

MONOGRAFÍAS DE LA ASOCIACIÓN CHELONIA

Volumen VII



Análisis comparado de la composición florística, estructura y diversidad de fustales en dos ecosistemas boscosos del piedemonte llanero colombiano

Miguel Andrés Cárdenas-Torres



Análisis comparado de la composición
florística, estructura y diversidad de
fustales en dos ecosistemas boscosos del
piedemonte llanero colombiano

Edita: Asociación Chelonia, Madrid, (España)

© Asociación Chelonia, 2014

© Fotografías de portada, contraportada e interiores: Miguel Andrés Cárdenas-Torres

Primera edición, marzo de 2014

www.chelonia.es

chelonia@chelonia.es - colombia@chelonia.es

ISBN: 978-84-616-9126-5

Depósito legal: M-10869-2014

A mis padres: Evangelista Cárdenas y Alejandrina Torres

Análisis comparado de la composición
florística, estructura y diversidad de
fustales en dos ecosistemas boscosos del
piedemonte llanero colombiano

Miguel Andrés Cárdenas-Torres



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

LA PRESENTE PUBLICACIÓN ESTÁ BASADA EN INFORMACIÓN OBTENIDA
PARA EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) DEL CAMPO DE
PRODUCCIÓN 50k CPO-09 , REALIZADO EN EL MARCO DEL CONTRATO
MA-0013470, SUSCRITO POR EL CONSORCIO MEGAOIL CON ECOPETROL
S.A., CUYO OBJETO ES: “CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS
ESTUDIOS AMBIENTALES DE ECOPETROL S.A., Y SU GRUPO EMPRESARIAL,
PARA LA ZONA LLANOS I”

ECOPETROL S.A.

LUISA FERNANDA ORTÍZ TRIANA
Ingeniera Ambiental

JUAN PABLO PACAVITA RICO
Comunicaciones

CONSORCIO MEGAOIL

LUIS VICENTE PICO GÓMEZ
Representante Legal

LOYDA HERNÁNDEZ CASTRO
Coordinadora EIA Campo de Producción 50k CPO-09

MIGUEL ANDRÉS CÁRDENAS-TORRES
Coordinador componente de flora EIA Campo de Producción 50k CPO-09



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

PRÓLOGO

Durante las últimas décadas el crecimiento de las actividades relacionadas con el sector de hidrocarburos en la región de los Llanos del Orinoco colombiano ha logrado una importancia significativa y de gran impacto para el desarrollo económico del país, fomentando la creación de empleos y contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la población local.

Es claro que el avance de este sector siempre ha estado acompañado de los correspondientes estudios técnicos, los cuales han permitido profundizar en el conocimiento de los recursos naturales asociados a las actividades de exploración y explotación petrolera, en el marco de los licenciamientos ambientales solicitados a la Autoridad Ambiental y dando cumplimiento a los requisitos legales que dan viabilidad para su implementación.

Aprovechando la valiosa información con la que se cuenta sobre los mencionados estudios y, como parte de la campaña de responsabilidad ambiental de la Empresa Colombiana de Petróleos y su grupo empresarial, Ecopetrol S.A. y el Consorcio Megaoil se complacen en entregar esta investigación a la comunidad nacional e internacional, la cual se enmarca en el Estudio de Impacto Ambiental realizado para el Campo de Producción 50k CPO-09 entre 2012 y 2013, donde se analizan dos ecosistemas representativos de esta región del país y nos muestra al mismo tiempo la importancia que éstos representan para la conservación de la biodiversidad.

Esperamos que la presente obra contribuya al conocimiento de nuestros bosques y refleje la necesidad de conservarlos, investigarlos y ante todo concientizar a la comunidad en general sobre la importancia de protegerlos como parte del legado que entregaremos a nuestras generaciones futuras.

LUISA FERNANDA ORTÍZ TRIANA
Ecopetrol S.A.

LUIS VICENTE PICO GÓMEZ
Consorcio Megaoil

PRÓLOGO

Conocí a Miguel Cárdenas allá por 2006, con motivo del máster de Biodiversidad que realizaba en Sevilla, y ya desde entonces me quedó patente no sólo su valía profesional y capacidad de trabajo -que pude constatar en su desempeño en dicho máster-, sino su enfoque práctico e ideas claras en cuanto a la gestión y conservación de los recursos naturales. Durante estos años, he tenido ocasión de trabajar conjuntamente con Miguel dentro de los proyectos de la Asociación Chelonia en Colombia y España, con iniciativas que han incluido trabajos relacionados con la conservación de las tortugas marinas en el litoral español, la gestión de áreas protegidas en el Urabá colombiano, o los estudios sobre el caimán llanero en los Llanos del Orinoco. Fruto de estos últimos, hemos tenido la oportunidad de publicar numerosos trabajos, como contribución al conocimiento de los ecosistemas llaneros, de enorme valor biológico a la vez que sociocultural.

El exhaustivo conocimiento de los Llanos por parte de Miguel lo ha llevado en los últimos tiempos a participar activamente en estudios ecológicos destinados a la explotación sostenible de los ecosistemas llaneros colombianos, y la presente publicación es una excelente muestra del buen trabajo desarrollado. Partiendo de un enfoque interinstitucional, donde las entidades de conservación deben trabajar en estrecho contacto con aquéllas que proporcionan los recursos necesarios para asegurar el nivel de vida de las poblaciones locales, este libro es una muestra del espléndido camino recorrido en este sentido en Colombia. Y fruto de esa visión integradora podemos contar con publicaciones como ésta, donde los esfuerzos de Ecopetrol S.A. y el Consorcio Megaoil, junto con la participación de la Asociación Chelonia, han posibilitado ampliar el conocimiento sobre los ecosistemas del piedemonte llanero colombiano. La obra no es sólo un excelente tratado botánico, sino que también incorpora recomendaciones sobre la gestión y sostenibilidad de los ecosistemas llaneros en consonancia con el desarrollo humano, y expone una metodología que bien puede ser extrapolada para futuros trabajos en otras áreas naturales de Colombia y del resto del mundo.

Por todo ello, debemos felicitarnos de que el autor haya dedicado sus esfuerzos a completar tan importante trabajo, con la seguridad de que contribuirá al conocimiento y la gestión de los Llanos del Orinoco, y que será un punto y seguido para la realización de nuevas investigaciones que fomenten el desarrollo sostenible en las áreas naturales de Colombia.

MANUEL MERCHÁN FORNELINO
Presidente Asociación Chelonia

ÍNDICE

RESUMEN	15
1. INTRODUCCIÓN	17
2. OBJETIVO GENERAL	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. LOCALIZACIÓN	21
3.2. MAPA DE ECOSISTEMAS	22
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL	23
3.4. TRAZADO Y MUESTREO DE LAS PARCELAS	24
3.5. MEDICIÓN DE VARIABLES EN CAMPO	27
3.6. COLECTA, EMBALAJE Y Prensado de Muestras Botánicas	29
3.7. ESTRUCTURA HORIZONTAL	31
3.8. ESTRUCTURA VERTICAL	31
3.9. DIVERSIDAD	31
3.10. ESPECIES AMENAZADAS	33
3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	33
4. RESULTADOS	35
4.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	35
4.2. ESTRUCTURA HORIZONTAL	36
4.3. ESTRUCTURA VERTICAL	38
4.4. DIVERSIDAD	44
4.5. ESPECIES AMENAZADAS	45
5. DISCUSIÓN	49
5.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	49
5.2. ESTRUCTURA	49
5.3. DIVERSIDAD	52
5.4. ESPECIES AMENAZADAS	53
6. CONCLUSIONES	55
7. AGRADECIMIENTOS	57
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	63
GLOSARIO	73



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

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio	21
Figura 2. Ecosistemas de bosque de galería y bosque denso alto de tierra firme en el área de estudio	22
Figura 3. Diseño de las unidades de muestreo para bosque de galería y bosque denso alto de tierra firme	26
Figura 4. Esquema representativo para la toma del CAP en árboles bifurcados (diámetros múltiples)	28
Figura 5. Esquema representativo para la toma del CAP en árboles inclinados y con raíces fúlcreas	28
Figura 6. Nomenclatura para el etiquetado de las muestras botánicas	29
Figura 7. Abundancia, riqueza y composición florística comparada para bosque de galería y bosque denso	35
Figura 8. Composición florística comparada por familias para los dos ecosistemas	36
Figura 9. IVI comparado para Bg y Bda con prioridad en Bg	37
Figura 10. IVI comparado para Bg y Bda con prioridad en Bda	37
Figura 11. Diagrama de Ogawa para el bosque de galería	38
Figura 12. Diagrama de Ogawa para el bosque denso alto de tierra firme	38
Figura 13. Ejemplos esquemáticos de las especies halladas en una parcela de bosque de galería	40
Figura 14. Ejemplos esquemáticos de las especies halladas en una parcela de bosque denso	40
Figura 15. Perfil de vegetación de una parcela en bosque de galería	41
Figura 16. Perfil de vegetación de una parcela en bosque denso alto de tierra firme	41
Figura 17. Vista en planta de una parcela levantada en bosque de galería	42
Figura 18. Ejemplos esquemáticos de las copas de las especies halladas en una parcela de bosque de galería	42
Figura 19. Vista en planta de una parcela levantada en bosque denso alto de tierra firme	43
Figura 20. Ejemplos esquemáticos de las copas de las especies halladas en una parcela de bosque denso	43





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

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formulario para el registro de información en campo	27
Tabla 2. Fórmulas para el cálculo y análisis de la estructura horizontal	31
Tabla 3. Índices totales comparados para bosque de galería y bosque denso alto de tierra firme	44
Tabla 4. Resumen de resultados del test U de Mann-Whitney para las variables analizadas	45
Tabla 5. Especies amenazadas halladas en las parcelas de Bg y Bda del área de estudio	46





Ejemplar de *Cedrela odorata* L. (Cedro) en la margen derecha de un bosque de galería, municipio de Guamal

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Panorámica de un bosque de galería en el municipio de Acacias	15
Fotografía 2. Aspecto de un bosque denso alto de tierra firme en el municipio de Guamal	19
Fotografía 3. Uso de brújula profesional para el trazado de parcelas	24
Fotografía 4. Tablet para el registro digital de información en campo	24
Fotografía 5. Establecimiento del inicio de una parcela en bosque de galería, municipio de Acacias	25
Fotografía 6. Marcaje y medición del CAP para el censo de fustales en una parcela de bosque denso alto de tierra firme, municipio de Guamal	26
Fotografía 7. Medición del CAP de un Macano (<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell) en una parcela de bosque de galería en el municipio de Acacias	27
Fotografía 8. Etiquetado provisional en campo de una muestra botánica colectada en bosque de galería	30
Fotografía 9. Ejemplo de una muestra colectada en bosque denso alto de tierra firme del municipio de Guamal	30
Fotografía 10. Ejemplar adulto de <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro) registrado en una parcela de bosque denso	51



Regeneración natural de *Piper cf. obliquum* Ruiz & Pav. (Cordoncillo) en un bosque denso



Raíces fúlcreas de *Socratea exorrhiza* (Mart.) H.Wendl. (Palma choapo) en un bosque de galería del municipio de Guamal

RESUMEN

En este trabajo se compara la estructura, composición y diversidad de fustales en dos ecosistemas de la Orinoquía colombiana sobre un área de estudio de 10.465 hectáreas. Fue elaborado un mapa de ecosistemas a escala 1:10.000 para cartografiar el bosque de galería (Fotografía 1) y el bosque denso alto de tierra firme, con el fin de implementar en campo un muestreo aleatorio estratificado, donde cada unidad muestral se seleccionó completamente al azar. Se recolectó información en 16 unidades de muestreo (parcelas) de 0,1 ha en ambos ecosistemas (8 en cada uno), incluyendo información de los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 10 cm y tomando datos de especie, circunferencia a la altura del pecho (CAP), altura total y a la base de la copa. Se encontró una mayor riqueza total de especies en bosque de galería (81) que en bosque denso alto de tierra firme (76); sin embargo, este último arroja una mayor heterogeneidad y una mejor estructura vertical. Entre ambos ecosistemas incluyen la presencia de 12 especies amenazadas en las diferentes categorías según las bases de datos de los Libros Rojos de Colombia, la Resolución 0192 de 2014 de Colombia, la RedList de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Este es un trabajo de investigación desarrollado en el marco del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el Campo de Producción 50k CPO-09, realizado para la Empresa Colombiana de Petróleos (Ecopetrol S.A.) por parte del Consorcio Megaoil entre finales de 2012 y 2013, como parte de su campaña de responsabilidad ambiental.



Fotografía 1. Panorámica de un bosque de galería en el municipio de Acacias



Corteza interna y externa de *Protium sagotianum* Marchand (Copal) en un bosque de galería en el municipio de Acacias

1. INTRODUCCIÓN

Colombia es el primer país del mundo en diversidad de aves y orquídeas (Remsen *et al.*, 2012 y Sarmiento, 2007), segundo en plantas, anfibios, peces dulce-acuícolas y mariposas (Bernal *et al.*, 2007, Maldonado-Ocampo J.A., *et al.*, 2008 y Andrade-C., 2011), tercero en diversidad de reptiles y palmas (Andrade-C., 2011) y cuarto en mamíferos (*Op cit.*). Según datos oficiales disponibles en el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (www.sibcolombia.net), la región de la Orinoquia colombiana (con 300.000 km²) cuenta con un total de 92 especies de aves acuáticas, 266 anfibios, 290 reptiles, 318 mamíferos y 2.692 plantas.

Esta región se encuentra conformada por enormes extensiones de sabanas naturales, áreas de piedemonte y zonas de inundación de las numerosas corrientes que drenan hacia el río Orinoco en dirección suroriente. De la vasta red de drenajes que se originan en el flanco oriental de la Cordillera Oriental colombiana, son de resaltar como principales a los ríos Arauca, Casanare, Meta y Guaviare, junto con otros de gran importancia como el Tomo, Bitá, Vichada, Guainía, Tuparro, Inírida y Cinaruco (Cárdenas-Torres, 2011). Por otra parte, el piedemonte llanero es un área estratégica en cuanto a diversidad, por ser un punto de transición entre ecosistemas montanos y tropicales (pasando desde los bosques muy húmedos hasta los secos), haciendo de ésta una zona de convergencia de diferentes ecoregiones (Andina, Amazónica, Orinoquía) (Carvajal *et al.*, 2007).

La presente investigación se circunscribe al estudio de dos tipos de ecosistemas representativos de esta región: los bosques de galería y los bosques densos altos de tierra firme. Los primeros son considerados como ecosistemas de importancia para la conservación del recurso hídrico en áreas de planicie asociados a cursos de agua, con altos niveles freáticos (inundables en invierno) y actúan como corredores de dispersión y albergue de la fauna silvestre. Los bosques densos altos de tierra firme configuran otro tipo de ecosistema con factores y recursos distintos, nivel freático bajo (no inundables todo el año) y en la mayoría de los casos constituyen fuentes o nacimientos de agua, los cuales se ciñen a pequeños parches aislados o “islas” en predios privados, siendo el producto de cultivos abandonados de cacao (*Theobroma cacao* L.) o de café (*Coffea arabica* L.), donde se permitió que las dinámicas de sucesión natural se encargaran de establecer los actuales bosques. Ambos presentan distinta composición florística, estructura y diversidad albergando organismos que, en algunos casos, se encuentran catalogados en categorías de amenaza de extinción. Sin embargo, estos ecosistemas desempeñan funciones ambientales y ecológicas similares: fomentan la retención de las precipitaciones, regulan el flujo de nutrientes y agua en el suelo y condicionan las variables microclimáticas locales como la temperatura o la humedad relativa, entre otras. Son característicos de la Orinoquia colombiana, pero los bosques de galería ocupan una mayor proporción respecto a los bosques densos a nivel general en esta región del país.



Corteza externa, interna y exudado de *Iryanthera hostmannii* (Benth.) Warb. (Mamito) en boque de galería, municipio de Acacias

2. OBJETIVO GENERAL

El objetivo de esta investigación es comparar la composición florística, estructura y diversidad de especies en estado de crecimiento fustal, halladas en ecosistemas de bosque de galería y bosque denso alto de tierra firme (Fotografía 2) en un sector de los municipios de Acacías y Guamal (departamento del Meta) sobre el piedemonte llanero de la región Orinoquia de Colombia. Igualmente, se pretende establecer la presencia de especies amenazadas y sus correspondientes categorías en cada uno de los ecosistemas analizados.



Fotografía 2. Aspecto de un bosque denso alto de tierra firme en el municipio de Guamal



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

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN

El área de estudio se encuentra localizada en la región geográfica de los Llanos Orientales colombianos, específicamente en los municipios de Acacías y Guamal del departamento del Meta, con influencia directa de la zona de piedemonte asociada a la vertiente oriental de la Cordillera Oriental (Figura 1).

La región donde fue desarrollada la investigación se caracteriza por presentar un clima de bosque húmedo tropical según la clasificación de zonas de vida propuesta por Holdridge (1978) a 500 m de altitud, donde predomina una temperatura promedio de 23°C y precipitaciones que se encuentran por el orden de los 2.700 milímetros anuales.

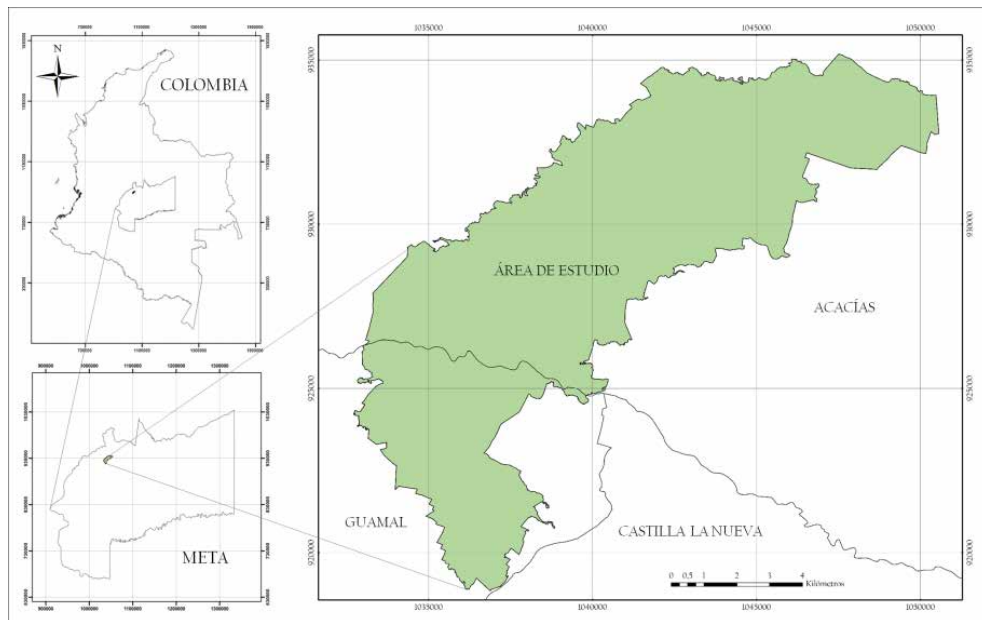


Figura 1. Localización del área de estudio



3.2. MAPA DE ECOSISTEMAS

Durante la primera fase de la investigación desarrollada en oficina, se elaboró un mapa de ecosistemas boscosos a escala 1:10.000 del área de estudio, que comprende 10.465 ha, donde se identificaron y mapearon las unidades cartográficas de bosques de galería (Bg) y bosque denso alto de tierra firme (Bda) con 1.229,94 y 60,45 hectáreas respectivamente, utilizando para ello el programa ArcGIS 9.3.; como resultado se obtuvo un mapa temático de ecosistemas de Bg y Bda, tal como se ilustra en la figura 2.

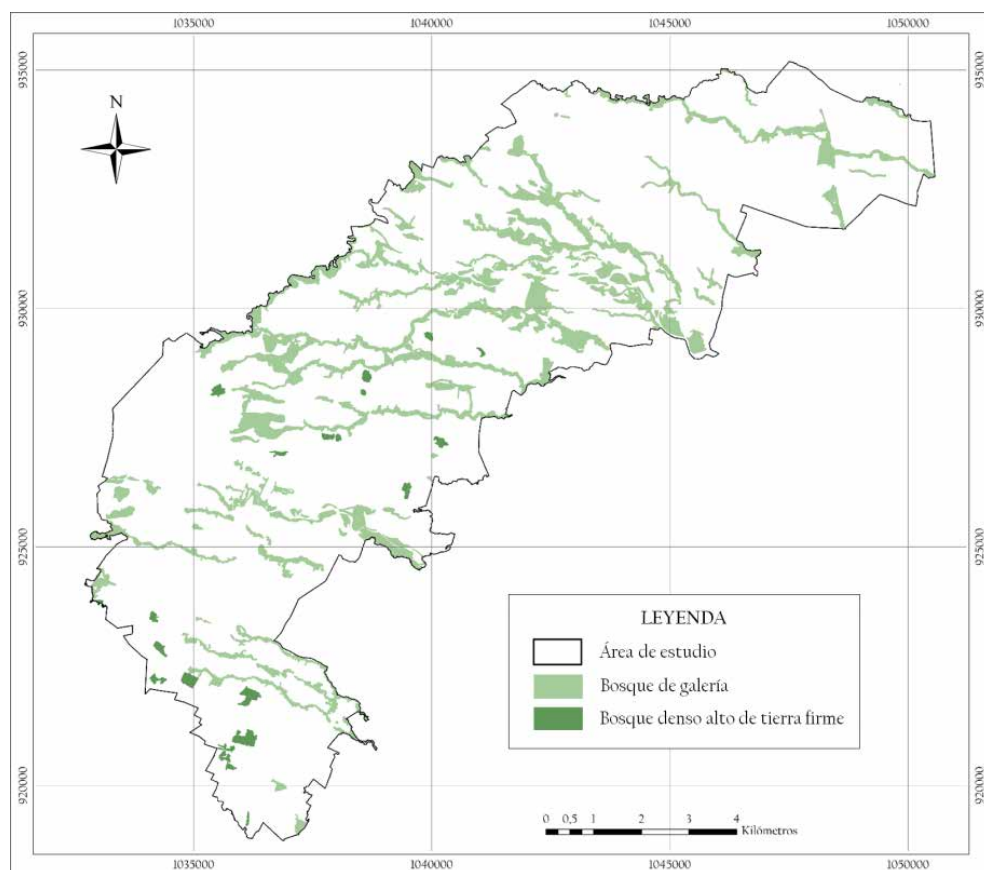


Figura 2. Ecosistemas de bosque de galería y bosque denso alto de tierra firme en el área de estudio

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un muestreo aleatorio estratificado, donde se dividió la población en dos estratos (los dos ecosistemas en estudio), en los cuales se tomaron muestras al azar. Para ello fue empleado el mapa de ecosistemas, donde se seleccionaron los sitios potenciales para la realización de los pre-muestreos mediante la elaboración cartográfica de una malla de puntos para cada unidad de análisis. Posteriormente, se realizó la selección completamente al azar de los puntos para el levantamiento de las parcelas en la fase de campo.

Melo y Vargas (2003) señalan que este tipo de muestreo se emplea “cuando se está contemplado 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”. En este sentido, para realizar la comparación entre unidades de muestreo y comprobar que la información es representativa de la muestra, se tomó como variable el número de individuos, con el fin de procesar la información a una probabilidad del 95% y error de muestreo inferior al 15%.

Se realizó un primer trabajo de campo que permitió establecer el tamaño de la muestra (n , número de parcelas en este caso), necesario para dar cumplimiento a los requerimientos estadísticos establecidos, tal como se representa en la siguiente fórmula:

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

Donde: n = número de parcelas
 t = constante de Student
 CV = coeficiente de variación
 $E\%$ = error esperado (15% máximo)

Los resultados del análisis de datos para calcular el tamaño de la muestra en bosque de galería y bosque denso alto de tierra firme se encuentran consignados en los anexos 1 y 2 respectivamente.



Bosque denso (derecha) y ecosistema de morichal (izquierda) en el municipio de Acacias

3.4. TRAZADO Y MUESTREO DE LAS PARCELAS

Durante los muestreos forestales se tomaron datos en 8 parcelas de 0,1 ha (20 m x 50 m), por cada tipo de ecosistema, para caracterizar aquellos individuos con diámetros a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm (censo de fustales medidos a 1,3 m del suelo). Se registraron datos de especie, altura total (HT) y altura a la base de la copa (HC), así como la presencia de lianas, enredaderas, epífitas y otros organismos asociados. La altura total y la de base de la copa se emplean en el análisis de estructura vertical, para construir un modelo bidimensional que permite encontrar enjambres de dispersión (núcleos de acumulación) de los árboles, y así determinar su distribución en los diferentes estratos altitudinales, conforme al método cuantitativo propuesto por Ogawa (En: Unesco, 1980).

De acuerdo con Cárdenas *et al.* (1997), este tipo de parcelas (de 0,1 ha) facilita un mayor número de muestreos en poco tiempo, permitiendo obtener una muestra representativa. Otra ventaja que presenta es que su tamaño se adapta a las condiciones de los ecosistemas analizados, dado su alto grado de fragmentación. Para la toma de datos se emplearon los siguientes equipos:

- ☞ Brújula profesional para el trazado de las parcelas (Fotografía 3).
- ☞ Clinómetro de suunto para la estimación de alturas de los fustales.
- ☞ GPS para la ubicación de los sitios de muestreo, el registro del punto de inicio y final de las parcelas, y la localización de cada fustal.
- ☞ Tablet para la toma de datos en formato digital (Fotografía 4).
- ☞ Libreta de campo para anotaciones adicionales.
- ☞ Cámara fotográfica para el registro de evidencias.



Fotografía 3. Uso de brújula profesional para el trazado de parcelas



Fotografía 4. Tablet para el registro digital de información en campo

Teniendo definidos previamente los sitios de muestreo en la fase de oficina, con ayuda de GPS en campo se realizó el desplazamiento a cada punto, ubicando las parcelas en la coordenada establecida; allí se seleccionó un individuo para ser marcado con pintura roja, con el fin de identificar el inicio de la parcela (Fotografía 5).

Seguidamente, se ubicó el norte magnético mediante el uso de brújula profesional y a partir del punto de inicio se extendió una cuerda por una distancia de 50 metros y con marcas cada 10 metros; al final también se seleccionó otro individuo y se marcó su respectivo punto GPS. Esta línea (cuerda) constituye el eje de la parcela y a partir de ésta se midieron todos los fustales que se encontraron en 10 metros a ambos lados de la misma, de manera que el levantamiento forestal resultara eficiente en términos de tiempo y esfuerzo.

Para una mayor comprensión del diseño de las parcelas establecidas durante la captura de información de fustales en los bosques objeto de estudio, el esquema simplificado de éstas se presenta en la figura 3 con vista ortogonal.



Fotografía 5. Establecimiento del inicio de una parcela en bosque de galería, municipio de Acacías

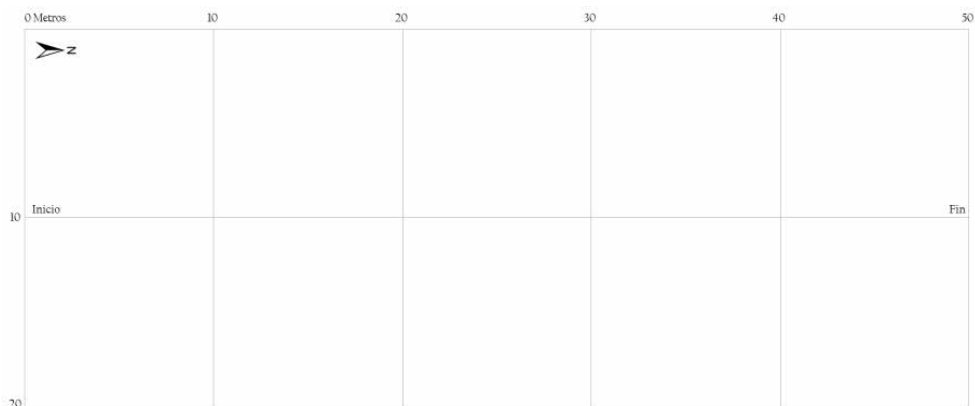


Figura 3. Diseño de las unidades de muestreo para bosque de galería y bosque denso alto de tierra firme

Con el fin de garantizar que la información de cada fustal se registrara adecuadamente, evitando duplicar los datos, todos los individuos fueron marcados con un número consecutivo en pintura roja sobre una superficie visible y de fácil detección (Fotografía 6). Este número constituye el código asignado a cada individuo en las parcelas, tanto en los formularios de campo como en los puntos GPS, de manera que se facilite el posterior análisis de datos y la construcción de los diseños planta-perfil.



Fotografía 6. Marcaje y medición del CAP para el censo de fustales en una parcela de bosque denso alto de tierra firme, municipio de Guamal

3.5. MEDICIÓN DE VARIABLES EN CAMPO

Las comisiones en terreno contaron con el acompañamiento de dos asistentes de campo 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), altura a la base de la copa (HC) y altura total (HT) (Fotografía 7). El formato digital para el registro de la información se presenta en la tabla 1.



Fotografía 7. Medición del CAP de un Macano (*Terminalia amazonia* (J.F.Gmel.) Exell) en una parcela de bosque de galería en el municipio de Acacias

Tabla 1. Formulario para el registro de información en campo

Municipio		Coordenada inicio (EW-NS)		Altitud (msnm)		Min.		Max.							
Vereda		Coordenada fin (EW-NS)		N° Parcela		Diligencia									
Predio		Ecosistema													
Fecha															
N°	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	GÉNERO	FAMILIA	CAP 1	CAP 2	CAP 3	CAP 4	CAP 5	CAP	HC	HT	Hábito	Observaciones	N° Foto
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
n...															

En los formularios para fustales se incluyen hasta 5 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 circunferencias para estimar con precisión la CAP de cada individuo, que es el resultado de la ecuación a continuación descrita, empleada para casos de diámetros múltiples y propuesta por Ramírez y Kleinn (2001); el ejemplo de su medición se ilustra en la figura 4. Para el caso de árboles inclinados, con raíces tablares y/o palmas con raíces fúlcreas, se siguieron las técnicas presentadas en la figura 5.

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

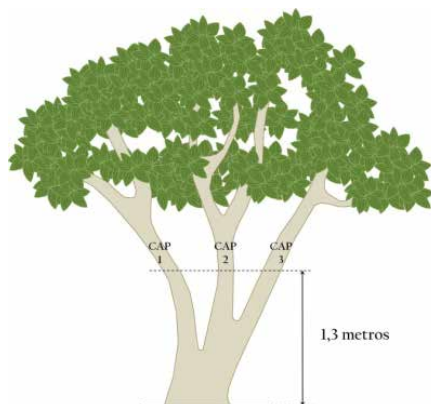


Figura 4. Esquema representativo para la toma del CAP en árboles bifurcados (diámetros múltiples)
Adaptado de: Ramírez y Kleinn (2001)

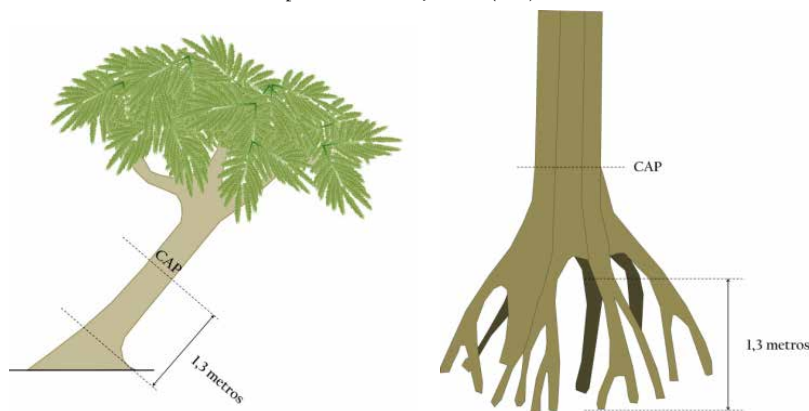


Figura 5. Esquema representativo para la toma del CAP en árboles inclinados y con raíces fúlcreas

El DAP es empleado para establecer la dominancia e índice de valor de importancia (IVI) por especie dentro del análisis de estructura horizontal; su cálculo se realizó con base en el CAP, aplicando la siguiente fórmula:

$$DAP = CAP/\pi$$

3.6. COLECTA, EMBALAJE Y PRENSADO DE MUESTRAS BOTÁNICAS

Durante el levantamiento de la información de campo, generalmente aparecen especies que no se identifican con facilidad y otras que es necesario verificar; de éstas se tomaron muestras botánicas para su posterior determinación en herbario, siguiendo la metodología propuesta por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt en el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad (Villareal *et al.*, 2006).

La recolección de muestras se realizó mediante un corte limpio de una porción de aproximadamente 30 a 35 cm del segmento terminal de la rama del árbol a determinar. Para el caso de hojas grandes, ya sean simples o compuestas, se colectaron tres porciones de la misma y cada una se montó en hojas de papel periódico separadas, considerándose cada espécimen como una parte de la muestra y no como duplicados y finalmente se anotó en la columna de observaciones de la especie inventariada la longitud original de la hoja.

En campo se etiquetó provisionalmente la muestra con el uso de cinta de enmascarar, inscribiendo el número de la parcela, tipo de ecosistema, el número consecutivo y la fecha, con el fin de controlar los datos de cada una de éstas (Fotografía 8). En la libreta se registró el número de la muestra y se describieron otras observaciones como la presencia de exudado, color de las hojas y flores, características de la corteza y toda descripción que pudiese ser útil para su determinación en el herbario.

El etiquetado de cada muestra se realiza durante el prensado, donde se anotan las iniciales del colector, número de la muestra (del colector), código de ecosistema (Bg o Bda), número de parcela, localidad y fecha, tal como se ilustra en la figura 6.

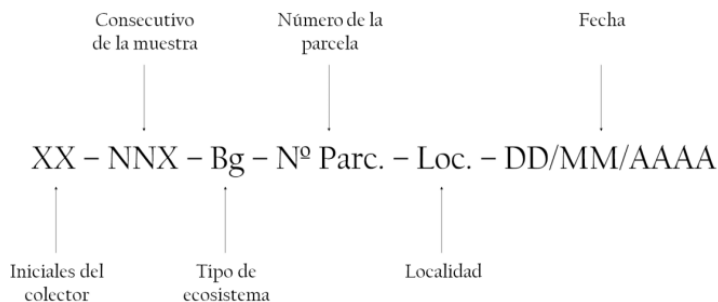


Figura 6. Nomenclatura para el etiquetado de las muestras botánicas

Una vez etiquetadas (Fotografía 9), son guardadas en bolsas plásticas transparentes con cierre hermético para garantizar que, ante la caída de frutos o flores, no se confundieran con otras muestras. Para el prensado definitivo, se colocó cada muestra en papel periódico de modo que las hojas no quedaran amontonadas ni dobladas; luego se realizó el montaje de todos los especímenes en bloques en una bolsa plástica grande, colocando uno o dos paquetes y aplicando una solución de alcohol disuelta en agua al 75% (25 partes de agua por 75 partes de alcohol), y finalmente fueron selladas de manera hermética.

La determinación taxonómica de los ejemplares botánicos se realizó en el Herbario Forestal de la Universidad Distrital de Bogotá (UDBC), Colombia, empleando claves descriptivas y monográficas. Los nombres científicos de las especies, así como su clasificación taxonómica, se corroboraron con base en las siguientes referencias electrónicas: The Plant List (www.theplantlist.org), The International Plants Name Index (www.ipni.org) e Integrated Taxonomic Information System (www.itis.gov), las cuales fueron consultadas por última vez el 21 de febrero de 2014.



Fotografía 8. Etiquetado provisional en campo de una muestra botánica colectada en bosque de galería



Fotografía 9. Ejemplo de una muestra colectada en bosque denso alto de tierra firme del municipio de Guamal. Nótese el etiquetado definitivo sobre el borde derecho de la fotografía

3.7. ESTRUCTURA HORIZONTAL

Consiste en determinar la frecuencia, área basal o dominancia, abundancia e índice de valor de importancia (IVI) de los individuos en la superficie del suelo (Becerra, 1971). Para el cálculo de estas variables se emplearon las fórmulas que se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Fórmulas para el cálculo y análisis de la estructura horizontal

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

Donde: 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 (Área basal); Dt = área basal total en el área muestreada.

3.8. ESTRUCTURA VERTICAL

El análisis de la estructura vertical se realiza según la altura, diferenciando estratos y acorde con perfiles cualitativos o cuantitativos en relación a la altura total y altura del fuste de Ogawa (citado por Unesco, 1980).

El diagrama de Ogawa es un método cuantitativo de descripción de la vegetación, usado para detectar la presencia de estratos, confeccionando una gráfica con las alturas totales en las ordenadas y las alturas a la base de la copa en las abscisas; la aparición de enjambres de puntos más o menos aislados indica el virtual vacío de las copas en los niveles intermedios, sugiriendo un número de estratos diferenciales en el perfil del bosque; cuando se genera una sola nube de puntos alargada y con pendiente positiva, no se pueden diferenciar estratos, ya que existe una continuidad de puntos desde el sotobosque hasta el dosel (Unesco, 1980).

Para la elaboración de los perfiles de vegetación fue necesario diagramar las características principales de cada una de las especies halladas en los inventarios forestales incluyendo tipo de hoja, filotaxia, forma del tronco, disposición de las ramas y los colores más aproximados a la realidad. Posteriormente, con los puntos GPS de cada individuo, éstos se ubicaron en su correspondiente lugar en el espacio correlacionando sus alturas totales y a la base de la copa en el perfil. Para una mayor comprensión de la manera en la cual se distribuyen los individuos, se emplearon estos puntos GPS de cada espécimen y se elaboró una vista ortogonal de una parcela “tipo” para cada ecosistema.

3.9. DIVERSIDAD

La información sobre el número de especies y de individuos presentes en cada ecosistema se empleó para calcular el cociente de mezcla, el índice estructural de diversidad de Shannon-Wiener, el índice de equidad de Simpson y el índice de riqueza de especies propuesto por Margalef.

Cociente de mezcla (CM): mide el grado de la mezcla de especies en bosques naturales; para su cálculo, se divide el número de especies encontradas entre el número total de árboles, obteniéndose una cifra que representa el promedio de individuos de cada especie dentro de la unidad objeto de análisis (Rangel y Velásquez, 1997). Para su estimación se emplea la siguiente fórmula:

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

Donde:

Ns = número de especies

Na = número de individuos

Se expresa en porcentaje (%) y cuanto más tienda a cien, más heterogéneo es el ecosistema. Los valores del cociente de mezcla dependen del diámetro mínimo de medición y del tamaño de la muestra, por lo cual, sólo se debe comparar ecosistemas con muestreos de igual intensidad (Lamprecht, 1990), y por tanto resulta pertinente para el objetivo de la presente investigación.

Índice estructural de diversidad 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). Se calcula mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

p_i = abundancia proporcional de cada una de las especies (n_i/N)

n_i = número de individuos muestreados para la especie i

N = número total de individuos muestreados

\ln = logaritmo neperiano

Índice de equidad de Simpson (λ): Patil y Taille (1982) mencionan a este índice como uno de los tres más populares. Éste tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más diversa. Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras (Ferriol y Marle, 2012). Su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra (Melo y Vargas, 2003).

Índice de riqueza de especies de Margalef (Dmg): es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad. Relaciona el número de especies de acuerdo con el número total de individuos (Villarreal *et al.*, 2004). Se calcula mediante la siguiente expresión matemática:

$$Dmg = S - 1 / \ln N$$

Donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

3.10. ESPECIES AMENAZADAS

Para la verificación de las especies amenazas existentes en los inventarios forestales halladas en estos dos ecosistemas, se consultó la Lista de Especies en Libros Rojos de Colombia (actualizada el 20 de diciembre de 2012; www.sibcolombia.net), en la Resolución 0192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en la RedList de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN): www.iucnredlist.org y la base de datos de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES): www.cites.org, consultadas por última vez el 22 de febrero de 2014.

3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Dado el pequeño tamaño de la muestra (8 parcelas por ecosistema) y la distribución no normal de las variables analizadas, se excluyó la posibilidad de transformar los datos, que fueron analizados mediante el test no paramétrico U de Mann-Whitney para muestras independientes (Zar, 1984). El test se utilizó para comparar entre ecosistemas las siguientes variables: riqueza específica, abundancia absoluta, cociente de mezcla, los distintos índices de diversidad calculados y la cantidad de especies amenazadas. Para ello se empleó el programa IBM SPSS Statistics 19.



Bosque denso alto de tierra firme en el municipio de Guamal



Aspecto de la flor y el fruto de *Couroupita guianensis* Aubl. (Maraco) en cerea viva de un cultivo de palma de aceite, municipio de Guamal

4. RESULTADOS

Con base en la información estandarizada para cada tipo de ecosistema, se realizaron los análisis comparativos de: composición florística, estructura horizontal (que incluye abundancia, frecuencia, dominancia e índice de valor de importancia - IVI), estructura vertical, donde se analiza el diagrama de Ogawa y los perfiles de vegetación, así como las características de diversidad evaluadas mediante el cociente de mezcla, los índices de Shannon-Wiener, Simpson y Margalef. Los análisis incluyen la determinación de la presencia-ausencia de las especies que se encuentran con algún grado de amenaza de acuerdo con las listas rojas de especies amenazadas a nivel nacional y global.

4.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Este componente hace referencia al análisis de los distintos grupos de fustales presentes en las unidades de muestreo realizadas en los dos ecosistemas objeto de estudio. Para el caso de las ocho parcelas en bosque de galería se encontró un total de 410 individuos y 81 especies, distribuidas en 36 familias y 66 géneros (Anexo 3), mientras que, para las ocho levantadas en bosque denso alto de tierra firme, fue posible confirmar la presencia de 329 fustales distribuidos en 76 especies, 31 familias y 64 géneros (Anexo 4). En la figura 7 se compara la abundancia, riqueza y composición florística detectada en los ecosistemas objeto de estudio y en la figura 8 se compara la composición con base en las 20 familias que reportaron mayor abundancia de especies para ambos ecosistemas.

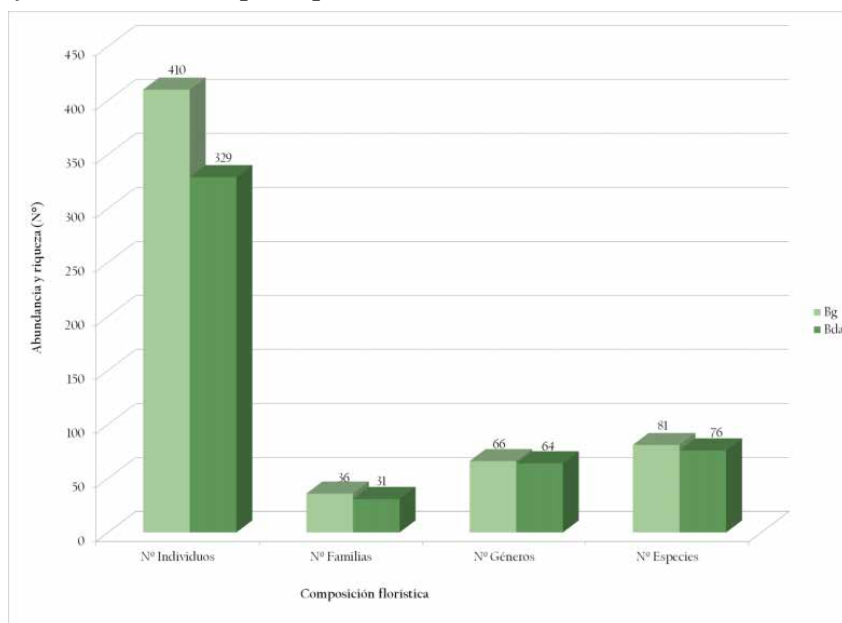


Figura 7. Abundancia, riqueza y composición florística comparada para bosque de galería y bosque denso

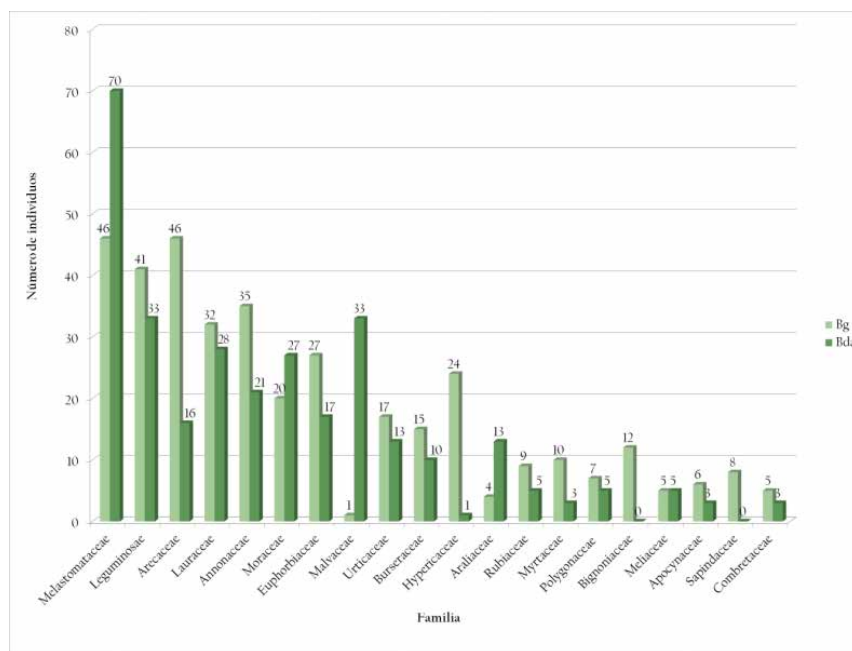


Figura 8. Composición florística comparada por familias para los dos ecosistemas

4.2. ESTRUCTURA HORIZONTAL

Para el análisis de la estructura horizontal se calculó el IVI en los dos ecosistemas y posteriormente fue graficado con las veinte especies más representativas, clasificadas en orden jerárquico para el bosque de galería (Figura 9) y para el bosque denso alto de tierra firme (Figura 10). Los resultados permiten establecer una importante presencia de la especie *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC. (Tuno blanco) para ambos ecosistemas objeto de análisis. No obstante, *Xylopia amazonica* R.E.Fr (Tablón) registra el segundo mayor IVI en Bg y no aparece dentro de las veinte más importantes en el Bda; situación similar sucede con *Persea* sp. (Aguacatillo), segunda más importante en Bda y que tampoco se encuentra dentro de las más importantes para Bg.



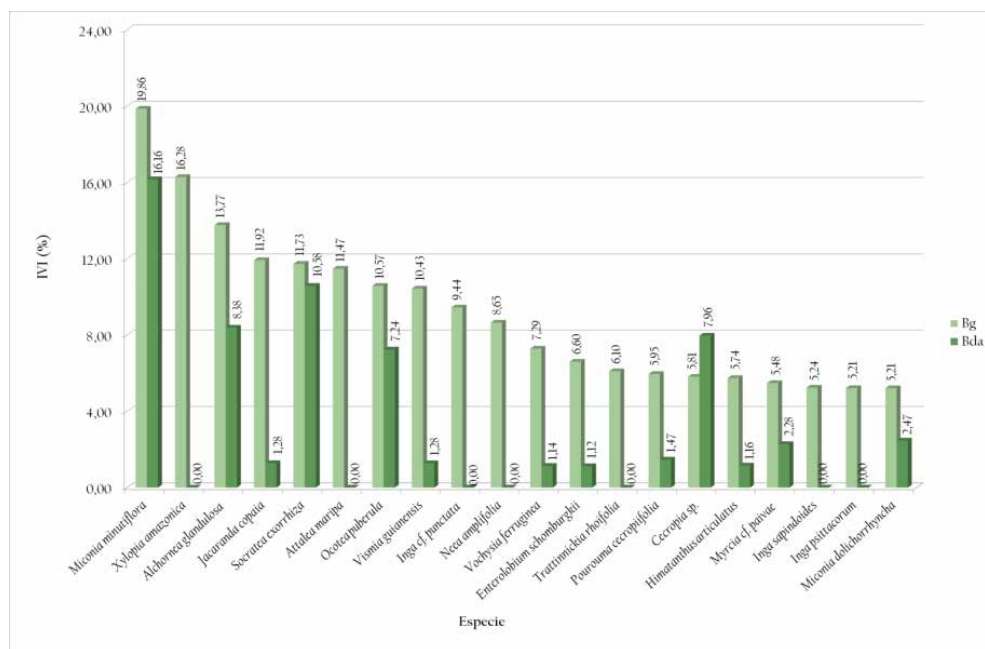


Figura 9. IVI comparado para Bg y Bda con prioridad en Bg

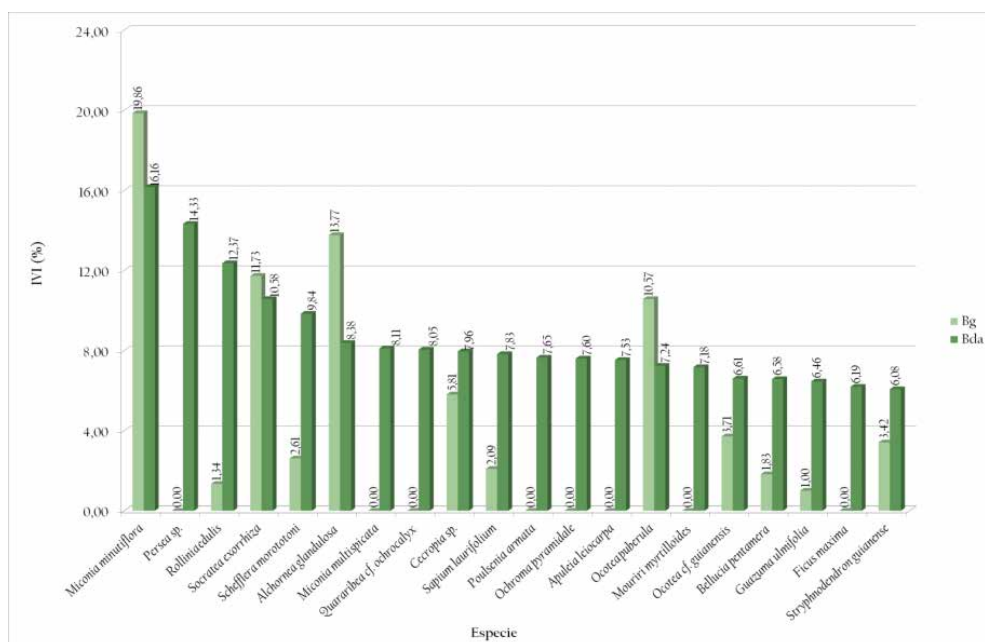


Figura 10. IVI comparado para Bg y Bda con prioridad en Bda

4.3. ESTRUCTURA VERTICAL

El diagrama de Ogawa permite establecer que la mayoría de los individuos registrados para el bosque de galería se concentran en las clases altimétricas medias y bajas, con algunos individuos dominando los estratos superiores y demostrando cierto grado de heterogeneidad (Figura 11). Para el caso de los ecosistemas de bosque denso alto de tierra firme, éste arroja como resultado un ecosistema mucho más homogéneo en términos de distribución de las clases altimétricas de la estructura vertical (Figura 12).

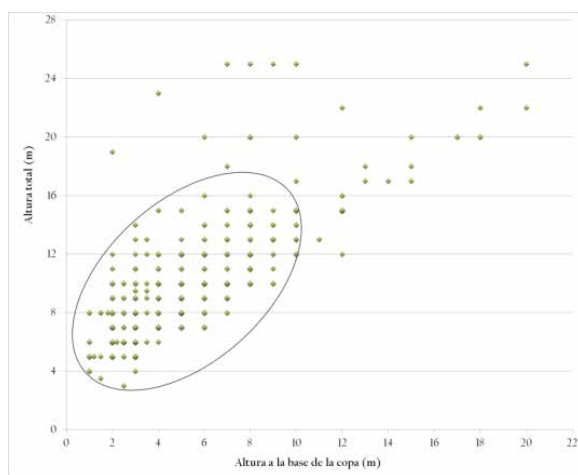


Figura 11. Diagrama de Ogawa para el bosque de galería

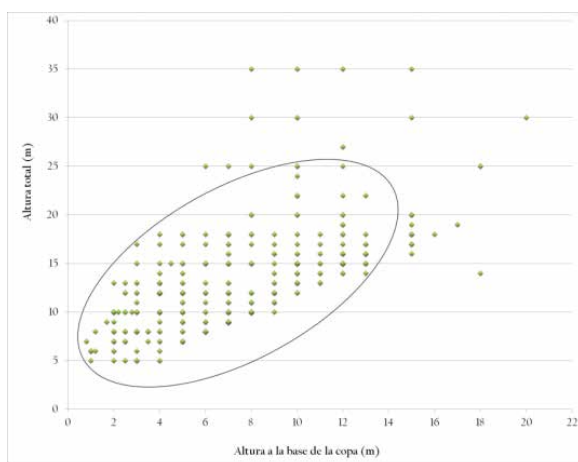


Figura 12. Diagrama de Ogawa para el bosque denso alto de tierra firme

Para la elaboración de los perfiles de vegetación fue necesario seleccionar una parcela “tipo” por cada ecosistema y luego se diagramaron las características principales de las especies inventariadas (Figuras 13 y 14), de manera que su representación en el espacio en los ejemplos esquemáticos, así como su estructura vertical, se aproximara lo más posible a las condiciones reales en terreno.



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

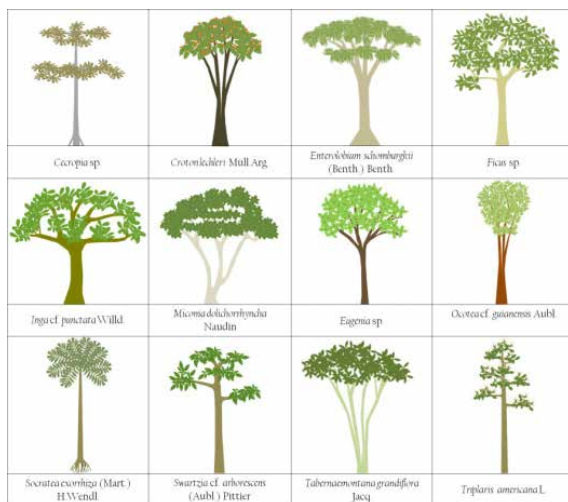


Figura 13. Ejemplos esquemáticos de las especies halladas en una parcela de bosque de galería

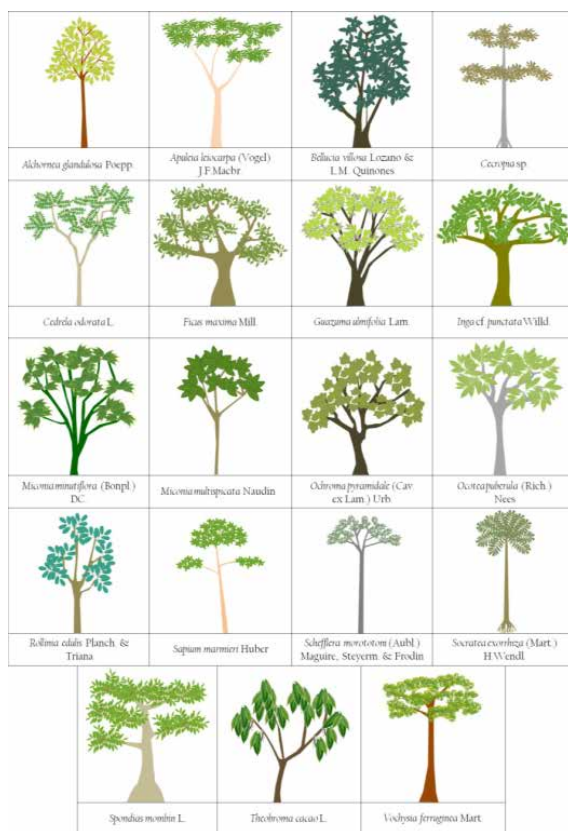


Figura 14. Ejemplos esquemáticos de las especies halladas en una parcela de bosque denso

La figura 15 muestra el perfil de vegetación realizado para el análisis de los distintos aspectos estructurales en un plano vertical del bosque de galería, donde se puede apreciar que gran parte de los individuos se encuentran en alturas menores a los 10 metros; sin embargo, es posible diferenciar tres estratos arbóreos en esta parcela.

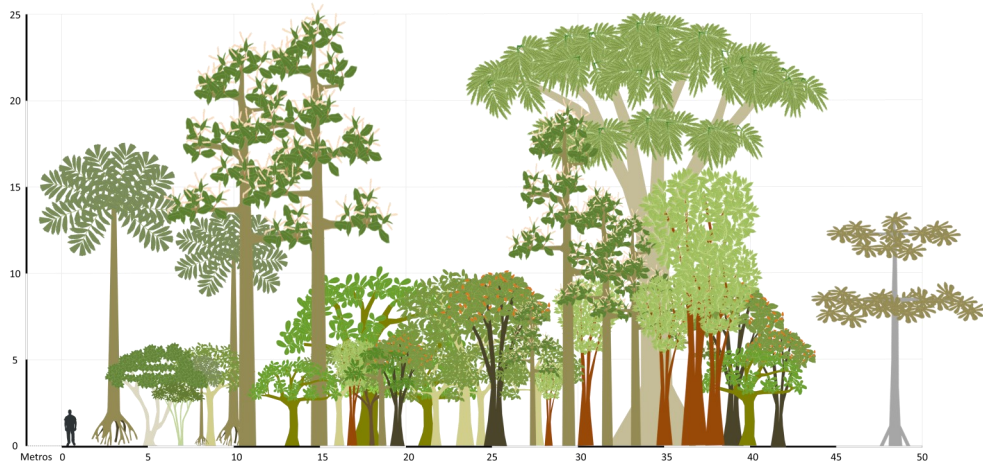


Figura 15. Perfil de vegetación de una parcela en bosque de galería

En la figura 16 se presenta el correspondiente perfil elaborado para el bosque denso alto de tierra firme, en el cual se observa una estructura vertical mucho más alta que la encontrada en el bosque de galería y con distribución más homogénea, lo cual concuerda con la información analizada mediante el diagrama de Ogawa.

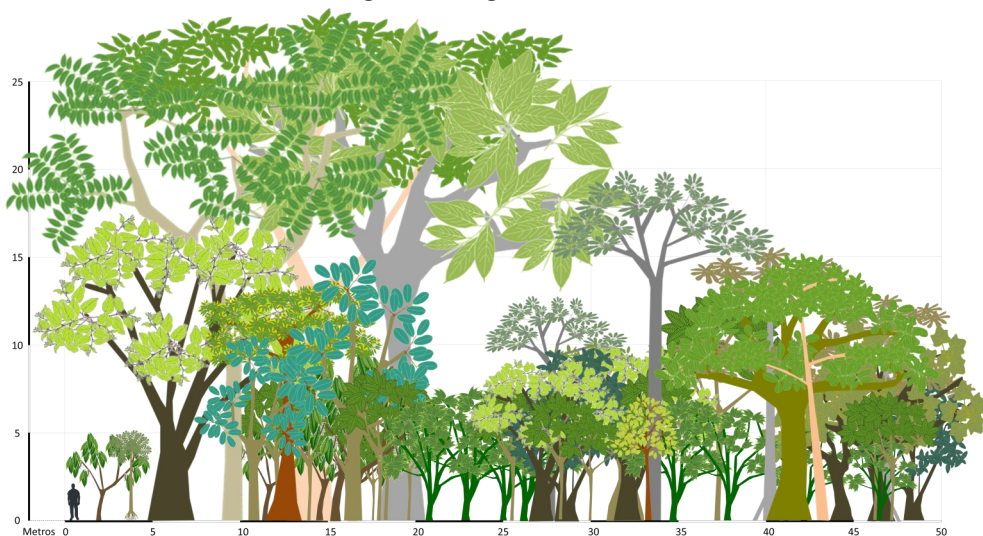


Figura 16. Perfil de vegetación de una parcela en bosque denso alto de tierra firme

Con el fin de facilitar la interpretación de los perfiles y la distribución de las especies en el espacio al interior de las parcelas seleccionadas para cada ecosistema, se presentan las vistas en planta (Figuras 17 y 19) con sus correspondientes leyendas que relacionan las especies con las formas de sus copas (Figuras 18 y 20).

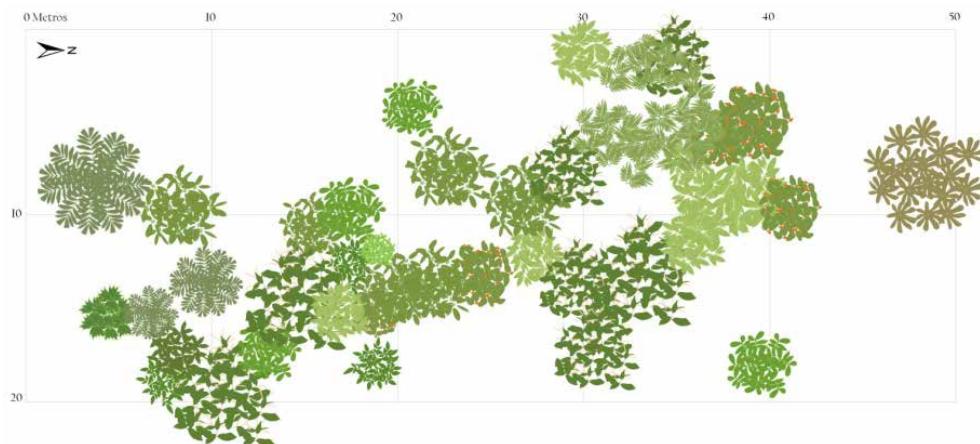


Figura 17. Vista en planta de una parcela levantada en bosque de galería

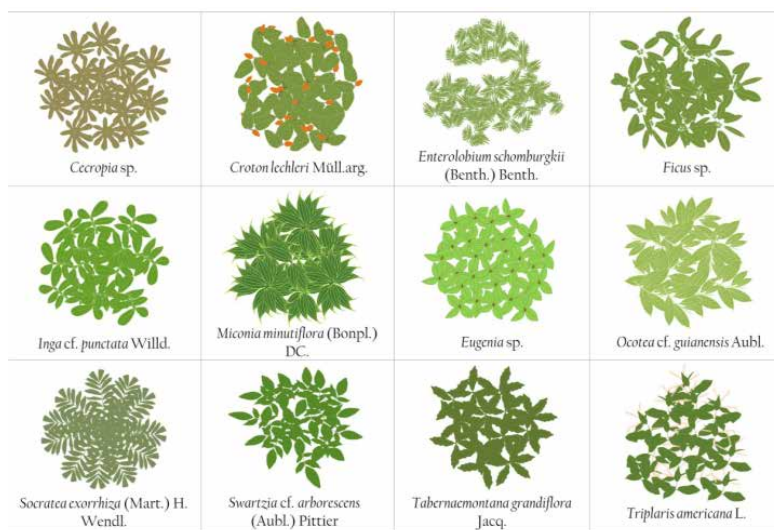


Figura 18. Ejemplos esquemáticos de las copas de las especies halladas en una parcela de bosque de galería

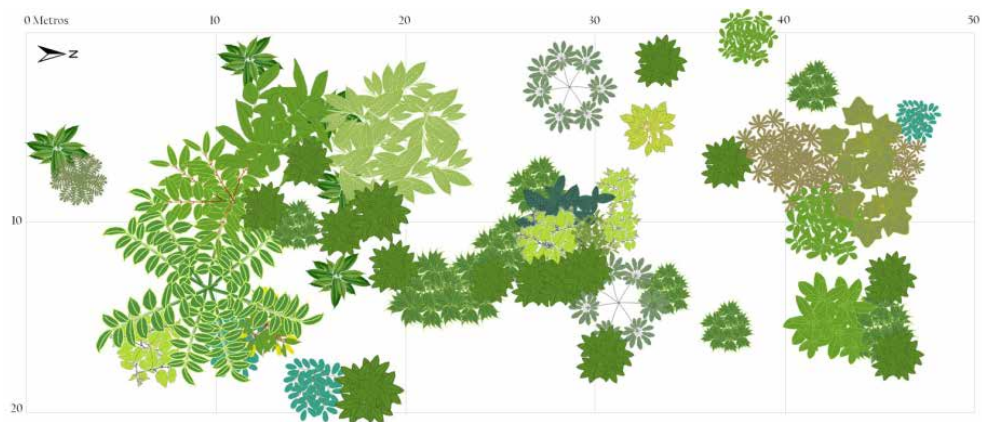


Figura 19. Vista en planta de una parcela levantada en bosque denso alto de tierra firme

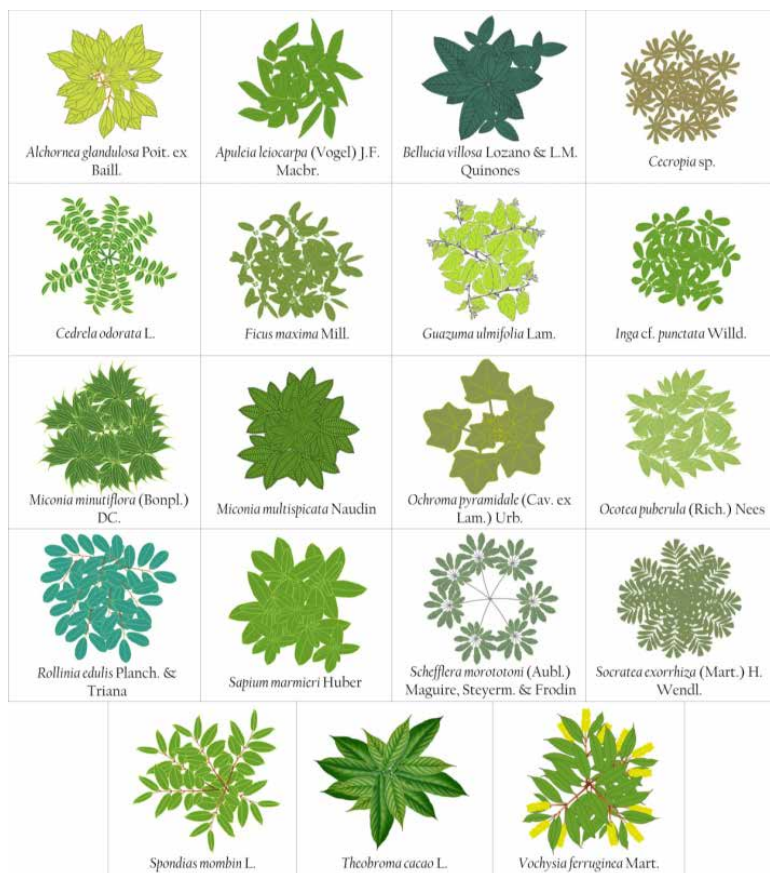


Figura 20. Ejemplos esquemáticos de las copas de las especies halladas en una parcela de bosque denso

4.4. DIVERSIDAD

El análisis comparado de la diversidad florística en los dos ecosistemas permitió establecer que el bosque de galería reportó el mayor número de especies (81) o riqueza específica (S) en estado de crecimiento de fustal; igualmente, éste registra la mayor abundancia absoluta con un total de 410 individuos. Con estos datos se obtuvo un cociente de mezcla para bosque de galería de 19,75%, revelando una menor heterogeneidad a la encontrada en el bosque denso alto de tierra firme que, con 76 especies distribuidas en 329 individuos, alcanzó un cociente de mezcla de 23,10% (Tabla 3).

Tabla 3. Índices totales comparados para bosque de galería y bosque denso alto de tierra firme

ÍNDICES	ECOSISTEMA	
	Bosque de galería	Bosque denso alto de tierra firme
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

La proporción indica la relación entre la abundancia absoluta y la riqueza específica, señalando que en el bosque de galería es posible encontrar una especie por cada 5 individuos (1:5), mientras que en bosque denso se encuentra una especie por cada cuatro (1:4), confirmando de esta manera una mayor heterogeneidad para este último.

Los resultados obtenidos en la aplicación de los índices de diversidad (para la totalidad de las unidades de muestreo) de Shannon-Wiener (3,778 y 3,783 respectivamente para Bg y Bda), de Simpson (0,036 y 0,034) y de Margalef (13,298 y 12,940), demuestran una gran similitud en la diversidad florística de ambos ecosistemas objeto de estudio. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la riqueza media de especies entre ecosistemas ni tampoco en los índices de diversidad medios (Tabla 4). Por otra parte, la abundancia absoluta tiende a ser distinta para ambos ecosistemas, con una probabilidad levemente mayor a la esperada según el test ($U = 14$; $P = 0,059$).

Tabla 4. Resumen de resultados del test U de Mann-Whitney para las variables analizadas

Variable	Valor medio Bg	Valor medio Bda	U de Mann-Whitney	<i>p</i>
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 (CM)	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

4.5. ESPECIES AMENAZADAS

Teniendo como fundamento la base de datos de las especies registradas dentro de las unidades de muestreo en los ecosistemas objeto de estudio, se realizó un trabajo de revisión minuciosa que permitió establecer su estatus o categoría de amenaza según la Lista de Especies en Libros Rojos de Colombia, la Resolución 0192 de 2014, la base de datos de la RedList de la UICN y en la base de datos CITES. Los resultados de las consultas se encuentran relacionados en la tabla 5.



Vegetación secundaria asociada a la rívera izquierda del río Orotoy, municipio de Acacías

Tabla 5. Especies amenazadas halladas en las parcelas de Bg y Bda del área de estudio

NOMBRE CIENTÍFICO	LIBROS ROJOS	RESOLUCIÓN 0192 DE 2014 MADS	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</i> cf. <i>parvifolia</i> Mart. ex DC.	LC	-	-	-	X	-
<i>Hirtella americana</i> L.	LC	-	-	-	X	-
<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	NT	-	LC	-	X	-
<i>Inga</i> cf. <i>punctata</i> Willd.	-	-	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; CITES 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.

La aplicación del test estadístico U de Mann-Whitney reveló que existen diferencias significativas en el número de especies amenazadas entre ambos ecosistemas ($U = 4$; $p = 0.002$), con una probabilidad del 95%, y con mayor significancia para el bosque de galería (Tabla 4).





Regeneración natural de *Mauritia flexuosa* L.f. (Palma moriche)



Cultivo de *Elaeis guineensis* Jacq. (Palma de aceite) establecido a gran escala en el área de estudio

5. DISCUSIÓN

5.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

La comparación del número de individuos por familia taxonómica permite establecer una clara dominancia de la familia Melastomataceae en ambos ecosistemas, con un total general de 116 registros, siendo más abundantes en el ecosistema de bosque denso alto de tierra firme (70); en segundo lugar de importancia se destaca la familia Leguminosae con una riqueza específica total de 74 individuos, de los cuales 41 se reportaron en bosque de galería y 33 en bosque denso. Estas familias concentran el 25,71% del total de individuos inventariados, lo cual concuerda con las investigaciones realizadas por Carvajal y Murillo (2007), en su análisis florístico y fitogeográfico del sector nororiental de la Sierra de La Macarena, donde reportan a estas dos familias como las más diversas y abundantes en bosques de galería y bosques de tierra firme poco intervenidos, al igual que lo planteado por Duque *et al.*, 2003.

5.2. ESTRUCTURA

El mayor índice de valor de importancia (IVI) alcanzado por la especie *M. minutiflora* en los dos ecosistemas objeto de estudio coincide con los planteamientos anteriormente expuestos por los citados autores, demostrando una vez más la importancia de la familia Melastomataceae como indicadora de ecosistemas con cierto grado de conservación.

En términos generales, y a pesar de no encontrar diferencias significativas en la biocenosis de estos dos ecosistemas, el análisis de la estructura horizontal permite establecer una clara divergencia entre el peso ecológico de las especies halladas en los inventarios; también se evidencia en la presencia-ausencia de algunas especies en un ecosistema y en otro, situación que puede darse principalmente por las características y disponibilidad de factores y recursos para el desarrollo de la vegetación en cada unidad de análisis, e indiscutiblemente por la intervención directa del hombre para el desarrollo de sus actividades productivas.

La dispersión de las clases altimétricas en el bosque de galería revela que la mayoría de los individuos inventariados en las unidades de muestreo se encuentran acumulados en las clases baja y media, con alturas máximas que llegan a los 17 metros, indicando cierto grado de alteración de estos ecosistemas, teniendo en cuenta que aparecen algunos individuos en las clases superiores hasta los 25 m, principalmente de especies que no son apetecidas para su aprovechamiento forestal por la baja calidad de sus maderas. Por el contrario, el ecosistema de bosque denso alto de tierra firme presenta una distribución mucho más homogénea de los diferentes individuos en las clases de altura, lo cual presume una mayor estabilidad en las dinámicas sucesionales en estos bosques y, consecuentemente, un mejor estado de conservación, teniendo en cuenta, además, que estos núcleos boscosos se mantienen protegidos por iniciativas privadas con fines contemplativos y como reservas para el aprovechamiento fortuito de madera.

De acuerdo con el perfil de vegetación presentado en la figura 15, 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 *Eugenia* sp. (Mirto), *Siparuna guianensis* Aubl (Vaporub), *Swartzia* cf. *arborescens* (Aubl.) Pittier (Frijolillo), *Tabernaemontana grandiflora* Jacq. (Jazmín) y *M. minutiflora*.

El estrato medio cuenta con la presencia de individuos entre los 8 y 15 metros de altura, agrupando una menor cantidad de éstos comparado con el estrato inferior; en este estrato la especie *M. minutiflora* continúa siendo una de las más características, junto con *Triplaris americana* L. (Varasanta), *X. amazonica* y algunas especies del género *Ocotea*.

Finalmente, en el estrato superior se aprecia un dosel irregular con individuos de 25 metros de altura de las especies *T. americana*, *E. schomburgkii* y algunas palmas como *A. maripa* y *S. exorrhiza*, elementos emergentes que crecen de manera dispersa en las diferentes unidades de muestreo realizadas para este ecosistema. La escasa presencia de este estrato en el bosque de galería se debe muy posiblemente a las fuertes alteraciones comprobadas directamente en campo durante el transcurso de la presente investigación.



Bosque de galería con presencia de *Euterpe precatoria* Mart. (Palma maispepe)

El perfil de vegetación realizado para el ecosistema de bosque denso alto de tierra firme (Figura 16) permite diferenciar una significativa abundancia de elementos que se mantienen en una altura promedio de 15 metros, donde se destacan géneros como *Guazuma*, *Sapium* y *Miconia*.

En el estrato inferior se encuentran individuos de *T. 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; ésta se encuentra acompañada de individuos de especies como *Alchornea glandulosa* Poepp. (Carnegallina), *Guazuma ulmifolia* Lam. (Guásimo) y otras del género *Miconia*.

El estrato superior se encuentra dominado por las especies *Ocotea puberula* (Rich.) Nees (Amarillo), *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr. (Guacamayo) y especialmente por un ejemplar de *C. odorata* con más de 30 metros de altura (Fotografía 10).



Fotografía 10. Ejemplar adulto de *Cedrela odorata* L. (Cedro) registrado en una parcela de bosque denso

5.3. DIVERSIDAD

En los índices de diversidad calculados para los dos ecosistemas se detectó una amplia similitud entre éstos. Los valores del índice de Simpson (0,036 y 0,034 respectivamente para bosque de galería y para bosque denso alto de tierra firme) indican una muy baja probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de la misma especie (Melo y Vargas, 2003), lo cual significa que existe una alta heterogeneidad específica en estos dos ecosistemas y consecuentemente una alta diversidad florística; sin embargo, según el cociente de mezcla calculado, resulta interesante encontrar que el bosque denso cuenta con un mayor valor de heterogeneidad respecto al bosque de galería.

Esta alta heterogeneidad florística es también apoyada por los valores del índice de Shannon-Wiener (3,778 y 3,783 para Bg y Bda) con relación a sus máximos posibles (logaritmo natural del número de individuos, con valores de 6,016 y 5,796 respectivamente (Margalef, 1995)).

También los resultados del índice de Margalef apoyan esta interpretación. Se asume que valores de este índice inferiores a 2, determinan una baja diversidad y superiores a 5 indican una alta diversidad florística (Margalef, 1995); para los fustales del bosque de galería se encontró un valor de 13,298, lo cual representa un bosque bastante heterogéneo; similar resultado arrojó el cálculo para el bosque denso (12,940), a pesar de contar con una menor riqueza de especies, pero con una menor cantidad de individuos y mucho menos representatividad en superficie respecto al área de estudio, condición que lo posiciona como un ecosistema de importancia en términos de biodiversidad.



Detalle del fruto y la filotaxia de un *Duroia hirsuta* (Poepp.) K.Schum. (Turmaemico)

5.4. ESPECIES AMENAZADAS

De acuerdo con las bases de datos consultadas para establecer la presencia de especies catalogadas en alguna categoría de amenaza de extinción, fue posible encontrar un total de 12, de las cuales 11 fueron registradas en bosque de galería y 5 en bosque denso alto de tierra firme (Tabla 5); esta situación impulsa a considerar estos ecosistemas como áreas de interés para la conservación, ya que a pesar de encontrarse restringidos a los cursos de agua en el caso de los primeros, a pequeños relictos boscosos a manera de “islas” para el caso de los bosques densos, y teniendo en cuenta su alto grado de fragmentación, en los dos se encontraron especies amenazadas.

Por citar un ejemplo, en ambos ecosistemas se registraron individuos de *Cedrela odorata* L. (Cedro), especie catalogada En Peligro de extinción (EN) a nivel nacional según la Lista de Especies en Libros Rojos de Colombia y la Resolución 0192 de 2014, considerada como Vulnerable (VU) Alcd+2cd por la RedList de la UICN y Apéndice III en CITES.

La presencia de ejemplares de esta especie en cada ecosistema es muestra de la necesidad de establecer estrategias de investigación en diversidad forestal, no solo para la protección de estos relictos de bosque, sino también para impulsar el desarrollo de estudios científicos sobre estos ecosistemas, permitiendo el aprovechamiento de su potencial como fuente de material genético para futuros viveros que se establezcan en la zona y que fomenten su reproducción mediante el enriquecimiento de otras coberturas naturales como la vegetación secundaria, la cual también juega un papel importante en las dinámicas sucesionales de los bosques naturales al implicar una superficie de considerable extensión en el área de estudio.



Medición del CAP en un ejemplar de *Socratea exorrhiza* (Mart.) H.Wendl. (Palma choapo)



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

6. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de riqueza comparada, los bosques de galería reportaron valores mayores en las tres categorías taxonómicas analizadas: especies, géneros y familias. Estas diferencias pueden explicarse por la mayor densidad de los fustales en los bosques densos (un 25% más de individuos registrados). De hecho, no existen diferencias significativas entre los valores medios de riqueza específica, ni tampoco entre los índices de diversidad calculados ni en la abundancia absoluta (Tabla 4).

Respecto al número de fustales registrados en los inventarios, es probable que las actividades humanas de la región jueguen un papel importante en la abundancia de individuos en los ecosistemas de bosque denso alto de tierra firme, los cuales, en la mayoría de los casos, forman parte de iniciativas de conservación privada, pero siendo vistos como reservorios de madera para su aprovechamiento ocasional en las infraestructuras asociadas a los pastos manejados, donde resulta indispensable, por ejemplo, reemplazar postes para cercas y para la construcción de establos; ello teniendo en cuenta que la actividad ganadera es una de las principales en esta región del país.

Un resultado destacable es el número de especies amenazadas, significativamente mayor en el bosque de galería que en el bosque denso, situación que puede darse especialmente por el alto grado de fragmentación evidenciado en este último, pero también por el mayor flujo de especies que se presenta en el bosque de galería al encontrarse asociado a cursos de agua.

A pesar de las diferencias encontradas en estos dos ecosistemas, el solo hecho de que alberguen especies amenazadas en su interior los posiciona como áreas de interés para la conservación, con especial atención en los bosques de galería al encontrarse mucho más expuestos a intervenciones por parte de foráneos, pero prestando igualmente vigilancia al manejo de los bosques densos, teniendo en cuenta su alto grado de aislamiento y falta de conectividad con otras coberturas boscosas.



Regeneración natural de *Jacaranda obtusifolia* Bonpl. (Gualanday) en un bosque denso



Morichal, compuesto principalmente por la Palma moriche (*Mauritia flexuosa* L.f.), ecosistema asociado a los bosques objeto de estudio

7. AGRADECIMIENTOS

Esta obra fue realizada con información proveniente de los inventarios forestales desarrollados para el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Campo de Producción 50k CPO-09, financiado por Ecopetrol S.A. y ejecutado por el Consorcio Megaoil. El autor expresa sus agradecimientos a la Ingeniera Luisa Fernanda Ortiz Triana de Ecopetrol S.A., al Ingeniero Luis Vicente Pico Gómez, Representante Legal de Megaoil y a la Ingeniera Loyda Hernández Castro, Coordinadora del EIA, por permitir el empleo de los datos para este trabajo de investigación.

Al Dr. Tomás Santos, profesor de la Universidad Complutense de Madrid (España), por la revisión de textos y de análisis estadísticos. Al Dr. Manuel Merchán Fornelino, profesor de la I.E. Universidad (Segovia, España) y Presidente de la Asociación Chelonia Internacional, y a la Dra. Ana Fidalgo de las Heras, profesora de la Universidad Autónoma de Madrid (España), por la comprobación de los resultados estadísticos.

A los profesionales de Megaoil: Ingenieros Ivanov Pineda y Jairo Moreno por las asesorías recibidas en el desarrollo del EIA; al Ingeniero Omar Chaparro por el apoyo en el procesamiento de información, a los Ingenieros Germán Téllez y Mario Jiménez por la determinación de algunas especies, al Ingeniero Alejandro Reyes por su asistencia en los inventarios forestales y al Ingeniero Fader Peña por su colaboración en los procesos cartográficos. Al Ingeniero William Ariza, Director del Herbario Forestal Gilberto Emilio Mahecha de la Universidad Distrital de Bogotá (UDBC) por la determinación de las muestras botánicas. 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.



Regeneración natural de *Cedrela odorata* L. (Cedro) en un bosque de galería



Bosque denso alto de tierra firme en el municipio de Acacias

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade-C., 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.

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

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

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

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). Madrid: Asociación Chelonia.

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

Carvajal, L. y Murillo, J. (2007). Análisis Florístico y Fitogeográfico del sector nororiental de la Sierra de la Macarena. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 214 p.

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

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

IBM Corporation. (2013). SPSS Statistics 19. U.S.A. IBM Corporation. ISBN: 3-900051-07-0, recuperado de <http://www-01.ibm.com/software/co/analytics/spss/>

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. Eschborn: GTZ. 335 p.

- Maldonado-Ocampo, J.A., Vari, R.P. y Usma, J.S. (2008). Checklist of the Freshwater Fishes of Colombia. *Biota Colombiana*, 9(2), 143-237.
- Margalef, R. (1995). *Ecología*. Barcelona: Omega. 951 p.
- Melo, O. y Vargas, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Ibagué: Universidad del Tolima, CRQ, Carder, Corpocaldas, Cortolima. 238 p.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Resolución 0192 de 2014. Bogotá: MADS. 36 p.
- Patil, G.P. y Taile, C. (1982). Diversity as a concept and its measurement. *Journal of the American Statistical Association*, 77, 548-567.
- Ramírez, C. y Kleinn, C. (2001). *Inventario Forestal Global -GFS-*. Estudio Piloto en Costa Rica. *Manual de Campo*. San José: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), FAO, Ministerio del Ambiente y Energía (Minae). 36 p.
- Rangel, J.O. y Velásquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En Rangel J.O., Lowey P.D. y Aguilar, M. *Colombia Diversidad Biótica II* (pp. 59-87). Bogotá: Editorial Guadalupe Ltda.
- Remsen, J.V., Jr., Cadena, C.D., Jaramillo, A., Nores, M., Pacheco, J.F., Pérez-Emán, J., Robbins, M.B., Stiles, F.G., Stotz, D.F. y Zimmer, K.J. (2012). Version [18/09/12]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>
- Sarmiento, J. (2007). La Familia Orchidaceae en Colombia. *Actual Biol* (Supl. 1): 84.
- Unesco. (1980). Descripción, funcionamiento y evolución de los ecosistemas forestales tropicales. En Unesco, Pnuma y FAO. *Ecosistemas de los Bosques Tropicales* (pp. 127-162). París: Unesco y Cifca.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, H., Mendoza, F., Ospina, M. y Umaña, A.M. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 236 p.
- Zar, J.H. (1984). *Biostatistical analysis*. Second edition. New Jersey: Prentice-Hall. 718 p.



Corteza externa de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (Ceiba) en un bosque denso alto de tierra firme, municipio de Guamal



Regeneración natural de *Cedrela odorata* L. (Cedro) en la margen derecha del río Orottoy, municipio de Guamal

ANEXOS

ANEXO 1. ESTADÍSTICOS PARA EL ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS EN LAS UNIDADES DE MUESTREO DE BOSQUE DE GALERÍA

Unidad de muestreo	Nº de indiv. (N)	N ²	Estadísticos	Valor (N)
BG01	49	2401	Área de estudio (ha)	10465,10
BG02	40	1600	Área BG (ha)	1229,94
BG03	64	4096	Proporción (P %)	0,12
BG04	56	3136	No. parcelas Total (N)	12299,35
BG05	41	1681	No. parcelas muestra (n)	8
BG06	48	2304	Área parcelas levantadas (Ha)	0,80
BG07	43	1849	N total muestra (Individuos)	410
BG08	69	4761	N promedio parcela	51,25
Total general	410	21828	N total suma de cuadrados (Xi*Xi)	21828
Promedio	51,25	2728,50	N total (S Xi * S Xi)	168100
Desviación estándar	10,79	1171,01	Desviación estándar (S)	10,79
CV (%)	21,06	42,92	Coefficiente de variación (CV)	21,06
			P*CV	2,48
Probabilidad	0,95		Fc	1
Grados de libertad (GL)	7		Error estándar %	3,81
t de Student	1,89		t	1,89
Nº Parcelas	7,08		Límite de confianza inferior	44,02
Error máximo de muestreo	15		Límite de confianza superior	58,48
Número mínimo de parcelas	8		Error muestral (Er%)	14,10

ANEXO 2. ESTADÍSTICOS PARA EL ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS EN LAS UNIDADES DE MUESTREO DE BOSQUE DENSO

Unidad de muestreo	Nº de indiv. (N)	N ²	Estadísticos	Valor (N)
BDA01	44	1936	Área de estudio (ha)	10465,09
BDA02	55	3025	Área BDA (ha)	60,45
BDA03	45	2025	Proporción (P %)	0,01
BDA04	44	1936	No. parcelas Total (N)	604,50
BDA05	36	1296	No. parcelas muestra (n)	8
BDA06	38	1444	Área parcelas levantadas (Ha)	0,80
BDA07	32	1024	N total muestra (Individuos)	329,00
BDA08	35	1225	N promedio parcela	41,13
Total general	329	13911	N total suma de cuadrados (Xi*Xi)	13911,00
Promedio	41,125	1738,875	N total (S Xi * S Xi)	108241,00
D. estándar	7,376	640,525	Desviación estándar (S)	7,38
CV (%)	17,936	36,836	Coficiente de variación (CV)	17,94
			P*CV	0,10
Probabilidad	0,95		Fc	0,99
Grados de libertad (GL)	7		Error estándar %	2,59
t de Student	1,89		t	1,89
Nº Parcelas	5,13		Límite de confianza inferior	36,22
Error máximo de muestreo	15		Límite de confianza superior	46,03
Número mínimo de parcelas	6		Error muestral (Er%)	11,93

ANEXO 3. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA PARA EL BOSQUE DE GALERÍA

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia (N°)
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	Floramarillo	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
	<i>Trattinnickia cf. aspera</i> (Standl.) Swart	Caraño	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 cf. panurensis</i> (Meisn.) Mez	Oloroso	1
	<i>Nectandra</i> sp.	Laurel	1
	<i>Ocotea cf. floribunda</i> (Sw.) Mez	Laurel	1
	<i>Ocotea cf. guianensis</i> Aubl.	Laurel	7
	<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	Amarillo baboso	8
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Amarillo	14

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia (N°)
Lecythidaceae	<i>Eschweilera cf. 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 cf. 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 cf. arborescens</i> (Aubl.) Pittier	Frijolillo	3
	<i>Swartzia cf. trianae</i> Benth.	Brasil rosado	1
Loganiaceae	<i>Strychnos</i> sp.	Curare	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
Meliaceae	<i>Miconia dolichorrhyncha</i> Naudin	Tuno amarillo	5
	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	1
	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Palotigre/Trompillo	3
Moraceae	<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	Cedrillo	1
	<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
Myristicaceae	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr.	Lecheperra	10
	<i>Virola carinata</i> (Spruce ex Benth.) Warb	Paloblanco	1
Myrtaceae	<i>Virola peruviana</i> (A. DC.) Warb.	Carne vaca	1
	<i>Eugenia</i> sp.	Mirto	1
	<i>Myrcia cf. paivae</i> O.Berg	Arrayán	6
Nyctaginaceae	<i>Myrcia cf. splendens</i> (Sw.) DC.	Arrayán rojo	3
	<i>Neea amplifolia</i> Donn. Sm.	Garupa	4
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	Candelo	3
	<i>Hieronyma oblonga</i> (Tul.) Müll.Arg.	Candul	1
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> L.	Varasanta	7
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Cucharo	1

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia (N°)
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	1
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Caimarón	9
Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	Botagajo	6
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Vaporub	1
Salicaceae	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	Clavito	1
Total			410





Ficus maxima Mill. (Higuerón) dominando el estrato superior de un bosque denso alto de tierra firme, municipio de Acacias

ANEXO 4. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA PARA EL BOSQUE DENSO

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia (N°)
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, Steyerl. & 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

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia (N°)
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	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
	<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

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia (N°)
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	5
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Cucharo	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>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	Ortigo	3
Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	Botagajo	1
Total general			329



Panorámica de un bosque de galería en el municipio de Guamal



Raíces fúlreas en un *Cecropia* sp. (Yarumo), municipio de Acacías

GLOSARIO

Área basal: corresponde al área de una sección transversal del fuste de un árbol, normalmente medida a los 1,3 metros de altura.

Bifurcación: en estudios florísticos, este término es aplicado a los árboles que presentan dos o más ramificaciones en el fuste, es decir, que presentan varios tallos a la altura en la cual son medidos.

Composición florística: es el ordenamiento de las especies vegetales en un área y/o ecosistema determinado, pudiendo ser medida de forma cuantitativa por medio de la ocurrencia de éstas en el espacio y clasificándolas a nivel taxonómico por familia, género y especie, entre otros.

Diversidad florística: es una medida de la riqueza de especies florísticas en un área determinada y se encuentra en función del esfuerzo de muestreo.

Dosel: hace referencia a la parte aérea de una población de plantas, normalmente aplicado al estrato superior o tapiz de un bosque.

Estructura: en términos ecológicos, comprende la distribución, ordenación, espaciamiento y tamaño de los árboles en un ecosistema desde el punto de vista horizontal y vertical.

Filotaxia: es la expresión empleada para describir la disposición de las hojas en la rama.

Foliolo: porción o segmento que hace parte de una hoja compuesta.

Hoja compuesta: es una hoja que se encuentra formada por folíolos insertos sobre el mismo eje.

Hoja simple: se refiere a las hojas que se desarrollan en una sola lámina.

Índice de valor de importancia: medida de cuantificación para determinar la categoría de importancia de una especie en un área y/o ecosistema de acuerdo con su abundancia, frecuencia y dominancia.

Raíces fúlcreas: es un tipo de sistema radicular que crece en la parte aérea del árbol, llevando su base por encima del suelo con forma arqueada y proyectándose hacia el suelo.

Raíces tablares: sistema de raíces angulares que crecen en la parte aérea de los árboles, específicamente en la base del tronco, para cumplir con funciones de sostenimiento estructural.

Riqueza específica: es el número total de especies halladas en un área y/o ecosistema, independientemente de su abundancia, frecuencia o dominancia.

Sotobosque: término que se aplica a toda la vegetación conformada por diferentes elementos herbáceos y arbustivos que crecen bajo un bosque.

Vista ortogonal: es una representación gráfica que resulta de trazar todas las líneas proyectantes del terreno, perpendiculares a un plano horizontal.



Ejemplar adulto de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (Ceiba) emergente en la cobertura de pastos enmalezados, municipio de Acacias



Los bosques naturales cumplen funciones ecológicas de importancia para el sostenimiento de diferentes organismos biológicos, regulan condiciones microclimáticas y configuran el hábitat de especies de fauna que, en algunos casos, se encuentran clasificadas en alguna categoría de amenaza de extinción.

En el Campo de Producción 50k CPO-09 se establecen principalmente bosques de galería y bosques densos altos de tierra firme, ecosistemas que son representativos del piedemonte llanero en la región de los Llanos Orientales de Colombia. Su conocimiento resulta fundamental, no solo para los estudios de impacto ambiental que son desarrollados en el marco de las actividades de licenciamiento para el sector hidrocarburos, sino también por representar ecosistemas sensibles al encontrarse enfrentados a serios problemas de fragmentación por el desarrollo de actividades humanas, convirtiéndolos en áreas de especial interés para su investigación y principalmente para la conservación de la biodiversidad regional.