DIVERSIDAD, COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN PRESENTE EN BOSQUES DE LA ALTILLANURA EN PUERTO GAITÁN, META-COLOMBIA

HÉCTOR FELIPE RAMÍREZ RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INGENIERIA FORESTAL

BOGOTÁ D.C

OCTUBRE DE 2019

DIVERSIDAD, COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN PRESENTE EN BOSQUES DE LA ALTILLANURA EN PUERTO GAITÁN, META-COLOMBIA

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD INVESTIGACIÓN-INNOVACIÓN
Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Forestal

HÉCTOR FELIPE RAMÍREZ RODRÍGUEZ

Autor

WILLIAM GILBERTO ARIZA CORTÉS

Director

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INGENIERÍA FORESTAL

BOGOTÁ D.C

OCTUBRE DE 2019

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su apoyo y paciencia durante todo mi proceso de formación profesional.

A la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por brindarme los espacios, tiempo y recursos necesarios para mi formación. Así mismo agradezco a la planta docente de Ingeniería forestal por compartir conmigo sus conocimientos y concejos a lo largo de la carrera.

A los auxiliares de campo, profesionales y demás personas que colaboraron en el desarrollo de este trabajo.

Al Biólogo investigador Juan Camilo Dumar Rodríguez por su colaboración en el manejo del Software utilizado en el procesamiento de la información.

A los docentes William Ariza Cortés y Favio López Botía por su acompañamiento en el desarrollo de este trabajo.

A todos y cada uno de mis compañeros de carrera por su amistad y ayudarme a crecer como persona.

Agradezco especialmente a mis amigos y colegas Natalia Romero, Laura Meneses, Paola Cuellar, Diana Peña y Hermes Orozco por su amistad, apoyo y por todos los logros que conseguí junto a ellos a lo largo de la carrera.

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN 1
2. INTRODUCCIÓN 2
3. JUSTIFICACIÓN 3
4. OBJETIVOS 4
   4.1. Objetivo general 4
   4.2. Objetivos específicos 4
5. MARCO TEORICO 5
   5.1. Coberturas estudiadas 5
   5.2. Estructura de la vegetación 6
   5.3. Diversidad 7
6. METODOLOGIA 9
   6.1. Área de estudio 9
   6.2. Fase de campo 10
   6.3. Procesamiento de información 11
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 13
   7.1. Composición florística 13
   7.2. Estructura de la vegetación 15
   7.3. Diversidad 21
8. CONCLUSIONES 26
9. BIBLIOGRAFÍA 27
10. ANEXOS 32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Coberturas estudiadas. 6
Figura 2. Ubicación área de estudio. 9
Figura 3. Esquema parcela diagnótica. 10
Figura 4. Colección de muestras botánicas. 11
Figura 5. Identificación de muestras botánicas. 12
Figura 6. Distribución diamétrica por cobertura. 16
Figura 7. Distribución altimétrica por cobertura. 17
Figura 8. Curva de acumulación de especies para los cuatro tipos de bosque. 22
Figura 9. Curvas de rarefacción. 24
Figura 10. Similaridad de Jaccard. 25

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen composición florística. 13
Tabla 2. Diez especies más importantes por cobertura de acuerdo al IVI.. 18
Tabla 3. Índices de diversidad. 21
Tabla 4. Reemplazo de especies de Whittaker. 24

DIVERSIDAD, COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN PRESENTE EN BOSQUES DE LA ALTILLANURA EN PUERTO GAITÁN, META-COLOMBIA

1. RESUMEN

Se realizó la caracterización florística de cuatro coberturas boscosas presentes en la cuenca del rio Tillavá, en el municipio de Puerto Gaitán, Meta, a partir del establecimiento de 101 parcelas diagnósticas de 1000 m2 cada una. Se tomaron datos correspondientes a especie, diámetro a la altura del pecho y altura total, para individuos con DAP≥10cm. Se encontraron un total de 265 especies, siendo el bosque de tierra firme el más rico con 215, seguido por el bosque inundable con 169, vegetación secundaria alta con 99 y en último lugar el bosque de galería con 84 especies. Las cuatro coberturas cuentan con alta diversidad y heterogeneidad florística según los índices calculados y estimadores de diversidad. En cuanto a la estructura, el comportamiento tanto la distribución diamétrica como la altimétrica sugieren que la vegetación se encuentra en un estado de sucesión avanzada, compartiendo especies entre coberturas en las primeras posiciones del IVI.

2. INTRODUCCIÓN

En Colombia, la gran variedad de posibles configuraciones entre los componentes bióticos y abióticos del territorio, ligado a la ubicación geográfica del país, da origen a una alta diversidad tanto de especies como de ecosistemas (Galeano, 2016). De acuerdo con Rangel (2015), Colombia ocupa la segunda posición a nivel global en riqueza de especies de plantas con flores con 26500 registros y el primer lugar en aves y anfibios con 1834 y 700 registros respectivamente. Así mismo los 1200 tipos de bosques y vegetación diferentes hacen que el país sea uno de los más diversos en el mundo. Dentro de las cinco grandes regiones del país, los Andes ocupan el primer lugar en riqueza de especies de plantas con flores con 11500, seguida por la Amazonía con 5300, Chocó biogeográfico con 4525, Caribe con 2151 y en último lugar se encuentra la Orinoquía con 2692 especies (Rangel, 2005).

La Orinoquia colombiana se distribuye por el sur desde el rio Guaviare hasta los ríos Arauca y Meta, por el Norte hasta límites con Venezuela y desde el Oeste por el piedemonte de la cordillera oriental, hasta llegar al rio Orinoco en el Este (Rangel y Minorta, 2014). Se caracteriza principalmente por las grandes extensiones de pajonales o pastos subxerofíticos y árboles dispersos o ausencia de estos, con presencia de bosques que interrumpen la matriz continua de pastizales y que en composición guarda semejanzas con los bosques de la Amazonía (Cuatrecasas, 1958).

En esta región del país los estudios de vegetación presentan un nivel de conocimiento muy bajo, especialmente en zonas de altillanura del departamento del Meta (Fernández, et al., 2010). Por lo tanto, es necesario profundizar en el conocimiento de los bosques en esta zona, mediante la caracterización de las coberturas, que a la vez funciona como insumo fundamental para la ejecución de herramientas de planificación territorial, como lo son los planes de ordenación forestal.

El objetivo de esta investigación fue caracterizar la vegetación de cuatro coberturas boscosas presentes en la cuenta del rio Tillavá en el departamento del Meta, con base en datos obtenidos en la fase diagnóstica del proyecto “Formulación de los Planes de Ordenación Forestal para las Cuencas de los Ríos Tillavá y Planas en el Municipio de Puerto Gaitán,

Meta" mediante contrato interadministrativo entre CORMACARENA y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

3. JUSTIFICACIÓN

En el año 2000 el gobierno nacional promulgo el Plan Nacional de Desarrollo Forestal (PNDF), cuyo propósito principal es el de "Establecer un marco estratégico que incorpore activamente el sector forestal al desarrollo nacional, optimizando las ventajas comparativas y promoviendo la competitividad de productos forestal maderables y no maderables en el mercado nacional e internacional, a partir del manejo sostenible de los bosques naturales y plantados" (PNDF, 2000). Así mismo, uno de sus objetivos específicos indica que se debe "Caracterizar, ordenar y valorar la oferta de bienes y servicios generados por los ecosistemas forestales". Para cumplir con estos objetivos, las entidades territoriales encargadas de la administración del recurso deben elaborar los planes de ordenación forestal (POF) de las áreas forestales en su jurisdicción. Por lo tanto, uno de los componentes principales en el desarrollo de un POF y que da la base fundamental para planificar el uso del recurso forestal, corresponde a la caracterización de la vegetación, en donde se hace una descripción de los ecosistemas y especies importantes que la componen (MMA, 2002).

De igual forma Mateucci y Colma (1982) resaltan la importancia de realizar estudios de vegetación, pues se vinculan con diversas ramas del conocimiento como la fitogeografía, sistemática vegetal, genética, evolución, paleobotánica, entre otras. Así mismo, la investigación aplicada funciona como herramienta de gestión en silvicultura, manejo de fauna, conservación y definición de usos potenciales el suelo.

Este documento hace un diagnóstico (caracterización) de la vegetación presente en la cuenca del río Tillavá, como insumo para la elaboración del POF en esta zona del municipio de Puerto Gaitán-Meta.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Caracterizar la vegetación presente en cuatro coberturas boscosas clasificadas según la leyenda Corine Land Cover, en la cuenca del rio Tillavá, en el municipio de Puerto Gaitán-Meta

4.2. Objetivos específicos

- Establecer la composición florística de cuatro coberturas boscosas (Bosque de galería, Bosque de tierra firme, Bosque inundable y Vegetación secundaria alta).
- Describir la estructura vertical y horizontal de la vegetación en el área de estudio.
- Determinar la diversidad florística de la zona, a partir de índices de alfa y beta-diversidad.

5. MARCO TEORICO

5.1. Coberturas estudiadas

Teniendo en cuenta la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra (IDEAM, 2010), las coberturas que se estudiaron corresponden a los bosques de galería (BG) (figura 1a), bosques de tierra firme (BTF) (figura 1b), bosque inundable (BI) (figura 1c) y vegetación secundaria alta (VSA) (figura 1c). La primera se caracteriza por la presencia de individuos de hábito arbóreo que superan los 20m de altura y se desarrollan a la orilla de ríos y quebradas (Rangel, Lowy y Aguilar, 1997; Castro, 2010), durante todo el año o en gran parte de él, cuenta con agua acumulada en el suelo (aguas freáticas) disponible para las plantas y por lo tanto muestran mayor exuberancia que la vegetación aledaña (vegetación de sabana) (Hernández y Sánchez, 1992). Los bosques de tierra firme corresponden a vegetación arbórea, con altura de dosel superior a 15 m y se ubican en zonas que carecen de períodos de inundación (IDEAM, 2010). Por otro lado, los bosques inundables se caracterizan por presentar inundaciones de tipo estacional, las cuales están asociadas a periodos de lluvia y rebalse de ríos, cuenta con individuos de hasta de 30m de altura, presencia de matorrales y variabilidad florística relacionada con la geomorfología, suelos y aporte de sedimentos (Colonnello y Rial, 2014; Parra, 2006). La vegetación secundaria alta consta de etapas intermedias de la sucesión vegetal posterior a la intervención del bosque debido a procesos de cambio de uso del suelo, de acuerdo al tiempo que haya transcurrido es posible encontrar grupos de árboles dominados por una sola especie (IDEAM, 2010).

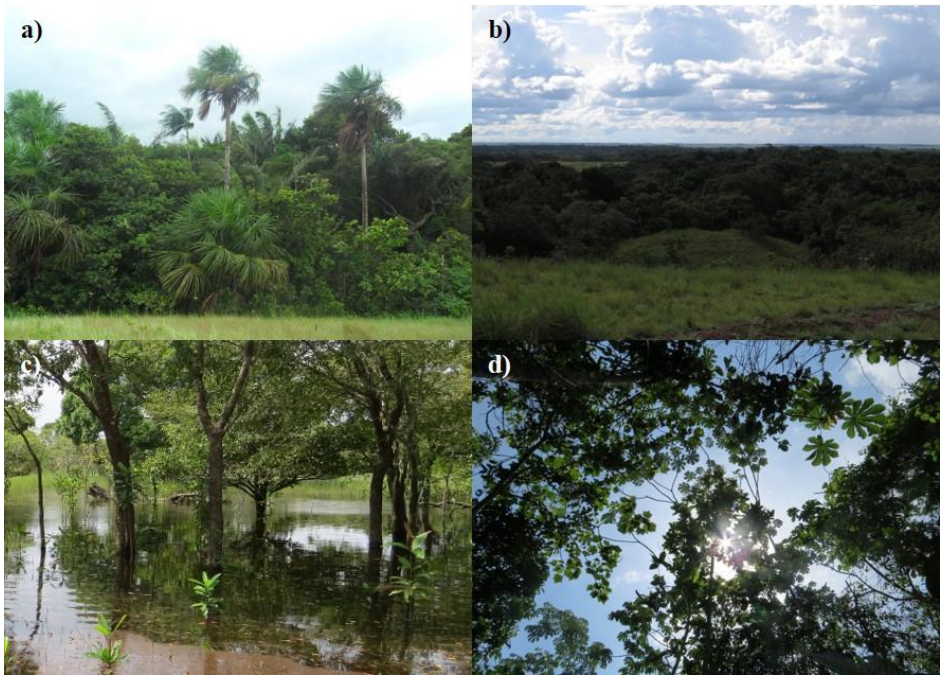


Figura 1. Coberturas estudiadas.

5.2. Estructura de la vegetación

El estudio de la estructura de la vegetación hace referencia a la forma en que se encuentran distribuidos los diferentes componentes del bosque tanto en sentido vertical como en el horizontal. En sentido vertical las variables que mejor representa este aspecto son la densidad y la dominancia en términos de cobertura de copas o área basal, mientas que la estratificación (distribución altimétrica) es el aspecto que mejor refleja la estructura horizontal de la vegetación (Rangel y Velásquez, 1997).

Otro elemento de análisis en la estructura de la vegetación es el índice de valor de importancia (IVI) propuesto por Finol (1976), el cual es utilizado principalmente para comparar levantamientos con ubicación geográfica diferente entre estos. Su cálculo se da a partir de la siguiente ecuación:

Índice de Valor de Importancia (IVI%)= Densidad relativa (%)+Frecuencia relativa (%)+Dominancia relativa (%)

En donde la densidad relativa corresponde a la relación entre el número de individuos de la especie respecto a la cantidad total de individuos, la frecuencia relativa es la relación entre el número de muestras en donde se encuentra la especie respecto al total de muestras y la dominancia relativa (área basal) corresponde al área basal de la especie respecto al área basal total. La sumatoria total IVI para todas las especies incluidas en el cálculo de este índice alcanza un valor máximo de 300.

5.3. Diversidad

De acuerdo con UNEP (1992), la diversidad biológica es la variabilidad que existe entre todos los organismos vivientes incluyendo los complejos ecológicos de los cuales hacen parte y también las diferentes escalas biológicas (genética, poblaciones, comunidades, etc.) en donde se encuentran. Para su estudio son utilizados los componentes alfa y beta, los cuales permiten establecer cambios en la diversidad en relación a la estructura del paisaje y a los efectos de las actividades humanas (Moreno, 2001). La diversidad alfa hace referencia a la riqueza de especies de una comunidad, la cual se considera homogénea y la diversidad beta es el nivel de reemplazo de especies entre las diferentes comunidades que componen un paisaje.

Algunos de los índices utilizados para la medición de la diversidad son (Moreno, 2001):

- Índice de diversidad de Margalef:

$$Dm = \frac{S - 1}{\ln N}$$

En donde S corresponde al número de especies y N al número total de individuos. De acuerdo con Magurran (1988), este índice modifica el número de especies por muestra y lo lleva a una proporción en donde las especies son añadidas de acuerdo al incremento de la muestra. El índice supone que existe una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos.

- Índice de Simpson

$$\delta = \sum Pi^2$$

En donde Pi es la relación entre el número de individuos de la especie i y el número total de individuos de la muestra. Su valor está fuertemente influenciado por las especies dominantes.

- Índice de Shannon-Winner

$$H' = -\sum Pi\ Ln\ Pi$$

Este índice determina la incertidumbre promedio que existe al predecir a que especie pertenece un individuo escogido al azar en una muestra. Asume que la selección de individuos se da al azar y que todas las especies se encuentran representadas en la muestra.

6. METODOLOGIA

6.1. Área de estudio

La investigación se desarrolló en la altillanura de la Orinoquía Colombiana, sobre la cuenca del río Tillavá, en el municipio de Puerto Gaitán, departamento del Meta (Figura 2), en coordenadas 03°41’5.07’’N y 71°39’37.43’’O, a una altitud que oscila entre los 50 y 250m, cuenta con una extensión de 303466 ha, comprendiendo las veredas de Kioskos, Cuerna Vaca, Alto Tillavá, Puerto Triunfo, El Tigre, Rubiales, Santa Helena y El Unuma. La temperatura varía entre los 25 - 27°C y la precipitación se encuentra entre los 2190 y 2979mm. La cuenca limita por el costado norte con la cuenca del río Planas y al sur con la cuenca del río Iteviare, siendo las cuencas Planas y Tillavá las que conforman la cuenca alta del río Vichada.

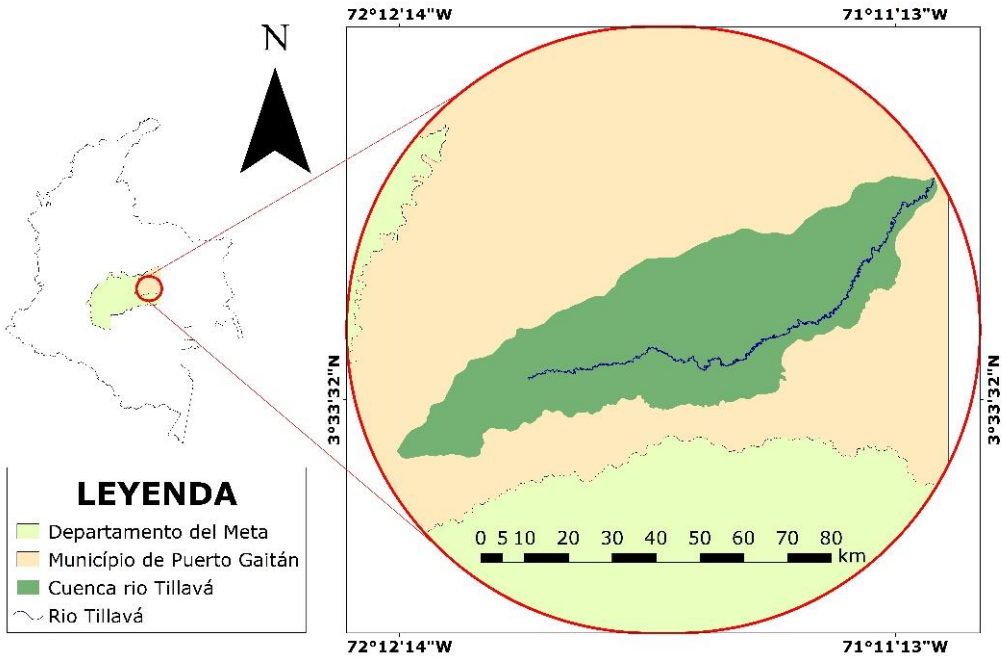


Figura 2. Ubicación área de estudio.

6.2. Fase de campo

Se establecieron 110 parcelas diagnósticas de 10 x 100 m cada una (Figura 3), para un área total de muestreo de 11 ha, donde se censaron todos los individuos con un DAP≥10 cm incluyendo palmas, tomando algunos parámetros establecidos por Matteucci y Colma (1982) y Villarreal et al. (2006). El número de parcelas establecida por tipo de bosque corresponde a las utilizadas en la fase diagnóstica del plan de ordenación forestal de la cuenca del río Tillavá (Cárdenas, Sánchez y Navarro, 2015), de esta manera la distribución de parcelas fue la siguiente: Bosque de galería (10), Bosque de tierra firme (54), Bosque inundable (25) y Vegetación secundaria (12). Se tomaron las variables correspondientes al diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total. De igual forma, se tomaron muestras botánicas (Figura 4) de los individuos siguiendo los lineamientos de la guía para la recolección y preservación de muestras botánicas en campo del Herbario Forestal Gilberto Emilio Mahecha Vega (UDBC) de la Universidad Distrital, acompañado también de registros fotográficos de las especies en campo. Lo anterior con el propósito de reducir la dificultad en el proceso de identificación.

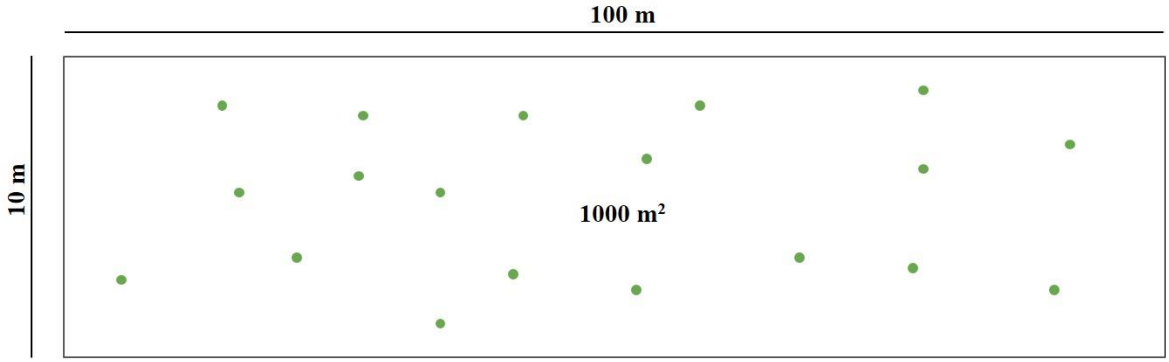


Figura 3. Esquema parcela diagnótica.



Figura 4. Colección de muestras botánicas.

6.3. Procesamiento de información

La determinación de los individuos colectados (Figura 5) se realizó en el Herbario Forestal Gilberto Emilio Mahecha Vega (UDBC) a partir de bibliografía especializada, comparación con especímenes de la colección y colaboración de especialistas en los diferentes grupos taxonómicos tratados.



Figura 5. Identificación de muestras botánicas.

El análisis estructural de la vegetación se realizó construyendo intervalos de clase para cada una de las variables (DAP, altura total) por tipo de cobertura y de igual forma se determinó el índice de valor de importancia para cada una de las especies por medio de las siguientes ecuaciones (Rangel y Velásquez, 1997):

$$C = \frac{Xmax - Xmin}{m}$$

$$m = 1 + 3.3\ (\log n)$$

Donde n corresponde a la cantidad total de individuos, m al número de intervalos, c la amplitud del intervalo y X es el parámetro a analizar, en este caso hace referencia a la distribución diamétrica y altimétrica.

Se estimó la diversidad de las coberturas a partir de los índices de alfa y beta-diversidad; para la diversidad alfa se calcularon los índices de riqueza específica de Margalef, Shannon, curvas de acumulación de especies y rarefacción; en cuanto a estructura, se calcularon los índices de Simpson y dominancia. Para la diversidad beta, se utilizaron los índices de similitud de Jaccard y recambio de especies de Whittacker. El procesamiento de la información se realizó de acuerdo a lo planteado por Moreno (2001), utilizando los

programas estadísticos PAST versión 3.01 (Hammer, Harper y Ryan, 2001) y StimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2013).

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Composición florística

Se registraron en las cuatro coberturas un total de 5255 individuos, pertenecientes a 265 especies distribuidas en 150 géneros y 59 familias. Los resultados referidos al número de familias, géneros y especies por tipo de cobertura se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen composición florística.

Tipo de bosque	Ind/ha	N° de familias	N° de géneros	N° de especies
Bosque de galería	506	33	60	84
Bosque de tierra firme	539	56	128	215
Bosque inundable	517	48	109	169
Vegetación secundaria alta	457	36	73	99

El bosque de tierra firme presenta el mayor número de individuos por hectárea (539), cuenta con un total de 215 especies en donde las familias mejor representadas en cuanto a número de especies son Leguminosae (26), Moraceae (18), Burseraceae (11), Chrysobalanaceae y Rubiaceae con nueve especies cada una. En cuanto a géneros representativos se encuentran *Inga* (8), *Miconia* (6), *Ficus* y *Trattinnickia* con cinco especies cada uno. Estos resultados son contrastantes con lo encontrado por Cárdenas (2014), en donde la composición de la vegetación registrada es inferior, pues se presentan 76 especies correspondientes a 31 familias y 64 géneros, mostrando a Leguminosae como la segunda familia más representativa. Por otro lado, Trujillo y Henao (2018) encontraron para bosques primarios de tierra firme de Casanare y Arauca a Leguminosae, Moraceae y Rubiaceae dentro de las cinco familias más diversas con 40, 21 y 18 especies respectivamente, siendo Moraceae la familia con mayor similitud a la presente investigación (18 especies).

Para el bosque de galería se encontraron 506 individuos por hectárea, pertenecientes a 33 familias, 60 géneros y 84 especies, en donde las familias mejor representadas son Moraceae (9), Leguminosae (6), Arecaceae y Burseraceae con cinco especies cada una. Los géneros

mejor representados fueron *Virola* (4), *Ficus*, *Miconia*, *Myrcia* y *Pouteria* con tres especies cada uno. La riqueza encontrada es similar a lo registrado por Cárdenas (2014), donde se hallaron 81 especies, 36 familias y 66 géneros con un DAP≥10 cm. Los resultados también son similares a lo registrado por Gutiérrez, García, Rojas y Castro (2015), donde se registraron 72 especies correspondientes a 56 géneros y 36 familias, con Moraceae y Leguminosae dentro de las familias mejor representadas. Para los bosques ribereños de la cuenca baja del rio Pauto en Casanare, Cabrera y Rivera (2016) encontraron un total de 185 especies, lo cual representa cerca de un 54% más de especies respecto a esta investigación. Sin embargo, hay que tener en cuenta que allí fueron incluidos individuos pertenecientes a otras formas de crecimiento como lo son trepadoras leñosas y arbustos.

El bosque inundable fue la segunda cobertura con mayor número de individuos por hectárea (517), se encontraron un total de 169 especies, correspondientes a 109 géneros y 48 familias. Leguminosae, Moraceae y Melastomataceae fueron las familias mejor representadas con 22, 12 y 9 especies respectivamente. Los géneros con mayor número de especies fueron *Inga* (7), *Miconia* (5), *Licania*, *Protium* y *Virola* (4 especies cada uno). Según Castro (2010) en su estudio sobre la flora del Andén Orinoquénse, en esta cobertura el género *Licania* es uno de los mejor representados con 12 especies.

Finalmente, la vegetación secundaria alta fue la cobertura con menor número de individuos por hectárea (457), se encontraron 99 especies, pertenecientes a 73 géneros y 36 familias. Las familias con mayor riqueza en especies fueron Leguminosae (13), Burseraceae y Moraceae (8 especies cada una), Melastomataceae (6) y Annonaceae (5). En cuanto a géneros, los mejor representados son *Inga* (5), *Miconia* (4), *Pourouma* (3), *Trattinnickia* (3) y *Vismia* (3), lo cual es similar a lo encontrado por Forero (2016) para la misma zona de estudio.

Del grupo de especies encontradas (Anexo 1) cabe resaltar el uso que las comunidades locales les dan a algunas de estas. Por ejemplo, dentro de la familia Arecaceae, especies como *Astrocaryum chambira*, *Oenocarpus bataua* y *Socratea exorrhiza* son utilizadas como productos forestales no maderables. En el caso de *A. chambira*, la fibra extraída de sus hojas es usada como materia prima en la fabricación de manillas y collares (Roncancio, Betancur y Cámaral, 2018), además Forero (2016) resalta su importancia en la construcción de

estructuras y techado para casas. Por otro lado, *Oenocarpus bataua* es la palma más usada por la comunidad local, pues sus hojas se utilizan en la fabricación de canastos, los frutos en la elaboración de bebidas y su estípite como material para los arcos de caza, entre otros (Forero, 2016). Al igual que en los casos anteriores, *S. exorrhiza* se utiliza como material principal en arcos de caza, construcción de estructuras y el extracto de sus hojas en cosméticos.

Un aspecto importante que se evidenció en el trabajo de campo es la metodología utilizada para aprovechar algunas especies de palmas, especialmente las proveedoras de frutos. Por ejemplo, en el aprovechamiento de *O. bataua*, la costumbre local consiste en derribar la palma para obtener el producto, convirtiéndose a largo plazo en una práctica insostenible. A raíz de esto es necesario utilizar herramientas como la propuesta por (Galeano et al., 2010), en donde se presentan seis lineamientos para evaluar la sostenibilidad en el manejo de palmas, y a partir de allí tomar medidas que permitan modificar estas prácticas encaminándolas al aprovechamiento sostenible. Otras especies registradas con usos no maderables son *Spondias mombin*, *Cassia moschata* y algunas especies del género *Pourouma*, las cuales son utilizadas como alimento, en donde se consumen principalmente sus frutos (Ortega, 2015).

7.2. Estructura de la vegetación

En la Figura 6 se muestra la distribución diamétrica encontrada para cada uno de los tipos de bosque estudiados. El número de intervalos de clase, así como su amplitud varió en cada una de las coberturas. Para el bosque de galería (Figura 6a) se calcularon un total de 10 intervalos con amplitud de cinco centímetros; el bosque de tierra firme (Figura 6b) cuenta con nueve intervalos, cada uno con amplitud de nueve centímetros (categoría IX corresponde a DAPs >100cm); en el bosque inundable (Figura 6c) se encontraron 11 intervalos con amplitud de seis centímetros y finalmente para la vegetación secundaria alta (Figura 6d) el número de intervalos fue de 10 con amplitud de nueve centímetros cada uno.

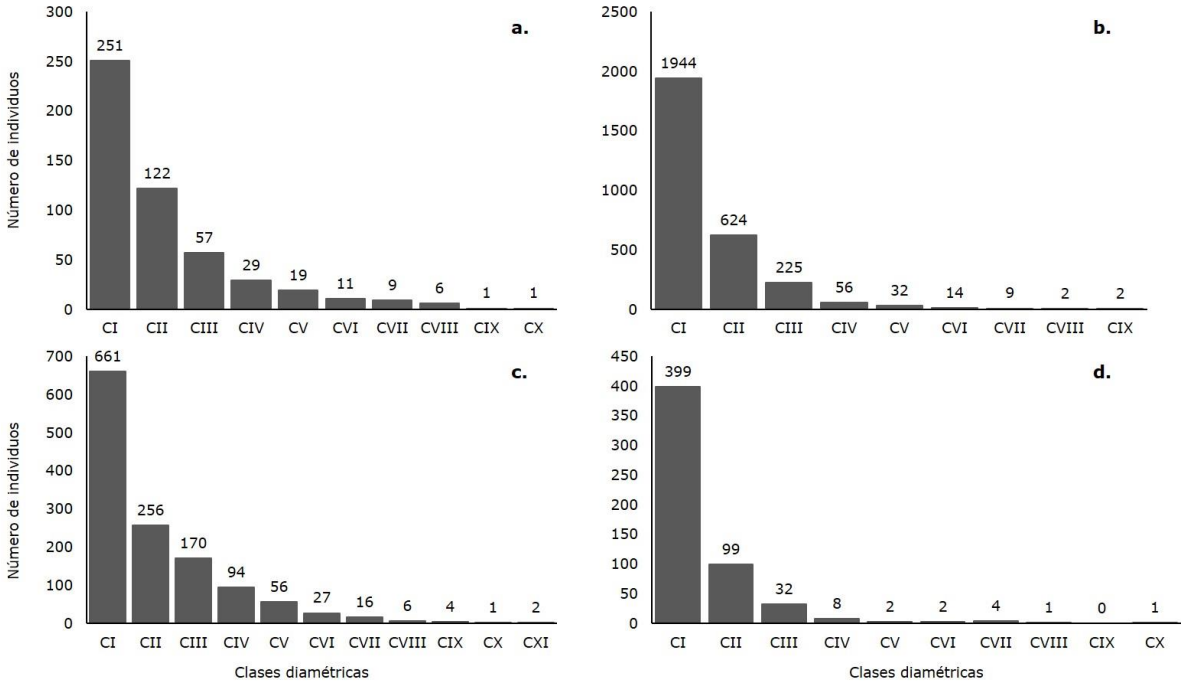


Figura 6. Distribución diamétrica por cobertura. a) Bosque de galería, b) Bosque de tierra firme, c) Bosque inundable, d) Vegetación secundaria alta

Se observa el mismo comportamiento en todas las coberturas, en donde se presenta una disminución gradual del número de individuos a medida que se incrementa la categoría diamétrica. Esta distribución en J invertida puede indicar que estas coberturas corresponden a bosques en estado de sucesión avanzada (Lamprecht, 1990). Por su parte Rodríguez y Brenes (2009) mencionan que este tipo de distribución es derivado de la fase de homeostasis que se presenta en bosques maduros, es decir, que existe un equilibrio sostenido entre los individuos que mueren y los que crecen, además de la competencia natural entre especies y las condiciones lumínicas particulares para cada una de estas, que les permite mantenerse en el bosque.

Adicionalmente Baker, Cain, Guldin, Murphy y Shelton (1996) indican que el reducido número de individuos en clases diamétricas intermedias se debe a diversos factores como lo son las cosechas, incendios, plagas y enfermedades. Particularmente para el departamento del Meta, Hurtado (2016) encontró mediante el uso de imágenes satelitales entre los años 2010 y 2015 pérdida de cobertura boscosa asociada con actividades madereras y de explotación de hidrocarburos, lo cual se relaciona con lo dicho por Baker et al., (1996) respecto al comportamiento de la estructura de la vegetación en relación a la cosecha del

bosque. Es de resaltar que en las cuatro coberturas se presenta un reducido número de individuos en las categorías diamétricas superiores, esto debido al aprovechamiento intensivo del bosque por parte de las comunidades indígenas y los colonos.

Al igual que la distribución diamétrica, la estructura vertical de la vegetación, estudiada mediante su distribución altimétrica (Figura 7) presenta variabilidad tanto en el número de intervalos como en la amplitud de cada uno. El número de intervalos fue de 8, 13, 11, y 9 para BG, BTF, BI y VSA respectivamente. La amplitud de las clases altimétricas fue de dos metros para BG, BTF y BI, mientras que para VSA fue de tres metros. La altura mínima encontrada fue de cuatro metros para BG y BI, mientras que en BTF y VGA fue de dos metros. Por otro lado, los valores máximos de altura corresponden a 20 y 25m para BG y BI respectivamente y 28m en el caso de BTF y VSA.

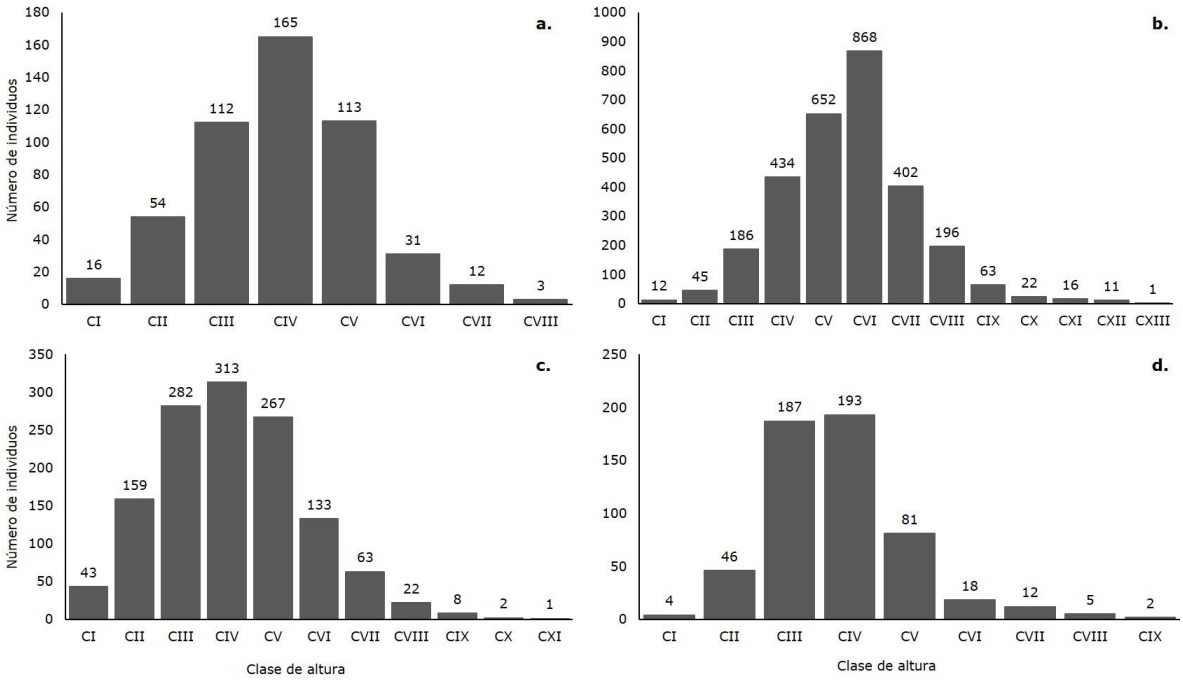


Figura 7. Distribución altimétrica por cobertura. a) Bosque de galería, b) Bosque de tierra firme, c) Bosque inundable, d) Vegetación secundaria alta

BG, BI y VGA cuentan con la mayor cantidad de individuos en las categorías III, IV y V. En el bosque de galería, estos tres intervalos agrupan el 77.1% de los individuos, en el bosque inundable se encuentran alrededor del 66.7% y en la cobertura correspondiente a vegetación

secundaria alta se agrupa el 84.1% de los individuos. Por otro lado, en el caso del bosque de tierra firme, la densidad de individuos se concentra en las categorías IV, V, y VI.

Estos resultados contrastan con lo encontrado por Correa y Stevenson (2010) en bosques de galería de la reserva Tomo Grande en el departamento de Vichada ya que el rango de altura encontrado por los autores mencionados se encuentra entre 28 y 35m. En contraste a esto lo hallado por Dezzeo, Flores, Zambrano, Rodgers y Ochoa (2008) en el mismo tipo de cobertura, tiene una mayor similitud al presente estudio pues el rango de altura oscila entre los 18 y 24 m. Para BTF, Cárdenas (2014) encontró alturas de hasta 38m, siendo este valor considerablemente superior al contrastarlo con los 28m registrados en esta investigación. En cuanto a BI Rangel y Minorta (2014) encontraron alturas de hasta 25m, valor que corresponde a lo encontrado para la cuenca del rio Tillavá.

Tabla 2. Diez especies más importantes por cobertura de acuerdo al IVI. D%= Densidad relativa, Fr%=Frecuencia relativa, Dom%= Dominancia relativa (área basal).

Tipo de bosque	Especie	D%	Fr%	Dom%	IVI %
Bosque de galería	*Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand	7.51	4.21	12.35	24.07
	Astrocaryum chambira Burret	9.09	2.63	7.79	19.51
	Xylopia cf. *benthamii* R.E.Fr	8.30	5.26	5.77	19.34
	Socratea exorrhiza (Mart.) H.Wendl.	10.28	1.58	4.32	16.17
	Pseudolmedia laevis (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr.	4.55	4.21	2.83	11.59
	Matayba sp	3.36	3.16	2.31	8.83
	Oenocarpus bataua Mart.	3.16	1.05	3.60	7.81
	Guatteria aff. *metensis* R.E.Fr.	2.96	1.58	3.16	7.70
	Nectandra cuspidata Ness & Mart.	2.77	2.63	2.19	7.59
	Euterpe precatoria Mart.	2.77	2.11	1.12	6.00
Bosque de tierra firme	*Eschweilera* aff. *parvifolia* Mart. ex DC	6.60	3.01	4.24	13.85
	Pseudolmedia laevis (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr.	6.33	3.09	4.34	13.76
	Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand	4.44	3.58	4.63	12.65
	Xylopia cf. *benthamii* R.E.Fr	5.16	3.66	3.64	12.46

	Socratea exorrhiza (Mart.) H.Wendl.	6.19	3.09	2.37	11.65
	Attalea maripa (Aubl.) Mart.	3.34	1.87	5.99	11.20
	Astrocaryum chambira Burret	4.30	2.85	3.95	11.10
	Himatanthus articulatus (Vahl) Woodson	2.72	2.69	3.92	9.32
	Terminalia cf. *amazonia* (J.F.Gmel.) Exell	1.51	1.87	4.69	8.07
	Euterpe precatoria Mart.	3.78	2.77	1.39	7.94
Bosque inundable	*Eschweilera* aff. *parvifolia* Mart. ex DC	5.65	2.69	6.63	14.97
	Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand	5.26	3.27	5.87	14.40
	Caraipa llanorum Cuatrec.	4.95	1.35	5.45	11.74
	Xylopia cf. *benthamii* R.E.Fr	4.95	3.46	3.02	11.43
	Attalea maripa (Aubl.) Mart.	3.25	1.35	5.39	9.98
	Heisteria acuminata (Humb. & Bonpl.) Engl.	3.09	0.96	2.62	6.68
	Socratea exorrhiza (Mart.) H.Wendl.	3.56	1.54	1.17	6.27
	Virola elongata (Benth.) Warb.	1.93	1.73	2.33	5.99
	Guatteria aff. *metensis* R.E.Fr.	2.40	1.73	1.75	5.88
	Parinari pachyphylla Rusby	1.78	1.35	2.58	5.70
Vegetación secundaria alta	*Cecropia* cf. *ficifolia* ex Snethl.	7.12	3.62	11.13	21.86
	Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke	1.64	1.81	11.71	15.17
	Cecropia cf. *engleriana* Snethl.	5.84	1.81	3.53	11.18
	Jacaranda copaia (Aubl.) D.Don	4.56	2.71	3.12	10.40
	Terminalia cf. *amazonia* (J.F.Gmel.) Exell	0.73	0.45	9.02	10.20
	Miconia trinervia (Sw.) D. Don ex Loudon	3.83	3.17	2.57	9.57
	Inga umbellifera (Vahl) DC.	4.01	2.71	2.60	9.33
	Inga oerstediana Benth.	4.01	2.71	2.20	8.93
	Inga alba (Sw.) Wild	2.19	4.07	1.85	8.11
	Eschweilera aff. *parvifolia* Mart. ex DC	2.74	1.81	3.42	7.97

La Tabla 2 muestra las diez especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) organizado de forma ascendente para cada una de las coberturas. Los resultados muestran que especies como *Protium heptaphyllum*, *Xylopia* cf. *benthamii* y *Socratea exorrhiza* se encuentran en tres de las cuatro coberturas (BG, BTF y BI) ocupando las primeras posiciones.

Por su parte en la VSA, el IVI resalta especies pertenecientes al género *Cecropia*, como lo son *C. ficifolia* y *C. engleriana*, al igual que en el género *Inga*, el cual se encuentra representado por varias especies (*I. umbellifera*, *I. oerstediana*, *I. alba*). De esta forma la VSA se muestra como una cobertura caracterizada por la presencia de especies pertenecientes a sucesiones tempranas del bosque (heliófitas de rápido crecimiento), Por lo tanto, no son compartidas con los otros tipos de bosque o su peso en el índice no es significante.

Al comparar los resultados arrojados por el IVI para las coberturas de BG y BTF, con lo encontrado por Cárdenas (2014) se observó que *Socratea exorrhiza* es una especie compartida entre las dos coberturas y cuenta con un IVI similar entre ellas, ocupando así las primeras posiciones en ambos estudios y tipos de bosque. Adicionalmente, existen otras similitudes en cuanto a taxones compartidos que, si bien a nivel de especie no hay una correspondencia total, si existe afinidad en algunos géneros, como por ejemplo *Xylopia*, *Attalea* e *Himatanthus*, los cuales se encuentran ocupando las primeras posiciones de IVI en ambos estudios.

Por su parte en el trabajo realizado por Gutiérrez et al., (2015) en bosque de galería, se encontró que especies de los géneros *Protium* y *Guatteria* se encuentran dentro de las 20 especies más importantes, siendo *Guatteria metensis* una especie en común entre ambos estudios. Además, Cabrera y Rivera (2016) encontraron en su estudio sobre bosques ribereños de la cuenca baja del rio Pauto, que *Euterpe precatoria* es la especie con mayor importancia en la zona, alcanzando un IVI de 44.78%, lo cual no coincide con los resultados hallados en esta investigación, pues si bien *E. precatoria* se encuentra dentro de las 10 especies más importantes, su aporte al IVI es de tan solo 7.9%.

En el bosque inundable los valores más altos de IVI están dados por *Eschweilera* aff. *parvifolia*, *Protium heptaphyllum* y *Caraipa llanorum* con 14.97%, 14.40% y 11.74% respectivamente. Es de resaltar la presencia de *C. llanorum*, pues es una especie característica de esta cobertura, que conforma agrupaciones de individuos en zonas donde los niveles de inundación alcanzan los 30cm de profundidad, siendo llamados “Saladillales”, derivado del nombre común de la especie “Saladillo” (Rangel y Minorta, 2014).

Finalmente, en lo relacionado con la vegetación secundaria, Carranza (2016) encontró para zonas degradadas del piedemonte llanero que la especie *Cecropia engleriana* ocupa las

primeras posiciones del IVI en varias de las zonas muestreadas de su estudio. Esto se relaciona con lo encontrado para VSA, en donde esta misma especie se encuentra con un valor de 11.18%. Sin embargo, cabe resaltar que este género (*Cecropia*) está representado en el primer lugar por *C. ficifolia*, con un valor de 21.86%.

7.3. Diversidad

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos al calcular cada uno de los índices. El índice de Simpson relaciona la estructura de la comunidad en términos de equitatividad-dominancia. De acuerdo con lo anterior los tipos de bosque con valores cercanos a 1 corresponden a coberturas de alta heterogeneidad (Patil y Taillie, 1982; Del Rio, Montes, Cañellas y Montero, 2003). Al analizar el índice de Margalef, el bosque de tierra firme es la cobertura con mayor diversidad, seguida por el bosque inundable, vegetación secundaria alta y en último lugar el bosque de galería. Estos valores representan alta diversidad independientemente de la cobertura vegetal evaluada en donde los valores menores a 2 indican baja diversidad y, por el contrario, si superan el 5 se habla de coberturas con alta diversidad florística (Margalef, 1995). De igual forma, el índice de Shannon confirma la alta diversidad en las coberturas (valores superiores a 4), mostrando en este caso que el bosque inundable es la cobertura con mayor diversidad calculada.

Tabla 3. Índices de diversidad.

ÍNDICE	BG	BTF	BI	VSA
Dominance_D	0.0423	0.0269	0.0207	0.0266
Simpson_1-D	0.9577	0.9731	0.9793	0.9734
Shannon_H	3.709	4.268	4.404	4.01
Margalef	13.33	26.83	23.45	15.54

Los valores encontrados para los índices de Simpson, Shannon y Margalef para BG y BTF concuerdan con lo encontrado por Cárdenas (2014) en estas mismas coberturas. Sin embargo, la diversidad florística (índice de Margalef) para el bosque de tierra firme del presente estudio es bastante superior al encontrado por el autor mencionado (12.94), debido posiblemente a diferencias en la intensidad del muestreo.

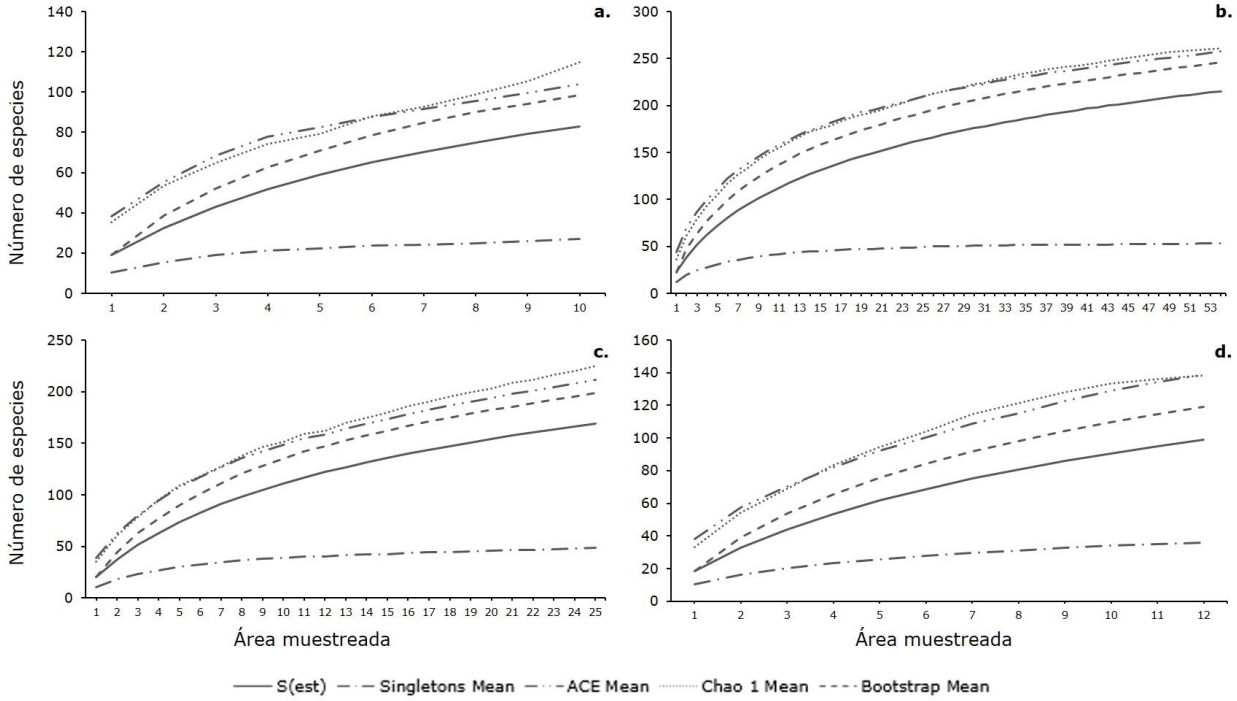


Figura 8. Curva de acumulación de especies para los cuatro tipos de bosque. a) bosque de galería, b) bosque de tierra firme, c) bosque inundable, d) vegetación secundaria alta. Cada unidad en el eje de las abscisas representa un aumento de 1000m2

La curva de acumulación de especies (*Figura 8*), permite establecer de forma gráfica la aparición de nuevas especies respecto al incremento de unidades muestréales o número de individuos (esfuerzo de muestreo). Si la curva es asintótica indica que, aunque se aumente el esfuerzo de muestreo, no habrá incremento en el número de especie y por lo tanto se interpreta como un muestreo adecuado (Villarreal et al., 2006). En este caso las coberturas mejor muestreadas corresponden a BTF y BI. Sin embargo, en ninguno de los cuatro tipos de bosque se alcanzó la asíntota. A raíz de esto se aplicaron algunos estimadores mediante el aplicativo StimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2013) que permiten establecer que tan completo ha sido el muestreo (curvas de acumulación).

La *Figura 8* muestra gráficamente los estimadores utilizados, S(est), Singletons means, ACE Mean, Chao 1 mean y Bootstrap mean. En primer lugar, en el bosque de galería (Figura 8a) se registraron 83 especies (S(est)), el número de especies con un solo registro (Singletons means) fue de 27, es decir, un 67.5% del número de especies únicas esperadas. Los estimadores Ace mean y Chao 1 mean con 103 y 114 especies estimadas corresponden a un esfuerzo de muestreo del 79.8%, lo cual indica que el número de unidades muestréales

representa de forma adecuada la composición y estructura de esta cobertura. Finalmente, el soporte estadístico (Bootstrap mean) con un valor de 84.5% representa la eficiencia del muestreo.

Para el bosque de tierra firme (Figura 8b) se encontraron un total de 215 especies (S(est)), el número de especies únicas (Singletons means) fue de 53, es decir, un 75.35% del número de registros únicos esperados. Por su parte los estimadores Ace mean y Chao 1 mean con 257 y 260 especies estimadas corresponden a un esfuerzo de muestreo del 83.58%, lo cual indica que el número de parcelas empleadas representa la composición y estructura de esta cobertura. Por último, el soporte estadístico (Bootstrap mean) arrojó un valor de 87.55%.

Se registraron 169 especies (S(est)) para el bosque inundable (Figura 8c), el número de especies con único registro fue de 49, es decir, 71.01% del número de especies esperadas. Los estimadores Ace mean y Chao 1 mean con 211 y 225 especies estimadas representa un esfuerzo de muestreo de 79.83%, indicando nuevamente que el número de parcelas establecido representa la composición y estructura del boque inundable. Por su parte el soporte estadístico (Bootstrap mean) obtuvo un valor de 85.15%.

Finalmente, la vegetación secundaria (Figura 8d) fue la cobertura más variable con relación a los valores arrojados por los estimadores. Se muestrearon un total de 99 especies (s(est)), el número de especies con único registro (Singletons mean) fue de 36, lo cual corresponde a un 63.64% de la cantidad esperada. Los estimadores Ace mean y Chao 1 mean con 138 especies en ambos casos muestran un esfuerzo de muestreo del 71.37%, indicando que en esta cobertura el número de unidades muestréales es aceptable para la representación de la composición y estructura de la cobertura. Finalmente, el soporte estadístico arrojó un valor de 83.27%, porcentaje que al igual que en todas las coberturas representa la alta efectividad del muestreo.

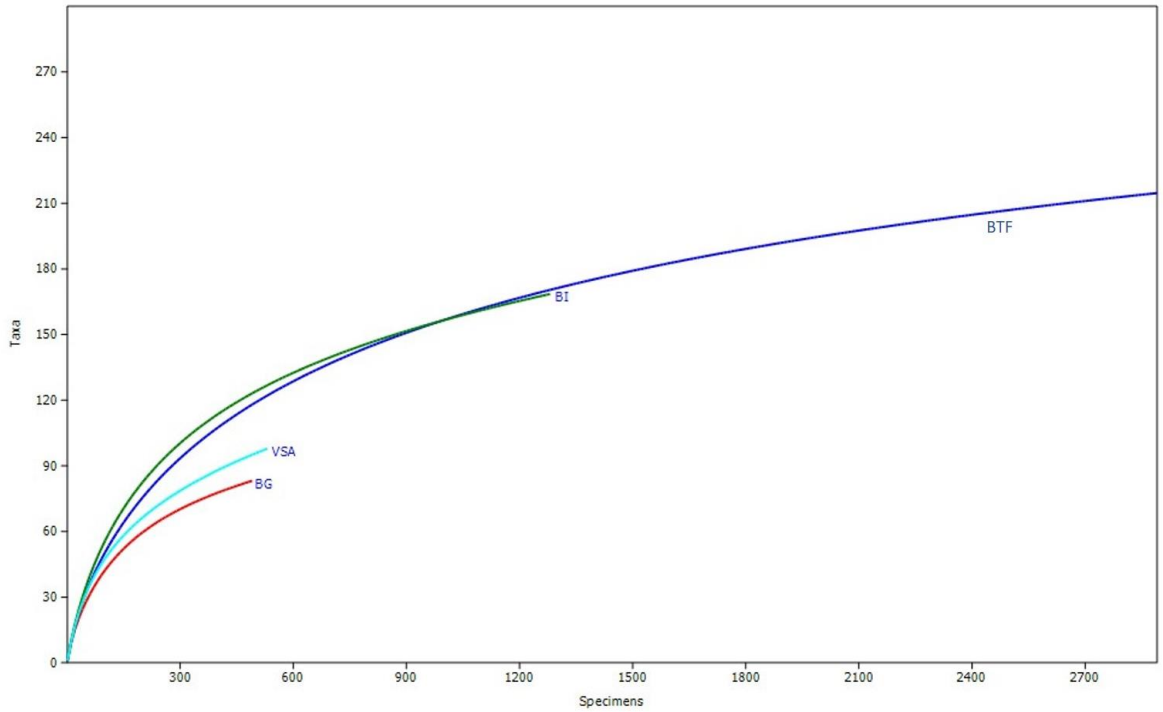


Figura 9. Curvas de rarefacción.

Las curvas de rarefacción (*Figura 9*) toman como referencia la muestra más grande (en este caso corresponde al BTF) y a partir de ella de forma gráfica estima el número de especies esperado para las demás coberturas, es decir, una representación gráfica de los estimadores anteriormente calculados. Esta curva muestra que, si se aumenta el esfuerzo de muestreo en el bosque de tierra firme, no habría aumento en el número de especies pues la curva esta próxima a tener un comportamiento asintótico. Contrario a esto se observa que el número de especies en las tres coberturas restantes (BG, BI y VSA) es inferior al que posiblemente se pudo obtener con un esfuerzo de muestreo mayor.

Tabla 4. Reemplazo de especies de Whittaker.

	BG	**BTF**	**BI**	**VSA**
BG	0			
BTF	0.51839	0		
BI	0.44664	0.32813	0	
VSA	0.47541	0.47134	0.42537	0

El mayor recambio de especie (Tabla 4) se encuentra entre el bosque de galería y el bosque de tierra firme, con un valor de 51.8%, seguido a estos, se encuentra el bosque de galería y la vegetación secundaria alta con un 47.5%, siendo similar al encontrado entre el bosque de tierra firme y la vegetación secundaria alta (47.1%). Por otro lado, el menor recambio de especies esta dado entre el bosque de tierra firme y el bosque inundable, es decir estas dos coberturas son las más similares en cuanto a las especies que las representan. Estos mismos resultados están expresados en la Figura 10, en donde gráficamente se representa el porcentaje de similitud (similitud de Jaccard) entre las coberturas.

La similitud o disimilitud entre coberturas se relaciona con el posicionamiento geográfico en donde se encuentran, en este caso, su ubicación en un mismo punto de la altillanura orinoqués hace que sean compartidas diferentes variables como lo son el clima (precipitación y temperatura), relieve y fauna asociada, lo cual influye directamente sobre el comportamiento de la vegetación allí presente (Cárdenas, 2014). Adicionalmente alteraciones antrópicas asociadas a la explotación forestal con propósitos ganaderos y de aprovechamiento de hidrocarburos hacen que la configuración de las formaciones vegetales este dada por especies provenientes de bosques originales y especies de vegetación secundaria o sucesiones tempranas (Aymard y González, 2014), lo cual se evidencia en la vegetación secundaria alta.

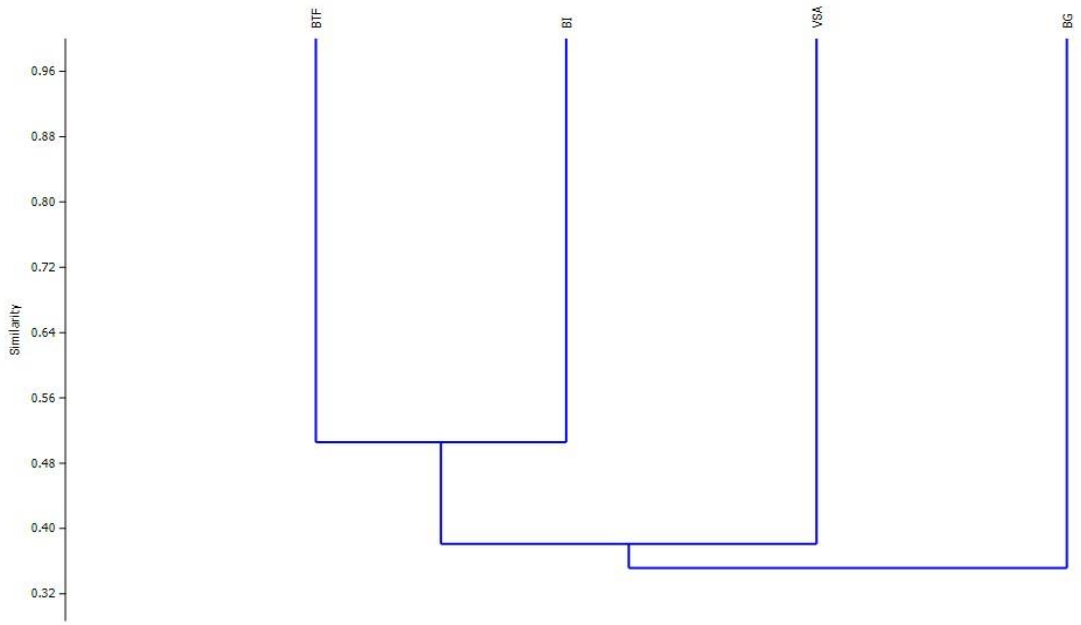


Figura 10. Similaridad de Jaccard.

8. CONCLUSIONES

Las cuatro coberturas caracterizadas cuentan con alta diversidad florística, principalmente en el bosque de tierra firme, lo cual se evidencia en los índices de alfa y beta diversidad calculados. Así mismo, los estimadores de diversidad y la curva de acumulación de especies sugieren que al incrementar la intensidad de muestreo en BG, BI y VSA los valores encontrados serían similares a los arrojados por los estimadores y por ende se tendría una mejor representación de estas coberturas.

La composición de la vegetación es similar a la registrada por otros estudios en la Orinoquía, especialmente en las jerarquías taxonómicas de familia y género. De igual forma existe similitud entre coberturas, debido principalmente a la cercanía entre ellas y características climáticas comunes. Sin embargo, existen algunas diferencias que pueden ser atribuidas a interferencias antrópica en la zona (actividad ganadera, explotación maderera, entre otras) que moldean la presencia o ausencia de algunas especies.

En términos generales la estructura vertical y horizontal de la vegetación encontrada es características de bosques en sucesión avanzada, en donde se resalta la presencia de varias especies de palmas en las primeras posiciones del IVI. Al igual que la composición florística, la estructura de la vegetación se ve influenciada por la actividad humana, lo cual es más evidente en el IVI de la vegetación secundaria alta, en donde existe mayor abundancia de especies propias del bosque secundario, como lo son las pertenecientes al género Cecropia.

Es importante resaltar la importancia de realizar estudios ecológicos de la vegetación basados en la clasificación de coberturas de la tierra hecha por el IDEAM (Corine Land Cover) para Colombia, ya que a partir de ellas se da la delimitación de las unidades de planificación dentro de los planes de ordenación forestal.

9. BIBLIOGRAFÍA

Aymard, G., y González, V. (2014). Los Bosques de los Llanos de Venezuela: Aspectos de su Estructura, Composición Florística y Estado Actual de Conservación. En: J.O. Rangel. (Ed.), Colombia Diversidad Biótica XIV: La región de la Orinoquia de Colombia (pp.483-532). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales.

Baker, J.B., Cain, M.D., Guldin, J.M., Murphy, P.A., y Shelton, M. G. (1996). Uneven-aged silviculture for the loblolly and shortleaf pine forest cover types. General Technical Report SO, 118.

Cabrera, D. M., y Rivera, O. (2016). Composición Florística Y Estructura De Los Bosques Ribereños De La Cuenca Baja Del Río Pauto, Casanare, Colombia. Caldasia, 38(1), 53-85.

Cárdenas, M. A. (2014). 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.

Cárdenas, L.M., Sánchez, S.D., y Navarro, J.A. (Eds.). (2015). Ordenación Forestal Sostenible, Cuencas de los ríos Planas y Tillavá, Orinoquía Colombiana. Bogotá, Colombia: CORMACARENA – Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Carranza, M. (2016). Identificación de Especies Forestales de Alto Valor Ecológico para la Recuperación de Áreas Degradadas en el Sur del Pie de Monte Llanero de Casanare (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Yopal, Colombia.

Castro, F. (2010). Avance del conocimiento de la flora del Andén Orinoqués en el departamento del Vichada, Colombia. Orinoquia, 14(2), 58-67.

Colonnello, G., y Rial, A. (2014). Bosques de Rebalse. En: Lasso, C. A., Rial, A., Colonello, G., Machado, A., y Trujillo, F (Eds). XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela) (pp. 121-123). Bogotá, Colombia: Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0. User's Guide and application.

Correa, D. F., y Stevenson, P. R. (2010). Estructura y diversidad de bosques de galería en una sabana estacional de los Llanos Orientales colombianos (Reserva Tomo Grande, Vichada). Orinoquia, 14(2), 31-48.

Cuatrecasas, J. (1958). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 10(40), 221-268.

Del Rio, M., Montes, F., Cañellas, I., y Montero, G. (2003). Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. Invest. Agrar. Sist. Recur. For, 12(1), 159-176.

Dezzeo, N., Flores, S., Zambrano, S., Rodgers, L., y Ochoa, E. (2008). Estructura y composición florística de bosques secos y sabanas en los Llanos Orientales del Orinoco, Venezuela. Interciencia, 33(10), 733-740.

Fernández, A., Gonto, R., Rial, A., Rosales, J., Salamanca, B., M., Alcázar, C., García, H y Ariza, A. (2010). Flora y Vegetación de la Cuenca del Orinoco. En: Lasso, C. A., Usma J. S., Trujillo, F., y Rial, A. (Eds.). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad (pp. 124-195). Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).

Finol, H. 1976. Estudio fitosociológico de las unidades 2 y 3 de la reserva forestal de Carapo, Estado de Barinas. Acta Botánica Venezuelica 10 (1-4): 15-103

Forero, J. (2016). Plantas Útiles de las Cuencas de los Ríos Tillavá y Planas en el Municipio de Puerto Gaitán, Meta (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

Galeano, G. (2016). Vegetación Natural de Colombia. En Bernal, R., Gardstein, S y Celis, M (Eds.), Catálogo de plantas y líquenes de Colombia (pp. 71-113). Bogotá,

Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales.

Galeano, G., Bernal, R., Isaza, C., Navarro, J., García, N., Vallejo, M y Torres, C. (2010). Evaluación de la Sostenibilidad del Manejo de Palmas. Ecología en Bolivia, 45(3), 85-101.

Gutiérrez, A., García, F., Rojas, S., y Castro, F. (2015). Parcela permanente de monitoreo de bosque de galería, en Puerto Gaitán, Meta. Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 16(1), 113-129.

Hammer, Ø., Harper, D. A. T., y Ryan, P. D. (2001). Paleontological statistics software: package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica, (4)1.

Hernández, J., y Sánchez, H. (1992). Biomas Terrestres de Colombia. En G. Halffter. (Ed.), La Diversidad Biológica de Iberoamérica I (153-190). Xalapa, México: Instituto de Ecología, A.C.

Hurtado, J. (2016). Cuantificación de la deforestación de coberturas boscosas a partir de análisis de vegetación fotosintética y modelos automcu. Caso de estudio Orinoquía de Colombia. Revista de Topografía Azimut, (7), 15-21.

IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los trópicos: Ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. trad. A. Carrillo. República Federal de Alemania: GTZ.

Magurran, A. (1988). Diversity indices and species abundance models. Ecological diversity and its measurement, 7-45.

Margalef, A. (1995). Ecología. Barcelona, España: Omega.

Matteucci, S. D., y Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Washington DC, EEUU: Secretaría General de la Organización de los Estados

Americanos (OEA). Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Monografía, (22).

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2002). Guías técnicas para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques naturales. Editorial Gente Nueva.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. MT Manuales y Tesis Sociedad Entomológica aragonesa (SEA). Zaragoza, España: Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Ortega, E. (2015). Usos tradicionales de las plantas de la Orinoquia colombiana. UGCiencia, 21, 16-37.

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

Patil, G., y Taillie, C. (1982). Diversity as a Concept and its Measurement. Journal of the American Statistical Association, 77(399), 548-561.

Rangel, J. O. (2005). La Biodiversidad de Colombia. Palimpsestvs (5), 292-304.

Rangel, J. O. (2015). La Biodiversidad de Colombia: Significado y distribución regional. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 39(151), 176-200.

Rangel, J. O., Lowy, P. D y Aguilar, M. P. (1997). Distribución de los Tipos de Vegetación en las Regiones Naturales de Colombia. En Rangel, J.O., Lowy, P.D., y Aguilar, M. (Eds), Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación en Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia.

Rangel, J.O y Minorta, V. (2014). Los Tipos de Vegetación de la Orinoquía Colombiana. En Rangel, J.O. (Ed.), Colombia Diversidad Biótica XIV. La Región de la Orinoquía de Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia.

Rangel, J. O., y Velázquez, A. (1997). Métodos de Estudio de la Vegetación. En Rangel J.O., Lowy, P.D., y Aguilar, M. (Eds), Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación en Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia.

Rodríguez, C., y Brenes, L. (2009). Estructura y Composición de dos Remanentes de Bosque Premontano Muy Húmedo en la Reserva Madre Verde, Palmares, Costa Rica. Pensamiento Actual, 9(12), 115-124.

Roncancio, M. S., Betancur, J., y Cámara, R. (2018). Palmas útiles en tres comunidades indígenas de La Pedrera, Amazonia colombiana. Caldasia, 40(1), 112-128.

Trujillo, W. F., y Henao, M. M. (2018). Riqueza florística y recambio de especies en la vertiente Orinoquense de los Andes, Colombia. Colombia forestal, 21(1), 18-33.

UNEP. 1992. Convention on biological diversity. United Nations Environmental Program, Environmental Law and Institutions Program Activity Centre. Nairobi.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., y Umaña, A. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Bogotá, Colombia: Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

10. ANEXOS

Anexo 1. Abundancia por especie por cobertura.

Especie	BG	BTF	BI	VSA	Total
Abarema jupunba (Willd.) Britton & Killip	----	1	6	1	8
Abuta grandifolia (Mart.) Sandwith	----	1	1	----	2
Acosmium nitens (Vogel) Yakovlev	----	1	4	----	5
Aegiphila aff. *integrifolia*	----	----	2	1	3
Agonandra brasiliensis Benth.	----	3	----	----	3
Albizia cf. *pistaciifolia* (Willd.) Barneby & J.W.Grimes	----	1	----	----	1
Albizia subdimidiata (Splitg.) Barneby & J.W.Grimes	----	3	----	----	3
Alchornea discolor Poepp.	----	5	3	6	14
Alchornea triplinervia (Spreng.) Müll.Arg.	----	1	----	----	1
Alibertia pedicellata Wernham	----	----	1	----	1
Amaioua corymbosa Kunth	----	4	3	----	7
Amaioua guianensis Aubl.	3	8	1	----	12
Amanoa aff. *guianensis* Aubl.	----	----	3	----	3
Ampelocera edentula Kuhlm.	----	21	1	1	23
Andira surinamensis (Bondt) Pulle	----	5	2	----	7
Aniba cf. *novogranatensis* Kubitzki	----	2	----	----	2
Aniba sp	4	----	----	1	5
Apeiba tibourbou Aubl.	----	3	----	2	5
Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F.Macbr.	----	4	----	----	4
Aspidosperma excelsum Benth.	----	2	2	----	4
Aspidosperma verruculosum Müll.Arg.	----	4	1	----	5
Astrocaryum cf. *Jauari*	----	----	3	----	3
Astrocaryum chambira Burret	46	125	9	11	191
Attalea maripa (Aubl.) Mart.	----	97	42	6	145
Banara cf. *guianensis* Aubl.	----	4	1	----	5
Bellucia grossularioides (L.) Triana	1	6	7	13	27
Brosimum guianense (Aubl.) Huber ex Ducke	7	14	5	----	26
Brosimum lactescens (S.Moore) C.C.Berg	2	13	10	----	25
Buchenabia cf. *tetraphylla* (Aubl.) R.A.Howard	----	2	----	----	2
Buchenavia cf. *viridiflora* Ducke	----	1	4	----	5
Byrsonima crassifolia (L.) Kunth	1	----	----	----	1
Byrsonima crispa A.Juss.	1	----	25	2	28
Byrsonima spicata (Cav.) Kunth	----	2	----	----	2
Byrsonima verbascifolia (L.) DC.	----	1	----	----	1
Calophyllum brasiliense Cambess.	2	----	4	----	6
Capirona decorticans Spruce	5	12	3	2	22
Caraipa llanorum Cuatrec.	----	5	64	----	69
Caryocar aff. *glabrum* (Aubl.) Pers.	----	----	1	----	1
Casearia cf. *arguta* Kunth	----	----	1	----	1
Casearia sylvestris Sw.	----	1	----	----	1
Casearia ulmifolia Vent.	----	----	2	----	2
Cassia cf. *moschata* Kunth	----	1	3	5	9
Castilla tunu Hemsl.	----	----	7	----	7
Cecropia cf. *engleriana* Snethl.	3	20	1	32	56
Cecropia cf. *ficifolia* ex Snethl.	3	71	5	39	118
Cecropia cf. *metensis* Cuatrec.	----	12	----	----	12
Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke	----	6	----	9	15

Cestrum aff. *microcalyx* Francey	----	1	----	----	1
Chrysochlamys sp	----	1	2	----	3
Clarisia biflora Ruiz & Pav.	4	32	3	1	40
Clarisia racemosa Ruiz & Pav.	6	11	----	1	18
Coccoloba cf. *caracasana* Meisn.	----	22	12	4	38
Coccoloba mollis Casar.	----	2	2	----	4
Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.	----	2	----	8	10
Cochlospermum orinocense (Kunth) Steud.	----	5	3	----	8
Connarus venezuelanus Baill.	----	2	----	----	2
Copaifera officinalis L.	1	1	9	----	11
Cordia bicolor A.DC.	2	----	1	1	4
Cordia cf. *ucayaliensis* (I.M.Johnst.) I.M.Johnst. O exalta	----	1	----	----	1
Cordia fallax I.M.Johnst.	----	3	----	----	3
Cordia sp	----	----	----	2	2
Crepidospermum goudotianum (Tul.) Triana & Planch.	----	17	----	1	18
Crepidospermum rhoifolium (Benth.) Triana & Planch.	----	2	----	5	7
Crepidospermum sp	----	5	----	----	5
Croton lechleri Müll.Arg.	----	7	----	----	7
Croton sp	1	1	----	----	2
Cupania scrobiculata Rich.	3	20	11	2	36
Cupania sp	1	7	9	----	17
Curatella americana L.	----	3	----	----	3
Cynometra cf. *bauhiniifolia* Benth.	----	----	5	----	5
Dalbergia riedelii (Benth.) Sandwith	----	1	1	----	2
Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch.	----	46	8	2	56
Dialium guianense (Aubl.)Sandwith	----	5	1	3	9
Duroia micrantha (Ladbr.) Zarucchi & J.H.Kirkbr.	1	1	10	----	12
Duroia sp	----	----	----	1	1
Endlicheria gracilis Kosterm	----	6	4	----	10
Endlicheria verticilata Mez	1	1	7	----	9
Enterolobium schomburgkii (Benth.) Benth.	1	10	5	----	16
Erisma uncinatum Warm.	----	1	1	----	2
Erythroxylum cf. *macrophyllum* Cav.	----	----	2	----	2
Eschweilera aff. *parvifolia* Mart. ex DC	6	192	73	15	286
Eugenia sp	1	7	3	1	12
Euterpe precatoria Mart.	14	110	19	7	150
Ficus americana Aubl.	1	5	4	1	11
Ficus citrifolia Mill	3	9	1	----	13
Ficus maxima Mill	----	1	----	----	1
Ficus pulchella Spreng	----	1	----	----	1
Ficus sp	3	7	3	1	14
Garcinia cf. *madruno* (Kunth) Hammel	4	4	7	1	16
Garcinia madruno (Kunth) Hammel	----	----	1	----	1
Genipa americana L.	----	1	----	----	1
Goupia glabra Aubl.	----	6	----	----	6
Guatteria aff. *metensis* R.E.Fr.	15	32	31	3	81
Guatteria aff. *stipitata* R.E.Fr.	----	2	4	2	8
Guatteria cf. *elata* R.E.Fr	----	4	----	----	4
Guatteria cf. *elliptica* R.E.Fr.	----	4	8	----	12
Handroanthus impetiginosus (DC.) Mattos	----	3	----	----	3
Handroanthus ochraceus (Cham.) Mattos	2	----	1	3	6

Heisteria acuminata (Humb. & Bonpl.) Engl.	----	3	40	----	43
Heisteria cf. *barbata* Cuatrec.	----	1	----	----	1
Heisteria nitida Engl.	----	2	1	----	3
Heisteria sp	----	1	6	1	8
Helicostylis sp	----	2	----	----	2
Helicostylis tomentosa (Poepp. & Endl.) J.F.Macbr.	----	5	----	1	6
Henriettea fascicularis (Sw.) C. Wright	----	4	6	----	10
Hieronyma alchorneoides Allemão	----	12	----	----	12
Hieronyma oblonga (Tul.) Müll. Arg.	----	13	1	----	14
Hieronyma sp	----	----	3	----	3
Himatanthus articulatus (Vahl) Woodson	4	79	16	1	100
Hirtella americana L.	----	1	----	----	1
Hirtella bicornis Mart. & Zucc.	----	5	----	----	5
Hirtella elongata Mart. & Zucc.	1	3	8	----	12
Humiriastrum cf. *colombianum* (Cuatrec.) Cuatrec.	----	1	----	----	1
Humiriastrum piraparanense Cuatrec.	8	3	----	----	11
Hymenaea courbaril L.	2	9	1	1	13
Hymenaea oblongifolia Huber	----	2	----	1	3
Inga alba (Sw.) Wild	----	16	9	12	37
Inga cf. *heterophylla* Willd.	----	7	1	1	9
Inga cf. *marginata* Wild.	----	17	7	6	30
Inga cf. *nobilis* Wild.	----	1	9	----	10
Inga dwyeri M. Sousa	----	2	----	----	2
Inga oerstediana Benth.	5	15	12	22	54
Inga umbellifera (Vahl) DC.	3	10	7	22	42
Inga vera Willd.	----	3	2	----	5
Iryanthera laevis Markgr.	----	23	4	----	27
Jacaranda copaia (Aubl.) D.Don	----	15	3	25	43
Jacaranda obtusifolia Bonpl.	----	11	7	3	21
Lacistema aggregatum (P.J.Bergius) Rusby	1	2	----	----	3
Lacmellea edulis H.Karst.	----	----	4	----	4
Lacmellea floribunda (Poepp.) Benth. & Hook.f.	4	----	1	----	5
Lacmellea sp	1	----	----	----	1
Licania cf. *leucosepala* Griseb.	----	1	----	----	1
Licania hypoleuca Benth.	5	5	9	----	19
Licania latifolia Hook.f.	5	8	15	----	28
Licania sp	----	----	2	----	2
Licania subarachnophylla Cuatrec.	----	7	1	----	8
Lindackeria paludosa (Benth.) Gilg	----	37	1	2	40
Luehea aff. *speciosa* Willd.	----	1	----	----	1
Mabea cf. *trianae* Pax	----	6	----	1	7
Mabea piriri Aubl.	----	5	3	----	8
Mabea taquari Aubl.	----	1	22	----	23
Machaonia sp	----	----	1	1	2
Maclura tinctoria (L.) Steud.	----	3	----	----	3
Macrolobium acaciifolium (Benth.) Benth	----	----	6	----	6
Macrolobium multijugum (DC.) Benth.	----	----	1	----	1
Macrosamanea pubiramea (Steud.) Barneby & J.W.Grimes	----	1	----	----	1
Malouetia cf. *virescens* Müll.Arg.	1	2	----	----	3
Malpighiaceae	----	2	----	1	3
Maquira coriacea (H.Karst.) C.C.Berg	5	9	22	2	38
Marila aff. *micrantha* Cuatrec.	----	1	1	----	2
Matayba guianensis Aubl.	----	5	2	----	7

Matayba sp	17	28	24	2	71
Mauritia flexuosa L.f.	----	12	2	----	14
Miconia aff. *sandemanii* Wurdack	----	2	----	----	2
Miconia cf. *caracassana* Cong.	1	6	1	3	11
Miconia cf. *elata* (Sw.) DC.	1	----	3	4	8
Miconia holosericea (L.) DC.	----	2	----	----	2
Miconia multispicata Naudin	----	7	----	----	7
Miconia napoana Wurdack	1	3	5	12	21
Miconia rufescens (Aubl.)DC.	----	----	1	----	1
Miconia trinervia (Sw.) D. Don ex Loudon	----	21	20	21	62
Moraceae	----	----	1	----	1
Mouriri myrtilloides (Sw.) Poir.	----	----	2	1	3
Mouriri sp	----	----	7	----	7
Myrcia fallax (Rich.) DC.	1	12	5	----	18
Myrcia paivae O.Berg	----	4	----	----	4
Myrcia sp	3	10	8	1	22
Myrcia subsessilis O.Berg	1	2	----	----	3
Myrsine coriacea (Sw.) Roem. & Schult.	----	5	1	----	6
Myrtaceae	----	4	16	3	23
N.N	----	9	4	----	13
Nectandra cuspidata Ness & Mart.	14	----	----	----	14
Nectandra globosa Mez.	12	30	----	5	47
Nectandra oppositifolia Nees & Mart.	----	----	1	----	1
Nectandra sp	----	16	3	1	20
Nyctaginaceae	----	1	----	----	1
Ochroma pyramidale (Lam.) Urb.	----	2	----	22	24
Ocotea cf. *bofo* Kunth.	----	----	----	1	1
Ocotea cf. *quixos* (Lam.) Kosterm.	----	1	----	----	1
Ocotea longifolia Kunth.	----	----	1	----	1
Oenocarpus bataua Mart.	16	64	3	8	91
Ormosia cf. *subsimplex* Benth.	----	3	1	----	4
Ouratea cf. castaneifolia (DC.) Engl.	----	2	2	----	4
Ouratea polyantha (Planch. & Triana) Engl.	6	6	21	----	33
Pachira cf. *quinata* (Jacq.) W.S.Alverson	----	3	1	2	6
Pachira insignis (Sw.) Savigny	2	2	1	----	5
Parinari pachyphylla Rusby	4	6	23	----	33
Parinari sp	----	4	----	----	4
Pera cf. *bicolor* (Klotzsch) Müll.Arg.	----	2	----	----	2
Perebea mollis (Poepp. & Endl.) Huber	----	4	----	----	4
Perebea sp	----	9	----	----	9
Perebea xanthochyma H.Karst.	----	30	2	4	36
Phenakospermum guyannense (A.Rich.) Endl. ex Miq.	7	4	2	----	13
Phyllanthus aff. *attenuatus* Miq.	----	1	----	----	1
Pourouma bicolor Mart.	----	1	----	----	1
Pourouma cf. *bicolor* Mart.	2	20	----	14	36
Pourouma cf. *tomentosa* Mart. ex Miq.	----	1	1	4	6
Pourouma minor Benoist	----	2	----	13	15
Pouteria cayennensis (A.DC.) Eyma	----	2	----	----	2
Pouteria cf. *caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk.	3	24	11	----	38
Pouteria cf. *laevigata* (Mart.) Radlk.	1	----	10	----	11
Pouteria sp	7	26	10	5	48
Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand	38	129	68	4	239
Protium llanorum Cuatrec.	2	26	3	----	31

Protium paniculatum Engl.	----	----	1	----	1
Protium robusta (Swart) D.M.Porter	----	----	2	1	3
Pseudolmedia laevis (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr.	23	184	14	12	233
Psychotria sp	----	1	----	----	1
Pterocarpus rohrii Vahl	----	2	----	----	2
Quiina macrophylla Tul.	----	----	2	1	3
Rinorea aff. *racemosa* (Mart.) Kuntz	----	1	----	----	1
Rinorea falcata (Mart. ex Eichler) Kuntze	----	9	----	----	9
Roupala montana Aubl.	----	1	1	1	3
Rudgea cf. *crassiloba* (Benth.) B.L.Rob.	1	10	4	----	15
Rudgea sp	----	3	2	----	5
Ryania cf. *speciosa* Vahl	----	1	----	----	1
Sacoglottis amazonica Mart.	----	7	8	1	16
Sapindaceae	----	1	----	----	1
Sapium cf. *glandulosum* (L.) Morong	----	----	1	----	1
Schefflera morototonii (Aubl.) Maguire et al.	1	12	9	9	31
Simaba cedron Planch.	----	----	2	----	2
Simarouba amara Aubl.	----	1	----	----	1
Siparuna cf. *decipiens* (Tul.) A.DC.	----	1	----	----	1
Siparuna cf. *macrotepala* Perkins	----	1	----	----	1
Siparuna cf. *reginae* (Tul.) A.DC.	----	2	----	----	2
Siparuna guianensis Aubl.	----	1	----	----	1
Sloanea cf. *guianensis* (Aubl.) Benth.	7	24	26	5	62
Sloanea sp	----	1	----	----	1
Socratea exorrhiza (Mart.) H.Wendl.	52	180	46	17	295
Solanum sp	1	1	----	1	3
Sorocea pubivena Hemsl.	----	1	----	----	1
Spondias mombin L.	----	4	2	----	6
Swartzia cf. *leptopetala* Benth.	----	1	4	----	5
Syagrus orinocensis (Spruce) Burret	3	33	8	----	44
Tachigali cf. *cavipes* (Benth.) J.F.Macbr.	----	----	4	----	4
Tachigali rigida Ducke	----	----	----	1	1
Tapirira guianensis Aubl	2	9	12	----	23
Terminalia cf. *amazonia* (J.F.Gmel.) Exell	----	44	1	4	49
Tetragastris panamensis Engl.	5	27	10	6	48
Trattinnickia aspera (Standl.) Swart	----	4	----	----	4
Trattinnickia lancifolia (Cuatrec.) D.C.Daly	----	8	4	1	13
Trattinnickia lawrancei Standl.	5	40	12	2	59
Trattinnickia rhoifolia Willd.	1	13	1	2	17
Trattinnickia sp	----	1	----	----	1
Trichilia pallida Sw.	----	----	1	----	1
Triplaris americana L.	----	----	----	1	1
Trophis racemosa (L.) Urb.	----	----	1	----	1
Virola carinata (Benth.) Warb.	8	8	1	2	19
Virola cf. *sebifera* Aubl.	----	5	1	----	6
Virola elongata (Benth.) Warb.	8	84	25	5	122
Virola peruviana (A. DC.) Warb	1	----	----	----	1
Virola sebifera Aubl.	5	14	3	----	22
Vismia baccifera (L.) Planch. & Triana	1	5	6	15	27
Vismia cayennensis (Jacq.) Pers.	2	4	1	5	12
Vismia cf. *minutiflora* Ewan	----	----	6	----	6
Vismia macrophylla Kunth	----	3	1	1	5
Vitex capitata Vahl	----	2	----	----	2
Vochysia braceliniae Standl.	4	20	13	----	37

Vochysia ferruginea Mart.	----	3	11	1	15
Warscewiczia coccinea (Vahl) Klotzsch	----	1	----	----	1
Xylopia aromatica (Lam.) Mart.	----	2	1	8	11
Xylopia cf. *amazonica* R.E.Fr.	----	----	1	----	1
Xylopia cf. *benthamii* R.E.Fr	42	150	64	10	266
Xylopia cf. *ligustrifolia* Dunal	----	----	----	2	2
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	----	1	----	----	1
Zygia cf. *longifolia* (Willd.) Britton y Rose	2	1	5	5	13
Total general	**506**	**2908**	**1293**	**548**	**5255**