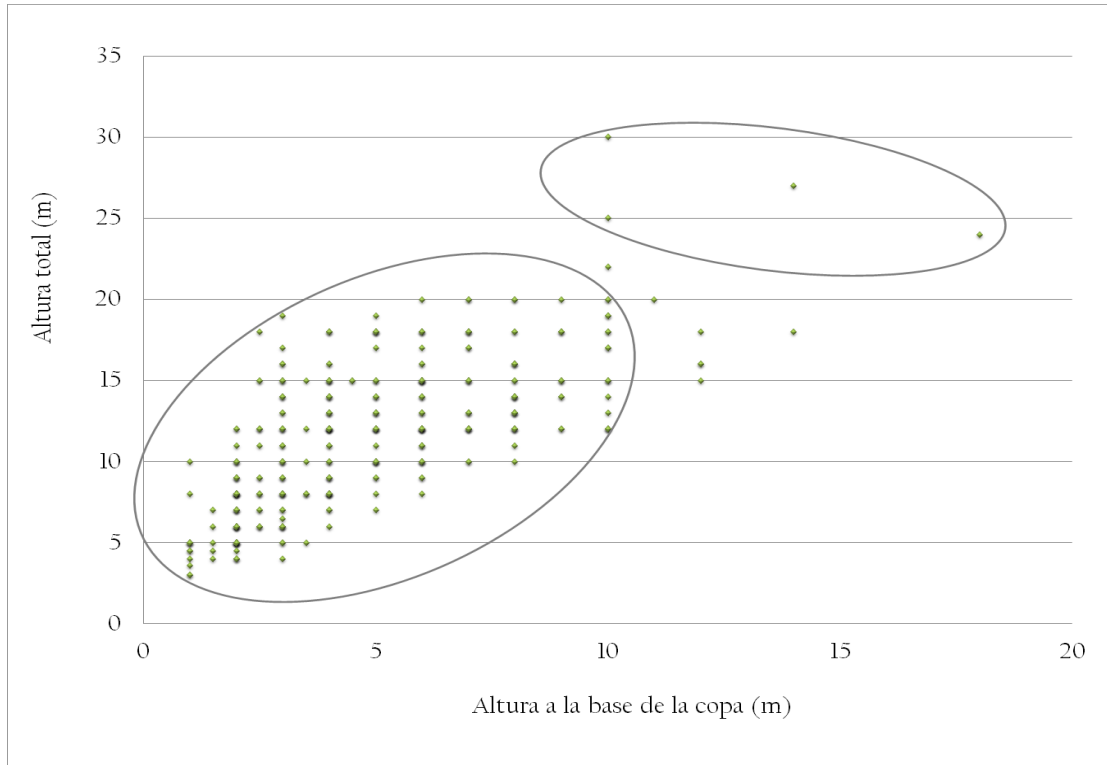


Figura 63. Diagrama de Ogawa confeccionado para los pastos arbolados

Como resultado del manejo dado al territorio sobre los pastos arbolados, se configura este tipo de cobertura semi-natural, el cual se representa esquemáticamente en el perfil de la Figura 64 con las especies registradas para la parcela seleccionada.

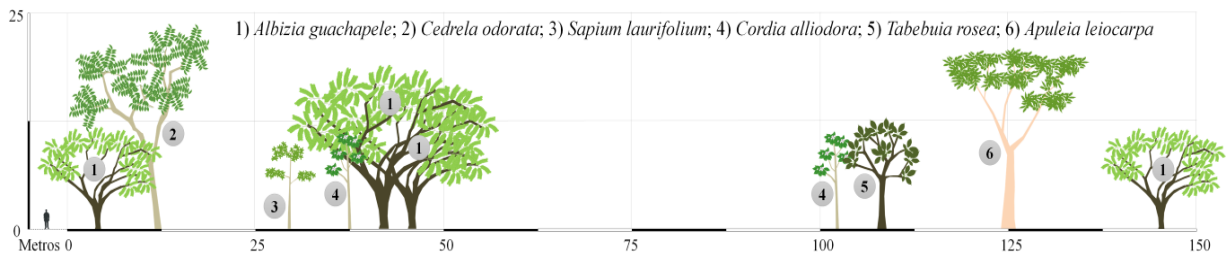


Figura 64. Perfil fisionómico de la vegetación en pastos arbolados

8.4.4. Pruebas de contraste con otras coberturas naturales

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas entre las tres coberturas, $F(2, 60) = 28.59; p < 0,001$, (Anexo 26); las diferencias aparecían entre los pastos arbolados con el bosque de galería ($p = 5,043$) y con el bosque denso ($p = 5,150$), lo que por otro lado confirma lo ya analizado anteriormente en este sentido para ambos ecosistemas de bosque (Margalef: $p = 0,951$) (Figura 65 y Anexo 27).

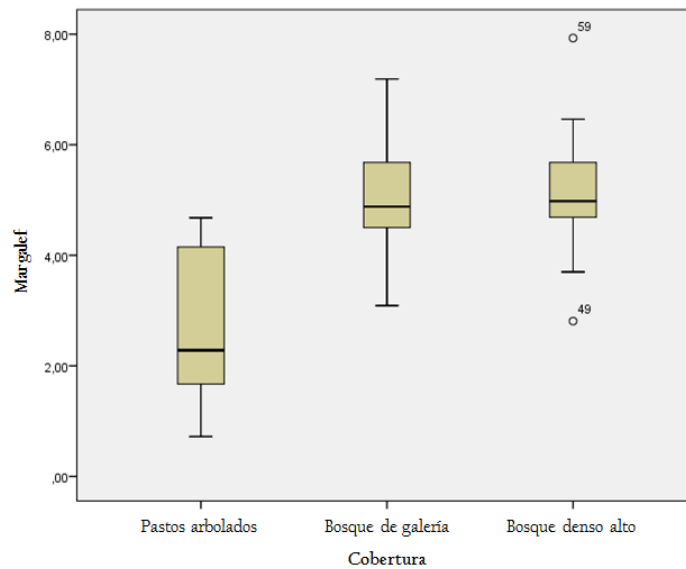


Figura 65. Diagrama de subconjuntos homogéneos de Tukey

Teniendo en cuenta que el total de la riqueza de las 63 unidades de muestreo objeto de análisis reúne 299 especies (Tabla 14), es posible establecer que los pastos arbolados aportan un 27,7% a la riqueza total de la muestra.

Tabla 14. Índices totales comparados para las diferentes coberturas analizadas

Índices	Cobertura			Total muestra
	PA	BG	BDA	
Abundancia absoluta (N)	348	1.071	1.050	2.469
Riqueza específica (S)	83	173	195	299
Cociente de mezcla (CM)	23,85	16,15	18,57	-
Proporción (N/S)	4,19	6,19	5,38	-
Margalef (Dmg)	14,01	24,65	27,89	-

8.5. Discusión

El análisis de estructura vertical evidencia una cobertura heterogénea en cuanto a la distribución de las copas en los diferentes estratos, teniendo en cuenta la acumulación de puntos de manera regular desde los 5 m hasta los 20 m de altura total, y también se aprecian algunos árboles emergentes sobre por encima de los 24 m. Esta dispersión de puntos sin una estratificación aparente, por la tendencia en forma de cola de cometa, es característica de coberturas heterogéneas (De las Salas y Melo, 2000). El perfil de vegetación elaborado para los pastos arbolados presenta una estructura vertical bastante heterogénea, producto del manejo para fines pecuarios. Se destacan individuos de copas aparasoladas como las de *A. guachapele*, o ejemplares con alturas significativas (cerca de 25 metros) de la especie *C. odorata*.

El análisis de varianza estableció que los tres grupos (pastos arbolados, bosque de galería y bosque denso) son distintos en diversidad según Margalef ($p < 0.001$). Sin embargo, al agrupar los datos por subconjuntos (HSD de Tukey), los resultados confirman que el bosque de galería y el bosque denso alto no presentan diferencias significativas en diversidad (Cárdenas-Torres, 2014b). Ello también se sustenta, porque los pastos arbolados contienen un número menor número de individuos arbóreos (14,09%) que el bosque de galería y el bosque denso (43,38% y 42,53% respectivamente). Así mismo, esta cobertura concentra un 27% de las especies en las coberturas muestreas (Fotografía 25).



Fotografía 25. Medición de diámetros de especies de interés comercial

La familia más representada en los inventarios es Leguminosae (Stacey, 2008); incluye, además, la especie con mayor abundancia (*A. leiocarpa* con 41 registros), principalmente por la calidad de su madera para el aprovechamiento forestal (Rodríguez y Sibille, 1996), así como otros 45 individuos correspondientes a 13 géneros y 17 especies. En segundo lugar, aparece Meliaceae, familia de distribución pantropical (Pennington y Styles, 1975) y representada en estos inventarios por 40 ejemplares de la especie *C. odorata* y 8 de *G. guidonia*.

La abundancia de *A. leiocarpa* concuerda con su origen en los bosques naturales de tierra firme en Sur América, tal como lo describe Carvajal *et al.* (2008) quien la reporta en Argentina, Bolivia, Ecuador, Paraguay, Perú y Venezuela. En Colombia se encuentran registros en la Amazonia, la Región Andina, la Orinoquia y el piedemonte Llanero. Las investigaciones realizadas por Ibisch *et al.* (2007) respaldan esta teoría, ya que registran a *A. leiocarpa* en los bosques interandino-subandinos y en las selvas preandino-subandinas de tierra firme, lo que sugiere su estrecha relación con los bosques naturales remanentes que se desarrollan en el piedemonte por debajo de los 1.100 m de altitud. Igualmente, Navarro (1997) la reporta para la vegetación zonal en alturas (tierra firme) de la región amazónica de Bolivia. Por su parte, Castro-Lima (2010) establece que *A. leiocarpa*, como especie propia de los bosques, no presenta un patrón de distribución continuo en el Andén Orinoqués.

La segunda especie en orden de importancia es *C. odorata*, comúnmente conocida como cedro; es una especie que presenta una amplia distribución por toda América Tropical (Pennington y Styles, 1981). En Colombia se halla ampliamente distribuida a lo largo de todas las regiones bajas y piedemonte Andino por debajo de los 2.000 m de altitud (Cárdenas y Salinas, 2007). También Navarro (1997) la reporta en las selvas pluviestacionales sempervirentes y semidecíduas del extremo sur de la región amazónica boliviana, con lo cual su importancia ecológica en los pastos arbolados se puede estar presentando por su flexibilidad y fácil adaptación a las condiciones del piedemonte, y además porque está clasificada como una especie pionera (Lamprecht, 1990).

Actualmente se encuentra catalogada En Peligro (EN) según la Resolución 0192 de 2014 y el Libro Rojo de Plantas de Colombia, Vulnerable (VU) por la UICN y Apéndice III CITES, porque de acuerdo a los reportes de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (entidades oficiales encargadas de los temas de medio ambiente en las regiones del país), cerca del 60% de sus poblaciones se localizan en regiones de explotación intensiva, y teniendo en cuenta que, para la primera mitad del siglo pasado, las principales exportaciones forestales de Colombia correspondían a esta especie junto con *Swietenia macrophylla* King (Caoba) (Cárdenas y Salinas, 2007).

Por otra parte, *C. odorata* ha sido muy utilizada para el establecimiento de plantaciones, tal como lo considera Correa *et al.* (2006) quienes argumentan que durante los últimos años se ha venido investigando sobre el uso de especies arbóreas para el diseño de sistemas silvopastoriles y agroforestales en la Orinoquía colombiana, y se definen como especies promisorias para la zona de piedemonte y altillanura a *C. odorata* y otras nueve; también reconocen que esta es una de las nativas más frecuentemente utilizadas para los programas de reforestación en la región. Todo ello, teniendo en cuenta que las plantaciones forestales contribuyen a la restauración de los bosques tropicales al fomentar una cobertura boscosa en poco tiempo (Parrotta, 1992; Sampaio *et al.*, 2007). La importancia de *V. orinocensis* como una de las especies más dominantes en el inventario de pastos arbolados (9,4%), se debe principalmente porque presenta diámetros considerables dentro de esta cobertura (DAP = 47,73 cm), y teniendo en cuenta que es ampliamente utilizada como sombrío para ganado en la región de los Llanos orientales colombianos.

La presencia de *C. alliodora* dentro de las cinco especies con mayor IVI en las parcelas levantadas para esta cobertura (17,67%), se encuentra asociada principalmente a los datos de abundancia (7,76%) y dominancia (4,49%) y en un porcentaje similar a la frecuencia (5,42%) o aparición en las diferentes unidades de muestreo. Estos resultados coinciden con los de Ortega (2012) quien reporta a *C. alliodora*, con una amplia distribución altitudinal y que representa una especie típica de áreas abiertas y perturbadas. Sin embargo, en desarrollo de los inventarios forestales (a través de conversaciones personales con los propietarios de los predios), se detectó que esta especie es frecuentemente utilizada para su futuro aprovechamiento por la calidad de su madera y óptimo crecimiento en esta región del país.

8.6. Anexos al Capítulo VIII

Anexo 22. Estadísticos para el análisis de datos obtenidos en las parcelas de pastos arbolados

Unidad de muestreo	N° de individuos	Área basal	Estadísticos	Valores
PA01	44	2,02	N° de parcelas muestra (N)	21
PA02	13	1,97	Suma de G	37,52
PA03	14	1,09	G promedio por parcela	1,79
PA04	9	1,48	Suma de cuadrados de G (Xi*Xi)	71,91
PA05	18	1,77	Suma de G al cuadrado	1.407,74
PA06	14	1,44	Desviación estándar (S)	0,49
PA07	15	1,27	Coeficiente de variación (CV%)	27,62
PA08	14	1,62	Error máximo	15
PA09	16	1,70	Error estándar %	0,11
PA10	8	1,24	Grados de libertad (GL)	20
PA11	20	2,08	t de Student	1,7247
PA12	13	1,89		
PA13	16	1,37	Error muestral (Er%)	10,396
PA14	23	1,89	Probabilidad	0,950
PA15	30	2,98	N° de parcelas	10,087
PA16	9	1,92	N° mínimo de parcelas	11
PA17	21	2,69		
PA18	10	2,06		
PA19	12	1,90		
PA20	11	0,96		
PA21	18	2,18		
Total general	348	37,52		
Promedio	16,57	1,79		
Desviación estándar	8,19	0,49		
CV (%)	49,42	27,62		

Anexo 23. Test de Shapiro-Wilk con base en el índice de Margalef

Cobertura	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grados de libertad	Sig.
Pastos arbolados	0,916	21	0,071
Bosque de galería	0,981	21	0,932
Bosque denso alto	0,955	21	0,428

Anexo 24. Composición florística en los pastos arbolados

Familia	Género	Especie	Nombre común	No. Árb.
Acanthaceae	<i>Trichanthera</i>	<i>Trichanthera gigantea</i> (Humb. & Bonpl.) Nees	Cajeto	4
Anacardiaceae	<i>Mangifera</i>	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango*	2
		<i>Spondias</i>	<i>Spondias mombin</i> L.	Hobo
	<i>Tapirira</i>	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Guarupayo	1
Annonaceae	<i>Annona</i>	<i>Annona</i> cf. <i>symhyocarpa</i> Sandwith	Chirimoyo*	1
		<i>Annona squamosa</i> L.	Anón*	4
		<i>Annona muricata</i> L.	Guanábana*	2
	<i>Rollinia</i>	<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill.	Escobo	2
		<i>Rollinia edulis</i> Planch. & Triana	Anón de monte / Anoncillo	2
Araliaceae	<i>Schefflera</i>	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerf. & Frodin	Tortolito	7
Bignoniaceae	<i>Handroanthus</i>	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose	Floramarillo	4

Familia	Género	Especie	Nombre común	No. Arb.
		<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O.Grose	Guayacán polvillo	1
	<i>Jacaranda</i>	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Pavito	4
	<i>Tabebuia</i>	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.D.C.	Flormorado	2
Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Moho	27
Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>Protium</i> cf. <i>aracouchini</i> Marchand	Anime	1
Caricaceae	<i>Carica</i>	<i>Carica papaya</i> L.	Papayo*	1
Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	Macano / Granadillo	2
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i>	<i>Erythroxylum macrophyllum</i> Cav.	Ajicillo	1
Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i>	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Carnegallina	1
	<i>Sapium</i>	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Cauchillo	1
		<i>Sapium laurifolium</i> (A.Rich.) Griseb.	Caucho	1
		<i>Sapium marmieri</i> Huber	Caucho	10
Hypericaceae	<i>Vismia</i>	<i>Vismia macrophylla</i> Kunth	Punta de lanza	3
		<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	Lacre	2
Lamiaceae	<i>Vitex</i>	<i>Vitex orinocensis</i> Kunth	Nocuito	18
Lauraceae	<i>Endlicheria</i>	<i>Endlicheria</i> aff. <i>verticillata</i> Mez	Laurel baboso	2
	<i>Ocotea</i>	<i>Ocotea</i> cf. <i>guianensis</i> Aubl.	Laurel	1
		<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Amarillo	4
	<i>Persea</i>	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate*	1
Lecythidaceae	<i>Gustavia</i>	<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.) Sm	Mortecino	2
Leguminosae	<i>Albizia</i>	<i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Dugand.	Iguá	7
		<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	Samán / Campano	2
		<i>Albizia</i> sp.	Dormidero	1
	<i>Apuleia</i>	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Guacamayo	41
	<i>Brownea</i>	<i>Brownea negrensis</i> Benth.	Palo cruz	1
	<i>Cassia</i>	<i>Cassia moschata</i> Kunth	Cañafisto	2
	<i>Dialium</i>	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Trestablas	1
	<i>Enterolobium</i>	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	Dormidero	5
	<i>Hymenaea</i>	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	Brasil	8
	<i>Inga</i>	<i>Inga punctata</i> Willd.	Guamo negro	3
	<i>Machaerium</i>	<i>Machaerium capote</i> Triana ex Dugand	Fierrito	2
	<i>Ormosia</i>	<i>Ormosia nobilis</i> var. <i>santaremnensis</i> (Ducke) Rudd	Palo indio	5
	<i>Platymiscium</i>	<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	Taray	1
	<i>Pterocarpus</i>	<i>Pterocarpus amazonum</i> (Benth.) Amshoff	Tablón sangro	1
	<i>Swartzia</i>	<i>Swartzia</i> cf. <i>arborescens</i> (Aubl.) Pittier	Frijolillo	3
		<i>Swartzia</i> sp.	Habichuelo	1
		<i>Swartzia pittieri</i> Schery	Sangretoro	2
Malpighiaceae	<i>Bunchosia</i>	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC.	Ciruelo*	2
Malvaceae	<i>Apeiba</i>	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.	Peinemono	1
	<i>Ceiba</i>	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	1
	<i>Guazuma</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásimo	2
	<i>Ochroma</i>	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Balso	1
	<i>Pachira</i>	<i>Pachira speciosa</i> Triana & Planch.	Ceibo	2
Melastomataceae	<i>Bellucia</i>	<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	Níspero	1
	<i>Miconia</i>	<i>Miconia dolichorrhyncha</i> Naudin	Tuno	7
		<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Tuno blanco	4
		<i>Miconia serrulata</i> (DC.) Naudin	Tuno negro	1
Meliaceae	<i>Cedrela</i>	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	40
	<i>Guarea</i>	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Palotigre / Trompillo	8
Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Higuerón	4
		<i>Ficus</i> sp.	Matapalo	3
	<i>Helicostylis</i>	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) J.F. Macbr.	Lecheperra	1
	<i>Pseudolmedia</i>	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	Leche chiva	1
Myrtaceae	<i>Campomanesia</i>	<i>Campomanesia lineatifolia</i> Ruiz & Pav.	Champo	1
	<i>Myrcia</i>	<i>Myrcia paivae</i> O.Berg	Arrayán	4
	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guineense</i> Sw.	Guayabo*	2
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma</i>	<i>Hieronyma oblonga</i> (Tul.) Müll.Arg.	Candelo	1
Polygonaceae	<i>Coccoloba</i>	<i>Coccoloba lehmannii</i> Lindau	Cocoloba	1
	<i>Triplaris</i>	<i>Triplaris americana</i> L.	Varasanta	2
Primulaceae	<i>Myrsine</i>	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Cucharo	29
Rubiaceae	<i>Genipa</i>	<i>Genipa americana</i> L.	Jagua	1
Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus × aurantium</i> L.	Naranja*	1
		<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Limón*	3
		<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	Lima*	1
		<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Mandarino*	8
	<i>Zanthoxylum</i>	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Tachuelo	1
Salicaceae	<i>Casearia</i>	<i>Casearia</i> cf. <i>decandra</i> Jacq.	Clavito	1
Sapindaceae	<i>Billia</i>	<i>Billia rosea</i> (Planch. & Linden) C.U.Ulloa & M.Jörg.	Manzanillo	1
	<i>Cupania</i>	<i>Cupania cinerea</i> Poepp.	Guacharaco	3

Familia	Género	Especie	Nombre común	No. Arb.
Simaroubaceae	<i>Simarouba</i>	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Machaco	1
Solanaceae	<i>Cestrum</i>	<i>Cestrum coriaceum</i> Miers	Tinto	1
Urticaceae	<i>Cecropia</i>	<i>Cecropia</i> sp.	Yarumo	1
Total general				348

* Especies frutales

Anexo 25. Resultados absolutos y relativos para el cálculo del IVI de las especies en pastos arbolados

Especie	AA	AR (%)	FA	FR (%)	DA	DR (%)	IVI (%)
<i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Dugand.	7	2,011	2	1,124	1,757	4,682	7,817
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	2	0,575	1	0,562	0,768	2,047	3,184
<i>Albizia</i> sp.	1	0,287	1	0,562	0,309	0,823	1,672
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	1	0,287	1	0,562	0,137	0,366	1,215
<i>Annona</i> cf. <i>symhyocarpa</i> Sandwith	1	0,287	1	0,562	0,014	0,036	0,885
<i>Annona squamosa</i> L.	4	1,149	1	0,562	0,234	0,624	2,335
<i>Annona muricata</i> L.	2	0,575	1	0,562	0,116	0,310	1,446
<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.	1	0,287	1	0,562	0,323	0,861	1,710
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	41	11,782	15	8,427	3,930	10,475	30,683
<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	1	0,287	1	0,562	0,205	0,546	1,396
<i>Billia rosea</i> (Planch. & Linden) C.U.Ulloa & M.Jorg.	1	0,287	1	0,562	0,447	1,191	2,040
<i>Brownea negrensis</i> Benth.	1	0,287	1	0,562	0,096	0,255	1,104
<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC.	2	0,575	1	0,562	0,051	0,137	1,274
<i>Campomanesia lineatifolia</i> Ruiz & Pav.	1	0,287	1	0,562	0,048	0,128	0,977
<i>Carica papaya</i> L.	1	0,287	1	0,562	0,011	0,030	0,879
<i>Casearia</i> cf. <i>decandra</i> Jacq.	1	0,287	1	0,562	0,038	0,102	0,952
<i>Cassia moschata</i> Kunth	2	0,575	1	0,562	1,023	2,726	3,862
<i>Cecropia</i> sp.	1	0,287	1	0,562	0,082	0,218	1,067
<i>Cedrela odorata</i> L.	40	11,494	6	3,371	1,807	4,815	19,680
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	1	0,287	1	0,562	0,656	1,749	2,599
<i>Cestrum coriaceum</i> Miers	1	0,287	1	0,562	0,029	0,077	0,927
<i>Citrus × aurantium</i> L.	1	0,287	1	0,562	0,026	0,069	0,918
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	3	0,862	2	1,124	0,076	0,204	2,189
<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	1	0,287	1	0,562	0,962	2,564	3,413
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	8	2,299	5	2,809	0,450	1,200	6,308
<i>Coccoloba lehmannii</i> Lindau	1	0,287	1	0,562	0,230	0,613	1,463
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	27	7,759	8	4,494	2,033	5,417	17,670
<i>Cupania cinerea</i> Poepp.	3	0,862	3	1,685	0,170	0,453	3,000
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	1	0,287	1	0,562	0,121	0,322	1,171
<i>Endlicheria</i> aff. <i>verticillata</i> Mez	2	0,575	2	1,124	0,151	0,401	2,100
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	5	1,437	3	1,685	0,940	2,505	5,627
<i>Erythroxylum macrophyllum</i> Cav.	1	0,287	1	0,562	0,028	0,075	0,924
<i>Ficus insipida</i> Willd.	4	1,149	1	0,562	1,079	2,876	4,588
<i>Ficus</i> sp.	3	0,862	3	1,685	0,419	1,117	3,665
<i>Genipa americana</i> L.	1	0,287	1	0,562	0,563	1,501	2,350
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	8	2,299	3	1,685	1,500	3,998	7,983
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	2	0,575	2	1,124	0,146	0,389	2,087
<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.) Sm	2	0,575	2	1,124	0,211	0,562	2,260
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose	4	1,149	4	2,247	0,096	0,257	3,653
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O.Grose	1	0,287	1	0,562	0,169	0,451	1,301
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) J.F.Macbr.	1	0,287	1	0,562	0,020	0,054	0,903
<i>Hieronyma oblonga</i> (Tul.) Müll.Arg.	1	0,287	1	0,562	0,054	0,145	0,994
<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	8	2,299	5	2,809	0,890	2,373	7,481
<i>Inga punctata</i> Willd.	3	0,862	3	1,685	0,268	0,714	3,261
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	4	1,149	3	1,685	0,333	0,887	3,722
<i>Machaerium capote</i> Triana ex Dugand	2	0,575	2	1,124	0,262	0,699	2,397
<i>Mangifera indica</i> L.	2	0,575	2	1,124	0,606	1,615	3,313
<i>Miconia dolichorrhyncha</i> Naudin	7	2,011	1	0,562	0,466	1,243	3,816
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	4	1,149	3	1,685	0,166	0,443	3,278
<i>Miconia serrulata</i> (DC.) Naudin	1	0,287	1	0,562	0,013	0,036	0,885
<i>Myrcia paivae</i> O.Berg	4	1,149	3	1,685	0,351	0,936	3,771
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	29	8,333	9	5,056	2,171	5,786	19,175
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	1	0,287	1	0,562	0,037	0,100	0,949
<i>Ocotea</i> cf. <i>guianensis</i> Aubl.	1	0,287	1	0,562	0,045	0,121	0,970
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	4	1,149	2	1,124	0,290	0,772	3,045
<i>Ormosia nobilis</i> var. <i>santarennensis</i> (Ducke) Rudd	5	1,437	2	1,124	1,053	2,808	5,368
<i>Pachira speciosa</i> Triana & Planch.	2	0,575	1	0,562	0,221	0,589	1,725
<i>Persea americana</i> Mill.	1	0,287	1	0,562	0,166	0,441	1,291

Especie	AA	AR (%)	FA	FR (%)	DA	DR (%)	IVI (%)
<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	1	0,287	1	0,562	0,043	0,114	0,963
<i>Protium</i> cf. <i>aracouchini</i> Marchand	1	0,287	1	0,562	0,179	0,476	1,325
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr.	1	0,287	1	0,562	0,226	0,602	1,451
<i>Psidium guineense</i> Sw.	2	0,575	1	0,562	0,057	0,151	1,287
<i>Pterocarpus amazonum</i> (Benth.) Amshoff	1	0,287	1	0,562	0,093	0,247	1,097
<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill.	2	0,575	1	0,562	0,313	0,833	1,969
<i>Rollinia edulis</i> Planch. & Triana	2	0,575	2	1,124	0,066	0,176	1,874
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	1	0,287	1	0,562	0,013	0,036	0,885
<i>Sapium laurifolium</i> (A.Rich.) Griseb.	1	0,287	1	0,562	0,023	0,062	0,911
<i>Sapium marmieri</i> Huber	10	2,874	6	3,371	0,656	1,747	7,992
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerf. & Frodin	7	2,011	3	1,685	0,265	0,707	4,404
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	1	0,287	1	0,562	0,044	0,116	0,965
<i>Spondias mombin</i> L.	6	1,724	5	2,809	0,864	2,304	6,837
<i>Swartzia</i> cf. <i>arborescens</i> (Aubl.) Pittier	3	0,862	1	0,562	0,073	0,194	1,618
<i>Swartzia</i> sp.	1	0,287	1	0,562	0,221	0,588	1,437
<i>Swartzia pittieri</i> Schery	2	0,575	2	1,124	0,042	0,113	1,811
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.D.C.	2	0,575	2	1,124	0,483	1,289	2,987
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1	0,287	1	0,562	0,095	0,252	1,102
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	2	0,575	2	1,124	0,709	1,890	3,589
<i>Trichanthera gigantea</i> (Humb. & Bonpl.) Nees	4	1,149	3	1,685	0,251	0,668	3,502
<i>Triplaris americana</i> L.	2	0,575	1	0,562	0,050	0,134	1,271
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	2	0,575	2	1,124	0,039	0,105	1,803
<i>Vismia macrophylla</i> Kunth	3	0,862	1	0,562	0,282	0,751	2,174
<i>Vitex orinocensis</i> Kunth	18	5,172	8	4,494	3,543	9,443	19,109
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1	0,287	1	0,562	0,025	0,067	0,916
Totales	348	100	178	100	37,52	100	300

Convenciones: AA = Abundancia absoluta; AR = Abundancia relativa; FA = Frecuencia absoluta; FR = Frecuencia relativa; DA = Dominancia absoluta; DR = Dominancia relativa; IVI = Índice de valor de importancia

Anexo 26. Resultados del ANOVA unidireccional para el índice de Margalef

Margalef	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	74,965	2	37,482	28,594	,000
Dentro de grupos	78,649	60	1,311		
Total	153,614	62			

Anexo 27. Prueba HSD de Tukey con base en el índice de Margalef

Cobertura	N	Subconjunto para $\alpha = 0,05$	
		1 (Pastos arbolados)	2 (Bosque galería y bosque denso)
Pastos arbolados	21	2,7843	
Bosque de galería	21		5,0429
Bosque denso alto	21		5,1500
Sig.		1,000	0,951

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
La prueba de HSD Tukey utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 21,000.



CAPÍTULO IX
CONCLUSIONES GENERALES

Astrocaryum chambira Burret (Palma cumare) en un bosque de galería del municipio de San Martín

9. CONCLUSIONES GENERALES

El estudio comparativo permitió establecer que los bosques de galería cuentan con una mayor riqueza en las diferentes categorías taxonómicas que los bosques densos, es decir en número de familias, géneros y especies, diferencias que pueden presentarse porque en los últimos se detectó una mayor densidad del arbolado con cerca del 25% más de individuos por unidad de muestreo. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los valores medios de riqueza específica, abundancia absoluta, ni en los índices de diversidad entre ambos ecosistemas, lo cual responde al Objetivo Específico 1 de esta tesis doctoral.

En tal sentido, el número de árboles registrados en los inventarios se debe muy probablemente al papel que juegan las actividades humanas en la región, especialmente en el bosque denso alto de tierra firme, los cuales en muchos casos, se mantienen como iniciativas privadas de conservación y en otros son vistos como reservorios de madera para su aprovechamiento ocasional, destinada para las infraestructuras requeridas en la actividad ganadera, por ejemplo, para postería de cercas, construcción de establos, bebederos, entre otros; ello teniendo en cuenta que esta actividad constituye una de las principales desarrolladas en los Llanos del Orinoco.

Un resultado destacable en el estudio comparativo de estos dos ecosistemas, es el número de especies amenazadas, significativamente mayor en el bosque de galería que en el bosque denso, situación que se puede presentar por los niveles de fragmentación evidenciado en este último, pero también por el mayor flujo de especies en el bosque de galería al encontrarse asociado a cursos de agua.

A pesar de las diferencias encontradas desde el punto de vista cualitativo en estos dos ecosistemas, el solo hecho de que alberguen especies amenazadas en su interior los posiciona

como áreas de interés para la conservación de la biodiversidad, con especial atención en los bosques de galería al encontrarse mucho más expuestos a intervenciones por parte de foráneos, pero prestando igualmente cuidado al manejo de los bosques densos, teniendo en cuenta su alto grado de aislamiento y falta de conectividad con otros ecosistemas.

Los resultados obtenidos mediante los trabajos adelantados en las unidades de muestreo para el gradiente altitudinal permiten concluir que existe una relación positiva entre la riqueza específica y la diversidad respecto a la altura en este sector del piedemonte, es decir que se detecta un incremento en el número de especies en la medida que se realizan parcelas forestales a mayor altitud. Esta situación muy probablemente se presenta por el estado de conservación en el cual se encuentran los bosques naturales ubicados por encima de la cota de los 800 m, altitud sobre la cual se observa la mayor tendencia al incremento en la riqueza específica por unidad de muestreo y atiende los planteamientos presentados mediante el Objetivo Específico 2 de este trabajo.

Otro factor determinante en el estado de conservación de los bosques naturales en las zonas más altas, se relaciona con la dificultad en el acceso a los mismos, por el estado de las vías y/o la carencia de las mismas, las propiedades físico-químicas y fertilidad de los suelos y los niveles de pendiente, entre otros, factores que redundan en las características de calidad de sitio sobre los cuales se desarrollan los bosques y determinando de esta manera una composición y estructura particular en cada nivel altitudinal; no obstante, las perturbaciones realizadas por el hombre para la práctica de actividades económicas influyen de manera significativa en el estado de conservación de estos ecosistemas, siendo mucho más sensibles para aquellos ubicados en áreas con pendientes pronunciadas y material inconsolidado desde el punto de vista geotécnico, relacionado con depósitos de coluvión que recubren rocas con actitud estructural desfavorable, es decir, que sus capas se encuentran buzando en el mismo sentido de la pendiente y son susceptibles a los deslizamientos.

Si bien esta investigación permite contar con una aproximación al conocimiento de los bosques y sus componentes en relación con el gradiente altitudinal en el piedemonte llanero, se considera indispensable seguir aunando esfuerzos para realizar estudios más exhaustivos que permitan incorporar un mayor número de unidades de muestreo, especialmente hacia

las partes altas de la cordillera, y de esta manera enriquecer los resultados con datos de distribución de las especies conocidas, así como registros de nuevas especies. Todos estos esfuerzos podrían sugerir la declaratoria de nuevas áreas protegidas en una zona que ha sido poco estudiada y que cuenta con un gran potencial para el desarrollo de investigaciones científicas.

Con base en esta fundamentación teórica, resulta conveniente ampliar el conocimiento de la vegetación en este sector del piedemonte metense, de cara a establecer los puntos de inflexión donde las dinámicas de los ecosistemas presentan una tendencia al incremento-reducción en términos de biodiversidad, así como para establecer qué otros factores se encuentran interactuando en las biocenosis de estos ecosistemas y su relación con los diferentes grupos o taxa de la fauna regional, los cuales cumplen con un papel esencial en el estado, composición y estructura actual de los bosques naturales objeto de estudio.

El estudio de la regeneración natural para el área de estudio permite comprender las dinámicas de la sucesión en los ecosistemas de bosque natural y la vegetación secundaria, su riqueza específica, y la presencia de especies de importancia comercial maderera, en concordancia con el Objetivo Específico 3 del presente trabajo. Se destaca para la vegetación secundaria, que prevalecen especies heliófitas efímeras (son de rápido crecimiento y cumplen una función importante en los primeros estados sucesionales de los bosques), como es el caso de *V. guianensis*, la más abundante en los dos ecosistemas.

Otras especies importantes dentro de la regeneración natural son *Miconia trinervia* y *Miconia minutiflora*, quienes cuentan con los valores más altos de abundancia para latizales en estos ecosistemas analizados y junto con *Myrcia paivae*, representa una aproximación a la composición futura del bosque. Estas especies logran superar la competencia en sus primeras fases de crecimiento y se adaptan a las condiciones del medio, y su importancia en la regeneración natural está dada porque propician las condiciones para el establecimiento y crecimiento de otras especies umbrófilas duraderas (de lento crecimiento y no tolerantes a la luz directa del sol), las cuales generalmente dominan el dosel en los bosques clímax y tienden a ser apetecidas para el aprovechamiento forestal.

Dentro de las categorías de amenaza se encuentran *Enterolobium schomburgkii* y *Ocotea puberula* en estado LC, es decir, con preocupación menor de acuerdo con el listado de la UICN. En este sentido, resulta indispensable considerar estrategias de conservación para los ecosistemas analizados para este sector del piedemonte llanero, porque se evidencia la existencia de un considerable número de especies potencialmente importantes para el desarrollo futuro del bosque, al hacer parte de las más abundantes dentro de la regeneración natural y con mayor demanda para su aprovechamiento forestal.

Los pastos arbolados se encuentran establecidos en condiciones de manejo del suelo para el desarrollo de diferentes actividades productivas, especialmente las de tipo pecuario; es por ello que la composición florística en esta cobertura se encuentra fuertemente influenciada para dichas actividades y, consecuentemente, reflejan el uso del territorio por parte del hombre. Constituyen un ecosistema semi-natural, pero en algunos casos representan áreas que han sido objeto de fuertes intervenciones para el establecimiento de pasturas, donde se permitió el mantenimiento en pie de algunos árboles con fines de sombrío para el ganado, con propósitos contemplativos o para su futuro aprovechamiento; allí se registraron algunas especies que en el pasado hacían parte de un continuo de bosque, característico de esta región del piedemonte llanero.

En otros casos, como en los observados en las zonas más bajas hacia el oriente del área de estudio en los municipios de Guamal y Castilla La Nueva, los pastos arbolados resultan ser el producto de antiguos sistemas silvopastoriles donde se viene realizando aprovechamiento ocasional de individuos, especialmente de *Cedrela alliodora*, *Tabebuia rosea* y *Cedrela odorata*. Estos estudios permitieron valorar la importancia de esta cobertura y su contribución en la diversidad forestal del piedemonte del Meta, en concordancia con el Objetivo Específico 4 del presente trabajo de tesis.

Dadas las características de riqueza y composición halladas en esta cobertura, resultaría conveniente emplear el material genético (fuentes semilleras) de los actuales individuos ya establecidos para su reproducción en condiciones controladas y de esta manera fomentar el

desarrollo del sector forestal en la región como alternativa económica para los pobladores, redundando en la conservación de las especies remanentes y apoyando los programas de compensación por pérdida de la biodiversidad que son adelantados por los diferentes sectores, quienes procuran realizar compensaciones mediante reforestación en áreas prioritarias para la recuperación de zonas boscosas alteradas y en las rondas de los ríos.

En este sentido, las plantaciones forestales juegan un papel importante en la restauración de los bosques tropicales, ya que pueden proporcionar una cobertura del dosel en poco tiempo. Esta argumentación se encuentra respaldada por instrumentos de planificación como el “Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco –/ 2005 – 2015”, quienes sugieren una serie de especies prioritarias para el establecimiento de sistemas agroforestales y silvopastoriles en el piedemonte y altillanura colombianos.



CAPÍTULO X
BIBLIOGRAFÍA CITADA



Aspecto de un bosque de galería en alto grado de fragmentación, municipio de Guamal

10. BIBLIOGRAFÍA CITADA

Acero Duarte, L.E. 2000. Árboles, Gentes y Costumbres. Plaza y Janes Editores Colombia S.A. Universidad Distrital de Bogotá Francisco José de Caldas, Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico. Bogotá. 392 p.

Acero Duarte, L.E. 2005. Plantas útiles de la cuenca del Orinoco. BP Exploration Company (Colombia) Limited-Ecopetrol-Corporinoquia. Segunda edición. Santiago de las Atalayas. Bogotá 605 p.

Acosta, A. y D. Cuentas. 2016. Lista de Los Anfibios de Colombia: Referencia En Línea V.05.2015.0. Villa de Leyva, Colombia. Recuperado de: www.batrachia.com.

Andrade, M.G. 2011. Estado de conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 35(137): 491-507.

Ariza, W., C. Barbosa, y L. Carvajal. 2013. Guía ilustrada de la flora representativa de las selvas del norte del Guaviare. Municipio de Mapiripan, Departamento del Meta. Universidad Distrital de Bogotá Francisco José de Caldas. Pluspetrol Colombia Corporation. Bogotá. 178 p.

Barbosa, C. 1992. Contribución al conocimiento de la flórula del Parque Nacional Natural El Tuparro. INDERENA. Santafé de Bogotá. 271 p.

Bayle, C. S.J. (ed.). 1944. España Misionera Vol. III. Padre José Gumilla S.I. El Orinoco Ilustrado. M. Aguilar Editores, Madrid. 539 p.

Becerra, J. 1971. Notas de Ecología Forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. 69 p.

Bernal, R., M. Celis y S.R. Gradstein. 2007. Plant diversity of Colombia catalogued. *Taxon* 56 (1):273.

Buitrago, L.G. 1999. El Clima de la Provincia de Jujuy. Cátedra de climatología y fenología agrícolas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Jujuy. San salvador de Jujuy. Argentina. 39 p.

Cailliez, F. 1981. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos. *Montes I. FAO*. 92 p.

Camacho, A. 2013. Restauración forestal de campos abandonados en ambientes tropicales montanos al sur de México. Tesis de Doctorado. Universidad Complutense de Madrid. 191 p.

Cantillo, E. y Rangel, J.O. 2008. Aspectos de la estructura y del patrón de riqueza de la vegetación del transecto Sumapaz. En: T. van Der Hammen (Ed). *Estudios de Ecosistemas Tropandinos. Volumen 7. Resultados del Proyecto Ecoandes* (pp 529-563). J. Craemer in der Gerb. Borntraeger Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. Berlín.

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

Cárdenas, D., G. Giraldo-Cañas y C. Arias. 1997. Vegetación. Capítulo 5. En: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). *Zonificación Ambiental para el Plan Modelo Colombo-Brasileño (Eje Apaporis-Tabatinga: PAT)* (pp. 183-228). IGAC. Bogotá.

Cárdenas, D., J. Arias y R. López. 2005. Árboles y arbustos de la ciudad de Leticia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi), Bogotá. 121 p.

Cárdenas, D., N. Castaño y S. Sua. 2009. Flora de la Estrella Fluvial de Inírida (Guainía, Colombia). *Biota Colombiana* 10(1 y 2): 1-30.

Cárdenas-Torres, M.A. 2011. Hábitat y distribución. En M. Merchán (ed.): Historia natural y conservación del caimán llanero (*Crocodylus intermedius*) en Colombia (pp. 57-123). Asociación Chelonia. Madrid.

Cárdenas-Torres, M.A. 2014a. Análisis comparado de la composición florística, estructura y diversidad de fustales en dos ecosistemas boscosos del piedemonte llanero colombiano. Monografías de la Asociación Chelonia, Volumen VII. Asociación Chelonia. Madrid. 74 p.

Cárdenas-Torres, M.A. 2014b. Estudio comparativo de la composición florística, estructura y diversidad de fustales en dos ecosistemas del campo de producción 50k CPO-09, Llanos del Orinoco colombiano. *Colombia Forestal*. 17(2): 203-229.

Carvajal, L. y J. Murillo. 2007. Análisis florístico y fitogeográfico del sector nororiental de la Sierra de La Macarena, Colombia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. 214 p.

Carvajal, L., D. Puentes y M. Valero. 2008. Catálogo ilustrado de especies del piedemonte llanero en el departamento del Meta. Petrominerales-Cormacarena-Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 316 p.

Carvajal, L., J. Patarroyo, D. Puentes y J. Valero. 2007. Caracterización florística y estructural del piedemonte llanero en el departamento del Meta. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena), Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. 130 p.

Castro-Lima, F. 2010. Avance del conocimiento de la flora del Andén Orinoqués en el departamento del Vichada. Colombia. Orinoquia. 14(1): 58-67.

CATIE. 2000. Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical. Guía para el establecimiento y medición. Serie Técnica. Manual Técnico N° 42. Compilado por Marlén Camacho Calvo. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Unidad de Manejo de Bosques Naturales. Turrialba, Costa Rica. 52 p.

Chudnoff, M. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC. U.S. Department of Agriculture. 464 p.

Clavijo G., J. Becerra, G. Albarracín y J. Silva. 2009. Historia y creación de la Universidad Distrital y de la Facultad de Ingeniería Forestal. En: A. Leguizamón (ed.). Historia y Aportes de la Ingeniería Forestal en Colombia Volumen I (pp. 21-36). Asociación Colombiana de Ingenieros Forestales. Bogotá.

Cogniaux, A. 1981. Melastomacées. In *Monographiae Phanerogamarum* 7: 1-1.256. A. y C. de Candolle, eds. G. Masson. Paris.

Córdoba-Sánchez, M., L. Miranda-Cortés, R. Ávila-Avilán y C. Pérez-Rojas. 2011. Flora del Casanare. En: J.S. Usma y F. Trujillo (eds). Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento (pp. 82-101). Gobernación de Casanare-WWF Colombia. Bogotá.

Correa, H.D, S.L. Ruiz y L.M. Arévalo (eds). 2006. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005 - 2015 – Propuesta Técnica. Bogotá D.C.: Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ – Colombia, Bogotá, D.C. 330 p.

Cortés, S. 1903. Flora de Colombia. Segunda edición. Librería el Revistero. Bogotá. 311 p.

Curtis, J.T. y R.P McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*. 32:476-496.

Davis, W. 2004. El río. Exploraciones y descubrimientos en la selva amazónica. Fondo de Cultura Económica. El Áncora. Bogotá. 639 p.

De las Salas, G. y O.A. Melo. 2000. Estructura, biodiversidad y dinámica sucesional en los ecosistemas húmedos tropicales del pacífico colombiano. En: Seminario Internacional de Ecología. El funcionamiento de los ecosistemas tropicales (pp. 75-85). Fundación Universitaria Manuela Beltrán. Bogotá.

Díaz-Piedrahita, S. 1991. La Botánica en Colombia, Hechos Notables en su Desarrollo. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 125 p.

Duque, A.J., D. Cárdenas y N. Rodríguez. 2003. Dominancia florística y variabilidad estructural en bosques de tierra firme en el noroccidente de la Amazonia Colombiana. *Caldasia*. 25: 139-152.

Duque, L. 2013. Rutas e itinerarios de geógrafos, cartógrafos y naturalistas en el territorio de la Nueva Granada (1750 - 1847). En: Duque, L., J.W. Montoya, L.C. Jiménez y J.D. Delgado.

Impactos territoriales en la transición de la Colonia a la República en la Nueva Granada (pp. 125-183). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Escobar, E., J. Belalcázar y G. Rippstein. 1993. Clave de las Principales Plantas de Sabana de la Altillanura de los Llanos Orientales en Carimagua, Meta, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical y Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 92 p.

Espinal, L.S. y E. Montenegro. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. IGAC. Bogotá. 221 p.

Fagua, J.C., Cabrera, E. y González, V.H. 2013. The effect of highly variable topography on the spatial distribution of *Aniba perutilis* (Lauraceae) in the Colombian Andes. *Revista de Biología Tropical*. 61(1): 301-309.

Ferriol, M. y H. Marle. 2012. Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. 10 p.

Finol, H. 1976. Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques venezolanos. *Revista Forestal Venezolana*. Caracas. 26: 17-44.

Gentry, A.H. 1996. A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru), with Supplementary Notes on Herbaceous Taxa. Conservation International. 895 p.

Giraldo-Cañas, D. 2010. Las gramíneas (Poaceae) de la Guayana colombiana: análisis sobre su composición, riqueza, endemismo e invasión. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 34(130): 5-16.

Goldenberg, R. 2000. O genero *Miconia* Ruiz & Pav. Melastomataceae. I. Listagens analíticas. II. Revisao taxonomica da secao *Hypoxanthus* (Rich.exDC.) Hook.F.PhDdiss. Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

Goldenberg, R., D.S. Penneys, F. Almeda, W.S. Judd y F.A. Michelangeli. 2008. Phylogeny of *Miconia* (Melastomataceae): patterns of stamen diversification in a megadiverse Neotropical genus. *International Journal of Plant Sciences*. University of Chicago. 169(7): 963 - 979.

Gómez, A. 1991. Indios, colonos y conflictos, una historia regional de los Llanos Orientales; 1870 - 1970. Primera edición. Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana. Siglo XXI editores de Colombia S.A. 415 p.

Gómez, R. 1978. Orinoco, río de libertad. Banco de la República. Bogotá. 501 p.

González, A y R. Rodríguez. 2000. Plantas americanas para la España ilustrada. Génesis, desarrollo y ocaso del proyecto español de expediciones botánicas. Editorial Complutense S.A. Madrid. 72 p.

González, B., X. Cervantes, E. Torres, E. Sánchez y L. Simba. 2010. Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Ríos - Ecuador. *Ciencia y Tecnología*. 3(2): 7-11.

Guhl, E. 1981. La sabana de Bogotá, sus alrededores y su vegetación. Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá. 106 p.

Gumilla, J. 1791a. Historia natural, civil y geográfica de las naciones situadas en las riveras del río Orinoco. Tomo I. Imprenta Carlos Gibert y Tutó, Barcelona. 360 p.

Gumilla, J. 1791b. Historia natural, civil y geográfica de las naciones situadas en las riveras del río Orinoco. Tomo II. Imprenta Carlos Gibert y Tutó, Barcelona. 352 p.

Harvey, C.A., C. Villanueva, J. Villacís, M. Chacón, D. Muñoz, M. López, M. Ibrahim, R. Gómez, R. Taylor, J. Martínez, A. Navas, J. Sáenz, D. Sánchez, A. Medina, S. Vilchez, B. Hernández, A. Pérez, F. Ruiz, F. López, I. Lang, S. Kunth y F. Sinclair. 2003. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería en las Américas*. 10(39-40): 30-39.

Hassler, M. y J. Rheinheimer. 2016. Illustrated World Compendium of Orchids - List of Taxa: Statistics for Countries and Regions. Recuperado de: <http://bit.ly/29cXulA>.

Hernández J. y H. Sánchez. 1992. Biotomas terrestres de Colombia. En: Halffter G. (ed.): La Diversidad Biológica de Iberoamérica I (pp. 153-173). Xalapa (México). *Acta Zoológica Mexicana*. Volumen Especial.

Hernández J., A. Hurtado, R. Ortiz y T. Walschburger. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. En Halffter G. (ed.): La Diversidad Biológica de Iberoamérica I (pp. 105-151). Xalapa (México). *Acta Zoológica Mexicana*. Volumen Especial.

Herzog, F., K. Balázs, P. Dennis, I. Geijzendorffer, J.K. Friedel, P. Jeanneret, M. Kainz y P. Pointereau. 2012. Indicadores de Biodiversidad de los Sistemas Agrarios Europeos. Guía resumen. Research Station Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. Zürich. 17 p.

Holdridge, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José. Servicio Editorial del IICA. 216 p.

Holdridge, L.R. 1947. Determination of World Plant Formation from Simple Climatic Data. *Science*. 105: 367-368.

Huamán, L. 2014. Valoración del uso de especies arbóreas empleadas por la comunidad Shampuyacu para su conservación y uso sostenible en bosque premontano de San Martín, Perú. Proyecto Biocuecas. Conservación Internacional. Lima. 24 p.

Humboldt, A. y A. Bonpland. 1826. Viage á las regiones equinocciales del nuevo continente, hecho en 1799 a 1804. Tomo III. E. Pochard. París. 430 p.

Ibisch, PL., N. Araujo y C. Nowicki (eds). 2007. Visión de Conservación de la Biodiversidad del Corredor Amoro - Madidi. FANIWWF/TNC/CI. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. 376 p.

Ideam, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá. 276 p. + 37 hojas cartográficas.

Ideam. 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá. 72 p.

IGAC. 2008. Atlas básico de Colombia. Tomo II. Séptima edición. Imprenta Nacional de Colombia. Bogotá. 704 p.

IGAC. 1996. Diccionario Geográfico de Colombia. Tomo III. IGAC. Bogotá. 629 p.

Jones, F.A. y S.P. Hubbell. 2006. Demographic spatial genetic structure of the Neotropical tree, *Jacaranda copaia*. *Molecular Ecology*. 15: 3205–3217.

Keizer. J.J., A.M. Cleef, J.O. Rangel y S. Salamanca. 2008a. Numerical classification of the vascular vegetation of the Sumapaz Transect using the taxonomic rank of family. En: T. van Der Hammen (Ed). *Estudios de Ecosistemas Tropandinos. Volumen 7. Resultados del Proyecto Ecoandes* (pp. 455-472). J. Craemer in der Gerb. Borntraeger Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. Berlin.

Keizer. J.J., T. Van der Hammen y R. Jaramillo. 2008b. Environmental and spatial variation in woody plant family composition of Northern Andean montane forests (Colombian Eastern Cordillera). En: T. van Der Hammen (Ed). *Estudios de Ecosistemas Tropandinos. Volumen 7. Resultados del Proyecto Ecoandes*. (pp. 475-509). Craemer in der Gerb. Borntraeger Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. Berlin.

Kottegoda, N. y R. Rosso. 1997. *Applied statistics for civil and environmental engineers*. Second edition. The McGraw – Hill Companies, Inc. New York. 718 p.

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*. GTZ. Eschborn. 335 p.

Lasso, C. A., A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. Señaris, A. Díaz Pulido, G. Corzo, A. Machado-Allison, (eds). 2011. *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá. 304 p.

Leigue, J.W. 2011. Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. *Acta Amazónica*. 41(1): 135 - 142.

León G, J. Zea y J. Eslava. 2000. Circulación general del trópico y la Zona de Confluencia Intertropical en Colombia. *Meteorol. Colomb.* 1:31-38.

Lozano-Zambrano, F. H. (ed). 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá. 238 p.

Mahecha, G., R. Rodríguez y L.E. Acero Duarte. 1984. Estudio dendrológico de Colombia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas e Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. 282 p.

Maldonado-Ocampo J.A., R.P. Vari y J.S. Usma. 2008. Checklist of the Freshwater Fishes of Colombia. *Biota Colombiana*. 9(2), 143-237.

Margalef, R. 1995. *Ecología*. Omega. Barcelona. 951 p.

Matteucci, S.D. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Serie: Biología. N° 22. Secretaría de la Organización de los Estados Americanos. OEA. Washington. 163 p.

Mejía, M. 1998. Aventureros, cronistas y científicos en la Orinoquia. En: Domínguez, C. (Ed). *Colombia Orinoco* (pp. 221-239). Fondo FEN. Bogotá.

Melo, O. y R. Vargas. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima, CRQ, Carder, Corpocaldas, Cortolima, Ibagué. 238 p.

Merchán, M. (ed.). 2011. Historia natural y conservación del caimán llanero (*Crocodylus intermedius*) en Colombia. Asociación Chelonia. Madrid. 238 p.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2014. Resolución 0192 de 2014. Bogotá. MADS. 36 p.

MAVDT. 2010. Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales. Bogotá. 72 p.

Minorta-Cely, V. y J.O. Rangel. 2014. La riqueza y la diversidad de las plantas con flores de la Orinoquia colombiana. En: Rangel, J.O. (ed.). Colombia Diversidad Biótica XIV. La Región de la Orinoquia de Colombia (pp. 237-418). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Molano, J. 1998. Biogeografía de la Orinoquia colombiana. En: Domínguez, C. (Ed). Colombia Orinoco. (pp. 96-101). Fondo FEN. Bogotá.

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza. 84 p.

Mostacedo, B y T. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de manejo forestal sostenible. BOLFOR. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. 87 p.

Navarro, G. 1997. Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. Revista boliviana de ecología y conservación ambiental. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. 2: 3-37.

Norell, L. 2003. ANOVA. Estimators Under Imbalance in the One-Way Random Model. Communications in Statistics. Theory and Methods. 32: 601.

Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino y T. Kira. 1965. Comparative Ecological Studies on Three Main Type of Forest Vegetation in Thailand II. Plant Biomass. Nature and Life in Southeast Asia. 4: 49-80.

Ortega, M. 2012. Ecología del paisaje y caracterización de la cobertura forestal, según piso altitudinal de la microcuenca del río La Balsa, Costa Rica, para establecer criterios para el manejo integrado de cuencas. Tesis de Licenciatura. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 39 p.

Pacheco, J.F. y F. Olmos. 2005. Birds of a Latitudinal Transect in the Tapajós-Xingu Interfluvium, eastern Brazilian Amazonia. Ararajuba 13(1): 29-46.

Parra, C. 2005. Primer registro de *Spathelia* L. (Rutaceae) y una nueva especie del género para Colombia. Caldasia 27(1): 17-23.

Parra, C. 2006. Estudio general de la vegetación nativa de Puerto Carreño (Vichada, Colombia). Caldasia 28(2): 165-177.

Parrotta, J.A. 1992. The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems. Application of ecological principles to sustainable land-use systems. Agric Ecosyst Environ. 41: 115-133.

Patil, G.P. y Taile C. 1982. Diversity as a concept and its measurement. *Journal of the American Statistical Association*. 77: 548-567.

Patiño, Y. 1985. Historia de la botánica y de las ciencias afines en Colombia. Historia extensa de Colombia, Vol. XVI. Academia Colombiana de Historia. Bogotá. 255 p.

Pennington, T.D. y B.T. Styles. 1975. A generic monograph of the Meliaceae. *Blumea* 22:419-540.

Pennington, T.D. y B.T. Styles. 1981. Meliaceae. *Flora Neotropica*. Monograph 28. The New York Botanical Garden. New York. 470 p.

Pérez, I. y T. Marañón. 2005. Limitaciones en la regeneración natural de las especies leñosas de un bosque mediterráneo. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla. *Almoraima*. 31: 129-135.

Puig-Samper, M.A. 1991. Las expediciones científicas durante el siglo XVIII. *Historia de la Ciencia y de la Técnica*, 28. Universidad Complutense de Madrid. Akal. 54 p.

Pyšek P., P. Karel, J. Mullerová y C. Joyce. 2001. The role of vegetation succession in ecosystem restoration. Introduction. *Applied Vegetation Science*. 14: 3-5.

Ramírez, C. y C. Kleinn. 2001. Inventario Forestal Global (GFS). Estudio Piloto en Costa Rica. Manual de Campo. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), FAO, Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE). San José de Costa Rica. 36 p.

Ramón, J. 1949. Geografía superior de Colombia. Librería Stella. Bogotá. 320 p.

Rangel, J.O., y A. Velázquez, 1997. Métodos de estudio de la vegetación. En: Rangel, J.O., P. Lowy, M. Aguilar. (eds.), *Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación en Colombia* (pp. 59-87): Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Ciencias Naturales, Instituto de hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)-Ministerio del Medio Ambiente, Comité de Investigaciones y Desarrollo Científico-Cindec. U.N, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá.

Rangel, J.O. 1998. Flora Orinoquense. En: Fajardo, D. *Colombia Orinoco* (pp. 103-133). Fondo FEN. Bogotá.

Rangel, J. O., 1991. Vegetación y ambiente en tres gradientes montañosos de Colombia. Tesis de Doctor, Universidad de Amsterdam, Amsterdam. 349 p.

Rangel, J.O. (ed.). 2014. *Colombia Diversidad Biótica XIV. La Región de la Orinoquia de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 857 p.

Rangel, J.O., H. Sánchez, P. Lowy, M. Aguilar y A. Castillo. 1995a. Región de la Orinoquia. En: J.O. Rangel (ed.). *Colombia Diversidad Biótica I* (pp. 239-254): Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Rangel, J.O., P. Lowy, y M. Aguilar. 1995b. Marco general y alcances del estudio. En: Rangel, J.O. (ed.), *Colombia Diversidad Biótica I* (pp. 17-25): Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Inderena. Bogotá.

Rasmussen, L. 1996. ANOVA MultiMedia. A Program for Teaching ANOVA Designs. *Teaching of Psychology*. 23: 55.

Rayol, B.P., F. Alvino-Rayol e M. Silva. 2011. Similaridade florística entre o estrato arbóreo e a regeneração natural de uma floresta secundária, no município de Bragança, nordeste do estado do Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Agroecologia*. 6(3): 107-114.

Reis, L.P., A.R. Ruschel, A. Cohelo, A. Santos da Luz, R.C. Martins da Silva. 2010. Avaliação do potencial madeireiro na Floresta Nacional do Tapajós, após 28 anos da exploração florestal. *Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo*. 30(64): 265-281.

Rippstein, G., G. Escobar y F. Motta (eds). 2001. *Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)-Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (Cirad). Cali. 302 p.

Rivera, C.A., A.M. Zapata, D. Pérez, Y. Morales, H. Ovalle y J.P. Álvarez. 2010. Caracterización limnológica de humedales de la planicie de inundación del río Orinoco (Orinoquía, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*. 15(1): 145-166.

Rodríguez, A.J. 2001. Mapa geológico del departamento del Meta. Memoria explicativa. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-ambiental y Nuclear (Ingeominas). Ministerio de Minas y Energía. Bogotá. 68 p.

Rodríguez, M. y A.M. Sibille. 1996. Manual de identificación de especies forestales de la subregión Andina. Proyecto RD 150/91 Rev. 1 (1). Identificación y Nomenclatura de las Maderas Tropicales Comerciales en la Subregión Andina. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Organización Internacional de Maderas Tropicales. Perú. 489 p.

Romero, M.V., G. Téllez y E. Cantillo. 2011. Región Orinoquia. Composición florística y patrón de la estructura de la vegetación en el sector nororiental de la Serranía de la

Macarena, San Juan de Arama - Meta. En: Rangel, J.O. (ed.). Colombia Diversidad Biótica XI. Patrones de la estructura y de la riqueza de la vegetación en Colombia (pp. 391-420). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Ruiz, H. y J. Pavón. 1798. Virgularia. In: H. Ruiz López y J. Pavón. *Systema Vegetabilium Florae Peruvianaes et Chilensis*: 160-162. Typis Gabrielis de Sancha. Madrid.

Sáenz, G.P. y Finegan, B. 2000. Monitoreo de la regeneración natural con fines de manejo forestal. Unidad de Manejo de Bosques Naturales. CATIE. Boletín 15: 8.

Sampaio, A.B., K.D. Holl y A. Scariot. 2007. Does restoration enhance regeneration of seasonal deciduous forest in pastures in central Brazil. *Restoration Ecology*. 15: 462-471.

Sarmiento, G. 1983. The savannas of Tropical America. 245-288. In: Bourliere, F. (ed.). *Ecosystems of the world XIII. Tropical Savannas*. Elsevier, Amsterdam.

Sarmiento, J. 2007. La Familia Orchidaceae en Colombia. *Actual Biol (Supl. 1)*: 84.

Secco, R. 2004. Alchorneae (Euphorbiaceae) (*Alchornea*, *Aparisthium* e *Conceveiba*). *Flora Neotropica*, The New York Botanical Garden, Bronx, New York. Vol. 93, (Aug. 20, 2004): 1-194.

Shapiro, S.S. y M.B., Wilk. 1965. An analysis of variance test for normality (Complete samples). *Biometrika*, 52(3/4): 591-611.

Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1995. *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. Freeman W.H. Press, New York, USA. 877 p.

Stacey, G. (Ed). 2008. Genetics and Genomics of Soybean. University of Missouri. Springer. 407 p.

Suárez-Díaz, J. 1998. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Ingeniería de Suelos Ltda. Bucaramanga. Colombia. 540 p.

Suárez, J. 2002. Guía técnica para la realización de inventarios forestales. En: Guías técnicas para la ordenación y manejo sostenible de los bosques naturales: (pp 53-82). Ministerio del Medio Ambiente - Asociación Colombiana de Reforestadores - Organización Internacional de Maderas Tropicales. Bogotá.

Tellería, M.T., M. Lucena, F. Pelallo, E. Amodio, J. Fuertes, G. Pérez de Rada, C. Guzmán y M.A. Puig. 1998. La Comisión Naturalista de Löffling en la Expedición de Límites del Orinoco. Real Jardín Botánico, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Caja Madrid, Lunwerg Editores. Madrid. 237 p.

Unesco. 1980. Descripción, funcionamiento y evolución de los ecosistemas forestales tropicales. En: Unesco, Pnuma y FAO. Ecosistemas de los Bosques Tropicales (pp. 127-162). Unesco y CIFCA. Paris.

Uribe, C. y J. Betancur. 1997. Flora del Llano, Volumen 6. Uribe, C. (ed.). 108 p.

Usma, J.S. y F. Trujillo (eds). 2011. Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Gobernación de Casanare-WWF Colombia. Bogotá. 286 p.

Vallejo-Joyas M.I., A.C. Londoño-Vega, R. López-Camacho, G. Galeano, E. Álvarez-Dávila y W, Devia-Álvarez. 2005. Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia. Serie: Métodos para estudios ecológicos a largo plazo. N° 1. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. 310 p.

Van der Hammen, T. y J.O. Rangel. 1997. El estudio de la vegetación en Colombia (Recuento histórico-tareas futuras). 17-57 pp. En: Rangel, J.O., P. Lowy, M. Aguilar-P. (eds.), *Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Instituto de hidrología, Meteorología y estudios Ambientales (Ideam), Ministerio del Medio Ambiente, Comité de Investigaciones y Desarrollo Científico, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá. 436 p.

Van der Hammen, T. (Ed). *Estudios de Ecosistemas Tropandinos. Volumen 7. Resultados del Proyecto Ecoandes*. J. Craemer in der Gerb. Borntraeger Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. Berlin. 1009 p.

Vergara y Velasco, F.J. 1901. *Nueva geografía de Colombia*. Imprenta de vapor de Zalamea Hermanos. Bogotá. 74 p.

Vieira, I., A. Silva de Almeida, E.A. Davidson, T.A. Stone, C.J. Reis de Carvalho y J.B., Guerrero. 2003. Classifying successional forests using Landsat spectral properties and ecological characteristics in eastern Amazonia. *Remote Sensing of Environment* 87: 470 - 481.

Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, H. Gast, F. Mendoza, M. Ospina, y A.M. Umaña. 2006. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. 236 p.

Villarreal-Leal, H. y J. Ocampo. 2007. *Caracterización Biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (Sector noreste), Vichada, Colombia*. Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. 292 p.

Villarreal-Leal, H., M. Álvarez-Rebolledo, M. Higuera-Díaz, J. Aldana-Domínguez, J.D. Bogotá-Gregory, F.A. Villa-Navarro, P. Von Hildebrandt, A. Prieto-Cruz, J.A. Maldonado-Ocampo, A.M. Umaña-Villaveces, S. Sierra y F. Forero. 2009. Caracterización de la biodiversidad de la selva de Matavén (sector centro-oriental) Vichada, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales Indígenas de la selva de Matavén (Acatisea). Bogotá. 186 p.

Villavelez, V. y J. Meniado. 1979. Notes on balsa (*Ochroma pyramidale* Cav.). Forpride Digest. 8 (3-4): 25-30.

World Bank. 2005. World resources 2005: the wealth of the poor managing ecosystem to fight poverty. World Resources Institute. Washington, DC: World Bank. Recuperado de: <http://documents.worldbank.org/curated/en/823501468338934543/World-resources-2005-the-wealth-of-the-poor-managing-ecosystem-to-fight-poverty>.

Zar, J.H. 1984. Biostatistical analysis. Second edition. New Jersey: Prentice-Hall. 718 p.

