

RELACIÓN DE LA HETEROGENEIDAD Y COMPLEJIDAD VEGETAL CON
LA ESTRUCTURA Y COMPOSICION DE UN ENSAMBLAJE DE ANFIBIOS
EN UN BOSQUE MUY HUMEDO PREMONTANO DE LA RESERVA
NATURAL LAS PALMERAS EN EL PIEDEMONTE LLANERO
(CUBARRAL- META)

KAREN LIZETH CASTILLO CHINGAL

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SAN JUAN DE PASTO

2015

RELACIÓN DE LA HETEROGENEIDAD Y COMPLEJIDAD VEGETAL CON
LA ESTRUCTURA Y COMPOSICION DE UN ENSAMBLAJE DE ANFIBIOS
EN UN BOSQUE MUY HUMEDO PREMONTANO DE LA RESERVA
NATURAL LAS PALMERAS EN EL PIEDEMONTE LLANERO
(CUBARRAL- META)

KAREN LIZETH CASTILLO CHINGAL

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de
Bióloga

Director

JHON JAIRO CALDERON LEYTON

MSc. Ciencias Biológicas

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SAN JUAN DE PASTO

2015

Las líneas y conclusiones aportadas son responsabilidad de los autores.

Artículo 1ro N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado por el Honorable Consejo Superior
directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

Jhon Jairo Calderón Leyton

Director

Yuri Rosero Mora

Jurado

José Fernando Zambrano

Jurado

San Juan de Pasto, Marzo de 2015.

DEDICATORIA

A la vida por revelarse mágicamente en cada paso que he dado.

*A mi madre Mary Chingal, la mayor bendición que el cosmos me pudo brindar,
por siempre ser mi fuerza, mi motivación y dar todo para que yo logre mis metas.*

*A mis hermanos, Hernán y Alan, por cuidar siempre de mí como una hija y
guiarme como unos ángeles durante toda la vida.*

*A mi papá Jaime Castillo, por permitir fortalecerme en su esencia tradicional, su
sabiduría y cuidar siempre de mí.*

*A mi sobrina Mariana por hacerme sentir el amor más puro cuando la tengo en
brazos, y a Janira su madre por brindarnos esta bendición.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirlo todo.

Al profesor Jhon Jairo Calderón, por su apoyo, enseñanzas y paciencia a través de los años y por brindar su asesoría para el desarrollo de esta trabajo.

Al profesor Lyndon Carvajal, por la oportunidad de trabajar con él y ser un gran apoyo para el desarrollo de esta investigación.

A la profesora Ayda lucia por sus conocimientos, aportes y guía en el camino que he recorrido en Biología.

A mis jurados, Yuri Rosero y José Fernando Zambrano por sus valiosos conocimientos, apoyo y aportes para el desarrollo de este estudio.

A la Universidad de Nariño y a los docentes del programa de Biología, por brindar de la mejor manera sus conocimientos, en especial a la profesora Martha Sofía González, Milena Guerrero, Osvaldo Arcos y Mauricio Rodríguez.

A la administración de la Reserva Natural Las Palmeras, por permitir el desarrollo y financiar por completo esta investigación.

A los laboratoristas del herbario Forestal Gilberto Emilio Mahecha de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, por su completa colaboración y disponibilidad para la identificación de plantas.

A la fundación Amaru, por el valioso aporte económico que apoyo el análisis de los resultados de esta investigación mediante la beca otorgada.

A Marvin Anganoy, al profesor Jhon Lynch, Mauricio Rivera y Cesar Barrio por aportar en menor y mayor medida sus conocimientos en la identificación de algunos de los anfibios encontrados en esta investigación y aportes para la misma.

A los profesores Paul Gutiérrez y Alejandra Rojas, por sus valiosos conocimientos y experiencias compartidas que me hicieron amar mucho más a la herpetofauna.

A Mario, Monchi y especialmente a Yulieth por sus aportes y comentarios que fortalecieron esta investigación.

A Dubán Salazar por su apoyo y asistencia en la fase de campo de esta investigación y por brindarme su amistad y mostrarme lo mejor del llano.

A la Comunidad del municipio de Cubarral, por su amabilidad durante mi estadía.

A mi madre, por apoyarme siempre y esforzarse para que alcance todas mis metas.

A mis hermanos Hernán y Alan y mi papá Jaime, por ofrecerme siempre lo mejor de ellos.

A todos mis familiares en es especial a mi tía Margarita y mi prima María Luisa.

A mis amigos Maira y Andrés, por aguantarme, apoyarme y siempre dar lo mejor en nuestra amistad.

A pepe, por su gran amistad durante el tiempo que estuvimos juntos en la U y por sus locuras, enseñanzas y risas.

A mis compañeros de semestre a quienes aprecio mucho: Tefa, Javi, Camilo, Nataly, Steve y Pao y de los semestres afines por todos los momentos vividos en las salidas a campo, laboratorios y clases.

A Edna quien a pesar de todas las circunstancias, siempre fue una gran compañera y amiga durante la carrera, gracias por todos los momentos vividos en especial los últimos.

A todas las personas que creyeron en mí y que siempre me desearon de corazón lo mejor en mi carrera y vida.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	19
1. OBJETIVOS	21
1.1 Objetivo General	22
1.2 Objetivos específicos.....	22
2. MARCO TEÓRICO	23
2.1 Clase anfibia: diversidad y declive de las poblaciones en los ecosistemas.....	23
2.2 Hábitat	25
2.2.1 Fragmentación del hábitat y perturbación ecológica	26
2.3 Heterogeneidad y complejidad vegetal.	27
2.4 Influencia de la estructura de la vegetación sobre los anfibios	29
2.5 Comunidad	29
2.6 Ensamble	31
2.7 Ensamblaje	31
2.8 ANTECEDENTES.....	32
3. MATERIALES Y METODOS.....	39
3.1 Área de estudio.....	39
3.1.1 Aspecto geográfico.	40
3.1.2 Clima.....	41
3.1.3 Vegetación	41
3.2 Determinación de la heterogeneidad y complejidad vegetal del bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) de la RNP	42
3.2.1 Composición y estructura de la comunidad de plantas del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras	44
3.2.2 Caracterización fisionómica de la vegetación del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras	47
3.3 Evaluación de la estructura y composición del ensamblaje de anfibios presentes en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural las palmeras	55
3.3.1 Fase de campo.....	55

3.3.2	Fase de laboratorio.....	58
3.3.3	Análisis de diversidad alfa y beta.....	58
3.4	Análisis de correlación de la estructura fisionómica de la vegetación con la diversidad del ensamblaje de anfibios.....	60
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	61
4.1	Composición y estructura de la comunidad de plantas del bosque muy húmedo premontano.....	61
4.1.1	Composición florística del bosque muy húmedo premontano.....	61
4.1.2	Representatividad del muestreo en la evaluación de la composición florística del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.....	67
4.2	Distribución de los parámetros estructurales y fisionómicos de la vegetación para cada uno de los tipos de bosque.....	69
4.2.1	Composición y diversidad florística de la vegetación presente para cada tipo de bosque (BI y BC).....	69
4.2.2	Caracterización fisionómica y estructural de la vegetación presente en cada uno de los tipos de bosques.....	73
4.2.3	Análisis de diversidad de plantas para el bosque intervenido (BI) y bosque conservado (BC).....	82
4.3	Composición y estructura del ensamblaje de anfibios presentes en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural las palmeras.....	96
4.3.1	Composición del ensamblaje de anfibios presentes en la Reserva Natural Las Palmeras.....	96
4.3.2	Representatividad del muestreo en la evaluación del ensamblaje de anfibios del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.....	101
4.4	Distribución de la estructura y composición del ensamblaje de anfibios en el área intervenida y conservada del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.....	102
4.4.1	Composición del ensamblaje de Anfibios en el bosque intervenido (BI) y conservado (BC).....	102
4.4.2	Diversidad de los anfibios presentes en el bosque intervenid y conservado (BI y BC).....	105
4.5	Correlación de la heterogeneidad y complejidad vegetal con la diversidad del ensamblaje de anfibios.....	108
	CONCLUSIONES.....	114
	RECOMENDACIONES.....	115

LITERATURA CITADA	116
ANEXOS	137

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variables para la descripción de la heterogeneidad y complejidad vegetal.

Tabla 2: Número de especies e individuos registrados para los diferentes estratos encontrados en el área intervenida (**BI**) y conservada (**BC**) del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras

Tabla 3: Diversidad Alfa y Beta del Bosque intervenido y conservado de la Reserva Natural Las Palmeras

Tabla 4: Índices de complejidad y heterogeneidad determinados para el área intervenida (**BI**) y área conservada (**BC**) del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

Tabla 5: Diversidad Alpha y Beta para el bosque intervenido y conservado de la Reserva Natural Las Palmeras.

Tabla 6: Resultados del coeficiente de correlación de Spearman para la variable fisionómica Número de especies de árboles con DAP > 3,2 calculada para cada plot y diversidad de anfibios calculada con el índice de Shannon para cada parcela.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Diagrama de Venn. Definición de ensamble y ensamblaje. Tomado y modificado de Fauth <i>et al</i> (1996)	29
Figura 02. Reserva Natural Las Palmeras, Municipio de San Luis de Cubarral, departamento del Meta, Colombia.	36
Figura 03: Piedemonte llanero- Rio Ariari	37
Figura 04. Especies arbóreas de gran tamaño. <i>Tomado de Reserva natural las palmeras. Fundación Probiarioñoquia – Cubarral - Meta. Fuente: Carvajal, 2013</i>	38
Figura 05: Fase de campo - a. Registro de datos - b. Comparación de muestras botánicas.	39
Figura 06: Medida del CAP de los arboles presentes en cada Plot evaluado.	47
Figura 07. Establecimiento de parcelas para el análisis de la composición de anfibios..	51
Figura 08. Marcación de anfibios. Serie para corte de falanges.....	52
Figura 09: Trabajo de campo en anfibios – a. Marcaje de individuos por corte de falanges b. Toma de medidas morfométricas.....	52
Figura 10: Numero de individuos registrados en las familias reportadas para el bosque muy humedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.	57
Figura 11: Familias con mayor abundancia reportadas para el estrato arbóreo del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural las Palmeras.....	58
Figura 12: Número de individuos registrados en los géneros más representativos en la composición florística del bosque muy húmedo de la Reserva Natural Las Palmeras.	60
Figura 13: Numero de especies aportadas por los generos mas representativos en la composicion floristica del bosque muy húmedo preomontano	61
Figura 14. Curva de acumulación de especies de la riqueza observada, esperada y estimada por los estimadores no paramétricos ACE, Chao 1, Chao 2 y curvas de Singletons y Uniques para la evaluación del componente vegetal.	62
Figura 15: Abundancia de los individuos registrados para cada una de las familias encontradas en el área intervenida (BI) del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras	65

Figura 16: Abundancia de los individuos registrados para cada una de las familias encontradas en el área conservada (BC) del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras	66
Figura 17: Especies con el mayor índice de predominio fisionómico (IPF) encontradas en el área intervenida (BI) en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.	71
Figura 18: Especies con el mayor índice de predominio fisionómico (IPF) encontradas en el área conservada (BC) en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras	72
Figura 19: Especies con el mayor índice de valor de importancia (IVI) encontradas en el área intervenida (BI) en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.	73
Figura 20: Especies con el mayor índice de valor de importancia (IVI) encontradas en el área conservada (BC) en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.	74
Figura 21: Dendrograma de similitud de las unidades muestréales (Plots) respecto a las variables fisionómicas y estructurales evaluadas para el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.....	78
Figura 22: Análisis de componentes principales (PCA) para todo el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural las Palmeras (RNP)	79
Figura 23: Análisis de componentes principales (PCA) para el área intervenida del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.	80
Figura 24: Análisis de componentes principales PCA para todo el bosque conservado.....	82
Figura 25 Número de especies y familias que hacen parte del ensamblaje de anfibios presente en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural las Palmeras.....	87
Figura 26: Abundancia de las especies que forman parte del ensamblaje de anfibios del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural las Palmeras.....	88
Figura 27: Especies y/o morfoespecies que componen el ensamblaje de anfibios del bosque muy húmedo premontano en la Reserva Natural Las Palmeras	89
Figura 28: Curva de acumulación de especies de la riqueza observada, esperada y estimada por los estimadores no paramétricos Chao 1, Jack 1, Bootstrap y curvas de Singletons y Uniques para el ensamblaje de anfibios presente en el bosque muy húmedo premontano.	91
Figura 29: Abundancia de las especies que conforman el ensamblaje de anfibios presentes en el área intervenida y conservada del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.	93

Figura 30: Grafico de dispersión de las unidades muestréales frente a la diversidad (H') de anfibios y el número de especies con $DPA > 3,2$100

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: Especies y morfoespecies que componen el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras- Cubarral Meta.

ANEXO B: Valores del índice del valor de importancia IVI para las especies del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

ANEXO C: Valores del índice de predominio fisionómico (IPF) obtenidos para las especies del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

ANEXO D: Valores Eigen de las variables fisionómicas calculadas para todo el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

ANEXO E: Valores Eigen empleados en el análisis de la complejidad del área intervenida del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

ANEXO F: Valores Eigen empleados en el análisis de la complejidad del área conservada del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

ANEXO G: Valores Eigen empleados en el análisis de la heterogeneidad del área intervenida del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras

ANEXO H: Valores Eigen empleados en el análisis de la heterogeneidad del área conservada del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras

RESUMEN

Se analizó la estructura, composición y fisionomía de un bosque muy húmedo premontano mediante los parámetros de heterogeneidad y complejidad de la vegetación de un área conservada y un área intervenida por un proceso de extracción maderera en la Reserva Natural las Palmeras del piedemonte llanero (Cubarral – Meta); y se relacionó con la estructura y composición del ensamblaje de anfibios presentes en el área, con el propósito de determinar qué características particulares de la vegetación favorecen la estructura y composición del mismo.

Al comparar las variables, se determinó que si existe diferencia en las dos zonas evaluadas y que el proceso de extracción maderera afecto al que se considera bosque intervenido, provocó pérdida de propiedades fisionómicas y altero su composición, pues esta zona presento menor diversidad y complejidad vegetal; esto se relacionó con valores los más bajos de diversidad y en especial de estructura del ensamblaje de anfibios, particularmente por la abundancia de una especie *Pristimantis savagei*, aunque en las dos zonas se presenta una riqueza similar.

La variable número de especies de árboles con DAP >3.2 fue la más importante para describir todo el bosque, al correlacionarla con la diversidad de anfibios, se encontró una relación positiva y significativa. De este modo, se concluye que las propiedades fisionómicas y estructurales de la vegetación favorecen y determinan el comportamiento y distribución del ensamblaje de anfibios presentes en este bosque.

Palabras clave: Comunidad, diversidad, heterogeneidad, complejidad, bosque muy húmedo premontano, piedemonte llanero- Meta.

ABSTRACT

The structure, composition and physiognomy of a very humid montane forest was analyzed by the parameters of heterogeneity and complexity of the vegetation of an area preserved and operated by a process of logging in the Natural Reserve of piedmont plains Palms (Cubarral area - Meta); and was related to the structure and composition of the assembly of amphibians in the area, in order to determine which particular characteristics of vegetation favor the structure and composition.

By comparing the variables, it was determined that if there is a difference between the two zones and that the process of logging affection is considered intervened forest, caused loss of physiognomic properties and alter its composition, as this area present lower diversity and plant complexity ; this was associated with lower values of diversity and especially amphibian assembly structure, particularly of a species abundance *Pristimantis savagei*, although in the two zones presents a similar wealth.

The variable number of species of trees with $DBH > 3.2$ was the most important to describe the entire forest, when correlated with the diversity of amphibians, a positive and significant relationship was found. Thus, we conclude that the physiognomic and structural properties favor vegetation and determine the behavior and distribution assembly amphibians in the forest.

Keywords: Community, diversity, heterogeneity, complexity, montane wet forest, foothill llanero- Meta.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, la pérdida de cobertura vegetal ha deteriorado los hábitats naturales y representa para las poblaciones de anfibios una gran amenaza, tanto para su diversidad como para la persistencia de estos en los ecosistemas (Acosta 2000; Ángulo *et al.* 2006). Estos procesos de transformación de hábitat tienen gran evidencia en los departamentos con mayores tasas de deforestación, como el departamento del Meta (Murcia *et al.* 2010), aquí el piedemonte llanero es objeto de deterioro por las industrias del ganado, la agricultura y extracción de madera que reducen los bosques originales a áreas perturbadas (Etter, 2006a; Etter 2006b; Cáceres & Urbina-Cardona 2009).

Las consecuencias del uso inadecuado de los recursos forestales sobre las poblaciones de anfibios se generan a partir del efecto combinado que trae la modificación de la fisionomía del bosque y las alteraciones de temperatura y humedad que se producen a raíz de la misma (Pough *et al.*, 1987; Dood & Smith 2003; Illescas 2012). Dichas modificaciones alteran la heterogeneidad y complejidad de la vegetación, cuyas características están soportadas además por la diversidad de las plantas (Castillo & Rosero 2012) y sus cambios se hacen evidentes en los bosques cuando la estructura física comienza a variar, por ejemplo al perderse o disminuir la cobertura de dosel (Pough *et al.*, 1987), al disminuir la hojarasca o al aumentar los bordes y claros que permiten que la radiación solar actúe directamente sobre el sotobosque (Dood & Smith 2003; Illescas 2012).

Este fenómeno altera particularmente a las poblaciones de anfibios que por su ectotermia y altos requerimientos de humedad son susceptibles a estos cambios (Corn 2005), en especial para aquellos que requieren condiciones específicas que se generan naturalmente en los bosques conservados (Pough *et al.* 1987; Urbina & Reynoso, 2009), en este sentido la heterogeneidad y complejidad en la composición vegetal es

de vital importancia ya que permite satisfacer estos requerimientos mediante la oferta de diversidad de microhábitats y la variabilidad de recursos (Vargas & Castro 1999; Betancourth & Gutiérrez 2010).

Es gracias a estas relaciones con los recursos que se pueden establecer, en una escala espacial determinada, los patrones de distribución de anfibios bajo la hipótesis de que la variación en la heterogeneidad y complejidad de la vegetación provee más nichos y diversidad de maneras para explotar los recursos ambientales y por tanto permiten el establecimiento y colonización de un mayor número de especies, incrementando la diversidad de estas en el área (Bazzaz 1975; Badii, *et al* 2008)

Pese a las implicaciones y la importancia que esto debería representar, las respuestas de los anfibios frente a los cambios en la cobertura vegetal son poco conocidas en Colombia (Gutiérrez 2005), sin embargo algunos estudios han inferido que este fenómeno se relaciona con las características de adaptabilidad particulares y necesidades específicas de las especies que las puede convertir en raras o comunes dentro de un bosque (Gutiérrez *et al.*, 2004; Gutiérrez 2005) y puede afectar su permanencia en el mismo, y por ende es necesario establecer la relación de los cambios en la cobertura vegetal con la estructura y composición de anfibios para la preservación de sus poblaciones (Dood & Smith 2003; Gutiérrez *et al.*, 2004; Betancourth & Gutiérrez 2010); esta información permite establecer que poblaciones son las más propensas a desaparecer con la alteración del hábitat (Estupiñan & Galatti 1999).

Así, esta investigación evaluó la estructura y composición de anfibios y su relación con la composición, heterogeneidad y complejidad vegetal en un bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras, ubicada en un área estratégica del piedemonte llanero en la que convergen las regiones Andina y Orinoquia y se considera zona de amortiguamiento del Parque Nacional natural del Sumpaz (Zorro, 2005; Carvajal 2013).

En esta reserva se encuentran dos zonas que contemplan una diferenciación vegetal, la primera comprende el área que anteriormente se empleó para el aprovechamiento selectivo de especies maderables y que origino el bosque intervenido, y la segunda zona corresponde al bosque conservado en el que la alteración de la vegetación ha sido mínima (Carvajal 2013).

Bajo este contexto, se planteó la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la relación de la heterogeneidad y complejidad vegetal con la estructura y composición de un ensamblaje de anfibios en un bosque muy húmedo premontano encontrado en la Reserva Natural Las Palmeras del piedemonte llanero (Cubarral-Meta)?

Se plantea así la siguiente hipótesis:

Hipótesis 1: La zona más conservada del bosque pluvial premontano en el piedemonte llanero mantienen una mayor heterogeneidad y complejidad vegetal y por lo tanto brinda una mayor oferta de recursos que permiten una estructura y composición del ensamblaje de anfibios más diversa que en el área perturbada, que no posee dichas características.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Determinar la relación de la heterogeneidad y complejidad vegetal con la estructura y composición de un ensamblaje de anfibios, en un bosque muy húmedo premontano del piedemonte llanero (Cubarral - Meta).

1.2 Objetivos específicos

- Establecer el grado de heterogeneidad y complejidad vegetal de la zona conservada e intervenida del bosque muy húmedo premontano en el piedemonte llanero.
- Determinar la estructura y composición de un ensamblaje de anfibios en las dos zonas del bosque muy húmedo premontano en la reserva natural las palmeras del piedemonte llanero.
- Establecer que variables de la heterogeneidad y complejidad vegetal influyen en la estructura y composición del ensamblaje de anfibios presentes en el bosque muy húmedo premontano del piedemonte llanero.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Clase anfibia: diversidad y declive de las poblaciones en los ecosistemas.

Los anfibios se caracterizan por su alta dependencia al agua, principalmente en dos aspectos, el primero para su desarrollo; en el que sufren un proceso de transformación llamado metamorfosis y representa su cambio de renacuajos a la forma adulta (Duellman & Trueb, 1994). El segundo aspecto se refiere a la complementación de la respiración pulmonar a través de su piel que permite el intercambio gaseoso, razón por la cual su piel debe siempre estar húmeda (Duellman & Trueb, 1994).

La fertilización en la mayoría de anfibios es externa, pero, en casi todas las salamandras a pesar de no tener órgano copulador, tienen una fertilización interna; los huevos de los anfibios son anamnióticos por lo que tienen una capa mucosa altamente permeable que los protege y no todos poseen un estadio larval, algunos anfibios tienen desarrollo directo, si bien todo el ciclo reproductivo está sujeto a control hormonal, este se puede limitar genéticamente en respuesta a las condiciones ambientales, así existen restricciones que se pueden imponer, por ejemplo, por el microhábitat del organismo ya que algunos huevos se depositan en el agua, estanques, en tierra firme o árboles (Duellman & Trueb, 1994).

Esta clase de vertebrados, está conformada por aproximadamente 7044 especies que se encuentran alrededor de todo el mundo, estas se distribuyen en tres órdenes que son Anura, el más grande y representativo con 6200 especies, Caudata y Gymnophiona con 652 y 192 especies respectivamente (Frost, 2013).

En Colombia se ha logrado determinar 14 familias de anfibios con aproximadamente 766 especies, esta cifra ubica a nuestro país en el segundo lugar en diversidad de anfibios en el mundo y se encuentra en la misma posición respecto a las especies endémicas (Acosta, 2000; Angulo, *et al.*, 2006; Galeano *et al.*, 2006;

Amphibiaweb, 2014). Sin embargo, Colombia también se ubica en el primer lugar de los países con mayor número de anfibios amenazados, aproximadamente 274 especies se encuentran en las categorías críticamente amenazadas, en peligro, vulnerables y casi amenazadas, y al menos 144 especies permanecen con datos deficientes respecto a su historia natural, tamaño poblacional y principales amenazas para sus poblaciones (Acosta, 2014); en general se ha atribuido que la pérdida de hábitat, agravada por la dominancia de algunas especies con distribución restringida, es la más grande amenaza dentro del territorio nacional para los anfibios (Angulo *et al.*, 2006).

Con pocos estudios desarrollados en el campo, se ha determinado que el departamento del Meta posee una riqueza de 71 especies (Acosta 2013), cifra que puede aumentar considerando que las zonas andinas y de piedemonte han sido poco estudiadas, relegando la mayoría de especies determinadas para las zonas bajas del departamento en las que por su modo reproductivo, fácilmente se destaca la familia Hylidae con el mayor número de especies (Lynch, 2006; Cáceres & Urbina, 2009).

La importancia de este grupo se debe a las características y particularidades que hacen de ellos un gran componente de los ecosistemas, se destaca su importancia en las cadenas tróficas en las que permiten el flujo de energía a depredadores como aves y mamíferos; además también intervienen en procesos de polinización y tienen la capacidad de controlar las poblaciones de insectos, pues son su principal fuente de alimentación (Dood & Cade, 1998; Menéndez, 2001; Whiles *et al.*, 2006; Belamendia, 2010).

Las especies de este grupo afrontan un grave problema que contempla el colapso y desaparición de las poblaciones, este fenómeno de nivel mundial ocurre a un ritmo acelerado que no les brinda la oportunidad de adaptación o movilidad hacia otras zonas, ya que muchos de los hábitat naturales han sido destruidos o fragmentados por el hombre y por lo tanto se ha perdido la conectividad entre ellos (Pounds *et al.*, 2006; Lips *et al.*, 2005; Vásquez *et al.*, 2011).

Esta alteración del hábitat se ve directamente relacionada con actividades antrópicas como la agricultura y ganadería (Acosta 2000), ambos factores, no solo

disminuyen y fragmentan los bosques, sino que alteran los patrones reproductivos de los anfibios, fenómeno que se agrava por la alteración de la temperatura y humedad en la tierra producto del cambio climático (Duellman & Trueb, 1994; Stott *et al.*, 2000), finalmente a raíz del contacto del hombre con los diferentes ecosistemas se ha propagado una de las infecciones más letales para los anfibios, la quitridiomycosis que es causada por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* y afecta la piel y por tanto sus funciones fisiológicas (Young *et al.*, 2001; Pounds & Puschendorf, 2004; Beebee & Griffiths, 2005; Lips *et al.*, 2005).

2.2 Hábitat

El hábitat es específico para los organismos y se relaciona con las características físicas y biológicas del ambiente, este se define como el conjunto de recursos y condiciones presentes en un área, que produce la ocupación de la misma y permite a su vez la sobrevivencia y reproducción de los organismos (Hall *et al.*, 1997). Erróneamente muchos trabajos han definido y analizado el hábitat con un solo factor, por ejemplo la estructura vegetal, sin tener en cuenta que absolutamente todos los recursos que emplea un organismo deben ser incluidos, por ejemplo los espaciales en los que necesariamente se deben tener en cuenta las zonas a las que migre o se disperse una especie, sin importar la distancia (Hall *et al.*, 1997).

La influencia de las características del hábitat en la riqueza de especies de anfibios está dada por la complejidad estructural que este tenga y que se refleja, por ejemplo en el número de microhábitats disponibles, porque son los organismos los que usan dichos componentes físicos o biológicos de acuerdo con sus necesidades biológicas (Hall *et al.*, 1997; Hartel *et al.*, 2006). Toda esta capacidad del hábitat para proveer las condiciones óptimas garantiza la permanencia, reproducción y persistencia de las poblaciones. La relación de todos los factores anteriormente expuestos se explican cómo calidad de hábitat (Hall *et al.*, 1997; Hartel *et al.*, 2006). Según el comité de conservación de la

naturaleza (JNCC, 2004) algunos de los componentes que se han determinado como esenciales y que caracterizarían de manera general el hábitat de los anfibios son:

- Áreas para el desarrollo de los juveniles: comprende los estanques de cría que proporciona alimento, cobertura, y condiciones microclimáticas adecuadas para el desarrollo de las larvas, previamente esta área debe permitir la fase de cortejo de los parentales y la puesta de huevos. En esta área es fundamental el perfil y la cobertura de la vegetación.
- Humedad: en conjunto con áreas que permitan el refugio durante el día y estén especialmente cerca del estanque de las crías.
- Hábitat terrestre cercano a las áreas de reproducción: este debe permitir una dispersión segura, refugio y alimentación.
- Corredores o conexiones a través del hábitat.

2.2.1 Fragmentación del hábitat y perturbación ecológica

La fragmentación de hábitat se define como la discontinuidad en la distribución espacial de los recursos y condiciones en un área a una escala definida, y puede afectar la reproducción y sobrevivencia de las especies (Franklin *et al.*, 2002).

La fragmentación del hábitat es una de las fuerzas más importantes detrás de las disminuciones de anfibios, este fenómeno provoca cambios en las comunidades alterando la riqueza y composición de especies porque es capaz de separar el hábitat terrestre de los adultos del acuático de los juveniles, esto afecta la persistencia de las poblaciones (Fonseca *et al* 2013); modelos teóricos generados para entender los alcances de ese hecho se han generado, concluyendo que puede ser tan fuerte que puede extinguir a varias poblaciones (Duellman & Trueb, 1994; Fonseca *et al.*, 2013)

La perturbación se define como el cambio en la estructura mínima de algunos niveles ecológicos de organización a causa de algún factor externo (Pickett & White,

1985; Pickett *et al.*, 1989). Se considera un evento relativamente discreto en el tiempo, que es capaz de transformar la estructura de una población, comunidad o ecosistema con el cambio de la disponibilidad de los recursos (Pickett & White, 1985; Pickett *et al.*, 1989). Para el entendimiento del efecto e importancia del disturbio se debe analizar las interacciones que ocurren en cada uno de los niveles de la estructura ecológica, estos a su vez estarán condicionados por los límites establecidos para definir dicha estructura (Pickett *et al.*, 1989).

2.3 Heterogeneidad y complejidad vegetal.

Existe un número considerable de sinónimos que han contemplado los términos de heterogeneidad y complejidad vegetal para analizar las variaciones en el hábitat, específicamente en cada uno se ha discutido las diferencias en la composición y estructura fisionómica de la vegetación de un área de estudio, entre los más conocidos están la heterogeneidad ambiental, heterogeneidad de hábitat, diversidad de hábitat, diversidad estructural y heterogeneidad espacial entre otros (Tews *et al.*, 2004). El desarrollo de todos estos términos ha sido gracias a que muchos investigadores moldean cada término a las particularidades propias de sus estudios, e incluso generan definiciones de hábitat para cada investigación desarrollada (Tews *et al.*, 2004).

Pese a esto, se toma a la heterogeneidad y complejidad vegetal como el principal factor determinante de un hábitat ya que estructura a la vegetación (Bazzaz, 1975) pero no como el único, sin embargo se tomarán algunos conceptos generados bajo la apreciación de hábitat pues está describiendo el mismo factor.

La complejidad vegetal es el grado de estratificación del bosque, es decir la estructura vertical de la vegetación y la heterogeneidad es la distribución horizontal de la vegetación (August, 1983); la poca homogeneidad existente en la distribución espacial de la vegetación en un área determinada, es capaz de estructurar las comunidades animales y

su análisis ofrece una perspectiva aproximada de los recursos disponibles dentro de todo el hábitat que se está evaluando (August, 1983; Sánchez *et al* 1996).

La hipótesis de heterogeneidad de hábitat, medida con la estructura horizontal y vertical de la vegetación, asume que la complejidad estructural provee más nichos y diversidad de maneras para explotar los recursos ambientales, es decir que esta heterogeneidad permite la colonización de un mayor número de especies y así incrementa la diversidad en el área (Bazzaz, 1975; Badii *et al.*, 2008)

Como sucede en la mayoría de hábitats, las comunidades de plantas determinan la estructura física del ambiente y por esto tienen influencia directa en la distribución e interacciones de las especies animales, pues mantiene una atmósfera estable e influye en la radiación incidente en el sotobosque, en el flujo de la precipitación y el viento, características físicas que determinan el microclima al que están sometidos los anfibios y son esenciales para su supervivencia por la estrecha relación que tienen con la temperatura y la humedad del ambiente (Duellman & Trueb, 1994; Rangel & Velázquez, 1997; Tews *et al.*, 2004).

Así, los atributos estructurales de la vegetación constituyen el principal factor que determina la organización del hábitat (Bazzaz, 1975). Existe un mayor grado de heterogeneidad cuando la estructura presenta grandes diferencias en la fisionomía debido a la diversidad de plantas que presenta el área determinada, esta heterogeneidad puede ser baja cuando hay dominancia de algunas especies vegetales que generan un perfil homogéneo y que disminuyen la diversidad de plantas (Bazzaz, 1975)

Existe una alta complejidad vegetal cuando la complejidad estructural de la vegetación es alta, esta última referida a atributos fisionómicos (e.g. altura de hierbas, árboles y arbustos), y se genera por la coexistencia de gremios con especies tolerantes e intolerantes dentro de una comunidad, lo que implica que existan mayor número de formas de explotar un recurso e indican que dicho recurso es abundante (Bazzaz, 1975).

2.4 Influencia de la estructura de la vegetación sobre los anfibios

La heterogeneidad y complejidad vegetal representa la estructura de un hábitat y es más alta cuando este no ha sido perturbado, pues permite una mayor presencia de especies con una alta densidad, porque existen recursos que pueden ser empleados tanto por especies generalistas como especialistas (Vallan, 2002).

La diversidad de anfibios disminuye cuando se pierden aspectos estructurales de la vegetación, ya que la persistencia de arroyos o estanques que facilitan los modos de reproducción de algunas familias se pierden y las masas de desove se secan sobre todo aquellas que se depositan en la hojarasca o piedras (Vallan, 2002). En bosques sin intervención estos se protegen gracias a la cobertura del dosel y la presencia de árboles grandes que con su sombra evitan la desecación (Vallan, 2002); otro factor que favorece la abundancia de anfibios es la cobertura de vegetación herbácea y la cubierta de hojarasca (Nuzzo & Mierzwa, 2000).

Así, el empobrecimiento de la diversidad de la vegetación implica cambios en el microclima y la humedad del suelo, afectando la riqueza de anfibios por la naturaleza de su fisiología y la piel altamente sensible, los cambios de la vegetación afecta la producción de la hojarasca en la que se encuentra la principal fuente de alimentación, los insectos (Vallan, 2000; Gardner, 2001; Kariuki, 2010)

2.5 Comunidad

La comunidad es un conjunto de poblaciones de diferentes especies que conviven en un sitio e interactúan de diferente manera, sin embargo la delimitación de una comunidad es un aspecto importante para poder estudiarla, pues en una comunidad se puede contemplar la interacción de hongos, animales y plantas entre otro tipo de organismos, y depende del investigador establecer límite, es decir concibiendo

subunidades. (Begon *et al.*, 1990; Valverde *et al.*, 2005). Valverde y colaboradores (2005) definen las propiedades de la comunidad que permiten entender su funcionamiento, estas son:

Riqueza de especies: Término que se refiere al número de especies que conforman una comunidad.

Composición: Conjunto de especies que conforman la comunidad.

Estructura: Es la forma de organización de la comunidad en el plano espacial, se analiza desde dos aspectos: la estructura vertical y la horizontal.

- La estructura vertical hace referencia a la distribución de las especies a lo largo de un eje vertical, es decir respecto a la altura sobre el suelo para comunidades terrestres y profundidad del agua para comunidades acuáticas.
- La estructura horizontal hace referencia a la distribución de los componentes de la comunidad a través de un área determinada.

Diversidad: se refiere a la variedad de organismos que conforman la comunidad, contempla dos términos, la riqueza de especies anteriormente mencionada y la abundancia que es el número de individuos de una especie determinada.

Dominancia: la dominancia hace referencia a la proporción de las especies que son muy abundantes en la comunidad.

Rareza: hace referencia a la proporción de las especies que son escasas, son muy importantes pues su comportamiento puede significar una alta restricción en su distribución lo que las convierte en elementos únicos en las comunidades.

Fenología: se refiere al comportamiento de la comunidad respecto a los procesos del ciclo de vida a través de las estaciones

Estado sucesional: es el grado de desarrollo de una comunidad durante un proceso de recuperación a raíz de un disturbio.

Tasa de recambio de especies: la composición de las especies en una comunidad no es inalterable, esta puede variar en el tiempo debido a extinciones o a colonización de otras especies, así las tasas de recambio de especies es la velocidad con la que se pierden y ganan especies.

2.6 Ensamblaje

Dada la necesidad de delimitar el concepto de comunidad, Fauth *et al* (1996) proponen un término que permite un análisis más adecuado de lo que inicialmente sería una comunidad, así definen al ensamblaje como un conjunto de organismos que habitan un espacio y pertenecen a un taxón particular (Figura 1).

2.7 Ensamble

El concepto de ensamble igualmente está ligado al de comunidad, y hace referencia al conjunto de organismos que pertenecen al mismo taxón y que usan los mismos recursos de forma similar, la confluencia de estos términos se representa para una mejor apreciación en el diagrama de Venn (Figura 1) (Fauth *et al* 1996).

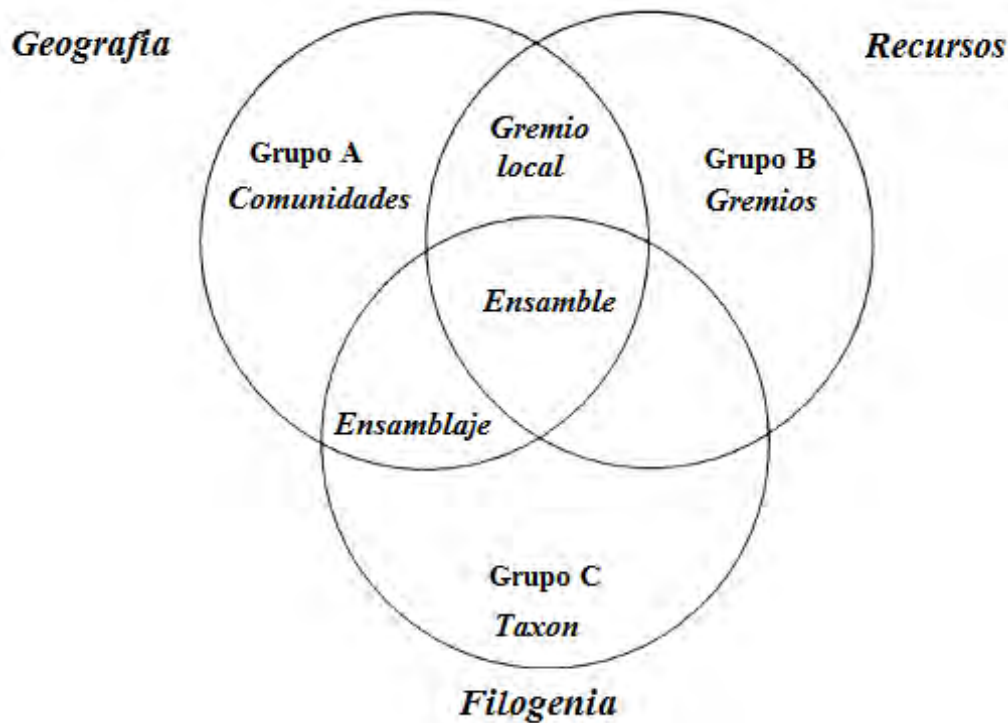


Figura 01. Diagrama de Venn. Definición de ensamblaje y ensamble. Tomado y modificado de Fauth *et al* (1996)

2.8 ANTECEDENTES

La importancia de determinar la influencia de algunas características ambientales, como en relación de la diversidad de especies animales con la estructura del medio en el que se encuentra, ha generado algunas discrepancias conceptuales y sobre todo inconsistencias de los parámetros cuantitativos para analizar este fenómeno. En el análisis de la influencia de la diversidad y heterogeneidad de hábitat respecto a la diversidad animal, realizado por Tews y colaboradores en el 2004, se contempla a la heterogeneidad vegetal como un conjunto de sinónimos que hacen parte del concepto de heterogeneidad de hábitat, grupo en el que también se encuentran la diversidad estructural, heterogeneidad espacial, complejidad estructural o heterogeneidad estructural, entre

otras; todos estos términos tienen en común que analizan la estructura de la vegetación y en este sentido pueden ser comparables.

De esta manera, la revisión histórica de la temática se ha realizado no solo teniendo en cuenta la variación del concepto, sino contemplando las apreciaciones de diferentes autores que comparan la estructura de la vegetación y diversidad de anfibios desde diferentes escenarios, como el de la alteración o perturbación antrópica que genera áreas con estructura vegetal homogénea, clave para la comparación con las estructuras vegetales más conservadas y heterogéneas. También se contemplan algunos estudios que analizan diferentes tipos de hábitat ya que generalmente lo definen con la formación vegetal predominante y en sus análisis comparan diferentes estructuras vegetales y estudios en otros grupos de vertebrados.

Uno de los estudios más relevantes fue desarrollado por August (1983), su investigación tiene una alta representatividad y contundencia sobre otras investigaciones ya que no solo analiza la relación de la comunidad de mamíferos con la complejidad y heterogeneidad del hábitat, sino que genera un diseño metodológico de estudio que aun hoy en día es empleado. En su investigación se toma la complejidad de hábitat como la estructura y variación vertical del hábitat y la heterogeneidad como la distribución y variación de este horizontalmente, contemplando estos aspectos desde el análisis de la vegetación presente en los llanos venezolanos; a través de un análisis de componentes principales deriva medidas de complejidad y heterogeneidad de hábitat y determina que existe una baja asociación entre la estructura del hábitat y la riqueza, diversidad, abundancia y biomasa de pequeños mamíferos y además que existe una correlación positiva entre la riqueza de especies con la complejidad del hábitat pero no con la heterogeneidad, esto probablemente debido a que a mayor complejidad incrementa los recursos alimenticios. En este estudio se hace un aporte muy importante, existen factores abióticos como el nivel de las inundaciones en la temporada de lluvias que puede influir en la distribución de estos pequeños mamíferos, así es posible resaltar que para llevar a cabo un análisis de hábitat es pertinente contemplar factores bióticos y abióticos, de lo

contrario es preferible establecer un análisis más directo como sucede con la heterogeneidad vegetal.

Sánchez *et al.* (1996) analizan la relación del hábitat de bosque de galería en la serranía de la Macarena (Colombia), medido bajo la estructura, complejidad y heterogeneidad del bosque, con la diversidad de una comunidad de quirópteros, encuentran que existe una gran variabilidad en el número de especies encontradas en tiempo y espacio, posiblemente por esto la dominancia radica en pocas especies y existen un gran número de especies raras, concluyen que dada la alta diversidad y complejidad de la zona, los bosques de galería muestreados son un hábitat complejo.

Estupiñan y Galatti (1999) estudian los anuros presentes en áreas con diferente grado de perturbación antrópica en la amazonia oriental brasileña; si bien encuentran que la riqueza de zonas no perturbadas como con el total de las perturbadas es similar y que existen especies que se comparten en ambos lugares, es la composición de especies la que contrasta, de manera que casi todas las presentes en cada tipo de área fueron exclusivas, con esto lograron identificar especies que están altamente relacionadas con zonas sin perturbación y por tanto se establecen como potenciales indicadoras de la inexistencia o de un alto grado de alteración ambiental.

En el mismo año, Vargas y Bolaños (1999) analizan la presencia de anfibios y reptiles en hábitats perturbados y conservados de la selva lluviosa tropical del bajo Anchicayá en el Pacífico Colombiano. Si bien determinan que la composición de especies del bosque secundario y maduro contrasta con la encontrada en el área de la finca, esta última tiene una riqueza representativa, que posiblemente se mantenga por la abundancia de herbáceas, arbustos y algunos árboles que ofrecen una heterogeneidad vegetal y por tanto microhábitats que les permiten la subsistencia. Resaltan que la alta riqueza y diversidad de anfibios en los bosques posiblemente se deba a la dependencia de medios húmedos para sobrevivir y reproducirse y que la finca con policultivos, con las características anteriormente descritas, permite a los habitantes minimizar el impacto

hacia la herpetofauna en comparación con el impacto que tendría los monocultivos o la ganadería.

Urbina y Londoño (2003) analizan la distribución de la comunidad de herpetofauna en cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la isla Gorgona ubicada en el Pacífico Colombiano. Encontraron que la mayor riqueza de especies se localizaba en el bosque secundario, y una menor riqueza en el bosque primario y las zonas mayormente intervenidas tales como el área de la prisión y los cultivos; indican que existen especies de anfibios que se pueden distribuir en zonas abiertas pero la mayoría se encuentran más asociadas a áreas boscosas en las que la cobertura de dosel o arbustiva influye en su distribución.

Gutiérrez *et al* (2004) investigan la composición y abundancia de anuros en dos tipos de bosque en el Santuario de Fauna y Flora de Guanentá ubicado entre Santander y Boyacá, encontraron que el bosque nativo, por su grado de conservación, posee una mayor riqueza y abundancia de anuros en comparación con el bosque de roble cultivado, indicando que las especies raras son fácilmente encontradas en el interior del bosque nativo y las comunes y abundantes en el bosque de roble. Resaltan que este último, a pesar de que fue cultivado y por tanto simplificado a un hábitat homogéneo, tiene una diversidad alta de anuros, esto gracias a que se ha recuperado a raíz del nombramiento como parque nacional del área conjunta, lo que ha permitido el crecimiento de herbáceas y arbustos que han brindado una mayor heterogeneidad a ese hábitat y por ende han aumentado el número de microhábitats disponibles para los anfibios.

Scott y colaboradores (2005) evalúan las respuestas de un ensamble de coleópteros a las diferencias en la complejidad en un tipo de hábitat, encuentran que la composición y riqueza de especies fue mayor en las zonas de mayor complejidad, las especies que provocaron las diferencias en la composición entre sitios mostraron una mayor preferencia hacia zonas complejas y que estas variaciones esta asociados a los diferentes hábitos alimenticios.

Solarte (2005) analiza la comunidad de mariposas diurnas en un bosque pluvial premontano para evaluar la hipótesis de que estas no se distribuyen al azar en el espacio y tiempo exhibiendo una dinámica estable y cuya diversidad sea explicada por la estructura geográfica, climática y vegetal; encuentra que la comunidad no tiene una distribución aleatoria en el espacio pero respecto al tiempo (1 año de evaluación) la comunidad se distribuye de manera cíclica, una recomendación importante entre otras que realiza respecto a sus resultados es que es necesaria la evaluación de la relación de la comunidad de mariposas con la complejidad y heterogeneidad en zonas con diferente estado de conservación o degradación para conocer las interacciones que tienen con el ambiente.

Urbina *et al.* (2006) realizan una importante contribución al entendimiento de la relación de la diversidad de anfibios y reptiles y su microhábitat a través de diferentes tipos de hábitat como pastizales, borde de bosque e interior de bosque en los que se evaluaron factores microclimáticos, de estructura vegetal, entre otros, para describir cada una de las áreas. La composición de especies varió entre los hábitats evaluados, y las variables más importantes que describieron este comportamiento fueron la cobertura de dosel, la densidad del sotobosque, la cubierta de hojarasca y la temperatura. Los pastizales fueron el hábitat con mayor diferenciación, presentó una baja riqueza y abundancia, y una pequeña proporción de juveniles, esto atribuido a que la distribución de las especies está fuertemente influenciada por la cobertura de dosel, la cubierta de hojarasca, la densidad del sotobosque y la temperatura.

García *et al.* (2007) estudian la diversidad de anuros y su relación con los estados sucesionales de un bosque muy húmedo montano bajo en el Valle del Cauca, enfocándose en la distribución y abundancia de las especies respecto a las características de la vegetación y variables climáticas. Determinan diferentes comportamientos respecto a factores que definen la estructura vegetal del bosque, como la cobertura vegetal, la altura promedio del estrato subarbóreo, la densidad de este estrato y del arbustivo y por último la profundidad de la hojarasca. Gracias a esto, clasifican a las especies según su tolerancia o especificidad a los ambientes conservados, medianamente intervenidos y altamente intervenidos.

Urbina y Reynoso (2009) investigan el uso de microhábitat por parte de hembras grávidas de una de las especies más abundantes de la selva alta perennifolia de los Tuxlas (México), *Craugastor loki*; a pesar de que esta especie posee una amplia adaptabilidad a las modificaciones del hábitat, la mayor proporción de hembras grávidas se encontraron en las áreas más conservadas que tenían como características una distancia considerable del borde del bosque y cobertura de vegetación herbácea y hojarasca alta. De esta manera reporta, que a pesar de que esta especie es abundante en el área de estudio y además no está categorizada bajo ningún grado de amenaza, es importante destacar y tener en cuenta para su manejo que la vulnerabilidad de esta especie se encuentra dada por la pérdida de hábitat y el efecto del borde del bosque, en especial en la época de reproducción. Así, la tolerancia que refleja esta especie varía de individuos de la misma especie que no son afectados a individuos como las hembras grávidas que son afectadas.

Alfaro (2009) demuestra que existen especies que no se ven afectadas por el disturbio de hábitat, en su estudio de la densidad y microhábitat de la rana arborícola *Ecnomiohyla miotympanum* determina que esta especie se encuentra con una misma densidad poblacional tanto en zonas conservadas como perturbadas y además no tiene una especificidad de microhábitat ya que es fácilmente encontrada en plantas que no son nativas del bosque mesófilo en el que se desarrolló su estudio.

Teniendo en cuenta que los disturbios en el hábitat pueden generar cambios en la composición y patrones de abundancia de los anfibios anuros, Cáceres y Urbina (2009) estudian los ensamblajes de anuros presentes en sistemas productivos y bosques en el piedemonte llanero del departamento del Meta, abarcando zonas con diferente perturbación antropogénica como cultivos, potreros y bosques. Encuentran que las dos zonas con mayor diferencia respecto al grado de perturbación, bosques y cultivos, presentan la misma riqueza de anuros, pero es la composición de especies la que varía, habitando así especies únicas en cada una de las áreas analizadas.

Betancourth y Gutiérrez (2010) en su estudio de los anfibios y reptiles del centro experimental amazónico y áreas alrededor de este, en el departamento del putumayo, encuentra que tanto las áreas de bosque secundario como las áreas abiertas junto a este, presentan una riqueza y abundancia de individuos propia y está relacionada con la heterogeneidad espacial, solo un 11.3% de especies se comparten y el bosque secundario presento la mayor riqueza.

Castillo y Rosero (2012) analizan la relación de la riqueza y diversidad de especies de aves con la heterogeneidad y complejidad de hábitat en tres ecosistemas tropicales de la costa Pacífica Nariñense. Mediante el cálculo de índices de heterogeneidad y complejidad logran determinar que los tres ecosistemas son estructuralmente heterogéneos y poco complejos; y determinan que no existe una relación significativa entre la riqueza y diversidad de aves, pero si existe una correlación inversa al analizar la diversidad con la complejidad.

Además y como plantean en algunos estudios mencionados anteriormente, la riqueza y diversidad pueden ser similares entre los tres sitios pero es la composición la que varía, así la variación de la vegetación conlleva a la variación en la composición de la comunidad de aves.

De este modo, Castillo y Rosero (2012) finalmente concluyen que la composición florística, complejidad y algunas variables cuya importancia fue medida en el estudio como la variación del diámetro a la altura del pecho, distancia, continuidad y cobertura de los árboles, tiene relevancia sobre la composición y estructura de la comunidad de aves; adicionalmente, al resaltar la importancia de este tipo de estudios como herramienta para obtener una idea sobre el estado de conservación de los ecosistemas y como pueden tenerse en cuenta para la gestión de la evaluación de los mismos, sugieren el mantenimiento de estructuras arbóreas, arbustivas y herbáceas ya que constituyen la fuente de alimento y potenciales nichos disponibles que pueden ser objeto de explotación por la comunidad de aves y a su vez fomentan el incremento de su riqueza y diversidad.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Área de estudio

Este estudio se desarrolló en la Reserva Natural las Palmeras (RNP) ubicada en la vereda El Vergel Alto del Municipio de San Luis de Cubarral en el departamento del Meta (Figura 2), cuenta con un área de 250 hectáreas distribuidas en una región que representa la transición entre la región Andina y de la Orinoquia (Carvajal, 2013).

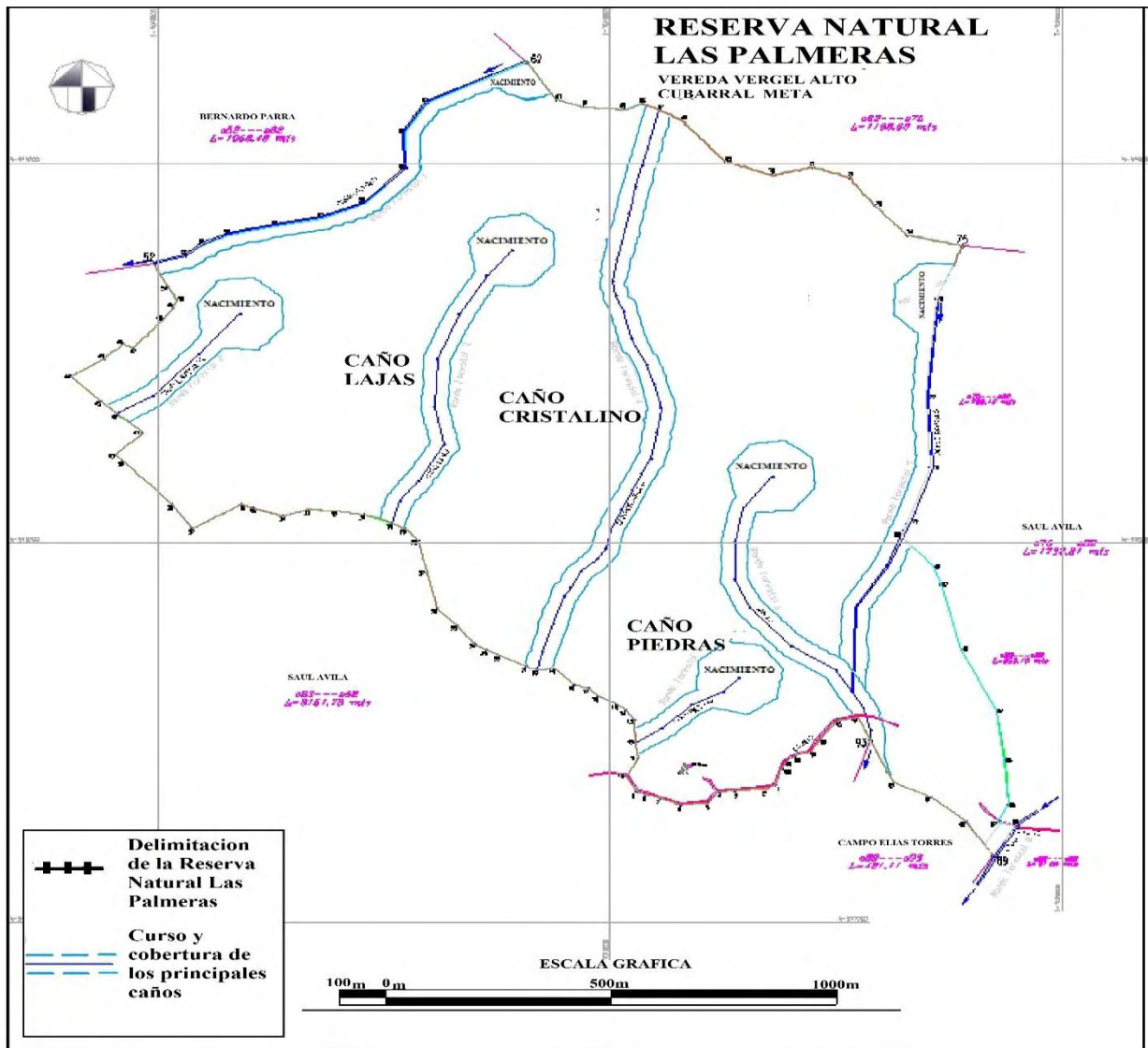


Figura 02. Reserva Natural Las Palmeras, Municipio de San Luis de Cubarral, departamento del Meta, Colombia. Fuente: Tomado y modificado de Carvajal, 2013.

3.1.1 Aspecto geográfico.

La RNP se encuentra en las estribaciones del flanco oriental de la cordillera oriental en el suroccidente del departamento del Meta, este municipio se encuentra a una distancia de 150 Km de Bogotá y a 60 Km de Villavicencio. La reserva se encuentra entre los 1650 y 1900m (Carvajal, 2013). Según su distribución geográfica pertenece a la subregión del alto Ariari (Fierro *et al.*, 2005).

Subregión Alto Ariari. Comprende zonas paramunas y extensas llanuras, es un territorio de piedemonte en la cordillera oriental y a pesar de la extensa deforestación aún se mantiene una buena cobertura boscosa con gran biodiversidad; posee una gran riqueza hídrica y una de sus principales afluentes es el río Ariari (Fierro *et al.*, 2005) (Figura 3). Como en todo el departamento del Meta las principales actividades económicas que se desarrollan en esta región son la agricultura y ganadería.



Figura 03: Piedemonte llanero- Rio Ariari. Fuente: Esta investigación.

3.1.2 Clima.

La precipitación promedio anual es de 4000 mm y una humedad relativa promedio de 94%, su temperatura promedio oscila entre 12 y 23 °C (Carvajal, 2013).

3.1.3 Vegetación

El bosque de la RNP corresponde a un bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) según la clasificación de las zonas de vida del Sistema de Holdridge (1967) y se encuentra cerca de la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Sumapaz. El dosel del bosque tiene una altura promedio de 15 m (Figura 4) y la vegetación predominante indica un buen estado de conservación, sin embargo, a consecuencia de actividades ilegales de extracción de madera llevadas a cabo previamente al establecimiento de la reserva, se pueden encontrar bosques secundarios que fueron objeto de aprovechamiento selectivo de especies maderables valiosas, de esta manera se encuentran dos zonas con una diferenciación en la cobertura vegetal (Ballesteros & Villate, 2009; Murcia, 2009; Murcia, *et al.*, 2009; Carvajal, 2013).

Respecto a la composición florística de árboles se han encontrado que las familias con mayor número de especies son Euphorbiaceae, Rubiaceae, Myrsinaceae y Clusiaceae (Ballesteros & Villate, 2009). Entre las especies arbóreas se destacan: Palma choapo (*Dictyocaryum lamarckianum*), Cuero de marrano (*Croizatia brevipetiolata*), Matapalo (*Clusia haughtii*), Palomo (*Alchornea glandulosa*), Chuguaca (*Hyeronima oblonga*), Manzano (*Billia rosea*), Laurel (*Aniba robusta*), Quino (*Ladenbergia macrophylla*), Drago (*Croton smithianus*), Comino Real (*Aniba perutilis*) y Palma chonta de mico (*Wettinia fascicularis*) (Murcia *et al.*, 2009; Carvajal, 2013).



Figura 04. Dosel conformado por especies arbóreas de gran tamaño. *Tomado de Reserva natural las palmeras. Fundación Probiorioquia – Cubarral - Meta. Fuente: Carvajal, 2013*

3.2 Determinación de la heterogeneidad y complejidad vegetal del bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) de la RNP

Para determinar la heterogeneidad y complejidad vegetal del bosque se aplicó la metodología propuesta por August (1983) y Sánchez *et al.* (1996) con modificaciones en el número de plots y en las medidas de las variables descritas en la Tabla 1, que indicaron la estratificación y distribución horizontal del bosque.

En las 250 hectáreas de la RNP se establecieron 25 plots por cada una de las zonas de estudio: Bosque conservado y Bosque intervenido (secundario) y se realizó una modificación en la medida de cobertura de dosel. Todos los plots tuvieron una distribución al azar dirigido hacia las zonas de bosque conservado e intervenido, los datos fueron registrados en formatos para cada uno de los plots (Anexo A) (Figura 5-a); para evitar el exceso de colectas de plantas se creó un libro de muestras en las que se consignó una muestra de cada morfoespecie que permitió la comparación con los ejemplares de cada plot (Figura 5-b).

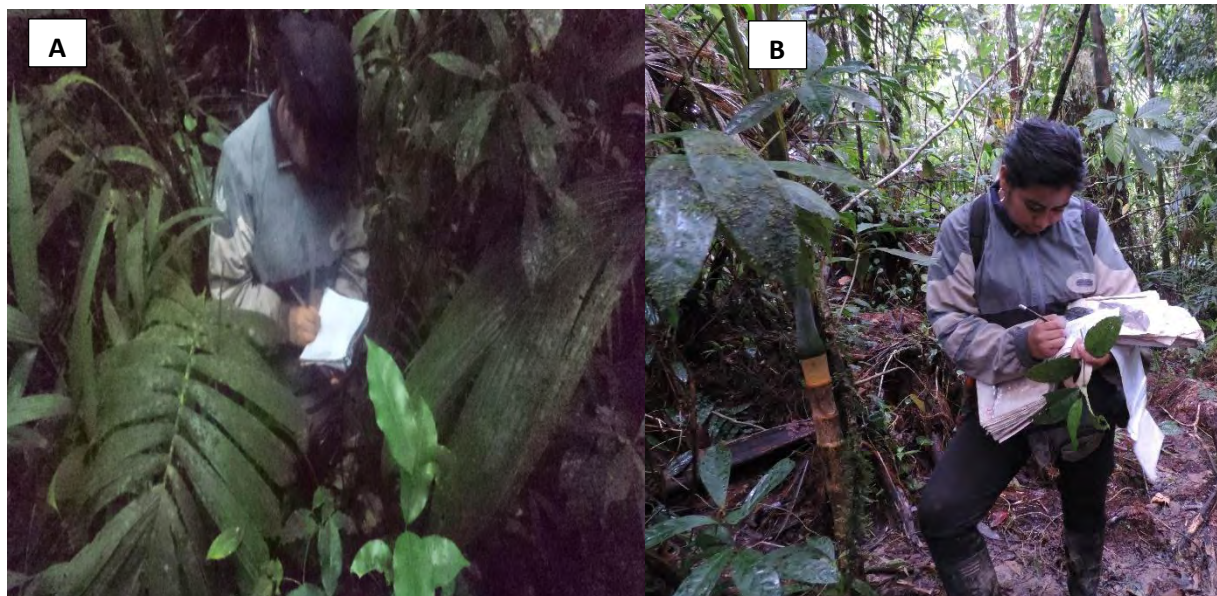


Figura 05: Fase de campo - a. Registro de datos - b. Comparación de muestras botánicas.
Fuente: esta investigación.

La representatividad del muestreo se midió con la elaboración de curvas especie-área, para ello se relacionó la acumulación de especies en cada una de las zonas muestreadas (Mostacedo & Fredericksen, 2000), el análisis se realizó en el programa Estimate 9.0.

La caracterización taxonómica de las especies se realizó con los ejemplares colectados en el bosque conservado e intervenido (secundario). El material colectado fue herborizado y su identificación en la fase de campo fue apoyada con literatura especializada como el *Catálogo ilustrado de especies del piedemonte llanero en el departamento del Meta*; el material que no se logró identificar se transportó hasta el herbario Forestal Gilberto Emilio Mahecha de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas para su identificación mediante la comparación con los exicados y el apoyo de especialistas.

3.2.1 Composición y estructura de la comunidad de plantas del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras

La diversidad de especies vegetales se estableció mediante el cálculo de índices que permitieron identificar las variaciones en cada uno de los tipos de bosque, para ello se evaluó la diversidad alfa y beta.

3.2.1.1 Diversidad alfa

La diversidad alfa está dirigida a un área o sitio específico (Rangel & Velázquez, 1997), es decir, estas medidas permitirán determinar la diversidad específicamente para cada uno de los tipos de bosque.

Riqueza. La riqueza se refiere al número de taxa que representan una localidad, región o parcela (Rangel & Velázquez, 1997; Melo & Vargas, 2003).

S: Número de especies

Índice de Shannon - Wiener (H'). Este índice es uno de los más ampliamente utilizados en los análisis de diversidad, mide la heterogeneidad de la comunidad de plantas en cada uno de los tipos de bosque, la obtención de un valor alto en la escala de 0 a 5 indicó una abundancia igual para todas las especies (Melo & Vargas 2003), fue calculado utilizando la fórmula:

$$H' = - \sum_i P_i \ln P_i$$

Donde P_i es la abundancia relativa de cada especie, calculada como la proporción de cada especie para el número total de individuos, sin embargo, como este índice es tomado por su formulación matemática como una medida de entropía o de incertidumbre

en la identidad de las especies que componen la comunidad, se aplicara la medida de diversidad **D**, que se calculó aplicando el índice de Shannon y permite observar las diferencias en la diversidad a través del número equivalente de especies (Jost & González, 2012) de la siguiente manera:

$$D = \exp \left[- \sum P_i \times \ln(P_i) \right] = \exp(H_{Shannon}) = e^{H_{Shannon}}$$

Índice uniformidad de Shannon- Wiener. Determina la posible homogeneidad expresada por la comunidad de plantas de cada uno de los tipos de bosques, es la proporción entre la diversidad y la diversidad máxima (Melo & Vargas, 2003), fue calculado utilizando la fórmula:

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde

H': Diversidad de Shannon.

S: Número total de especies en el muestreo.

3.2.1.2 Diversidad beta

La diversidad beta está dirigida a la comparación de dos sitios, es decir, esta medida permitió determinar las diferencias para cada uno de los tipos de bosque a través de la información sobre la similitud o disimilitud de las áreas comparadas, de esta manera se calcularon dos índices que relacionan las especies compartidas (Índice de Jaccard) y la

distribución de abundancias (Índice de Morisita- Horn) (Rangel & Velázquez, 1997; Melo & Vargas, 2003)

Índice de Jaccard (Cj). Es una medida de comparación de la diversidad de dos áreas respecto a la composición de especies de cada una, a menor número de especies compartidas existirá una mayor diversidad beta (Melo & Vargas, 2003), fue calculado utilizando la fórmula:

$$C_j = \frac{j}{a + b - j}$$

Dónde:

a: número de especies en el bosque 1

b: número de especies en el bosque 2

j: número de especies compartidas

Índice de Morisita – Horn (C_{mH}). Este índice no solo permite la comparación de la diversidad de dos áreas respecto a la composición sino a la abundancia de las especies, enfocándose a diferenciar su estructura (Melo & Vargas, 2003), fue calculado utilizando la fórmula:

$$C_{mH} = \frac{2 \sum (a_n i b_n i)}{(d a + d b) a N b N}$$

Dónde:

aN: Número de individuos totales en la comunidad 1

ani: Número de individuos en la iésima especie de la comunidad A

bN: Número de individuos totales de la comunidad B

bni: Número de individuos en la iésima especie de la comunidad B

3.2.2 Caracterización fisionómica de la vegetación del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras

Para determinar la complejidad o estructura vertical de la vegetación y la heterogeneidad o estructura horizontal de la vegetación, se evaluaron las variables establecidas por August (1983) y Sánchez (1996) (Tabla.1); esto permitió analizar de modo general la estructura vertical y horizontal de vegetación y finalmente obtener los índices de heterogeneidad y complejidad, como posteriormente se indica.

Tabla 1. Variables para la descripción de la heterogeneidad y complejidad vegetal.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
CANHT	Altura de dosel: Altura aproximada en metros del dosel
GCHT	Altura de herbáceas: Altura promedio en centímetros de la vegetación presente en el estrato herbáceo
SHRHT	Altura de arbustos: Altura promedio de los arbustos
THRHT	Altura de árboles: Altura promedio en metros de los arboles
CAN	Cobertura de dosel: Estimación de la cobertura de dosel, mediante el la formula posteriormente descrita
DEA	Densidad del estrato arbóreo: Estimación de la densidad de la vegetación que hace parte del estrato arbóreo, mediante la relación número de individuos – área.
MID	Densidad del estrato arbustivo: Estimación de la densidad de la vegetación que hace parte del estrato arbustivo, mediante la relación número de individuos – área.
SHRUB	Densidad del estrato herbáceo: estimación de la densidad de la vegetación que hace parte del estrato herbáceo, mediante la relación

	número de individuos – área.
DBHAL	Diámetro a la altura del pecho de los árboles
DBHAO	Diámetro a la altura del pecho de los arbustos
DBHNAL > 3.2	Número de árboles con un DAP mayor a 3.2 cm
DBHNAO > 3.2	Número de arbustos con un DAP mayor a 3.2 cm
NSPPDBHAL	Número de especies de los árboles con un DAP mayor a 3.2 cm
NSPPDBHAO	Número de especies de los arbustos con un DAP mayor a 3.2 cm
TGC	Porcentaje de cobertura de herbáceas: en un radio de 3.5 m
TPCAN	Porcentaje de cobertura del estrato arbustivo
CAD	Porcentaje de cobertura del estrato arbóreo
CHO	Porcentaje de cobertura de hojarasca
VDCA	Varianza de las distancias de los árboles al centro del área de trabajo
VDCAR	Varianza de las distancias de los arbustos al centro del área de trabajo

Tomado y modificado de: August, 1983 y Sánchez, 1996

3.2.2.1 Estructura vertical de la vegetación

Se realizó la evaluación de la estructura vertical de la vegetación de los dos tipos de bosque, para así observar la complejidad determinada por las anteriores variables (Tabla.1); esta evaluación se complementó con el análisis del número de estratos encontrados teniendo como referencia la escala de estratos establecida por Rangel & Lozano (1986) en la que se clasifica la vegetación en seis estratos: rasante (r): <0,3 m; herbáceo (h): 0,3-1,5 m, arbustivo (ar): 1,5-5 m, subarbóreo o de arbolitos (Ar): 5-12 m, arbóreo inferior (Ai):12- 25 m y arbóreo superior (As) >25 m.

3.2.2.2 Estructura horizontal de la vegetación

La estructura horizontal del bosque se analizó con la evaluación de las variables anteriormente descritas (Tabla.1) que permiten observar la heterogeneidad vegetal, este análisis se complementó con índices que expresaron la distribución de las especies sobre la superficie de cada uno de los tipos de bosque y facilitaron la comprensión de la dinámica de la vegetación, para ello se establecieron parámetros estructurales como la frecuencia, abundancia y dominancia con los que se calculó el índice de importancia I.V.I. y el índice de predominio fisionómico (Rangel & Velázquez, 1997; Melo & Vargas, 2003) como a continuación se indican:

Frecuencia. La frecuencia es una medida que representa la presencia o ausencia de una especie en la unidad de muestreo, esta se expresa en porcentaje; la frecuencia absoluta se refiere a la presencia de la especie en el área total de estudio (100 % indicaría la existencia de la especie en todas las unidades de estudio) (Rangel & Velázquez, 1997; Melo & Vargas, 2003).

Frecuencia absoluta:

Fr_a = Porcentaje de parcelas en las que aparece una especie.

La frecuencia relativa indica el número de repeticiones de una especie respecto al total de las muestras (Rangel & Velázquez, 1997; Melo & Vargas, 2003).

Frecuencia relativa:

$$Fr\% = (F_i / F_t) \times 100$$

Dónde:

F_i = Frecuencia absoluta de la especie

F_t = Total de las frecuencias en el muestreo

Abundancia. La abundancia es una medida que representa el número de individuos por especie; la abundancia absoluta se refiere al número de individuos por especie (Melo & Vargas 2003).

Abundancia absoluta:

$$Ab_a = \text{número de individuos por especie (ni)}$$

La abundancia relativa indica la proporción de los individuos de cada especie respecto al total de los individuos en la muestra (Melo & Vargas 2003)

Abundancia relativa:

$$Ab\% = (ni / N) \times 100$$

Dónde:

ni = Número de individuos de la especie

N = Número de individuos totales en la muestra

Dominancia o área basal. La dominancia o área basal es una medida que representa el grado de cobertura que tiene una especie sobre un espacio delimitado (Rangel & Velázquez, 1997).

$$\text{Área basal} = \frac{\pi}{4} \times (DAP)^2$$

Dónde:

DAP: diámetro a la altura del pecho.

Diámetro a la altura del pecho (DAP)

El diámetro a la altura del pecho es una medida relacionada directamente con el cálculo del área basal, esta medida se toma a una altura de 1,3 m (Figura 6). En la fase de campo con ayuda de una cinta métrica fue tomada la cintura a la altura del pecho (CAP) en centímetros y se transformó a diámetro a la altura del pecho (Rangel & Velázquez, 1997).

$$DAP = CAP / \pi$$



Figura 06: Medida del CAP de los arboles presentes en cada Plot evaluado.

Fuente: esta investigación.

Cobertura. La cobertura es la medida que indica la proyección sobre el suelo de la copa de los individuos de los estratos altos (Rangel & Velázquez, 1997), se calculó mediante la siguiente relación:

Cobertura relativa (%)

$$= \frac{\text{Cobertura de la especie (\%)}}{\text{Cobertura (\%) total de las especies que conforman el estrato}} \times 100$$

La cobertura de cada especie se determinó por la fórmula para el área de una elipse (Zarco *et al* 2010)

$$A = \pi ab$$

Donde

$\Pi=3,1416$

a= semieje mayor

b=semieje menor

Densidad. La densidad hace referencia al número de individuos de una especie en relación a una superficie determinada (Matteucci & Colma, 1982; Rangel & Velázquez, 1997).

La densidad relativa indica la densidad de una especie en relación a todas las densidades de las especies del lugar.

Densidad relativa:

$$DR = \frac{Di}{\sum Di} \times 100$$

Dónde:

Di: Densidad de la especie

$\sum Di$: Sumatoria de las densidades de todas las especies.

Índice de predominio fisionómico (IPF)

El índice de predominio fisionómico permite diferenciar a las especies dominantes, este se calculó para el estrato arbóreo y de arbolitos mediante los valores obtenidos para el área basal, cobertura y densidad (Rangel & Velázquez, 1997) mediante la siguiente fórmula:

$$IPF = \text{Área basal relativa (\%)} + \text{Cobertura relativa\%} \\ + \text{Densidad relativa\%}$$

Índice de valor de importancia (IVI)

Este índice permite evaluar la importancia ecológica de las especies en el ecosistema y su comportamiento en el bosque es decir se evalúa el peso ecológico de cada especie (Melo & Vargas, 2003). Con este índice fue posible realizar comparaciones entre los tipos de bosque muestreados, fue calculado utilizando la fórmula:

$$IVI = \text{Densidad relativa (\%)} + \text{Dominancia relativa (\%)} \\ + \text{Frecuencia relativa (\%)}$$

3.2.2.3 Descripción y comparación de la cobertura vegetal

La comparación de las dos áreas del bosque se realizó de acuerdo a la estructura vertical y horizontal de la vegetación mediante la identificación de las especies predominantes y representativas producto del levantamiento florístico y el análisis de las diferencias en la diversidad de la vegetación existente en cada uno de los plots dispuestos y para cada tipo de bosque.

3.2.2.4 Cálculo de los índices de heterogeneidad y complejidad vegetal para el bosque intervenido (BI) y bosque conservado (BC) presentes en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras

Para determinar los índices de heterogeneidad y complejidad vegetal en cada uno de los tipos de bosque, para su posterior análisis y relación con el ensamblaje de anfibios, se realizaron tres análisis de componentes principales; en el primer análisis se contemplaron todas las variables de todos los plots evaluados y se agregaron los valores de diversidad para cada plot, esto con el fin de determinar que variable de las evaluadas (Tabla.1) fue la más determinante en la evaluación fisionómica, con esta se realizó una correlación con la diversidad de anfibios para cada uno de los plots evaluados, este análisis además ofreció una perspectiva global del comportamiento de las variables fisionómicas en todo el bosque.

El segundo análisis de componentes principales se desarrolló para cada tipo de bosque, bajo la técnica R en el que se usó el coeficiente de correlación CORR y permitió obtener el índice de complejidad. Por último se desarrolló un análisis de componentes principales bajo la técnica Q en el que se usó el coeficiente de correlación de varianza covarianza, con este se determinó el índice de heterogeneidad, como se explica posteriormente.

Análisis de componentes principales (PCA)

Con las variables que caracterizan fisionómicamente al bosque en general y a cada tipo de bosque (**BI-BC**), se desarrolló un PCA utilizando el programa NTsys- pc 2.0, esto permitió la síntesis de información o reducción dimensional, obteniendo nuevos factores que resultaron de la combinación de las mismas permitiendo de esta manera comprender su relación (Terrádez, 2001).

Este proceso se desarrolló de la siguiente manera: con las variables fisionómicas y estructurales y los índices de diversidad del componente vegetal, se realizó un análisis de

agrupamiento haciendo uso del método de Promedio Aritmético No Pesado (UPGMA), inicialmente la matriz de datos se estandarizo por transformación lineal y el coeficiente de similitud que se empleó fue el coeficiente de distancia taxonómica promedio; los otus se agruparon de acuerdo a este parámetro y se obtuvo agrupaciones de plots de acuerdo a la similaridad de las variables calculadas; posteriormente se realizó un análisis de correlación cofenética en el que se empleó el análisis de agrupamiento, esto a su vez permitió el desarrollar una matriz de comparación que indico la robustez en los datos.

Finalmente se desarrolló un análisis de componentes principales para confirmar el agrupamiento anteriormente obtenido, esto con el propósito de determinar que variables tuvieron mayor incidencia en la agrupación de los Otus. La correlación de variables en el análisis por bosques bajo las técnicas Q y R, se desarrollaron con los coeficientes anteriormente mencionados.

Con los resultados obtenidos del PCA se derivaron el índice de heterogeneidad y el de complejidad para cada Plot, para esto se tuvieron en cuenta los dos primeros componentes que son los que explican la mayor variación existente (Sánchez, 1996).

La complejidad vegetal fue tomada como el promedio de las variables, ponderadas por su correspondiente factor de carga o *eigen valor* y la heterogeneidad como la desviación estándar de los promedios de los factores de carga del primer componente principal (August, 1983; Sánchez, 1996).

3.3 Evaluación de la estructura y composición del ensamblaje de anfibios presentes en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural las palmeras

3.3.1 Fase de campo

Para determinar la composición y estructura del ensamblaje de anfibios se determinó la riqueza, abundancia, y diversidad de las especies presentes en cada uno de los tipos de bosque; para ello se establecieron parcelas cuadrangulares de 8 m x 8 m

(Angulo *et al.*, 2006) abarcando el área en el que se desarrollaron los plots para el análisis de la cobertura vegetal, como se representa en la muestra la Figura 7.

El muestreo se realizó buscando de manera intensiva los anfibios en el suelo (hojarasca), vegetación (troncos, hojas) y en especial en zonas cercanas a fuentes de agua (Rueda *et al.*, 2006), este método fue aplicado durante las 19:00 y 02:00 hrs. De esta manera se logró determinar el número de individuos por especie presente cada una de las áreas estudiadas, lo que permitió comparar la composición y estructura de anfibios en cada zona.

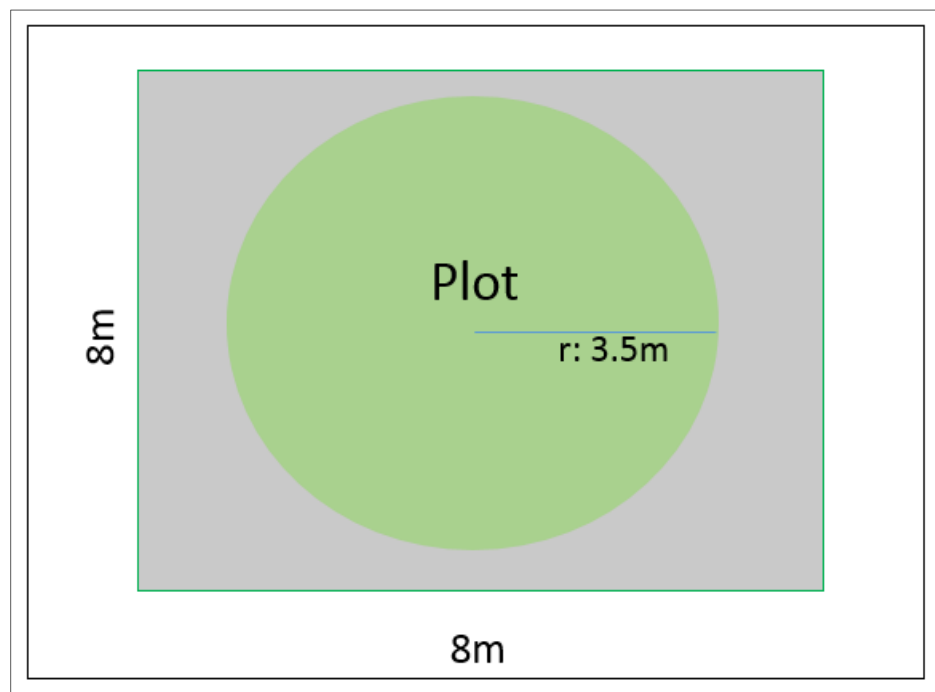


Figura 07. Establecimiento de parcelas para el análisis de la composición de anfibios. Fuente: esta investigación.

Para no sobrestimar la abundancia de anfibios en cada uno de los tipos de bosque y en cada uno de los plots, se realizó un marcaje de individuos mediante la técnica establecida por Donnelly *et al* (1994) este método consiste en realizar un corte de la falange distal de patas o manos bajo anestesia local y no afecta la locomoción de los individuos, a la serie de cortes se asigna previamente un código para cada falange (Figura

8), posterior al corte (Figura 9) fue aplicado un antibiótico y antimicótico en crema vía cutánea; los ejemplares colectados fueron descritos y cada morfoespecie fue fotografiada para establecer un registro que permitió manejar los datos en campo (Donnelly *et al* 1994).

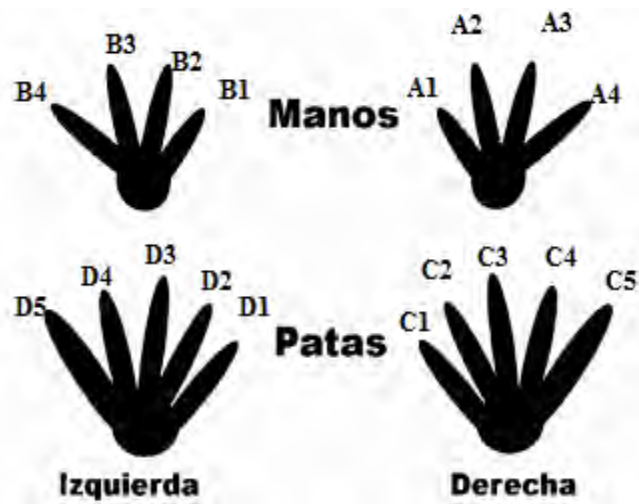


Figura 08. Marcación de anfibios. Serie para corte de falanges. *Fuente:* Donnelly *et al.*, 1994



Figura 09: Trabajo de campo en anfibios – a. Marcaje de individuos por corte de falanges b. Toma de medidas morfométricas. *Fuente:* esta investigación.

Preservación de los ejemplares colectados

Entre dos y cinco individuos por cada morfoespecie encontrada fueron sacrificados. El sacrificio de anfibios se llevó a cabo con una dosis letal de Xilocaina, la cual se aplicó en todo su cuerpo. Para la fijación, los ejemplares fueron sometidos a una solución de formol al 10 % y se preservaron posteriormente en alcohol al 70 %.

Para el muestreo en campo de anfibios se tomaron datos básicos como: la altura de percha, actividad y sustrato en el que se encontró el individuo. Todos los datos fueron consignados en formatos para cada parcela como se muestra en el Anexo 2.

3.3.2 Fase de laboratorio

La identificación taxonómica de los ejemplares se realizó con el apoyo de la información sobre especies reportadas para el departamento del Meta y las descripciones de las especies morfológicamente afines reportadas para la cordillera oriental y departamentos cercanos, cuya información se encontró en Acevedo *et al* (2014); Acosta (2012); Acosta *et al* (2006); Arroyo *et al* (2003); Angarita *et al* (2013); Barrio *et al* (2010); Barrio *et al* (2012); Barrio *et al* (2013); Barrio & Chacón (2004); Boulenger (1898); Burn & Lynch (1981); Caceres & Urbina (2009); Duellman & Altic (1978); Hedges *et al* (2008); Lynch *et al* (1996); Lynch & Ardila (1999); Lynch & Myers (1983); Lynch & Suarez (2003); Lynch (1984; 1991; 1994a-b- c; 1998a-b; 1999; 2003a-b; 2006); Medina & López (2014); Melin (1941); Mora & Peñuela (2013); Muses (2006); Rivero (1969); Rojas *et al* (2013); Ruiz *et al* (1997); Ruiz & Lynch (1982); Rivero (1961); Suarez (1999); Werner (1899).

3.3.3 Análisis de diversidad alfa y beta

Los datos obtenidos se organizaron en una matriz de datos, posteriormente se realizó una curva de acumulación de especies para determinar la efectividad de los muestreos.

El análisis de diversidad se realizó bajo los mismos parámetros con los que se evaluó la vegetación. La diversidad alfa fue expresada bajo el índice de riqueza producto del listado de especies de cada tipo de bosque, además del cálculo de los índices de Shannon - Wiener (H'), número efectivo de especies D y el índice uniformidad de Shannon- Wiener; la diversidad beta se determinó con el índice de Jaccard (C_j), el índice de Morisita – Horn (C_{mH}) y adicionalmente para observar las variaciones en la composición de especies entre los dos tipos de bosque se calculó el índice de complementariedad de Colwell & Coddington (C) que permitió expresar las diferencias en los listados de especies, este puede ir de cero a uno, el primero como indicador de completa similitud y uno como la completa diferencia (Lescano *et al* 2013).

Índice de complementariedad de Colwell & Coddington (C)

Riqueza total para los sitios compartidos

$$S_{AB}: a + b - c$$

a = número de especies en el sitio A

b = número de especies en el sitio B

c = número de especies en común o compartidas entre los sitios A y B

Número de especies únicas

$$U_{AB}: a + b - 2c$$

Índice de complementariedad de Colwell & Coddington (C_{AB})

$$C_{AB}: U_{AB}/S_{AB} = 3/13 = 0,23$$

Adicionalmente se construyeron histogramas con las abundancias de las especies para cada zona muestreada.

3.4 Análisis de correlación de la estructura fisionómica de la vegetación con la diversidad del ensamblaje de anfibios

Con la información suministrada en el primer análisis de componentes principales desarrollado para todo el bosque, se escogió la variable más representativa, y con los valores que esta variable presento en cada uno de los plot se realizó una correlación de Spearman, previo el desarrollo de una prueba de normalidad de los datos establecidos con el estadístico Shapiro Wilk ($\alpha:0.05$), con la diversidad de anfibios; adicionalmente se construyó un gráfico de dispersión para indicar los valores de las dos variables correlacionadas y sus tendencias. Además se analizó los índices de heterogeneidad y complejidad vegetal de cada tipo de bosque con la estructura y composición del ensamblaje de anfibios.

4 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Composición y estructura de la comunidad de plantas del bosque muy húmedo premontano

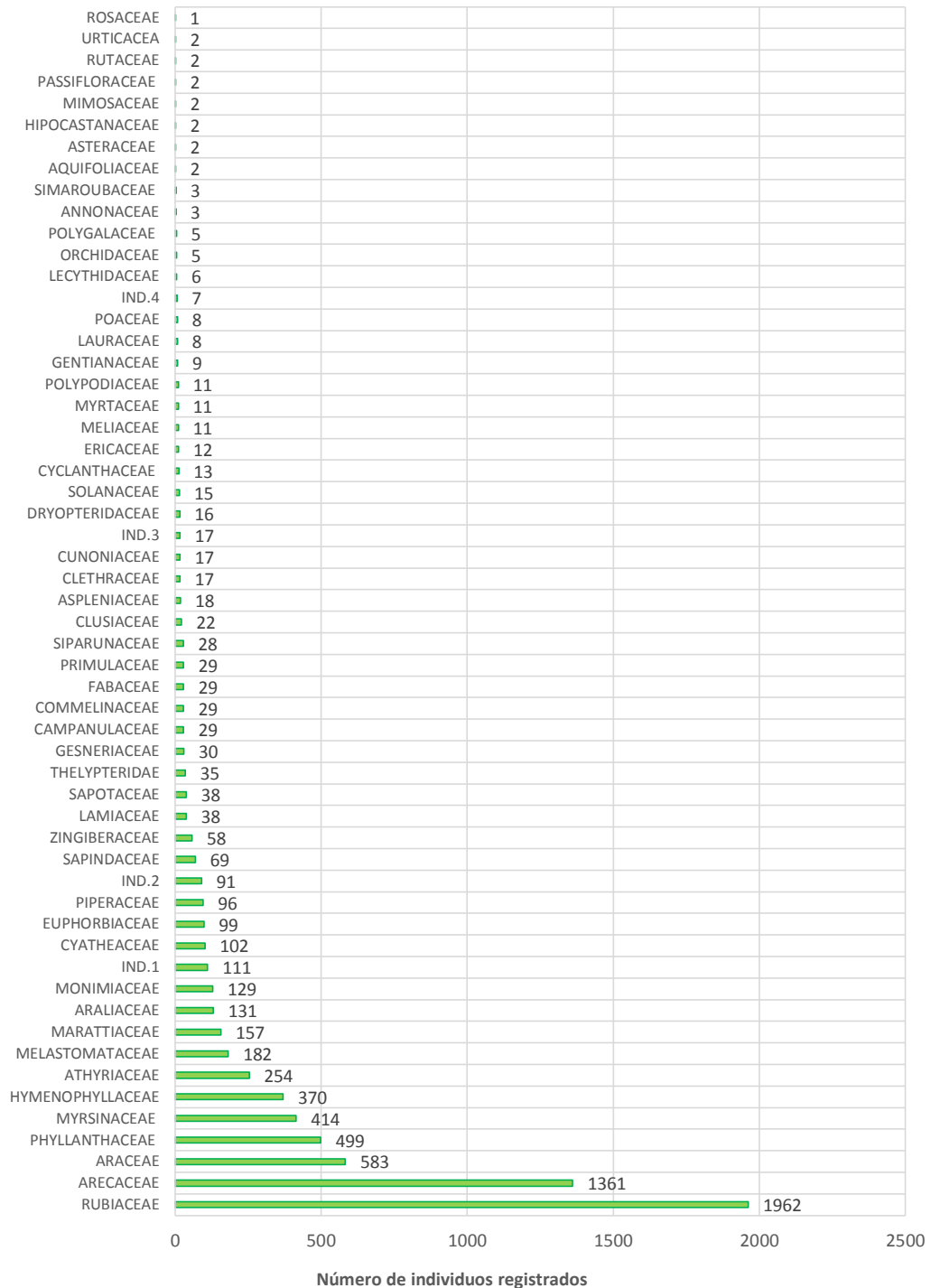
4.1.1 Composición florística del bosque muy húmedo premontano

En general se obtuvieron un total de 7202 registros de plantas en la zona de bosque, correspondientes al estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo; se registraron 168 entidades taxonómicas muy bien diferenciadas, de las cuales el 28.6% se determinó hasta especie, de este porcentaje casi aproximadamente la mitad se identificaron como confertus (cf), el 57,7%, hasta género, el 11,3% hasta familia y un 2,4% quedaron indeterminadas.

La composición florística del bosque muy húmedo premontano de la RNP se ve representada en 52 familias, 69 géneros y 48 especies que hacen parte de las 168 entidades diferenciadas (Anexo 1); en la figura 10 se indica el número de registros respecto a cada una de las familias encontradas, en esta se destacan las familias Rubiaceae, Arecaceae, Araceae, Phyllanthaceae y Myrsinaceae que tienen los valores más altos de registro de individuos.

Rubiaceae, considerada una de las familias más diversas y con mayor cobertura ecosistémica en los trópicos (Mendoza, 2000) posee el mayor número de individuos registrados en este estudio (Figura 10), sus géneros aportan en buena proporción el mayor número de especies que enriquecen la diversidad encontrada en el área; esta familia junto

a Arecaceae ocupan los primeros lugares de las familias con mayor número de géneros y especies aportados a la diversidad de plantas del piedemonte llanero (Carvajal, *et al* 2008).



individuos registrados en las familias reportadas para el bosque muy humedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

Resultados similares son presentados por Ballesteros & Villarte (2009), en su evaluación del estrato arbóreo de una parcela permanente establecida en la RNP, área de estudio de esta investigación; al analizar una hectárea del bosque con propósitos de monitoreo biológico y al evaluar 1628 individuos logran determinar que las familias con mayor abundancia son en orden Euphorbiaceae, Rubiaceae, Myrsinaceae y Clusiaceae, que si bien difieren de las familias con mayor abundancia para el estrato arbóreo reportados en este estudio, se las reporta en una menor proporción respecto a la abundancia (Figura 11), destacándose principalmente las familias Melastomataceae, Arecaceae y Phyllanthaceae. Se puede sugerir que las diferencias encontradas radican en el diseño metodológico de ambos estudios que dependieron de los objetivos establecidos por cada uno, pues en este estudio se contemplan un mayor número de unidades muestrales que se distribuyeron en un área mayor.

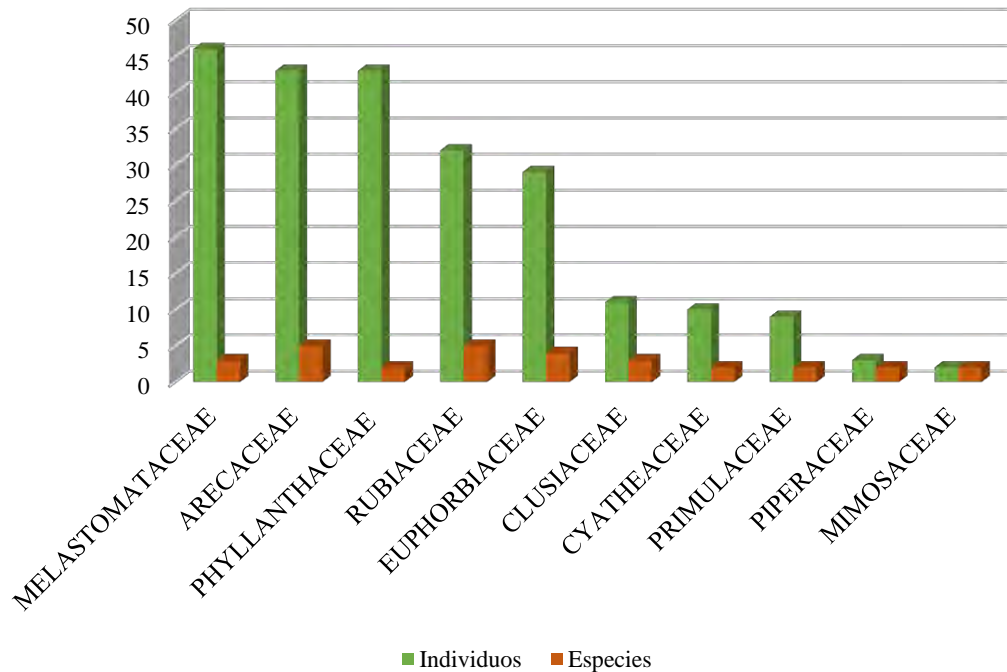


Figura 11: Familias con mayor abundancia reportadas para el estrato arbóreo del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural las Palmeras.

Diferentes estudios se han llevado a cabo en la cordillera oriental, especialmente en la zona norte del sistema montañoso, como los realizados en el departamento de Santander por Reina *et al* (2010) en el que se encuentra que la mayor riqueza de géneros y especies la proporciona la familia Rubiaceae, en este mismo departamento Medina *et al* (2010) encuentra la misma representatividad para esta familia, iguales reportes los hace Roa (2006) en su estudio de la composición florística y estructural del cerro la Judía, así mismo el estudio desarrollado por Vargas (2011) en la Serranía de Perijá y áreas adyacentes de la cordillera en que contempla zonas del departamento del Cesar y norte de Santander y para el sur de Colombia en los departamentos del Putumayo y Nariño (Franco *et al* 1997); de esta manera Rubiaceae se establece como la familia más representativa respecto a diversidad y abundancia no solo para este estudio, sino para la cordillera oriental y en general para los ecosistemas tropicales (Mendoza, 2000).

Las palmas pertenecientes a la familia Arecaceae, se destacan por su abundancia y predominancia que es característica para la flora neotropical (Uribe *et al* 2001) y en este estudio se consolida como la segunda familia con mayor abundancia, resultados similares se encuentran en algunas caracterizaciones florísticas realizadas en diferentes bosques en las que usualmente ocupan los primeros puestos de abundancia, como en los realizados para los bosques húmedo tropicales, por ejemplo el desarrollado en el Alto Baudó-Chocó (Mosquera *et al* 2007), en el Parque Nacional Natural Catatumbo Barí en Norte de Santander, en el que presento el mayor índice de valor de las familias, lo que indica su alta densidad, dominancia y riqueza frente a las demás familias registradas (Dueñas *et al* 2007).

Colombia es el país que posee la mayor diversidad de Aráceas de Sur y Centroamérica (Croat 1992), aquí se registra el mayor número de especies por área (Sierra-Giraldo *et al* 2013) su presencia es un buen indicador para el ecosistema pues el

crecimiento y abundancia de las aráceas es dependiente de la disponibilidad del agua y la prevalencia de la humedad (Mayo *et al* 1997), en este estudio se encuentra en la tercera posición de las familias más abundantes, resultados similares encuentran Franco (1997) en su estudio de la diversidad florística en dos bosques subandinos del sur de Colombia en el que encuentran que Rubiaceae, Araceae y Melastomataceae presentan la mayor diversidad al menos en uno de los bosques analizados.

Los géneros con un mayor número de registros (Figura 12) fueron *Psychotria*, *Dictyocaryum*, *Geonoma*, *Cybianthus*, *Hymenophyllum*, *Philodendron*, y *Croizatia*, de estos se destacan *Psychotria* y *Philodendron* que se encuentran entre los géneros con más especies registradas (Figura 13). Según Rangel *et al* (1997), los bosques ubicados entre 1000 y 2000 m en las laderas de las cordilleras que corresponden a bosques subandinos que se caracterizan por presentar especies del género *Weinmannia* de la familia Cunoniaceae, *Nectandra* de la familia Lauráceae y en especial por presentar palmares en los que se destacan los géneros *Dictyocaryum*, *Geonoma* y *Wettinia*, como se presenta en este estudio que evidencia las mayores abundancias de individuos para estos géneros.

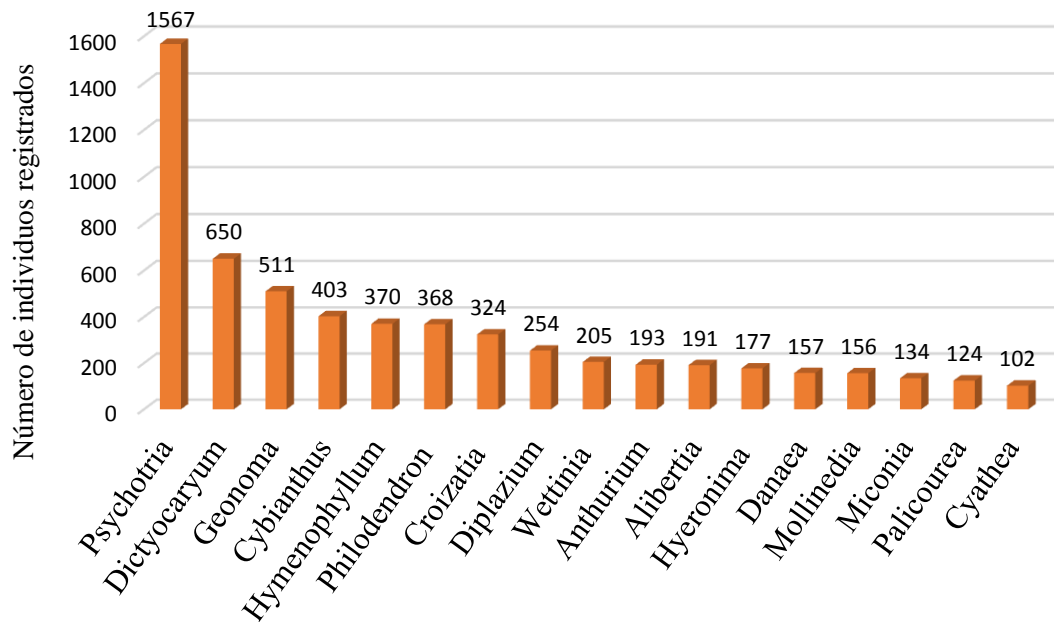


Figura 12: Número de individuos registrados en los géneros más representativos en la composición florística del bosque muy húmedo de la Reserva Natural Las Palmeras.

Psychotria es el género más grande de Rubiaceae, se destaca por su representatividad en este estudio al contribuir con el mayor número de individuos reportados y especies aportadas a la riqueza del bosque (Figura 13), junto al género *Palicourea* también de esta familia, son ecológicamente significativos pues representan un importante sustento alimenticio de los animales frugívoros y nectarívoros (Mendoza *et al* 2004) que si bien no favorecen directamente a los anfibios presentes en el área, si favorecen a sus grupos presa, como insectos coleópteros, lepidópteros, himenópteros o dípteros que son potenciales polinizadores de estas plantas (Aguilar1965; Viejo-Montesinos & Ormosa-Gallego 1997).

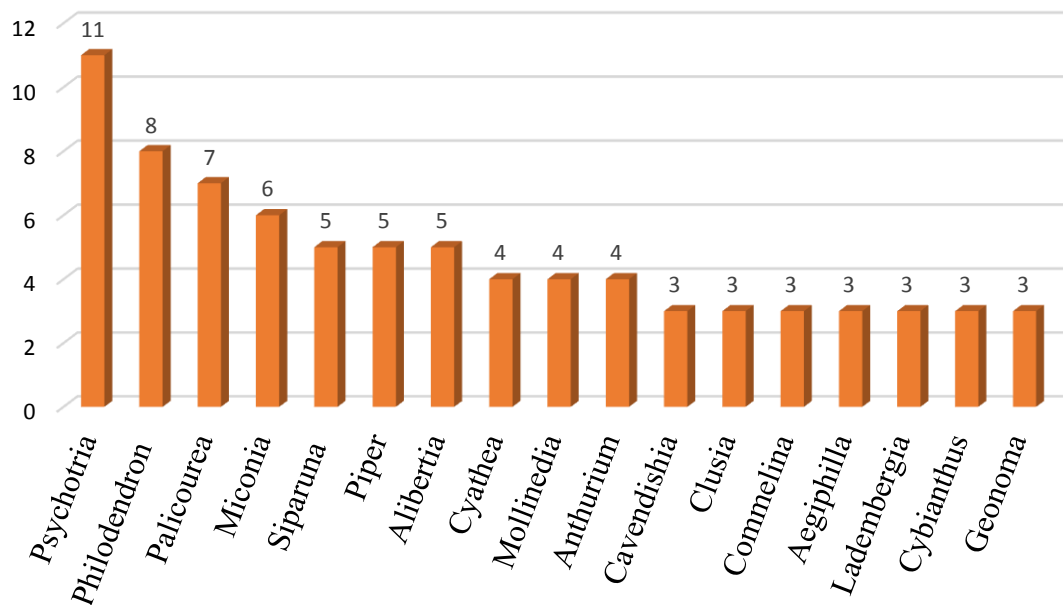


Figura 13: Número de especies aportadas por los géneros mas representativos en la composicion florística del bosque muy húmedo premontano.

Géneros como *Dyctiocaryum* representado en este estudio por una sola especie y *Geonoma* uno de los géneros de palmas más diversificados de América del Sur (Piantud *et al* 2008), presentan junto a *Psychotria* las mayores abundancias.

4.1.2 Representatividad del muestreo en la evaluación de la composición florística del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

Se realizó una curva de acumulación de especies empleando los valores de la riqueza observada y esperada (eje y) evaluada en cada uno de los plots (eje x) en el muestreo hecho para determinar la composición florística del bosque muy húmedo premontano (Figura 14); en esta se graficaron los estimadores no paramétricos de la riqueza como Ace, Chao de primer y segundo orden y las especies únicas; Chao 1 estima el número de especies esperadas teniendo en cuenta aquellas representadas por un individuo (singletons) y dos individuos (doubletons) en la muestra, Chao 2 indica la relación entre el número de especies que solo aparecen en una muestra (especies únicas) y las que aparecen en dos muestras (especies duplicadas) y Ace emplea la abundancia basado en el concepto de cobertura de muestreo en las que indica las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes pero no observadas y en este caso emplea estimaciones para diez o menos individuos por muestra (Lee & Chao 1994; Colwell *et al* 2004)

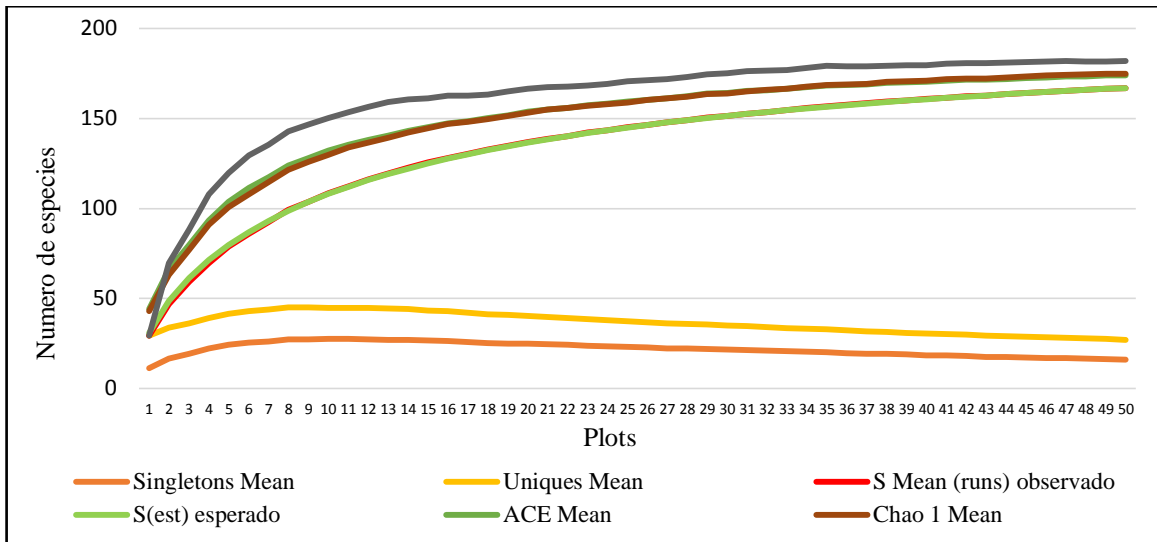


Figura 14. Curva de acumulación de especies de la riqueza observada, esperada y estimada por los estimadores no paramétricos ACE, Chao 1, Chao 2 y curvas de Singletons y Uniques para la evaluación del componente vegetal.

La Figura 14 indica como la curva de especies observadas aumenta a medida que incrementa el número de unidades de muestreo, mostrando su similaridad con el número de especies esperadas; al comparar su tendencia con los Singletons especies representadas por un individuo y Uniques, especies que aparecen en solo una muestra, se observa que la asíntota adquiere estabilidad a medida que los valores de estas curvas disminuyen, como se observa en su tendencia hacia cero, que aunque la curva no alcance este valor, el muestreo alcanzo una buena representatividad con un porcentaje de completitud (relación de especies observadas sobre esperadas) del 99%, asumiendo así, bajas pero aún existentes posibilidades de incrementar el número de especies (Villareal *et al.*, 2004).

Todos los estimadores no paramétricos de riqueza de especies se comportaron de forma similar y todas las curvas tuvieron un crecimiento inicial alto, en especial Chao 2. Debido a que ACE, Chao 1 y Chao 2 sobrepasaron al riqueza observada, se considera que estos estimadores no paramétricos fueron exactos para estimar la riqueza verdadera, pues la riqueza observada es una subestimación de la riqueza verdadera ya que existen

especies que posiblemente no se registren (Chiarucci *et al.*, 2003), pese a esto y la tendencia de todas las curvas que adquirieron estabilidad después de aproximadamente el 50% de las unidades evaluadas, se concluye que el muestreo fue adecuado y representativo, y que aunque existan posibilidades de encontrar especies nuevas estas son bajas.

4.2 Distribución de los parámetros estructurales y fisionómicos de la vegetación para cada uno de los tipos de bosque

4.2.1 Composición y diversidad florística de la vegetación presente para cada tipo de bosque (BI y BC)

Al analizar por separado cada uno de los dos tipos de bosque, se encontró diferencias en cuanto a la diversidad de familias, géneros y especies para cada tipo de bosque; teniendo en cuenta que el número de individuos evaluados vario tanto para el **BI** (4438 ind.) y **BC** (2764 ind.).

En el **BI** se encontraron 46 familias con 125 entidades taxonómicas y en el **BC** 50 familias con 147 entidades taxonómicas; en el **BI** las familias con mayor abundancia son

Rubiaceae, Arecaceae, Araceae e Hymenophyllaceae (Figura 15) y en el **BC** Rubiaceae, Arecaceae, Phyllanthaceae y Myrcinaceae (Figura 16).

Algunas especies con características arbóreas y arbustivas que no se encuentran en el BI son *Ilex laurina* (Aquifoliaceae), *Geonoma sp3* (Arecaceae), *weinmannia cf. Sorbifolia* (Cunoniaceae), *Inga sp 1* (Fabaceae), *Billia rosea* (Hipocastanaceae), *Nectandra sp 2* (Lauraceae), *Miconia cf. Floribunda* (Melastomataceae), *Eugenia cf egensis* (Myrtaceae), *Prunus cf opaca* (Rosaceae) y *Pouteria baheniana* (Sapotaceae).

I

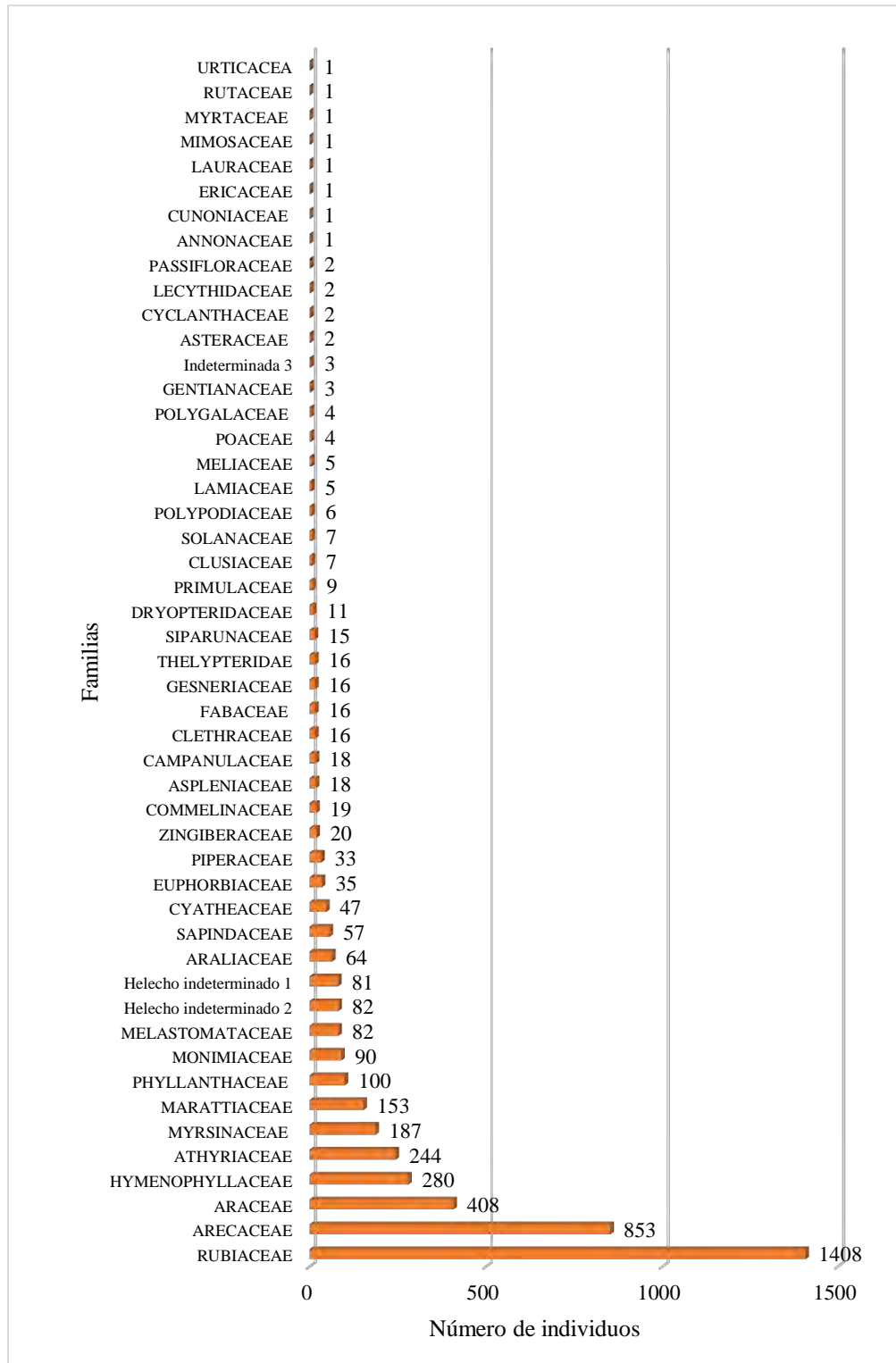


Figura 15: Abundancia de los individuos registrados para cada una de las familias encontradas en el área intervenida (BI) del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras

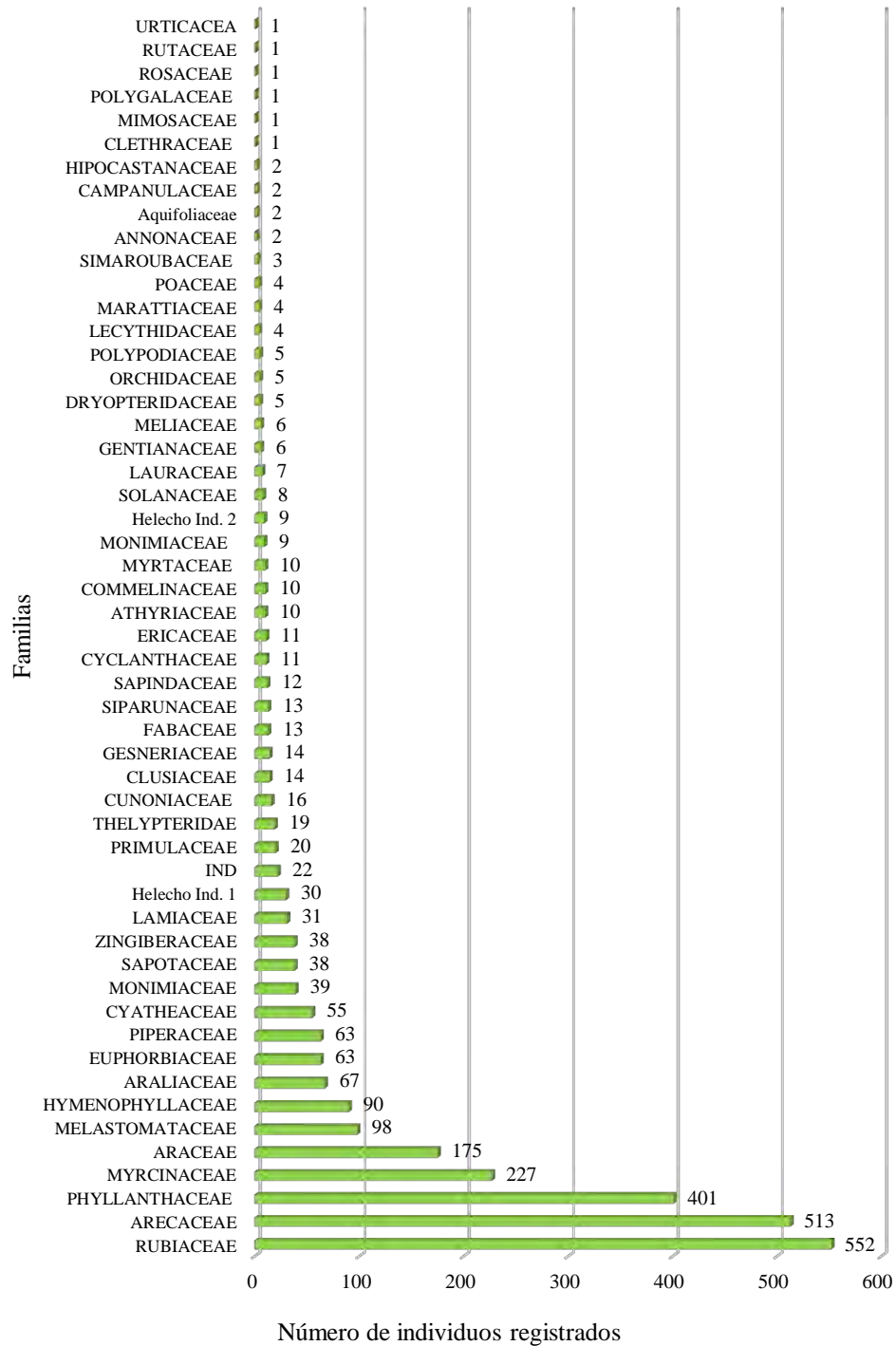


Figura 16: Abundancia de los individuos registrados para cada una de las familias encontradas en el área conservada (BC) del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras

4.2.2 Caracterización fisionómica y estructural de la vegetación presente en cada uno de los tipos de bosques

4.2.2.1 Evaluación de la complejidad del bosque mediante el análisis de la distribución vertical de la vegetación

La evaluación de la estructura vertical de la vegetación se determinó mediante el número de estratos encontrados, teniendo como referencia la escala de estratos establecida por Rangel & Lozano (1986) de los dos tipos de bosque determinado a su vez por la altura de cada uno de los individuos evaluados.

Existen variaciones en cuanto el número de especies encontradas para cada estrato, como el número de estratos evaluados; de esta manera en el **BI** no presenta estrato arbóreo superior, y el número de especies excepto en el estrato rasante es menor que en los encontrados para el **BC** (Tabla 2), con un prueba de Chi-cuadrado se determinó que no existe diferencia significativa entre el número de especies encontradas para cada tipo de bosque (p-val: 0,224 α : 0,05), pero si existió una diferencia significativa entre el número de individuos registrados para cada uno de los estratos (p-val: 4,41E-35 α : 0,05), es decir los tipos de bosque no se diferencian significativamente en cuanto a composición pero si lo hacen respecto a la estructura en la que el bosque conservado posee valores más altos de abundancia.

Los estratos de vegetación encontrados presentaron particularidades en cuanto a las especies más abundantes registradas, para el estrato rasante del **BI** se destaca a *Hymenophyllum sp 1*, este género, al que corresponden los helechos de pequeño tamaño con hábitos rupícolas y/o terrestres, es uno de los géneros más diversos para los bosques subandinos (Murillo 1998; Triana & Murillo 2005).

Para el estrato herbáceo del **BI** se destacan por su abundancia la morfoespecie *Psychotria sp6* y *Dictyocaryum lamarckianum*, la primera como anteriormente se

mencionó, corresponde a un género de amplia distribución y abundancia para bosques andinos (Mendoza *et al* 2004) y de mayor diversidad para la cordillera oriental (Mendoza 2000); por su parte *Dictyocaryum lamarckianum* es una palma que alcanza grandes alturas, su prevalencia en este estrato indica que se han generado condiciones lumínicas y térmicas adecuadas para la mayor germinación de plántulas, cuya supervivencia es fuertemente reducida por las condiciones ambientales (Palacio *et al* 1998), por lo que su abundancia en estratos superiores no representa la misma encontrada para este estrato.

Tabla 2: Número de especies e individuos registrados para los diferentes estratos encontrados en el área intervenida (**BI**) y conservada (**BC**) del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras

ESTRATO	NÚMERO DE ESPECIES (BI)	NÚMERO DE ESPECIES (BC)	NÚMERO DE INDIVIDUOS (BI)	NÚMERO DE INDIVIDUOS (BC)
ARBÓREO SUPERIOR	0	3	0	3
ARBÓREO INFERIOR	9	19	17	51
SUBARBÓREO	27	38	88	115
ARBUSTIVO	33	50	198	342
HERBÁCEO	72	101	3137	1779
RASANTE	34	27	998	474

En el estrato arbustivo del **BI** la especie *Schefflera sachamatensis* se destaca por presentar la mayor abundancia, el hallazgo de esta es poco frecuente para el piedemonte llanero o la región andina, pero anteriormente se reportó en el trabajo de monitoreo de la parcela permanente desarrollado en la **RNP** (Carvajal *et al* 2008; Ballesteros & Villarte 2009), el registro de esta especie es muy importante pues no existe información detallada de la distribución de la misma en Colombia.

Para el estrato subarbóreo del **BI** la mayor abundancia la presenta *Geonoma sp1*, como anteriormente se había mencionado el hallazgo de especies de este género es común para los bosques subandinos (Rangel *et al* 1997).

En el estrato arbóreo inferior del **BI** se encontró que la especie con mayor abundancia es *Miconia dolichorrhyncha*, esta se destaca por presentar valores altos de peso ecológico dentro de los bosques naturales (Fernández *et al* 2012) y ser explotada con fines maderables por las comunidades campesinas que sin duda han provocado alteraciones de los bosques ubicados en las cordilleras (Valderrama & Linares 2008).

En el **BI** no se encontró el estrato superior determinado en la escala de estratos de Rangel & Lozano (1986) en el que se contemplan árboles con alturas mayores a 25 m, teniendo en cuenta que el **BI** fue el bosque con mayor grado de alteración por explotación de recursos maderables, antiguamente desarrollados en la **RNP**, se puede inferir que la pérdida del estrato arbóreo superior y la disminución de especies en cada estrato presente, respecto al **BC** se debe a que los bosques en un estado de recuperación tras un fenómeno de este tipo, presenta mayores coberturas para los estratos rasante, herbáceo y arbustivo y gradualmente disminuyen para los estratos superiores (Cortés 2003).

Respecto al **BC**, se evidencia un cambio en las especies con mayores abundancias, para el estrato rasante la morfoespecie *Psychotria sp6*; en el estrato herbáceo se encuentra a *Croizatia brevipetiolata* que como anteriormente se menciono es una especie arbórea; en el estrato arbustivo se encuentra a *Wettinia praemorsa* una especie de la familia Arecaceae de la que se ha documentado puede llegar a dominar el estrato arbóreo de los bosques subandinos (Rangel & Arellano 2009) y se considera como una especie casi amenazada por factores como pérdida de hábitat (Galeano & Bernal 2005).

Para el estrato subarbóreo del **BC** se destaca a *Croizatia brevipetiolata* como la especie con mayor abundancia; para el estrato arbóreo inferior *Miconia dolichorrhyncha* y para el estrato arbóreo superior la especie *Alchorneopsis floribunda* que para el piedemonte llanero se reporta como especie maderable, usada por las comunidades como fuente dendroenergética (Carvajal *et al* 2008).

En un aspecto general, se puede decir que la intensidad de uso de los recursos forestales maderables, realizada en lo que se considera el bosque intervenido, ha sido leve pues la riqueza de especies es similar a la del bosque conservado, esto puede considerarse bajo la idea de que la intervención fue posiblemente leve y así que no provoco gran pérdida de especies para el bosque o que la perdida de especies fue tan baja que en un periodo de tiempo corto fue posible recuperarla, pero es la composición la que varía (Martin & Gower 1996; Uhl *et al* 1988 citado por Smith *et al*, 1997; Smith *et al*, 1997); se considera que la recuperación de esta composición asociada a los parámetros estructurales, en este caso la altura de la vegetación, actuara en función inversa a la alteración del área evaluada, es decir la recuperación de esos parámetros estructurales, como por ejemplo el estrato arbóreo superior que no fue encontrado para el (**BI**) en este estudio, tardara más si el grado de afectación fue alto, que considerando lo anteriormente planteado no fue grave pues la riqueza aún se mantiene (Uhl *et al*. 1988 citado por Smith *et al*, 1997).

Teniendo en cuenta la estructura, referida a la abundancia de individuos que presento cada uno de los estratos y al existir una diferencia significativa entre los valores obtenidos para el **BI** y **BC**, se podría considerar que en los bosques tropicales la distribución de individuos en los estratos, en especial en los superiores, tiende a disminuir como en la evaluación de los bosques de algunos ecosistemas tropicales realizada por Castillo & Rosero (2012);

Sin embargo, se considera que la gran abundancia no solo de las herbáceas (Castillo & Rosero 2012) sino del estrato rasante y arbustivo, no pueden contemplarse como determinantes para inferir que los tipos de bosque evaluados y en general todo el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras, sea un bosque juvenil o de regeneración, pues como Castillo & Rosero (2012) contemplan la evaluación de herbáceas y plantas rasantes se hace en toda el área que comprende el plot y no como se establece en el método tradicional de parcelas de un área menor.

Así mismo, el número representativo de especies e individuos en el estrato arbustivo y subarbóreo se puede relacionar con la fisiología y naturaleza de dichas especies que los componen, pues especies que igualmente contribuyeron en la abundancia de estos, como *Croizatia brevipetiolata* se encuentran generalmente entre los rangos de altura comprendidos para estos estratos (5-10m) en los bosques subandinos (Cuello & Cleff 2011) o *Cybianthus cf laurifolius* que alcanza una altura aproximada de 8 metros (Acosta *et al* 2008) de manera que la altura que alcancen normalmente las especies también puede incidir en estos valores.

4.2.2.2 Análisis de la heterogeneidad del bosque mediante la evaluación de la distribución horizontal de la vegetación

Al evaluar la distribución horizontal de las especies, se logró efectuar el cálculo de los índices IPF e IVI para cada uno de los tipos de bosque (**BI - BC**).

Respecto al IPF para el **BI**, se encontraron especies que comparten valores similares respecto a este índice que son *Alchornea latifolia* (14,68%), *Alchornea glandulosa* (11,8%) y *Miconia dolychorryncha* (11,47%) (Figura 17), esto indica que estas especies encontradas en el estrato arbóreo son las más representativas fisonómicamente pues tienen de todos los registros, la mayor densidad, área basal y cobertura.

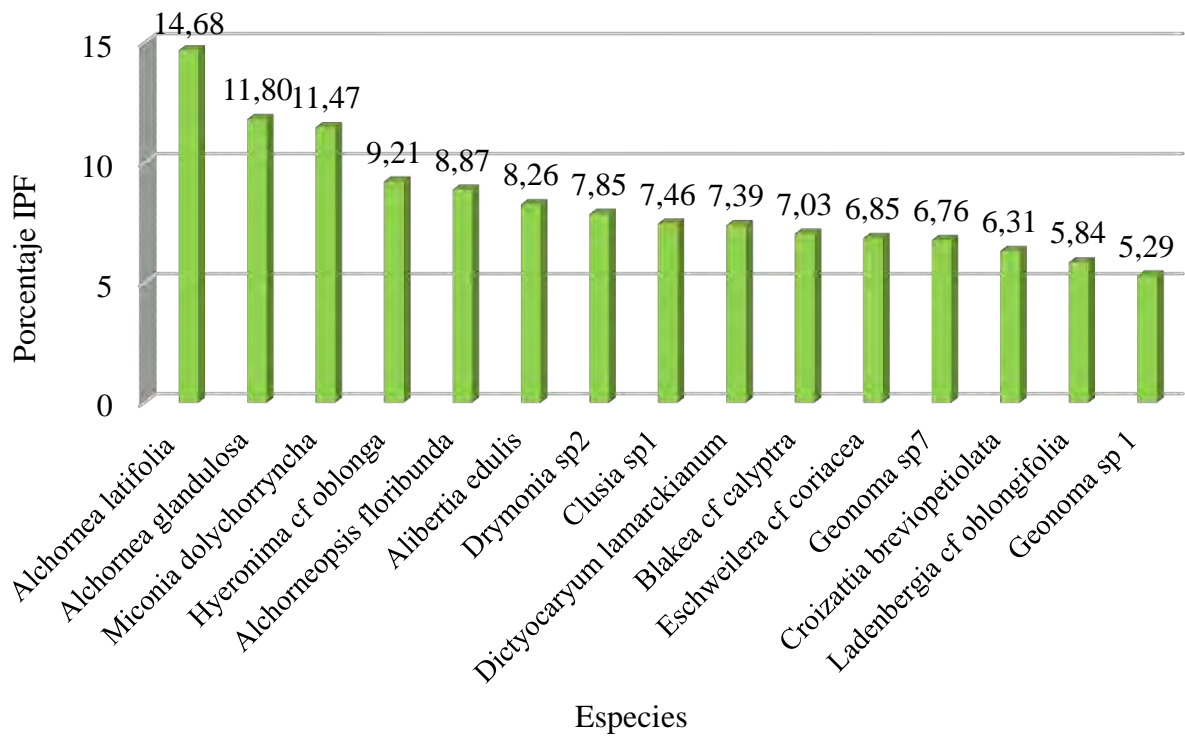


Figura 17: Especies con el mayor índice de predominio fisionómico (IPF) encontradas en el área intervenida (BI) en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

Valores más altos en cuanto a IPF se encuentran en el **BC**, se destacan *Alchornea latifolia* (82,25%), *ilex laurina* (27,46%) y *Alchornea glandulosa* (21,23%) (Figura 18), si bien al menos dos de las especies se encuentran presentes de igual modo en cada uno de los bosques, los porcentajes sí varían considerablemente indicando que en el **BC** existe una dominancia fisionómica más fuerte por parte de las especies en mención, es decir se encuentran en mayor abundancia por lo que son más densas en los plots, y en estos presentan mayores DAPs y porcentajes de cobertura más altos que indican una proyección de la copa mucho más amplia.

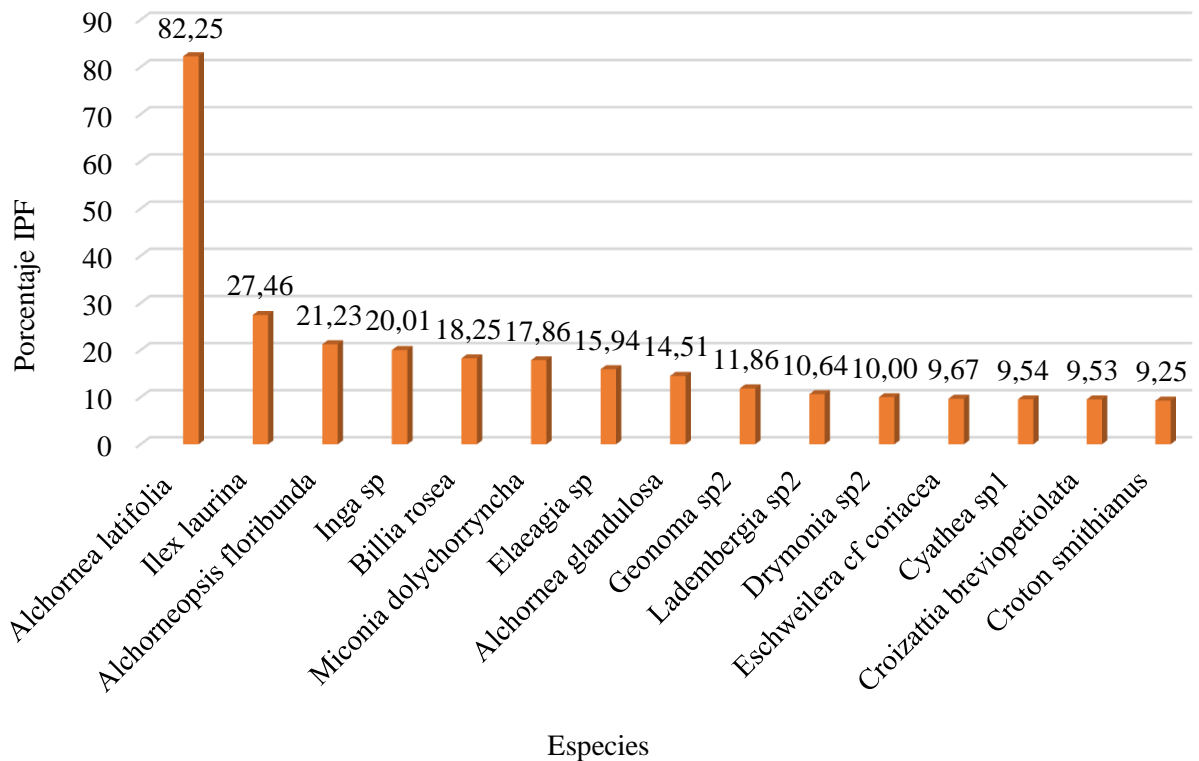


Figura 18: Especies con el mayor índice de predominio fisionómico (IPF) encontradas en el área conservada (BC) en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

El índice de valor de importancia IVI que indica el peso ecológico de las especies en el ecosistema tanto para el **BI** (Figura 19) como para el **BC** (Figura 20), muestra como en el anterior caso que los valores más altos se generan para el **BC** y se destaca la presencia de *Alchornea latifolia* como la especie con mayor importancia para los dos bosques pero con un porcentaje más alto para el **BC**, es decir que en esta zona el estrato arbóreo cuenta con una mayor densidad, dominancia y frecuencia es decir que esta especie se la encontró en un mayor número de plots en cada uno de los bosques.

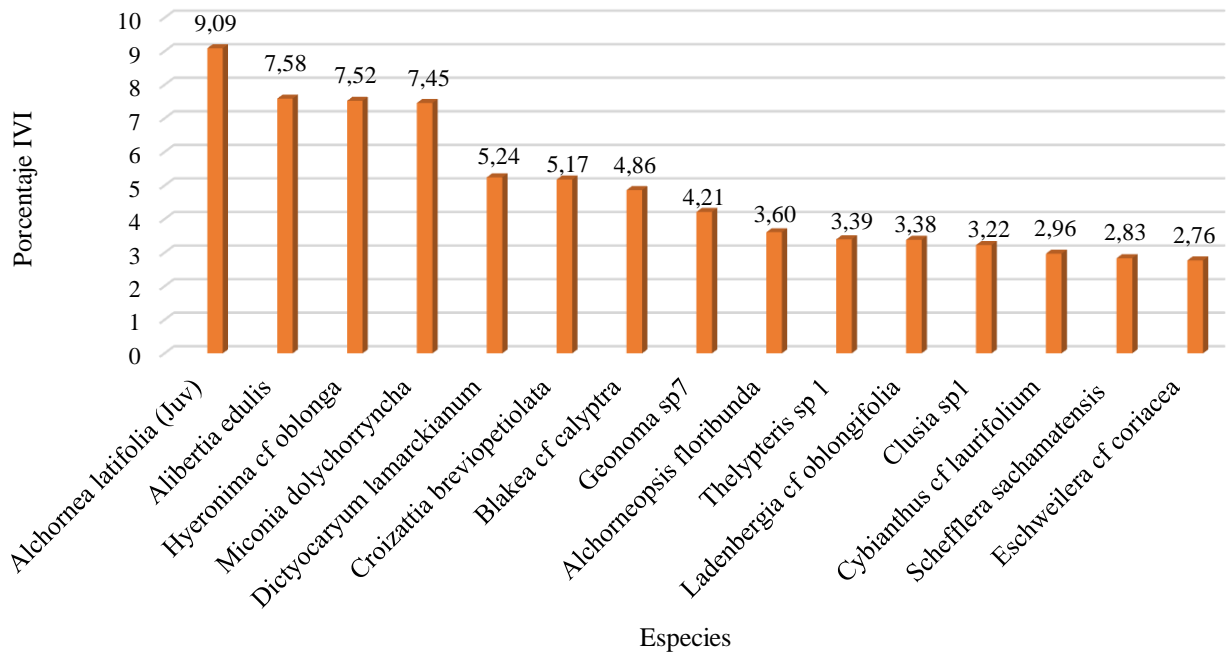


Figura 19: Especies con el mayor índice de valor de importancia (IVI) encontradas en el área intervenida (BI) en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

En el bosque intervenido también se destacó la especie *Alibertia edulis* que tiene el segundo mayor valor IVI para el **BI**, esta especie es común en los bosques secundarios, a nivel ecosistémico su importancia también radica en que se establece como fuente alimenticia para algunos grupos animales como invertebrados frugívoros de los órdenes Coleóptera, Hymenóptera, Díptera e Isóptera (Souza & Lopes 2004; Mendieta 2006).

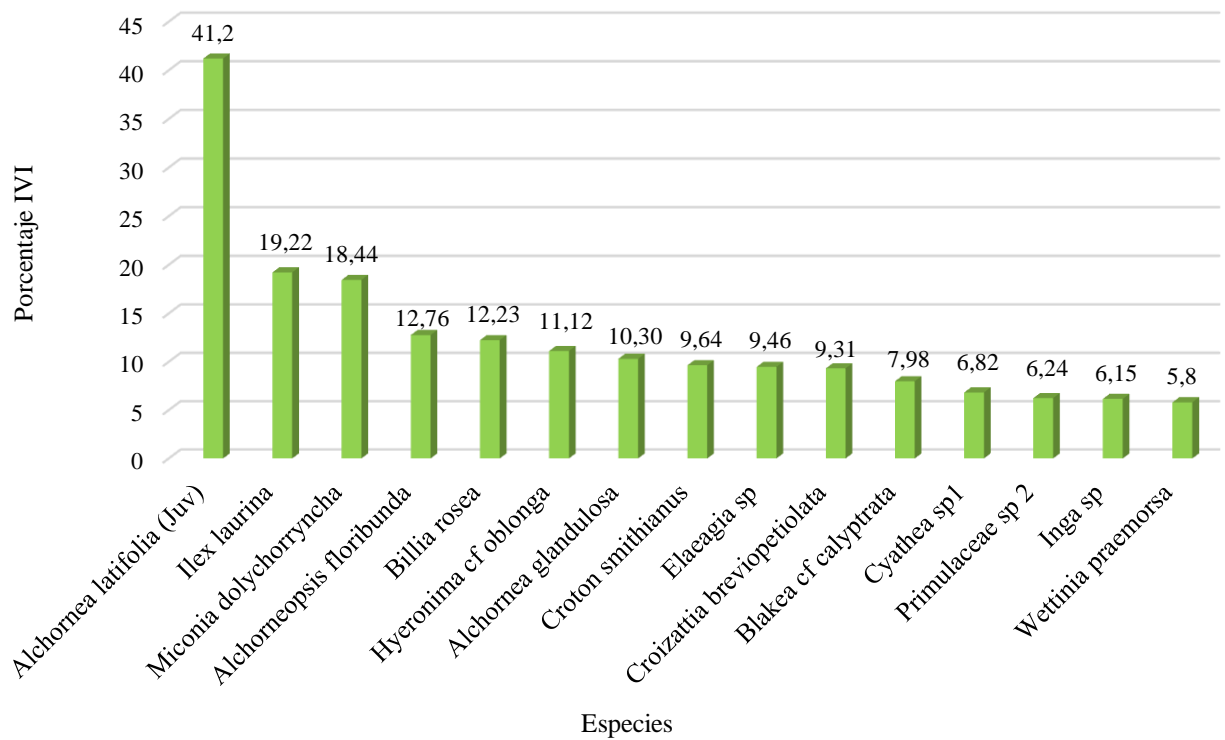


Figura 20: Especies con el mayor índice de valor de importancia (IVI) encontradas en el área conservada (BC) en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

4.2.3 Análisis de diversidad de plantas para el bosque intervenido (BI) y bosque conservado (BC)

La comunidad de plantas se describió de acuerdo a la diversidad Alpha y beta, con esto se logró determinar el comportamiento de la vegetación en cada uno de los tipos de bosque.

4.2.3.1 Diversidad Alfa del área intervenida (BI) y conservada (BC) del bosque muy húmedo premontano en la Reserva Natural Las Palmeras

La riqueza medida como el número de especies que se encontraron en cada uno de los tipos de bosque (BI-BC) fue diferente, a pesar de que se evaluó igual número de plots para cada uno de los bosques, aunque el número de individuos en el **BI** fue mayor que en el **BC**, se encontró una riqueza de 125 especies y un mayor número de especies de reportó para el **BC**, 147 en total.

La diversidad Alfa evaluada refleja la heterogeneidad en base al número de especies y su abundancia (Pla 2006) de **BI** y **BC**, los valores encontrados para cada sitio respecto al índice de Shannon - Wiener (H') son comparativamente altos, pero alcanza un valor mayor en el **BC** (Tabla 3), de esta manera se establece que la mayor heterogeneidad referida a número de especies encontradas y abundancias, proporcionalmente similares en las especies del **BC**, son mayores que el número de especies del **BI**, pues la abundancia de las especies encontradas aquí son proporcionalmente diferentes, por lo que su relación genera un valor menor de H' respecto al **BC** (Shannon & Weaver 1949; Pla 2006).

Los valores exhibidos a través del índice de Uniformidad de Shannon- Wiener para cada tipo de bosque son menores que uno, así que se los considera bajos, esto indica que si existe heterogeneidad como anteriormente se plantea y que las probabilidades de

que una muestra vegetal tomada en **BI** y **BC** pertenezca a las especies dominantes, es mayor para **BI** y menor para **BC** que presenta mayor equidad en las abundancias de sus especies (Pla 2006).

El índice de diversidad D indica el número efectivo o equivalente de especies, es decir el número de especies real que no se ve afectado por la abundancia de individuos (Pla 2006; Jost & González 2012), para **BI** y **BC**, este valor es mayor para el **BC** lo que indica que este tipo de bosque presenta un mayor número de especies con abundancia similar como establece en el análisis anterior, por lo que su diversidad es mayor.

Tabla 3: Diversidad Alfa y Beta del Bosque intervenido y conservado de la Reserva Natural Las Palmeras

	<i>Índice</i>	<i>Bosque intervenido</i>	<i>Bosque conservado</i>
<i>Diversidad Alpha</i>	Shannon - Wiener (H')	3,366	3,828
	Diversidad D	28,96	45,97
	Uniformidad de Shannon- Wiener	0,69	0,76
<i>Diversidad Beta</i>	Jaccard (Cj)	0,628	
	Morisita – Horn (CmH)	0,733	

4.2.3.2 Diversidad Beta del bosque intervenido (BI) y bosque conservado (BC)

El análisis de la diversidad Beta que permitió la comparación de los dos sitios evaluados (**BI** - **BC**) mediante la similaridad. El índice cualitativo de Jaccard (Cj) permite inferir que los dos tipos de bosque son similares, pues comparten

aproximadamente el 62% de las especies, sin embargo la betadiversidad adquiere un valor considerable del 38%, al contemplar el valor del índice de Morisita – Horn (CmH) (Tabla 4) una similaridad alta del 73 %, lo que permite inferir una betadiversidad de 27%, es decir los dos tipos de bosque estructuralmente difieren en aproximadamente el 30%.

Teniendo en cuenta que los dos bosques evaluados corresponden espacial y geográficamente a un mismo tipo de bosque (bmh-PM), cuya distribución abarca toda el área de la **RNP**, las zonas evaluadas (**BI-BC**) presentan diferencias en la vegetación en cuanto a composición y estructura.

4.2.3.3 Análisis de la heterogeneidad y complejidad vegetal del bosque muy húmedo premontano

En el análisis de componentes principales llevado a cabo con las variables fisionómicas (tabla 1) se logró determinar los elementos que mejor describen la estructura fisionómica del bosque.

Teniendo en cuenta las variables estructurales y fisionómicas anteriormente evaluadas, se realizó un análisis de agrupamiento haciendo uso del método de Promedio Aritmético No Pesado (UPGMA), la agrupación de los otus indica principalmente la formación de dos grandes grupos que se evidencian en el dendrograma de similitud (Figura 21), la mayoría de plots se agrupan en relación al tipo de bosque evaluado, pues los plots 1 A 25 fueron los evaluados para el **BI** y los plots 26 a 50 los evaluados para el **BC**. En este análisis de agrupamiento se logró obtener una R de Pearson = 0,82715 que indica alta confiabilidad en la agrupación con los datos suministrados.

Finalmente se desarrolló un análisis de componentes principales para confirmar el agrupamiento anteriormente obtenido, esto con el propósito de determinar que variables tuvieron mayor incidencia en la agrupación de los Otus, y escoger la variable más pesada para la correlación con la diversidad de anfibios, de esta manera se obtuvo que el **Número de especies de árboles con DAP mayor a 3,2** fue la variable más significativa en el momento de describir el bosque.

En general, las variables que tienen mayor importancia y que explican la estructura del bosque de acuerdo al primer componente principal fueron: número de especies con DAP mayor a 3,2, altura de herbáceas, porcentaje de la cobertura de dosel, porcentaje de cobertura de los árboles y la profundidad de hojarasca. Mientras que en el segundo componente las variables con más importancia son el Número de árboles con DAP mayor a 3,2, y los índices de diversidad alfa (S, Shannon, Diversidad D y uniformidad Shannon).

En la figura 22 se observa como estas variables generan la agrupación de los plots, y forman dos grupos y un out lyer. El primer grupo está compuesto por las unidades muestrales con mayor altura de herbáceas, mayor porcentaje de la cobertura de dosel, mayor número de especies con DAP mayor a 3,2, mayor porcentaje de cobertura de los árboles y mayor profundidad de hojarasca. El segundo grupo lo conforman los plots con menor porcentaje de la cobertura de dosel, menor número de especies con DAP menor a 3,2, menor porcentaje de cobertura de los árboles y menor profundidad de hojarasca.

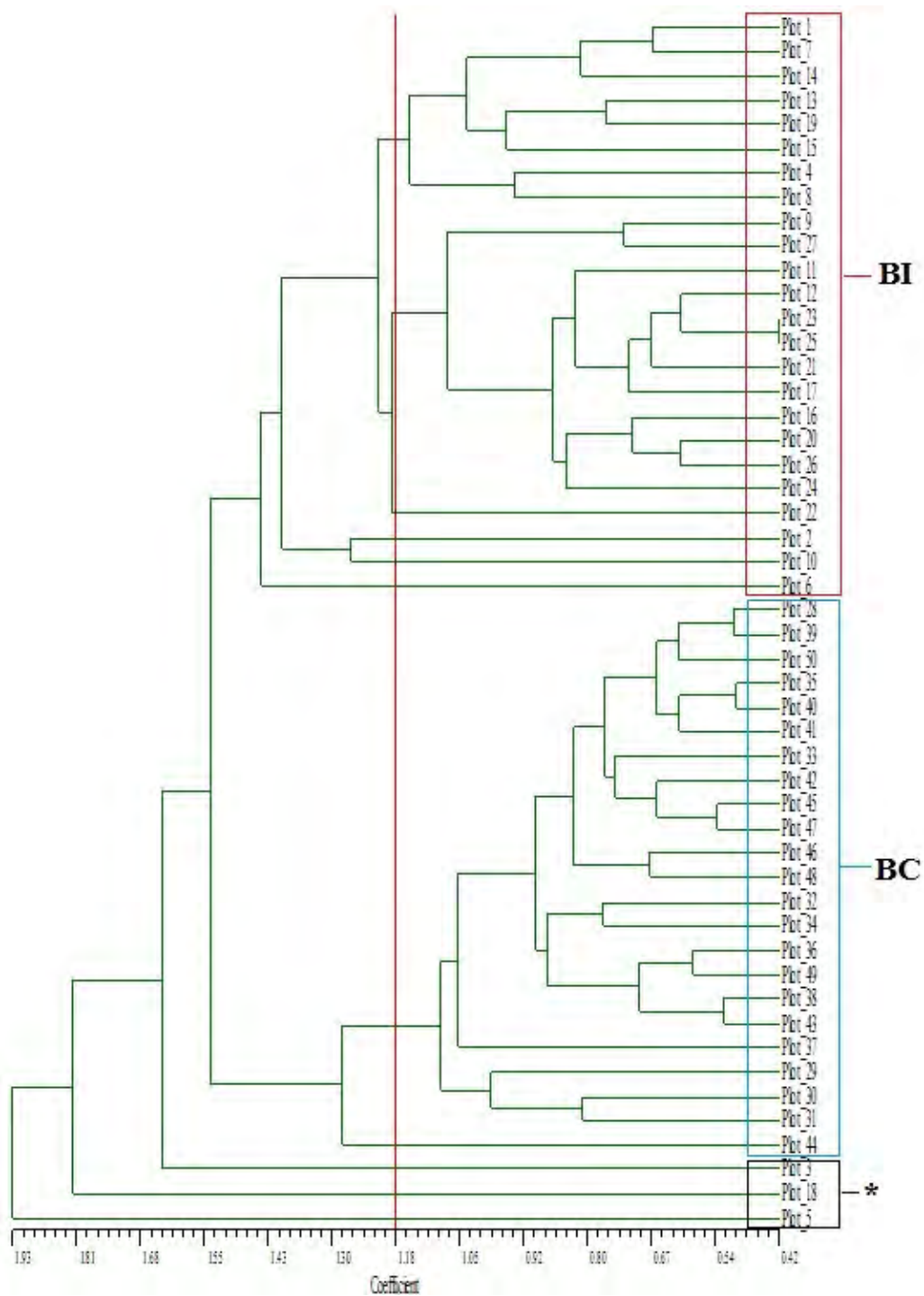
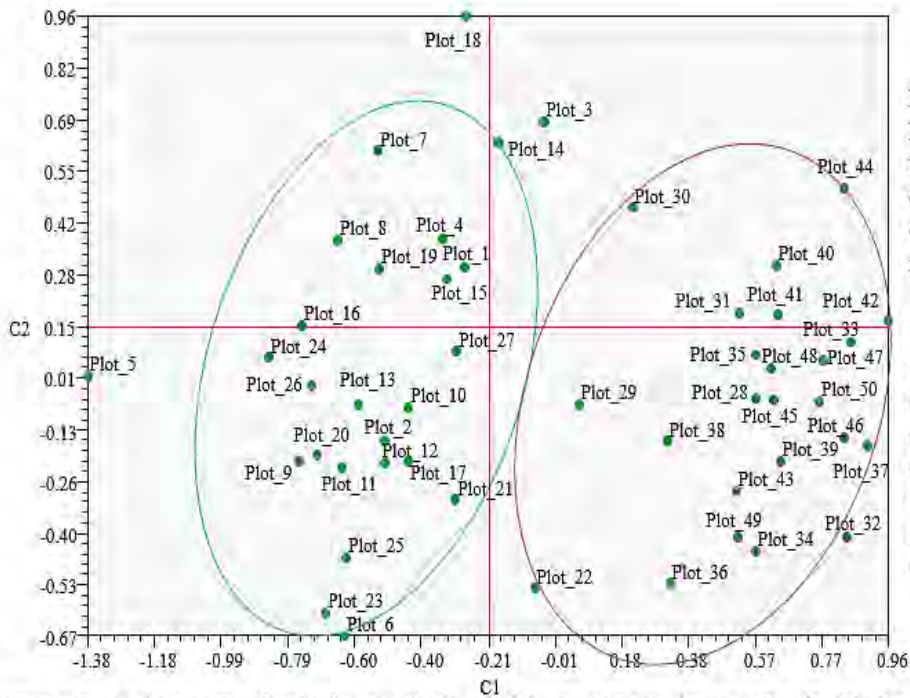


Figura 21: Dendrograma de similitud de las unidades muestrales (Plots) respecto a las variables fisionómicas y estructurales evaluadas para el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.* Plots que se establecieron como out lyer.

Los plots 3,18 y 5, se ubica en el grupo out lyer pues dados los valores que presentaron en la evaluación de las variables fisionómicas y estructurales, no se lograron asociar con las demás unidades muestréales, así por ejemplo el Plot 5 no presento arboles con $DAP > 3.2$ y por lo tanto su vegetación no alcanzo el dosel y por lo mismo no evidencio una cobertura de árboles o arbustos y su diversidad, teniendo en cuenta este comportamiento, presento los valores más bajos.

Tanto el Plot 3 y en especial el plot 18, tuvieron una composición principal y casi exclusiva de árboles cuyo dosel alcanzo una mayor altura, pero estos no representaron un aumento en la riqueza porque su número de especies de árboles con $DAP > 3.2$ fue bajo, es decir los arboles presentes se distribuyeron en pocas especies y como no tuvieron una buena representatividad en herbáceas, en general sus índices de diversidad fueron bajos, por lo que al igual que en el caso anterior no se lograron asociar con las demás unidades muestréales.



Menor riqueza de especies;
 Mayor número de árboles con un DAP > 3.2; Mayor altura del dosel y arbustos; Mayor densidad del estrato arbóreo, menor DAP de arbustos.

Mayor riqueza de especies;
 Menor número de árboles con un DAP > 3.2; Menor altura del dosel y arbustos; Menor densidad del estrato arbóreo, mayor DAP de arbustos.

Menor número de especies de árboles con DAP > 3.2; Menor cobertura de dosel, cobertura de árboles y arbustos y profundidad de hojarasca. Menor altura de herbáceas. Valores más bajos en los índices de diversidad H' - D y Mayor densidad de herbáceas.

Mayor número de especies de árboles con DAP > 3.2; Mayor cobertura de dosel, cobertura de árboles y arbustos y profundidad de hojarasca. Mayor altura de herbáceas. Valores más altos en los índices de diversidad H' - D y Menor densidad de herbáceas.

Figura 22: Análisis de componentes principales (PCA) para todo el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural las Palmeras (RNP)

4.2.3.4 Descripción de la heterogeneidad y complejidad vegetal empleando las variables estructurales y fisionómicas evaluadas para cada tipo de bosque.

4.2.3.4.1 Heterogeneidad y complejidad del bosque intervenido (BI)

El análisis de componentes principales del bosque intervenido (Figura 23) permitió determinar que las variables que explican su estructura de acuerdo al primer componente fueron la altura de dosel, porcentaje de la cobertura de dosel, densidad del estrato arbóreo y número de árboles con DAP mayor a 3.2. Mientras que en el segundo componente las variables con más peso son la densidad del estrato herbáceo, la riqueza, el número de individuos y la diversidad Shannon.

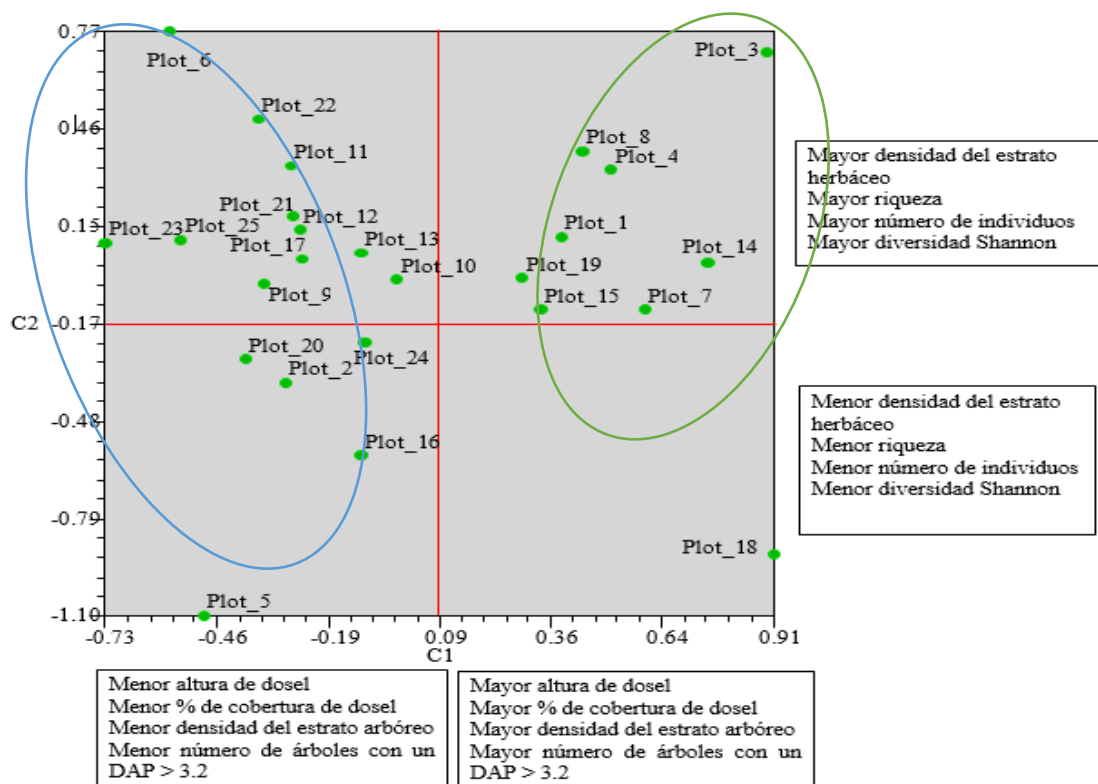


Figura 23: Análisis de componentes principales (PCA) para el área intervenida del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

Este análisis explica como los plots realizados en este bosque se agrupan según las variables evaluadas. Así, los plots ubicados en el grupo de la derecha, poseen mayor densidad del estrato herbáceo, mayor riqueza, mayor número de individuos, mayor diversidad Shannon, mayor altura de dosel, mayor porcentaje de la cobertura de dosel, mayor densidad del estrato arbóreo y mayor número de árboles con DAP mayor a 3.2; de modo contrario, los plots ubicados en el grupo de la izquierda poseen menor altura de dosel, menor porcentaje de la cobertura de dosel, menor número de árboles con DAP mayor a 3.2, mayor densidad del estrato herbáceo, mayor riqueza, mayor número de individuos y mayor diversidad Shannon.

Nuevamente se evidencia que los plot 5 y 18 están por fuera de estos grupos, por sus proporciones fisionómicas notablemente diferentes. El primero pertenecer a una zona donde el bosque está más intervenido, ya que es aquí donde se presenta el menor número de árboles con DAP mayor a 3.2, menor densidad del estrato herbáceo, menor riqueza, menor número de individuos y menor diversidad Shannon. Mientras que el plot 18 está conformado por árboles de gran porte, pero el resto del área evaluada en este plot tiene una cobertura herbácea mínima y fue más homogéneo en cuanto a la riqueza de especies.

4.2.3.4.2 Heterogeneidad y complejidad del bosque conservado (BC)

La evaluación de la heterogeneidad y complejidad de la vegetación del bosque conservado (BC) mediante el análisis de componentes principales (Figura 24), permitió determinar que las variables que explican su estructura de acuerdo al primer componente fueron la altura de dosel, altura de los árboles, porcentaje de la cobertura de los árboles y diversidad representada con el índice de Shannon. El segundo componente lo explican las variables densidad del estrato arbustivo, densidad del estrato herbáceo, la riqueza y los individuos totales.

De este modo se observan dos grandes grupos, el principal que abarca un mayor número de plots y se encuentra en la parte superior derecha del PCA (Figura 24), aquí se ubican las unidades que presentaron mayor altura de dosel y árboles y su respectiva cobertura además se encontró una mayor densidad del estrato arbustivo, riqueza

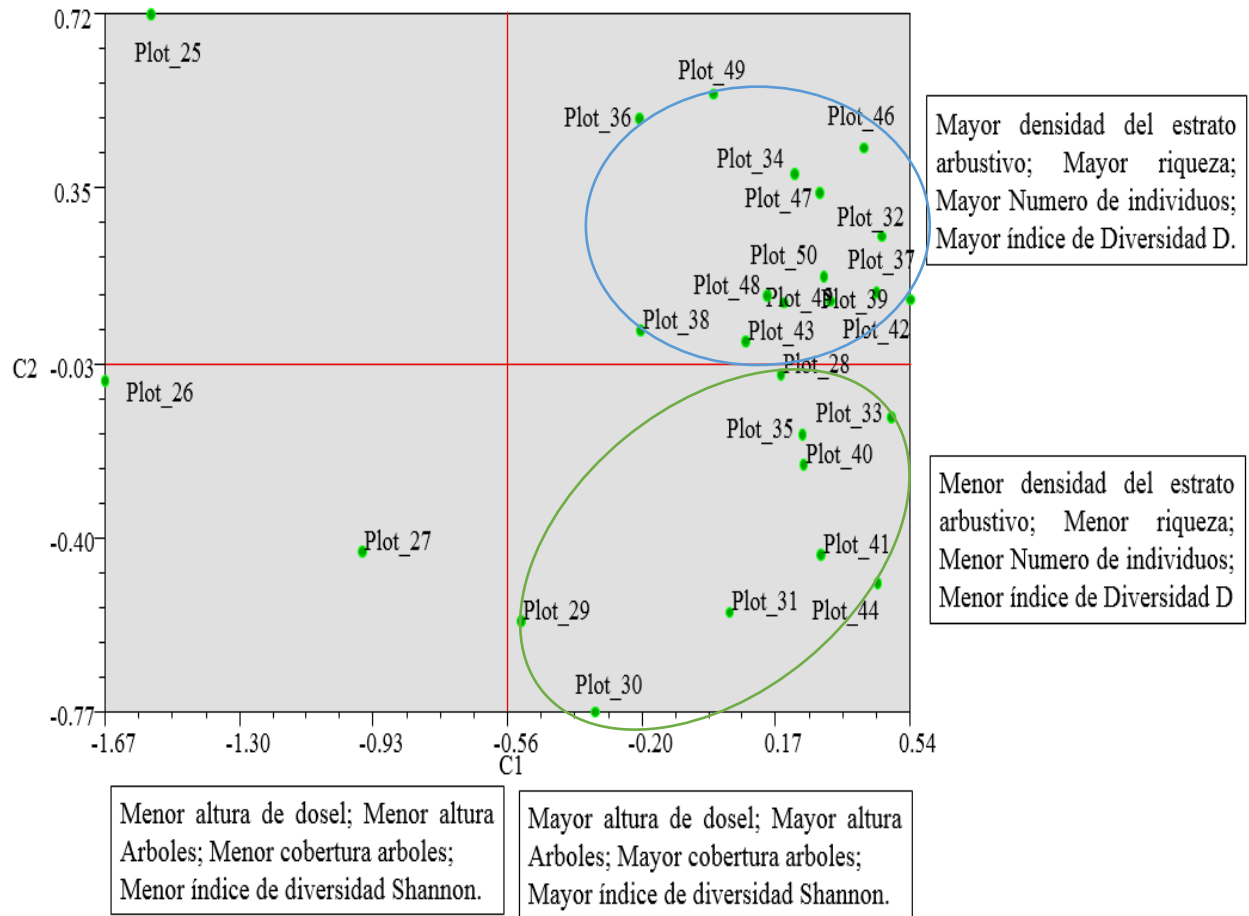


Figura 24: Análisis de componentes principales PCA para todo el bosque conservado.

En general este análisis muestra que el bosque conservado posee las propiedades fisionómicas más ventajosas si se compara con el bosque intervenido, sin embargo a parte

de los dos principales grupos que se formaron, se encuentran 3 Plots fuera de la agrupación de estos.

Particularmente estos plots se ubicaron en una zona de transición, es decir respecto a los demás plots evaluados para el **BC**, estos se encontraron en una posición más cercana al bosque intervenido y quizá por esta razón evidencien la disminución de las características fisionómicas evaluadas, pero se consideran como un importante aporte al entendimiento del comportamiento del bosque, pues sugieren un cambio gradual respecto de la zona del bosque intervenido hacia la zona de bosque conservado.

4.2.3.4.3 Índice de heterogeneidad y complejidad vegetal para el bosque intervenido y conservado (BI - BC)

Según el análisis de la heterogeneidad y complejidad de la estructura fisionómica de la vegetación, el **BI** y **BC** fue diferente.

El bosque conservado obtuvo un índice de complejidad más alto, es decir la vegetación de esta área presentó una mayor estratificación vertical evidenciada en las alturas de los árboles y del dosel, así como la cobertura de este, esto también lo reportan también Gutiérrez & Bock (2005), y se evidencia aún más en este estudio con los estratos verticales encontrados (Tabla 4) como anteriormente se menciona.

En este bosque el índice de heterogeneidad es menor, es decir existe mayor homogeneidad en la distribución horizontal de la vegetación referida a una mayor densidad del estrato arbóreo y menor del herbáceo, con un mayor número de árboles con $DAP > 3.2$.

Tabla 4: Índices de complejidad y heterogeneidad determinados para el área intervenida (**BI**) y área conservada (**BC**) del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

	<i>Bosque intervenido</i>	<i>Bosque conservado</i>
<i>Índice de complejidad</i>	0,1692	0,2807
<i>Índice de heterogeneidad</i>	0,2211	0,1231

En el bosque intervenido la complejidad es menor, esto se evidencia también en la ausencia de registro del estrato arbóreo superior, según la escala de Rangel & Lozano (1986); es decir que atributos como la altura de la vegetación es menor en este bosque, así también tiene una menor altura y cobertura de dosel. El bosque intervenido, como se esperaba genero un índice de heterogeneidad más alto que el conservado lo que indica que existe una menor homogeneidad en la distribución horizontal, referida a una menor densidad del estrato arbóreo y mayor en el estrato herbáceo, con un menor número de árboles con DAP > a 3.2 y como además se corrobora con el análisis de los índices de predominio fisionómico (IPF) y valores de importancia (IVI) anteriormente evaluados en los que también el bosque conservado obtuvo valores más altos y que indican a su vez la existencia de individuos en el estrato arbóreo más denso y con un área basal mayor que en el bosque intervenido.

Todo el análisis realizado sobre la vegetación demuestra que tanto **BI** y **BC** presentan diferencias respecto a la fisionomía de la vegetación y composición de especies, indicando un fenómeno de alteración y pérdida de propiedades que caracterizaban al bosque original, que según la recopilación realizada por Polania *et al* (2011) de servicios y propiedades ecosistemicas que prestan los rasgos fisionómicos del bosque a la dinámica del ecosistema y los análisis de la dinámica de la vegetación

realizada por Valencia-Duarte *et al* (2012), la disminución o pérdida de caracteres como altura de las plantas, especialmente arbóreas, disminución o pérdida de dosel, pérdida de cobertura por la alteración de la copa, y alteración en las especies arbóreas que proyectan su sombra y reducen la intensidad lumínica, puede provocar cambios en la dinámica climática en el bosque y deficiencias en la regulación de la cantidad y calidad del agua.

Así, se establece que el proceso de aprovechamiento selectivo de especies maderables valiosas realizadas en la RNP, a pesar de que se dejaron de llevar a cabo hace más de siete años en esta área, tuvo consecuencias en la estructura y fisionomía del bosque, generó cambios en las especies que predominaban fisionómica y ecológicamente y alteró la abundancia de las mismas, lo que condujo al aumento y disminución de la densidad de algunas especies y estratos vegetales; este fenómeno es normal después de este tipo de eventos y genera pérdidas en la estructura y composición de las especies que promueve la generación de bosques secundarios, la pérdida de la funcionalidad de los sistemas hidrológicos tras la exposición del suelo a la intensidad solar tropical, la disminución de calidad de los recursos que puede ofrecer, finalmente la alteración del hábitat y bajo este el deterioro o destrucción de la biodiversidad mucha de la cual aún está sin catalogar o conocer (Jardel 1998; Chakravarty *et al* 2012)

Al igual que Bonilla *et al* (2011), en este estudio se encontró un mayor número de plantas leñosas, objeto de explotación maderera, en el bosque conservado que en el intervenido; entre las que se destacan *Miconia dolichorrhyncha* (Fernández *et al* 2012) y *Alchorneopsis floribunda* (Carvajal *et al* 2008) mencionadas anteriormente; destacan que este tipo de prácticas generan la pérdida de los elementos arbóreos que componen el dosel y se reducen las especies más representativas encontradas en el bosque que no está intervenido, finalmente y como ocurre en este estudio, es la complejidad vegetal la que se ve directamente afectada por la pérdida de estas propiedades fisionómicas con la consecuente alteración de la dinámica de las poblaciones de fauna que depende de los estratos superiores del bosque.

Pese a esto, desde el establecimiento del área como reserva natural garantizó que el proceso de degeneración del bosque se ha detenido, y que es posible que en épocas posteriores tras la conservación de esta área se comience a evidenciar el aumento de las medidas de diversidad y los patrones fisionómicos, tras la recuperación y posible aparición de las especies que conformaban, en el sentido más aproximado, la masa forestal en su estado original, siendo así la creación de áreas protegidas como reservas naturales un método efectivo para proteger, preservar y detener el deterioro de los bosques y la pérdida de biodiversidad (López 2011; Chakravarty *et al* 2012).

4.3 Composición y estructura del ensamblaje de anfibios presentes en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural las palmeras.

4.3.1 Composición del ensamblaje de anfibios presentes en la Reserva Natural Las Palmeras

En total se registraron 206 individuos que hicieron parte del ensamblaje de anfibios analizados en todo el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras, estos pertenecen al orden Anura y se distribuyeron taxonómicamente en tres familias Dendrobatidae, Hylidae y Craugastoridae, esta última presentó el mayor número de especies o morfoespecies (Figura 25), de las 13 encontradas en todo el bosque, para Hylidae y Dendrobatidae se reportó una sola especie.

La riqueza de anfibios para el departamento del Meta corresponde a 71 especies (Acosta 2013), dentro de las cuales se destaca la familia Hylidae, que se ha reportado en mayor proporción para rangos altitudinales más bajos del departamento, mostrando que el esfuerzo de muestreo para este departamento ha sido dirigido hacia estas zonas (Lynch, 2006), así y como se esperaba, teniendo en cuenta que las zonas andinas y de transición regional del piedemonte llanero han sido poco muestreadas (Lynch, 2006; Cáceres & Urbina, 2009), esta cifra aumentaría.

Se registraron 13 especies y/o morfoespecies para la **R.N.P** que variaron en abundancia (Figura 26), de estas, 3 ya se encuentran reportadas para el departamento del Meta que son *Hyloscirtus phyllognatus*, *Rheobates palmatus* y *Pristimantis savagei* (Figura 27). De las 10 especies y/o morfoespecies restantes, 2 se identificaron como confertus (cf), 2 como afines (aff) y 6 se lograron identificar a hasta género; en algunas se logró asociar al grupo al que pertenecen (Figura 27). Sin embargo e independientemente al grado de identificación, los 10 reportes son nuevos para el departamento, pues no se registran ni las especies o morfoespecies en los documentos resultantes de la

investigación de fauna anfibia para el departamento como el de Lynch (2006) y Cáceres & Urbina (2009), o algunos documentos incluyentes como el de Acosta (2000).

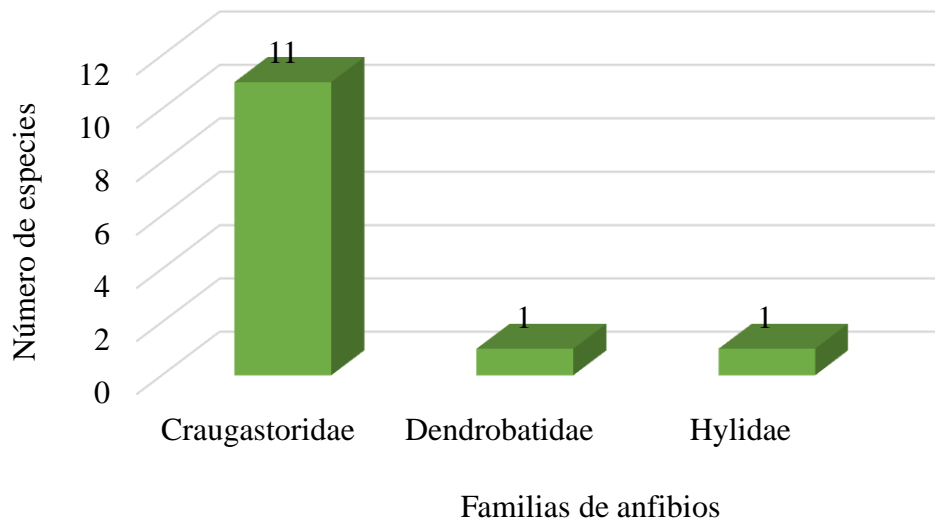


Figura 25 Número de especies y familias que hacen parte del ensamblaje de anfibios presente en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural las Palmeras.

Esto indica que la zona alta del piedemonte llanero ha sido un área relegada en la investigación de anfibios, su composición representada por la familia Craugastoridae, contrasta con la encontrada en la base del piedemonte en donde la familia Hylidae posee un mayor número de especies. La representatividad de Craugastoridae, no solo se debe a que es la familia de anuros más grande de Colombia y en general de Sur América (Lynch 2006), sino que se relaciona con los modos reproductivos de los anfibios, pues en tierras bajas la deposición de huevos en cuerpos lenticos se ve favorecido por la abundancia de estanques formados, ya que no existen pendientes que causen su pérdida mediante la escorrentía, este atributo es casi inexistente en las regiones montañas donde se forman

muy pocos estanques (Duellman 1988), como sucede en la **RNP** que por su riqueza hidrológica, atributo general para el municipio de Cubarral (Zorro, *et al* 2005), la formación de cuerpos lenticos se reduce por el fenómeno de escorrentía.

Este aspecto se puede relacionar con la presencia de *Hyloscirtus phyllognatus*, una especie del grupo bogotensis que generalmente se encuentra en los márgenes de los arroyos, en la vegetación arbustiva y cuyos renacuajos se desarrollan a contra corriente en cuerpos de agua con bajo caudal (Rivero 1969; Duellman 1972; 1978).

Una de las especies con mayor número de registros fue *P. savagei*, considerada según la IUCN como una especie casi amenazada (NT) debido a su limitada distribución geográfica ya que se conoce solo para la Serranía de la Macarena y el piedemonte de la cordillera oriental de los departamentos Meta y Cundinamarca (Ramírez *et al* 2010a), esta especie generalmente se encuentra en perchas cercanas al suelo (Pyburn & Lynch 1981) y en ocasiones en bosques secundarios, sin embargo los principales aspectos ecológicos de sus poblaciones son desconocidos (Ramírez *et al* 2010a).

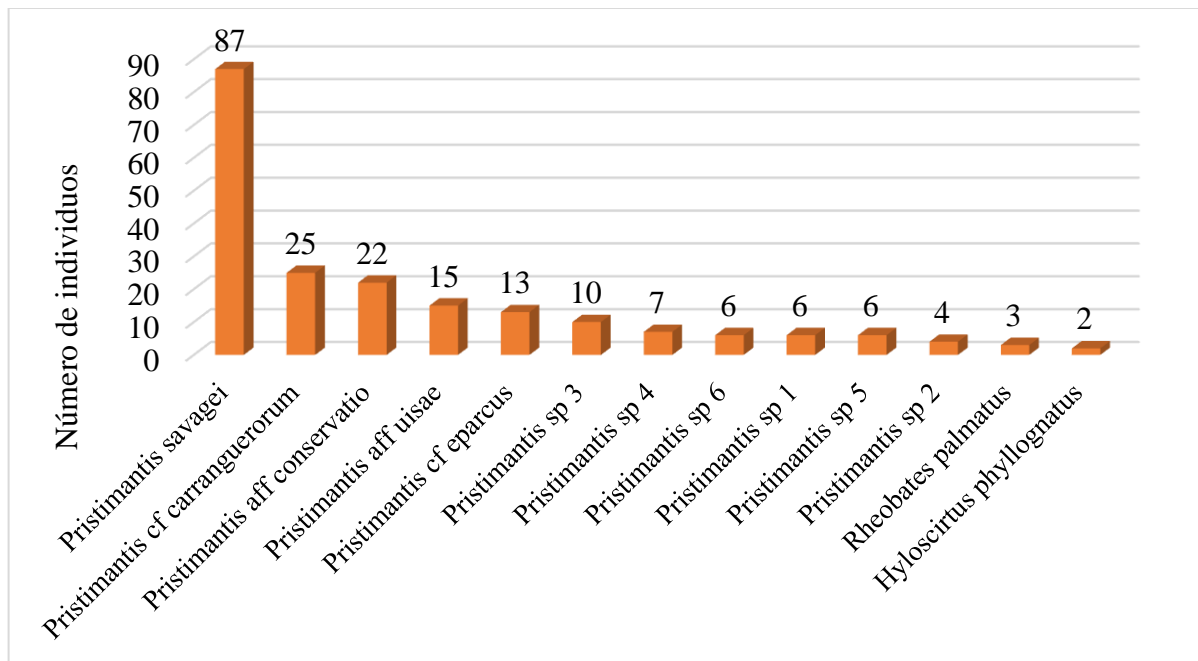


Figura 26: Abundancia de las especies que forman parte del ensamblaje de anfibios del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural las Palmeras.



*Pristimantis cf
carrangerorum*



Pristimantis aff conservatio



Pristimantis sp 6



*Pristimantis aff
uisae*



Pristimantis savagei



Pristimantis sp 1

Figura 27: Especies y/o morfoespecies que componen el ensamblaje de anfibios del bosque muy húmedo premontano en la Reserva Natural Las Palmeras



Pristimantis sp 2



Pristimantis sp 4



Pristimantis cf epacrus



Hyloscirtus phyllognatus

4.3.2 Representatividad del muestreo en la evaluación del ensamblaje de anfibios del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

La curva de acumulación de especies realizada para determinar la efectividad del muestreo en la evaluación del ensamblaje de anfibios, relaciono la riqueza observada y esperada y se graficó los estimadores no paramétricos que más se ajustaron a estas curvas, los cuales fueron Chao 1 que estima el número de especies esperadas teniendo en cuenta aquellas representadas por un individuo (singletons) y dos individuos (doubletons) en la muestra; Jack 1 que estima el número de especies esperadas teniendo en cuenta las que se encuentran una o dos unidades muestréales, y Bootstrap que estima la riqueza de especies con la proporción de las muestras que contienen a cada especie (Villareal *et al* 2004), adicionalmente se agregaron las curvas queque indican las especies representadas por un individuo (singletons) y la curva que indica las especies que solo aparecen en una muestra (especies únicas) (Figura 28).

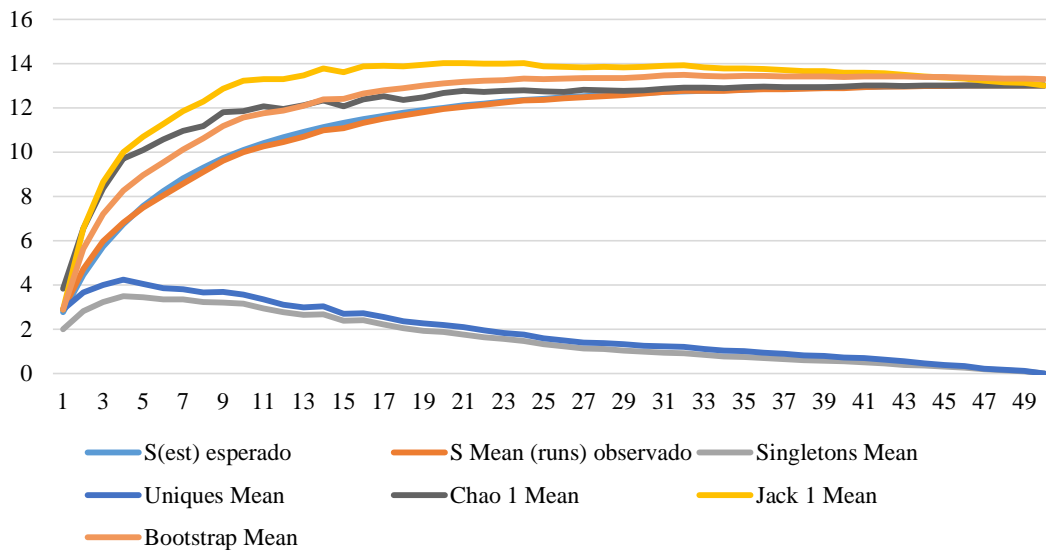


Figura 28: Curva de acumulación de especies de la riqueza observada, esperada y estimada por los estimadores no paramétricos Chao 1, Jack 1, Bootstrap y curvas de

Singletons y Uniques para el ensamblaje de anfibios presente en el bosque muy húmedo premontano.

La Figura 28 indica como la curva de especies observadas aumenta a medida que incrementa el número de unidades de muestreo, mostrando su similaridad con el número de especies esperadas; al comparar su tendencia con los Singletons especies representadas por un individuo y Uniques, especies que aparecen en solo una muestra, se observa que la asíntota adquiere gran estabilidad a medida que los valores de estas curvas disminuyen hasta que alcanzan el valor de cero, indicando que el muestreo alcanzo una excelente representatividad con un porcentaje de completitud (relación de especies observadas sobre esperadas) del 100%, asumiendo así bajas posibilidades de incrementar el número de especies si se aumenta la evaluación de las unidades muestréales (Villareal *et al.*, 2004).

La tendencia de todas las curvas de los estimadores, adquirieron estabilidad después de aproximadamente el 60% de las unidades muestréales evaluadas, concluyendo así que el muestreo fue adecuado y altamente representativo.

4.4 Distribución de la estructura y composición del ensamblaje de anfibios en el área intervenida y conservada del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

4.4.1 Composición del ensamblaje de Anfibios en el bosque intervenido (BI) y conservado (BC).

Al analizar por separado cada uno de los dos tipos de bosque, se encontró pequeñas diferencias en cuanto a la diversidad de familias y especies para cada tipo de bosque; teniendo en cuenta que el número de individuos evaluados varió tanto para el **BI**

(83ind.) y **BC** (123ind.). En el **BI** se encontraron 2 familias con 11 entidades taxonómicas y en el **BC** 2 familias con 12 entidades taxonómicas, en el **BI** y **BC** la familia con mayor abundancia fue Craugastoridae y cada uno presento en particular una de las familias restantes, Dendrobatidae para el **BI** con *Rheobates palmatus* e Hylidae para el **BC** con *Hyloscirtus phyllognatus* (Figura 29) y, adicionalmente en el **BC** se presentó un especie única *Pristimantis* sp 6.

Respecto a *Rheobates palmatus* el único registro de la familia Dendrobatidae, a pesar de que se la ha considerado una especie sensible a las modificaciones del hábitat (Lynch 2006), se ha reportado su presencia en áreas abiertas y bajo disturbio (Ramírez *et al* 2010b), en este estudio se la encontró en dos parcelas ubicadas junto a un área de potrero en el que presentaban mayor abundancia.

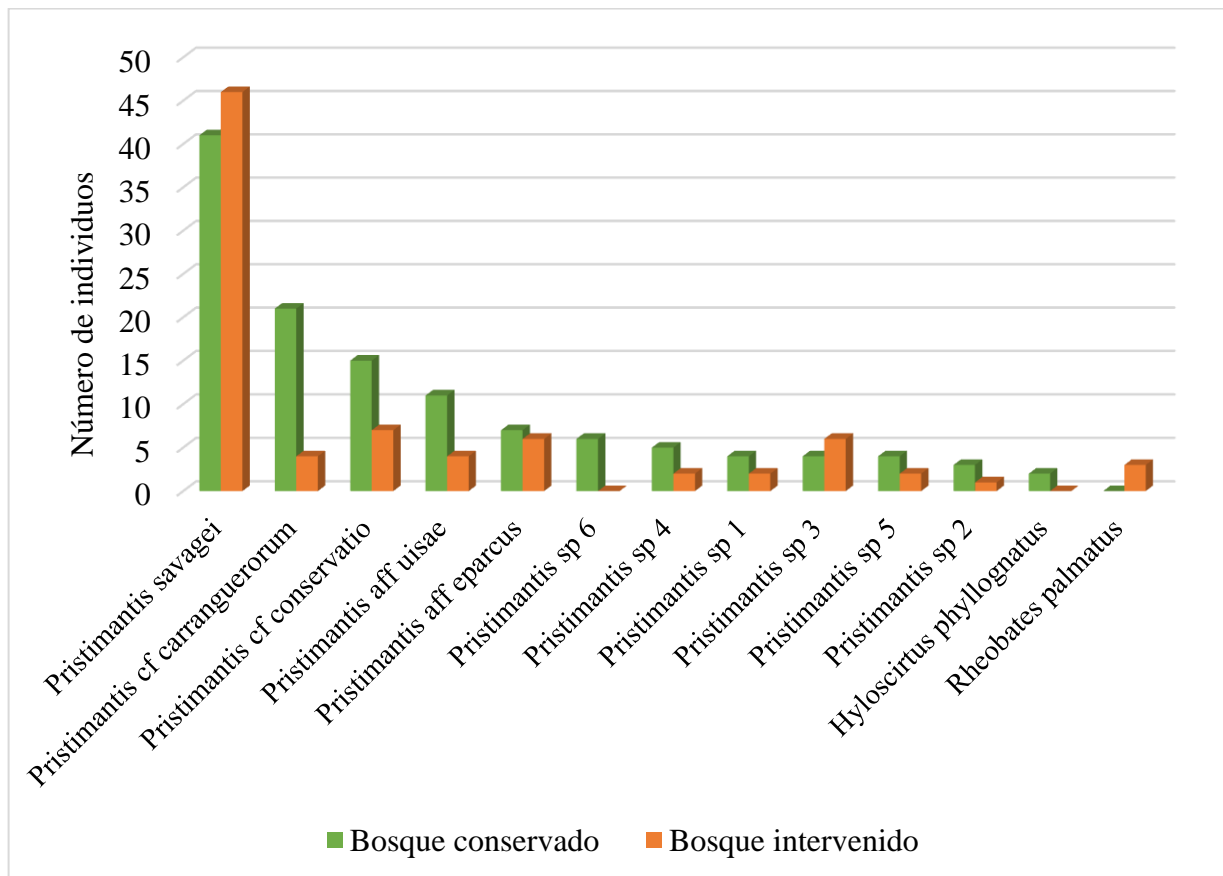


Figura 29: Abundancia de las especies que conforman el ensamblaje de anfibios presentes en el área intervenida y conservada del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

Como se había mencionado anteriormente *Hyloscirtus phyllognatus* es una especie que se encuentra asociada a vegetación cercana los márgenes de las quebradas, y en este estudio se vio representada con una abundancia de tan solo dos individuos, quizá esto se debe al diseño metodológico del estudio no contemplo a las especies que se encuentran específicamente en otro tipo de microhábitats diferente a los ofrecidos en un medio completamente terrestre, como las que se asocian a la vegetación de los bordes de ríos, quebradas y riachuelos, pues en este estudio se enfocó la búsqueda de las propiedades de estructura y fisionomía de la vegetación en el interior de bosque que determinen la estructura y composición del ensamblaje de anfibios, lo que quizá favoreció a las especies que tienen una mayor relación con estructuras terrestres como Craugastoridae; sin embargo, ya que no es una especie exclusiva de márgenes de ríos o quebradas pues se la considera también como una especie arbórea (Icochea *et al* 2010) su abundancia puede aumentar dada el gran número de quebradas, ríos y riachuelos de la **RNP** e incluso es posible encontrarla en **BI**.

El comportamiento de las especies de la familia Craugastoridae vario respecto a la abundancia en cada uno de los bosques, aquí se destaca *P. savagei* que presento una abundancia similar en los dos bosques, ya que es una especie usualmente encontrada en plantas de bajo porte, quizá su abundancia en cada uno de los bosques no se ve afectada por el cambio en la vegetación que como se mencionó anteriormente varia respecto a la densidad del estrato arbóreo y arbustivo en cada bosque.

Otra de las especies que se destaca en este estudio es *Pristimantis cf carrangerorum*, reportada para el departamento de Boyacá y cuyas características básicas poblacionales se desconocen, excepto algunos rasgos de su hábitat que indica una preferencia de perchas en bosques riparios (Castro *et al* 2004), en este estudio se reporta una conducta similar pues la mayoría de reportes de esta especie ocurrieron en parcelas

ubicadas en cercanía a cuerpos de agua, destacándose el hecho de que la mayoría de hembras grávidas se detectaron en el bosque conservado, y los especímenes que se establecieron como los machos de esta especie, se ubicaron en mayor proporción en parcelas que no se establecieron tan cercanas a cuerpos de agua; un fenómeno similar es observado por Urbina y Reynoso (2009) en su estudio de la especie *Craugastor loki* en una selva alta perennifolia de los Tuxlas- México, las hembras de grávidas de esta especie se ubicaron en mayor proporción en el bosque conservado a pesar de que eran capaces de establecerse o distribuirse en el bosque secundario.

Existe un posible reporte para esta familia, que a pesar de que debe ser corroborado, posiblemente resulta ser la extensión de distribución geográfica más amplia encontrada en este estudio que corresponden a *Pristimantis cf conservatio*; que se encuentra en la vertiente oriental de la cordillera de Mérida (Barrio *et al* 2013). *Pristimantis aff epacrus* y *Pristimantis aff uisae* se distribuyen en la vertiente oriental de la cordillera oriental del departamento del Caquetá y Boyacá respectivamente, usualmente se ubican en bromelias por lo que su abundancia puede favorecerse en los bosques nativos (Castro 2004; Lynch 2004). Estas especies junto a *Pristimantis sp1*, *P.sp2*, *P.sp3*, *P.sp4* y *P.sp5* registraron mayores abundancias en el bosque conservado.

4.4.2 Diversidad de los anfibios presentes en el bosque intervenido y conservado (BI y BC)

4.4.2.1 Diversidad alfa

La riqueza medida como el número de especies que se encontraron en cada uno de los tipos de bosque (BI-BC) fue similar, a pesar de que se evaluó igual número de parcelas para cada uno de los bosques, el número de individuos en el **BI** fue mayor que en el **BC** pero en este se encontró al menos dos especies más que en **BI** y en el **BI** una especie

diferente como anteriormente se menciona en el análisis de composición, de este modo la riqueza para el bosque intervenido son 11 especies y para el bosque conservado 12 especies.

Los valores encontrados para cada sitio (**BI-BC**) respecto al índice de Shannon - Wiener (H') son similares a los encontrados en el análisis del componente vegetal, la diversidad alcanza un valor mayor en el **BC** (Tabla 5), de esta manera también se establece que la mayor heterogeneidad referida a número de especies encontradas y abundancias, proporcionalmente similares en las especies del **BC** (Figura 29), son mayores que el número de especies del **BI**, comparando la abundancia de las especies que en este bosque son proporcionalmente diferentes, por lo que su relación genera un valor menor de H' respecto al **BC** (Shannon & Weaver 1949; Pla 2006).

Tabla 5: Diversidad Alpha y Beta para el bosque intervenido y conservado de la Reserva Natural Las Palmeras.

	<i>Índice</i>	<i>Bosque intervenido</i>	<i>Bosque conservado</i>
<i>Diversidad Alpha</i>	Shannon - Wiener (H')	1,65	2.073
	Diversidad D	5,206	8
	Uniformidad de Shannon- Wiener	0,688	0,834
<i>Diversidad Beta</i>	Jaccard (Cj)		0,769
	Morisita – Horn (CmH)		0,855
	Colwell & Coddington (C)		0,23

Los valores del índice de Uniformidad de Shannon- Wiener para cada tipo de bosque son menores que uno, así que se los considera bajos, indicando como en el caso

del componente vegetal, que existe heterogeneidad en el comportamiento de las especies respecto a su presencia y abundancia en **BI** y **BC** y que las probabilidades de que un individuo encontrado en **BI** y **BC** pertenezca a la especie dominante en abundancia como *Pristimantis savagei* o *P. carrangerorum*, es mayor para el **BC** y menor para **BI**, que no presenta la misma equidad en las abundancias de sus especies (Pla 2006).

El índice de diversidad D indica el número de especies con abundancia similar presentes en **BI** y **BC**, este valor es levemente mayor para el **BC** lo que indica que este tipo de bosque presenta al menos una especie más en el grupo de especies con abundancias similares, por lo que su diversidad es mayor.

4.4.2.2 Diversidad Beta de los anfibios presentes en el bosque intervenido (BI) y bosque conservado (BC)

El análisis de la diversidad Beta de anfibios permitió la comparación de los dos sitios evaluados (**BI - BC**) mediante la similaridad. El índice cualitativo de Jaccard (Cj) permite inferir que los dos tipos de bosque en cuanto a composición de anfibios son altamente similares, pues comparten aproximadamente el 77% de las especies, con un porcentaje bajo de betadiversidad que alcanza el 23% valor corroborado con el índice de Colwell & Coddington (C), al contemplar el valor del índice de Morisita – Horn (CmH) (Tabla 7) existe una mayor similaridad del 85%, lo que permite inferir una betadiversidad del 15%, es decir los dos tipos de bosque estructuralmente y respecto en sus abundancias difieren en un 15%. Teniendo en cuenta la diversidad Alpha y Beta de anfibios, y los porcentajes de diferencia, que oscilan entre el 15 y 23% para cada tipo de bosque, se puede concluir que aunque pequeña si existe una diferencia entre los dos bosques, y para vertebrados como los anfibios y en ellos muchas de las especies, son sensibles a los cambios de hábitat.

4.5 Relación de la heterogeneidad y complejidad vegetal con la diversidad del ensamblaje de anfibios

Los índices de heterogeneidad y complejidad vegetal derivados de las variables fisionómicas evaluadas para cada tipo de bosque (Tabla 4), se pueden relacionar con la diversidad de anfibios. En el bosque conservado que posee una complejidad mayor (**0,2807**) y menor heterogeneidad (**0,1231**) se encontró una mayor diversidad de anfibios ($H' - BC: 2,0703$. $H' - BI: 1,65$) a pesar de que la riqueza fue similar (**BI: 11sp BC: 12 SP**), es decir y como lo reporta Gutiérrez & Bock (2005) la mayor diversidad de anfibios se relaciona a bosques complejos y poco heterogéneos, de modo que el bosque conservado es más homogéneo que el intervenido que presentó una complejidad menor (**0,1692**) y mayor heterogeneidad (**0,2211**), pues como se analiza en la composición de la vegetación en este bosque se presenta abundancias más equitativas, la baja diversidad de BI se debe a la abundancia y dominancia de pocas especies (Marín & Betancur 1997).

Así, y a pesar de la relación de la complejidad con la diversidad de anfibios (Gutiérrez & Bock, 2005), de todas variables evaluadas la de mayor representatividad fue una que corresponde a la heterogeneidad de la vegetación del bosque muy húmedo premontano (Número de especies de árboles con DAP > 3.2) (Figura 22), y cuya relación fue significativa con la diversidad de anfibios presentados en cada una de las parcelas evaluadas (Coeficiente Spearman: 0,49) (Tabla 6). permitiendo asociar no solo que la heterogeneidad de la vegetación tiene influencia en la distribución de los anfibios en las dos zonas, sino su estructura y composición pues esta variable también evalúa el número de especies, que se ligan directamente a estos componentes.

Tabla 6: Resultados del coeficiente de correlación de Spearman para la variable fisionómica Número de especies de árboles con DAP > 3,2 calculada para cada plot y diversidad de anfibios calculada con el índice de Shannon para cada parcela.

	<i>Relación</i>	<i>Coeficiente de correlación</i>	<i>Significancia (n=50 $\alpha=0,05$) > 0,235</i>
<i>Número de especies de árboles DAP > 3,2 – Diversidad de Shannon</i>		0,49	Significativo

Los resultados de este análisis muestran una relación significativa y positiva entre la diversidad de anfibios y el número de especies de árboles con un diámetro a la altura del pecho de 3,2, pues el coeficiente de correlación de Spearman puede alcanzar valores de -1 a 1 y en este análisis se obtuvo un valor de 0.49 ($\alpha=0,05$ R^2 :0,0414), el gráfico de dispersión indica que gran parte de las parcelas con la diversidad más alta de anfibios se encuentran asociadas a la presencia de 2 a 8 especies de árboles con un DAP > 3.2 (Figura 30), y los valores máximos de diversidad se reportan en aquellas parcelas que presentaron entre 4 y 5 especies de árboles con este DAP considerable; así, se observa la tendencia a aumentar de la diversidad de anfibios con el mayor número de especies de árboles con un DAP > 3.2.

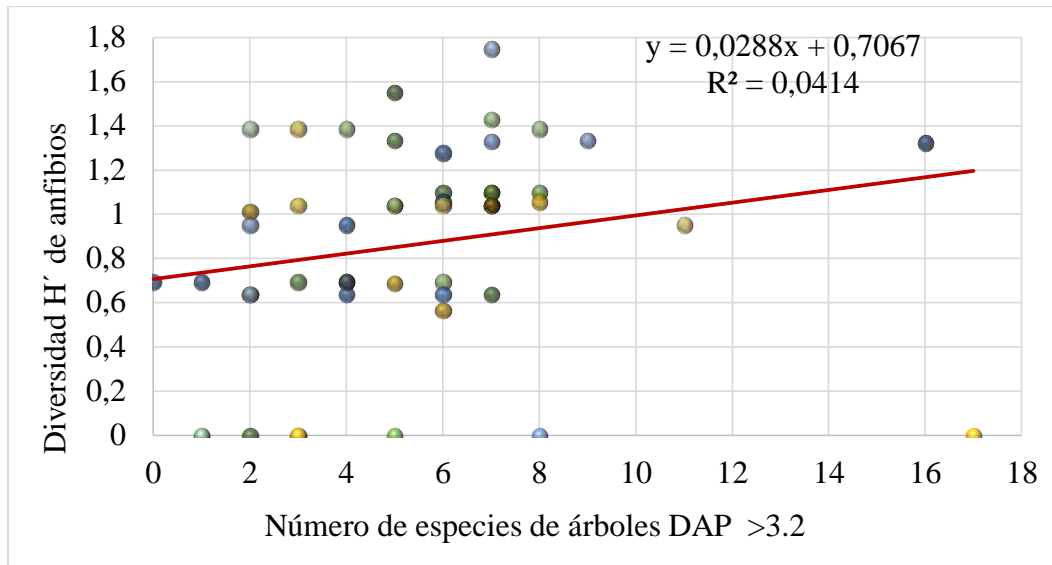


Figura 30: Grafico de dispersión de las unidades muestrales frente a la diversidad (H') de anfibios y el número de especies con DPA > 3,2

Como se muestra en el análisis de componentes principales realizado para todo el bosque (Figura 21), las plots que presentaron un mayor número de especies de árboles con DAP > 3.2 fueron los que se evaluaron en el bosque conservado, cuya relación más cercana también se da con la cobertura de dosel, cobertura árboles y arbustos y una menor densidad de herbáceas pero que presentaron mayor altura.

En anfibios son pocos los estudios enfocados a evaluar de manera específica las características estructurales de los bosques que inciden directamente sobre su diversidad y abundancia; a pesar de que Gutiérrez & Bock (2005), en su estudio de los anuros presentes en los bosques de la Forzosa en el municipio Anorí Antioquia, evalúan al detalle las variables que propone August (1983) para determinar la heterogeneidad y complejidad de la vegetación, su diseño no contempló la determinación de las variables fisionómicas que mayor incidencia pudieron ejercer en la diversidad y abundancia de las especies encontradas en el área, determinando en modo general según los índices calculados, que la diversidad de anfibios si varía con las características estructurales del bosque, siendo la diversidad mayor donde el bosque es más complejo y menos

heterogéneo y finalmente sugiere que la abundancia de anuros posiblemente esté relacionada con la cobertura de dosel y los cambios en herbáceas.

En los demás estudios que relacionan las características de bosque y en general de hábitat, con la diversidad de anfibios, infieren que esta se encuentra relacionada con atributos fisionómicas como la cobertura de dosel, la densidad del sotobosque, la cubierta y profundidad de hojarasca, la altura promedio y densidad del estrato subarbóreo y arbustivo, pero en estos no existen medidas reales (Urbina *et al* 2006; García *et al* 2007).

En el análisis de la estructura boscosa de la **RNP**, se encontraron evidencias de la antigua extracción maderera realizada en el área, ya que el bosque que se denominó como intervenido presento diferencias estructurales y fisionómicas considerables frente al que se evaluó como conservado, el antiguo proceso degenerativo pausado por el establecimiento de la reserva hace 7 años quizá ha fomentado la recuperación del mismo, pero hasta el momento se destaca la pérdida de atributos fisionómicos a raíz de la disminución del estrato arbóreo superior, perdida de densidad de árboles como los que presentan DAP >3.2, disminución de la cobertura de dosel, árboles y arbustos y dada el proceso de intervención el aumento de la densidad y dominancia de algunas especies en el estrato herbáceo.

La diversidad florística de la **RNP** se constituye como un elemento a favor de la diversidad de anfibios presentes en la zona. Su representatividad se puede relacionar, dado que los caracteres morfológicos que aprovechan los anfibios como por ejemplo la altura de las herbáceas o arbustos para perchas o eventos reproductivos, se ve favorecido por la diversidad florística que aumenta los recursos espaciales y ofrece una mayor variedad de elementos, que en un sentido alterno al dado por August (1983) puede también representar una aproximación a la cantidad de nichos disponibles, e incluso puede permitir la evaluación de la calidad de los mismos, por ejemplo con la presencia de especies de la familia Araceae cuyo desarrollo es dependiente de la disponibilidad del agua y la prevalencia de humedad (Mayo *et al* 1997), que son elementos claves en la fisiología del desarrollo de los anfibios y sus modos reproductivos.

Sin embargo, y tomando como ejemplo a la familia Arecacea y a una especie en particular *Dictyocaryum lamarckianum*, la alta representatividad de esta especie en el estrato herbáceo, aludiendo a sus plántulas, puede indicar variaciones en la fisionomía del bosque que han aumentado las condiciones lumínicas y térmicas, por ejemplo tras un proceso de pérdida de dosel o de los estratos arbóreos que proyectaban y generaban sombra para mantener las condiciones térmicas naturales, y por lo tanto permitió el aumento en la germinación de plántulas (Kahn & De Castro 1985; Palacio *et al* 1998), por ello es importante conocer las características básicas y ecológicas de las poblaciones de plantas que permitan hacer relaciones más certeras con las comunidades animales, en este caso para los anfibios, el aumento de las condiciones térmicas resulta ser un factor negativo para su desarrollo, pese a esto individuos de especies como *Pristimantis savagei* usualmente se encontraban perchando en este tipo de vegetación.

Especies como *Pristimantis cf conservatio*, que fueron detectadas en mayor proporción cerca al suelo del bosque, usualmente se asociaron a *Hymenophyllum sp 1* en el estrato rasante, este tipo de helechos son importantes en los bosques porque tienen la capacidad de mantener la humedad pues se hidratan y deshidratan con facilidad (Murillo 1998; Triana & Murillo 2005).

Por último, respecto a composición florística vale la pena destacar que existen especies como las del genero *Psychotria*, *Palicourea* y la especie *Alibertia edulis* que se las puede considerar ecológicamente significativas para los anfibios pues interactúan con insectos frugívoros y nectarívoros como coleópteros, lepidópteros, himenópteros o dípteros e isópteros, que se constituyen entre principales grupos presa (Aguilar1965; Viejo-Montesinos & Ornos-Gallego 1997; Souza & Lopes 2004; Mendieta 2006).

En general, los atributos estructurales de la vegetación influyen la diversidad y distribución del ensamblaje de anfibios en el bosque muy húmedo premontano, la complejidad del bosque principalmente asociada a variables como cobertura y altura de dosel, altura de arbustos y herbáceas, y la heterogeneidad principalmente asociada a mayor número de especies de árboles con DAP > 3.2 y densidad del estrato arbóreo y

herbáceo presentaron valores más favorables para el bosque conservado donde la diversidad y abundancia de los individuos que componen el ensamblaje de anfibios fue mayor.

Así y finalmente, pese a la idea de que la complejidad tiene mayor influencia sobre la distribución de los anfibios en este tipo de áreas (**BI-BC**) (Gutierrez & Bock 2005) y que en un análisis general, este estudio obtuvo los mismos resultados, el análisis más minucioso de las variables de ambos componentes determinó que una variable de la heterogeneidad es la más representativa y que se asocia positiva y significativamente sobre la estructura y diversidad del ensamblaje de anfibios presente en el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras del piedemonte llanero.

CONCLUSIONES

La estructura y composición del bosque varió en función al efecto de intervención que aconteció antes del establecimiento de la Reserva Natural las Palmeras, consecuente a este fenómeno parte del bosque (BI) perdió características estructurales y fisionómicas, entre las que se destaca la altura de vegetación arbórea, la cobertura de dosel, cambio en la densidad de herbáceas y especies con DAP >3.2; esto provocó la pérdida de complejidad en el bosque intervenido

La diversidad de anfibios, en términos de riqueza y abundancia de especies, fue mayor en el bosque conservado que en el intervenido, el mismo hecho se relaciona al componente vegetal que adicionalmente género una mayor complejidad en el bosque conservado y menor heterogeneidad.

Existe una correlación significativa entre la principal variable fisionómica que corresponde a la heterogeneidad de la vegetación (Número de especies con DAP >3,2) con la diversidad de anfibios; además, dado que esta variable está más relacionada con la cobertura de dosel y altura y cobertura de la vegetación arbórea y arbustiva, se deduce que estas características fisionómicas favorecen la diversidad de anfibios en términos de riqueza y en especial de abundancia.

RECOMENDACIONES

Es necesario complementar el análisis de la relación de la composición y estructura de anfibios con el componente vegetal, enriqueciendo especialmente la información sobre la ecología de poblaciones de las principales especies de plantas que permita hacer una correlación más que dirigida a su diversidad, al modo de vida, requerimientos ambientales para su desarrollo, y oferta de los posibles recursos aprovechables para las comunidades animales.

Analizar la ecología de las poblaciones de los anfibios presentes en el área de estudio, enfocándose a modos reproductivos y el uso y aprovechamiento de microhábitat de las especies registradas en este estudio.

Contemplar la información suministrada, respecto a la composición florística, en caso de aplicar planes de reforestación en la zona, pues es necesario entender la dinámica del bosque.

Aumentar el esfuerzo de muestreo de anfibios empleando diferentes métodos que accedan a zonas que los plots no permitieron, como el desarrollo de transectos acuáticos o transectos libres dirigidos hacia zonas de posible interés.

Estudiar la ecología trófica de los anfibios, para observar su aprovechamiento de recursos alimenticios y posteriormente diseñar una metodología que permita evaluar la distribución de esos recursos alimenticios en el bosque y así poder crear asociaciones de estos aspectos y generar información ecológica para anfibios con datos deficientes.

LITERATURA CITADA

- Acevedo, A., Franco, R. & Silva, K. (2014). Nuevos registros de especies del género *Pristimantis* (Anura: Craugastoridae) para el nororiente de Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical* 4 (2): 162-169.
- Acosta, A. (2000). Ranas, salamandras y caecilias (tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana*, 1(3), 289-319.
- Acosta, A., Huertas, C. Rada, M. (2006). Aproximación al conocimiento de los anfibios en una localidad del Magdalena Medio (Departamento de Cladas, Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*. Vol 30: 115.
- Acosta, A. (2012). Anfibios de los enclaves secos en la ecoregión de la Tatacoa y su área de influencia, alto Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana* 13(2): 183 – 210.
- Acosta, C., Mondragón, A. & Alvarado, H. (2008). Contribución de la flora arbórea de un sector del bosque ribereño Los Letreros, estado de Trujillo, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 52 (1): 21-31.
- Acosta, G. (2013). Lista de los anfibios de Colombia- anfibios colombianos en cifras. V.02.2013.0.w.w.w.batrachia.com. Disponible en: <http://www.batrachia.com/cifras/>
- Acosta Galvis, A. R. (2014). Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea .V.05.2015.0 (Fecha de acceso). Página web accesible en <http://www.batrachia.com>; Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.
- Aguilar, P. (1965). Algunas consideraciones sobre los insectos polinizadores en los alrededores de Lima. *Revista Peruana de Entomología*. 18 (1):138-145

- Alfaro, C. (2009). Densidad y microhábitat de la rana arborícola *Ecnomiohyla miotympanum* (Cope, 1863) en la región centro de Veracruz. Trabajo de experiencia recepcional. Universidad Veracruzana. Guadalajara, México.
- Amphibia Web. (2014). Information on amphibian biology and conservation Berkeley, California: Amphibia Web. Recuperado de <http://amphibiaweb.org/>
- Andrade-C., M. G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ambiente-política. Revista de la academia colombiana de ciencias, 35(137), 491-507.
- Angarita- Sierra T., Ospina-Sarria J., Anganoy-Criollo M., Pedroza-Banda R., Lynch J.D. (2013). Guía de campo de los Anfibios y Reptiles del departamento de Casanare (Colombia). Serie Biodiversidad para la Sociedad No. 2. Universidad Nacional de Colombia, Sede Orinoquia; YOLUKA ONG, Fundación de Investigación en Biodiversidad y Conservación. Bogotá-Arauca.
- Angulo, A., Rueda-Almoacid, J. V. Rodríguez-Mahecha, J. V., & La Marca, E. (Eds). (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Bogotá D.C. Panamericana Formas e Impresos S.A.
- Arroyo, S., Jerez, A. & Ramírez, M. (2003) Anuros de un bosque de niebla de la cordillera oriental de Colombia. Caldasia 25 (1): 153- 167.
- August, P. (1983). The role of habitat complexity and heterogenety in structuring tropical mammal communities. Ecology, 64(6): 1495-1507.
- Badii, M., Landeros, J., & Cerna, E. (2008). Patrones de asociación de especies y sutentabilidad. Daena: International Journal of GoodConscience, 3(1), 632-660.
- Ballesteros, C. & Villate, E. (2009). Establecimiento de dos parcelas permanentes para el conocimiento y monitoreo de la biodiversidad en el municipio de San Luis de

- Cubarral (Meta). Tesis de grado para optar por el título de Ingeniero forestal. Universidad Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Barrio, C. & Chacón, A. (2004). Un nuevo *Eleutherodactylus* (Anura, Leptodactylidae) de la cordillera de Mérida, Andes de Venezuela). *Graellsia* 60 (1): 3 –11
- Barrio, C., Guayasamin, J. & Hedges, B. (2012). A new minute Andean *Pristimantis* (Anura: Strabomantidae) from Venezuela. *Phyllomedusa* 11 (2): 83- 93.
- Barrio, C., Heinicke, M. & Hedges, B. (2013) A new tuberculated *Pristimantis* (Anura, Terrarana, Strabomantidae) from the Venezuelan Andes, redescription of *Pristimantis pleurostriatus*, and variation within *Pristimantis vanadisae*. *Zootaxa* 3647 (1): 43-62.
- Barrio, C., Rojas, F. & Barros, T. (2010) Two new *Pristimantis* (Anura: Terrarana: Strabomantidae) from the Sierra de Perijá, Venezuela. *Zootaxa*. 2329: 1-21.
- Bazzaz, F. (1975). Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. *Ecology* 56 (2): 485-488.
- Begon, M., Harper, J., Townsend, C. (1990). *Ecology: individuals, populations and communities* (2a Ed). USA. Blackwell Scientific.
- Beebee, T., & Griffiths, R. (2005). The amphibian decline crisis: a watershed for conservation biology? *Biological conservation* 125: 271-285.
- Betancourth, M., & Gutiérrez, A. (2010). Aspectos ecológicos de la herpetofauna del centro experimental amazónico, Putumayo, Colombia. *Ecotrópicos*, 23(2): 61-78.
- Belamendia, G. (2010). Estudio de la comunidad de anfibios y reptiles en la Cuenca de Bolintxu: Propuesta para el conocimiento de la diversidad de herpetofauna, detección de especies de interés y propuestas de gestión. Disponible en: http://www.bilbao.net/Agenda21/documentos/estudio_comunidad_anfibios_reptiles.pdf.

- Bonilla, N., Custa, H. & Valois, H. (2011). Efectos de la extracción forestal sobre la estructura y composición de un bosque pluvial del Pacífico Colombiano. *Revista Biodiversidad Neotropical* 1 (1): 48-54.
- Boulenger, G. (1898) *An account of the reptiles and batrachians collected by Mr. W. F. H. Rosenberg in western Ecuador*. Proceedings of the Zoological Society of London, vol. 1898, n° 1, p. 107-126.
- .Castro, F., Herrera, M.& Lynch, J. (2004). *Pristimantis epacrus*. The IUCN Red list of threatened species. Version 2014.3 <www.iucnredlist.org>.
- Castro, F., Herrera, M.& Rueda, J. (2004). *Pristimantis carrangerorum*. The IUCN Red list of threatened species. Version 2014.3 <www.iucnredlist.org>.
- Castillo, Y. & Rosero, Y. (2012). Relación de la riqueza y diversidad de especies de aves con la heterogeneidad y complejidad de hábitat en tres ecosistemas tropicales de la costa pacífica Nariñense, Colombia. Trabajo de grado para optar por el título de Bióloga. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Nariño, Pasto.
- Corn, P. S. (2005). Climate change and amphibians. *Animal Biodiversity and Conservation* 28(1), 59–67.
- Cáceres, S. & Urbina- Cardona, N. (2009). Ensamblajes de anuros de sistemas productivos y bosques en el piedemonte llanero, Departamento del Meta, Colombia. *Caldasia* 31(1): 175-194.
- Carvajal, L. (2013). Reserva Natural las palmeras- Fundación Probiolorinoquia. Informe de la página web de la fundación.
- Chakravarty, S., Ghosh, K., Suresh, C., Dey, A. & Shukla, G. (2012). Deforestation: Causes, Effects and Control Strategies, *Global Perspectives on Sustainable Forest Management*, Dr. Dr. Clement A. Okia (Ed.), InTech, Available from:

<http://www.intechopen.com/books/global-perspectives-on-sustainable-forest-management/deforestation-causes-effects-and-control-strategies>.

- Chiarucci, A., Enright, N. J., Perry, G. L., Miller, B. P., Lamont, B. B. (2003). Performance of nonparametric species richness estimators in a high diversity plant community. *Diversity and Distributions*, 9: 283-295
- Colwell, K., C. X. Mao y J. Chang. (2004). Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85:2717-2727
- Croat, T. B. (1992). Species diversity of Araceae in Colombia: a preliminary survey. *ann. Missouri Bot. Gard.* 79: 17-28.
- Cuello, N. & Cleef, A. (2011). Bosques de los andes de Venezuela: Caso el Ramal de Guaramacal. *Biollania. Edicion especial* 10: 74 – 105.
- Dodd, K. & Cade, B. (1998). Movement patterns and the conservation of amphibians breeding in Small, temporary wetlands. *Conservation Biology*, 12(2): 331-339.
- Dodd, C. K., & Smith L. L. (2003). Habitat destruction and alteration. Historical trends and future prospects for amphibians. R.D. Semlitsch (ed.), *Amphibian Conservation*. Washington, DC. Smithsonian Institution Press.
- Donnelly, M., Guyer, C., Juterbock, E., & Alford, R. (1994). Techniques for marking Amphibians. Heyer, R.; Donnelly, M.; McDiarmid, R.; Hayek, L. & Foster, M. (Eds), *Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington and London.
- Duellman, W. (1972). A review of the neotropical frogs of the *Hyla bogotensis* group. *Occasional papers of the Museum of Natural History the University of Kansas, Lawrence, Kansas* (11): 1- 31.
- Duellman, W. & Altic, R. (1978). New species of tree frogs (Family Hylidae) from the andes of Colombia and Ecuador. *Herpetologica* 34 (2): 177-185.

- Duellman, W.E. (1988). Patterns of species diversity in anuran amphibians in the American tropics. *Missouri Botanical Garden* 75: 79-104
- Duellman, W., & Trueb, L. (1994). *Biology of amphibians*. Londres, UK. Editorial The Johns Hopkins University press.
- Duellman, W. E. (1999). Distribution patterns of amphibians in Middle America. W.E. Duellman (ed.). *Patterns of distribution of amphibians. A global perspective*. Baltimore, Maryland, USA: Editorial The Johns Hopkins University press.
- Dueñas, A., Betancur, J. & Galindo, R. (2007). Estructura y composición florística de un bosque húmedo tropical del parque nacional natural Catatumbo Barí, Colombia. *Revista Colombia Forestal*. 10 (20): 26- 39
- Estupiñan, R. & Galatti, U. (1999). La fauna anura en áreas con diferentes grados de intervención antrópica de la amazonia oriental brasileña. *Revista de la academia colombiana de ciencias*, 23:275-286.
- a) Etter, A., MacAlpine, C., Wilson, K., Phinn, S. & Possingham, H. (2006). Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 114: 369- 386.
- b) Etter, A., McAlpine, C., Pullar, D. & Possingham. (2006). Modelling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1949: Drivers, patterns and rates. *Journal of Environmental Management*, 79: 74-87.
- Fauth, J., Camara, B., Resetarits, W., Buskirk, V., & S.A. McCollum. (1996). Simplifying the jargon of community ecology: conceptual approach. *The American Naturalist* 147(2): 282-286.
- Fernández, F., Camargo, Y. & Sarmiento, M. (2012). Biodiversidad vegetal asociada a plantaciones forestales de *Pinus caribae* Morelet y *Eucalyptus pellita* F.Muell. Establecidas en Villanueva, Casanare, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 65 (2).

- Cortés, S. (2003). Estructura de la vegetación arbórea y arbustiva en el costado oriental de la serranía de Chía (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia* 25 (1).
- Fierro, M., Baquero, A., Pabón, O., Botero, P., Peña, G., & Henández, D. (2005). *Diagnostico general del meta*. Insituto de Investigaciones de la Orinoquia Colombiana IIOC- Universidad de los llanos, Centro de extensión académica, Facultad de artes, Universidad Nacional de Colombia.
- Fonseca, C. R., Coutinho, R. M., Azevedo, F., Berbert, J. M., Corso, G., Kraenkel, R. (2013). Modeling Habitat Split: Landscape and Life History Traits Determine Amphibian Extinction Thresholds. *Plos one*, 8(6), e66806
- Franco, P., Betancur, J. Fernández, J. (1997). Diversidad florística en dos bosques subandinos del sur de Colombia. *Caldasia* 19 (1-2) págs. 205 - 234
- Franklin, A., Noon, B. & Geoge, L. (2002). What is habitat fragmentation? *Studies in Avian Biology* (25): 20-29.
- Frost, D. R. (2013). *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Versión 5.6. Recuperado de <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.
- García, J., Cárdenas, H. & Castro, F. (2007). Relación entre la diversidad de anuros y los estados sucesionales de un bosque muy húmedo montano bajo del Valle del Cauca, suroccidente Colombiano. *Caldasia* 29(2): 363-374.
- Galeano, S. P., Urbina, J. C., Gutiérrez-C, P. D, Rivera-C, M. & Páez, V. P. (2006). Los anfibios de Colombia, diversidad y estado del conocimiento. Tomo II. Recuperado de http://www.academia.edu/980276/Los_anfibios_de_Colombia_diversidad_y_estado_del_conocimiento.
- Galeano, G. & R. Bernal. (2005). Palmas, pp.: 59224. En: Calderón, E., G., Galeano & N. García (eds.), *Palmas*. Libro rojo de las plantas de Colombia. Vol. 2: Palmas, Frailejones y Zamias. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia.

Instituto Alexander von Humboldt Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá.

- Gardner, T. (2001). Declining amphibian populations: a global phenomenon in conservation biology. *Animal biodiversity and conservation*, 24(2): 25-44.
- Gascon, C. (1991). Population and community level analysis of species occurrences of central Amazonian rainforest tadpoles. *Ecology*, 72: 1731-1746.
- Gutiérrez, D., Serrano, V., & Ramírez, M. (2004). Composición y abundancia de anuros en dos tipos de bosque (Natural y Cultivado) en la cordillera oriental Colombiana. *Caldasia*, 26(1): 245-264.
- Gutiérrez, P. D. A., & Bock, B. (2005). Fauna de anuros (Amphibia: Anura) presentes en los bosques de la forzosa en el municipio de Anorí (Antioquia, Colombia). Informe técnico de investigación presentado al Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia.
- Hall, L., Krausman, P., & Morrison, M. (1997). The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25(1): 173-182.
- Hartel, T., Demeter, L., Cogălniceanu, D., & Tulbure, M. (2006). The influence of habitat characteristics on amphibian species richness in two river basins of Romania. In: 13th Congress of the Societas Europaea Herpetologica, Bonn, Germany.
- Hedges, B., Duellman, W. & Heinicke, M. (2008). New world direct-developing frogs (Anura: Terrarana): Molecular phylogeny, classification, biogeography, and conservation. *Zootaxa* 1737:1-182.
- Illescas, M. (2012). Diversidad y Riqueza herpetofaunística asociada al bosque de manejo forestal y áreas modificadas, en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Tesis de pregrado para optar por el grado de licenciatura en Biología. Universidad de la Sierra Juárez, Oaxaca, México.

- Icochea, J., Lynch, J. & Lehr, E. (2010). *Hyloscirtus phyllognathus*. The IUCN Red List of threatened species. Version 2014.3 <www.iucnredlist.org>.
- Jardel, E. (1998). Efectos ecológicos y sociales de la explotación maderera de los bosques de la Sierra de Manantlan Pp. 231-251 en: Ávila, R., J.P. Emphoux, L.G. Gastélum, S. Ramírez, O. Schöndube y F. Valdez (Eds.). El Occidente de México: arqueología, historia y medio ambiente. Perspectivas regionales. Actas del IV Coloquio Internacional de Occidentalistas. Universidad de Guadalajara / Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM). Guadalajara, Jal. Este trabajo forma parte de la tesis de Doctorado en Ciencias (Biología) que el autor realiza en la Facultad de Ciencias de la UNAM.
- Joint Nature Conservation Committee (JNCC). (2004). Common standards monitoring guidance for reptiles and amphibians. Recuperado el 23 de Octubre de 2013. Disponible en: http://jncc.defra.gov.uk/pdf/csm_reptiles_amphibians1.pdf
- Jost, L., & González, J. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta zoológica lilloana* 56 (1): 3-14.
- Kahn, F. & De Castro, A. (1985). The palm community in a forest of Central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 17 (3): 210-216.
- Kariuki, P. (2010). The influence of landscape heterogeneity on amphibian species richness in Malaga province, Spain. Tesis para optar por el título de Master of Science in Geo- information Science and earth observation, Specialisation: Natural resource management. International Institute for Geoinformation and earth observation, Enschede, The Netherlands.
- Lee, S. M. y A. Chao. (1994). Estimating population size via sample coverage for close capture-recapture models. *Biometrics* 50:88-97.
- Lescano, J., Bonino, M. & Akmentins, M. (2013). Composición y riqueza de anfibios y sus relaciones con las características de los sitios de reproducción en un sector

- de la selva Atlántica de Misiones, Argentina. Cuadernos de Herpetologia 27 (1): 35-46.
- López, L. (2011). Caracterización ecológica de un bosque secundario tardío, en el área natural protegida peñas blancas, municipio de Calarcá, departamento del Quindío. Colombia. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias 23: 77 – 90.
- Lips, K., Burrowes, P., Mendelson, J. & Parra, G. (2005). Amphibian declines in latin America: widespread population declines, extinctions, and impacts. Biotropica 37 (2):163-165.
- Lynch, J. (1984). New frogs (Leptodactylidae: *Eleutherodactylus* from cloud forests of the Northern cordillera Oriental, Colombia). Contributions in Biology and Geology, Milwaukee Public Museum. (60): 1-19.
- Lynch, J. (1991). New diminutive *Eleutherodactylus* from the cordillera central of Colombia (Amphibia: Leptodactylidae). Journal of Herpetology 25 (3): 344-352.
- Lynch, J. (1994a). A new species of high- altitude frog (*Eleutherodactylus*: Leptodactylidae) from the cordillera oriental of Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias 19 (72): 195- 203.
- Lynch, J. (1994b). A new species of frog (Genus *Eleutherodactylus*: Leptodactylidae) from a cloud forest in departamento de Santander, Colombia. Revista de la academia Colombiana de ciencias. 19 (72): 205- 208.
- Lynch, J. (1994c). Two new species of the *Eleutherodactylus conspicillatus* group (Amphibia: Leptodactylidae) from the cordillera oriental of Colombia. Revista de la academia colombiana de ciencias 19 (72): 187-193.
- Lynch, J. (1998a). New species of *Eleutherodactylus* from the cordillera occidental of western Colombia with a synopsis of the distribution of species in western Colombia. Revista de la academia Colombiana de Ciencias 22 (82): 117-148.

- Lynch, J. (1998b). A new frog (Genus *Eleutherodactylus*) from cloud forests of Southern Boyaca. *Revista de la academia Colombiana de Ciencias* 22 (84): 429-432
- Lynch, J. (1999) Lista anotada y clave para las ranas (Género *Eleutherodactylus*) Chocoanas del Valle del Cauca, y apuntes sobre las especies de la cordillera occidental adyacente. *Caldasia* 21 (2): 184-202.
- Lynch, J. (2003a). A new species of frog from northeastern Colombia (Genus *Eleutherodactylus*: Leptodactylidae). *Revista de la academia Colombiana de ciencias* 27 (103): 287-289.
- Lynch, J. (2003b). Two new frogs (*Eleutherodactylus*) from the serranía de Perijá, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 27 (105): 613-617.
- Lynch, J. (2004). *Pristimantis uisae*. The IUCN Red list of threatened species. Version 2014.3 <www.iucnredlist.org>.
- Lynch, J. (2006). The amphibian fauna in the Villavicencio region of eastern Colombia. *Caldasia* 28 (1): 135-155.
- Lynch, J. & Ardila, M. (1999). The *Eleutherodactylus* of the *Taeniatus* complex in western Colombia: Taxonomy and distribution. *Revista de la academia Colombiana de Ciencias* 23 (89): 615-624.
- Lynch, J. & Suárez, A. (2003). Two additional new species of *Eleutherodactylus* (Leptodactylidae) from southwestern Colombia. *Revista de la academia Colombiana de ciencias* 27 (105): 605 -612.
- Lynch, J. & Myers, J. (1983) Frogs of the *Fitzingeri* group of *Eleutherodactylus* in Eastern Panama and Chocoan South America (Leptodactylidae). *Bulletin of the american museum of natural history*. (175). Pags 481-572.
- Lynch, J., Ruiz, P. & Ardila, M. (1996). Three new species of *Eleutherodactylus* (Amphibia: Leptodactylidae) from high elevations of the cordillera central of Colombia. *Caldasia* 18 (3): 329-342.

- Manzanilla, J., Señaris, C. & La Marca, E. (2004). *Pristimantis terraebolivaris*. The IUCN Red list of threatened species. Version 2014.3 <www.iucnredlist.org>.
- Marín, C. & Betancur, J. (1997). Estudio florístico en un robledal del santuario de flora y fauna de Iguaque (Boyaca, Colombia). *Revista de la academia colombiana de ciencias* 21 (80).
- Martin, J. & Gower, T. (1996). Forest sucesion. *Forestry Facts*. Department of forest ecology and management. School of Natural Resources (78): 1-4.
- Matteucci, S. D., & A. Colma. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Washington. DC. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos.
- Matin, J. & Gower, T. (1996). Forest succession. *Forestry Facts* 78: 1-4.
- Mayo, S., J. Bogner & P. Boyce. (1997). *The genera of Araceae*. Royal Botanical Gardens, Kew.
- Medina, G. & López, Y. (2014) Diversidad de anfibios y reptiles en la alta montaña del suroriente de la sabana de Bogotá, Colombia. *Hepetotropicos*. 10 (1): 17- 30.
- Melin, D. (1941). Contributions to the knowledge of the amphibia of south america. Göteborgs Kungliga Vetenskaps och Vitter-Hets Samhalles Handlingar.
- Medina, R., Reina, M., Herrera, E., Ávila, F., Chaparro, O. & Cortés, R. (2010). Catálogo preliminar de la flora vascular de los bosques subandinos de la Cuchilla el Fara (Santander- Colombia). *Revista Colombia Forestal* 13 (1): 55 – 85.
- Melo, O. & Vargas, R. (2003). Guía: Evaluación ecológica y silvicultural de sistemas boscosos. Ibagué, Tolima: Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA.
- Mendieta, J. (2006) La vegetación y flora de la isla viveros, Archipiélago de las Perlas, Panamá. *Tecnociencia* 8 (1): 23- 36.

- Menéndez, P. (2001). Ecología trófica de la comunidad de anuros del Parque Nacional Yasuní en la Amazonia Ecuatoriana. Trabajo de grado para obtener el título de Licenciado en Ciencias Biológicas. Facultad de ciencias exactas y naturales. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Mendoza, H. (2000). Las especies de Rubiaceae del flanco oriental de la cordillera oriental, Norte de los Andes, Colombia. *Biota Colombiana* 1 (2): 224-229.
- Mendoza, H. (2012). Patrones de riqueza específica de las familias Melastomataceae y Rubiaceae en la cordillera oriental, Colombia, Norte de los Andes y consideraciones para la conservación. *Revista Colombia Forestal* 15 (1): 5–54
- Mendoza H., Ramírez B. y Jiménez L.C. (2004). Rubiaceae de Colombia. Guía ilustrada de géneros. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 351p.
- Mora--Fernández C. & Peñuela--Recio L. (Eds.) (2013). Guía de campo. Flora y fauna de las sabanas inundables asociadas a la cuenca del río Pauto, Casanare--Colombia. Serie Biodiversidad para la Sociedad No. 3. Yoluka ONG, fundación de investigación en biodiversidad y conservación, Fundación Horizonte Verde y Ecopetrol S.A. 350p
- Mostacedo, B. & Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia.
- Mosquera, L., Robledo, D., Asprilla, A. & Asprilla, A. (2007). Diversidad florística de dos zonas de bosque tropical húmedo en el municipio de Alto Baudó, Chocó-Colombia. *Acta biológica Colombiana* 12:75-90.
- Muñoz, L. (2006). Riqueza, diversidad y estatus de los anfibios amenazados en el sureste de México; una evaluación para determinar las posibles causas de la declinación de sus poblaciones. Departamento de fauna silvestre- Colegio de la frontera sur. Chiapas México. Disponible en: http://www.cepf.net/Documents/final_Ecosur_amphibians_mexico.pdf

- Mueses, J. (2006). A new species of *Eleutherodactylus* (Amphibia: Anura: Brachycephalidae) from the western flank of the cordillera oriental of Colombia. *Zootaxa* 1271: 29-35.
- Murcia, G. U., Huertas, M. C., Rodríguez, J. M., Castellanos, H. O. (2010). Cambios multitemporales de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana, a escala 1:100.000, en el periodo 2002 al 2007. Bogotá, D. C. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.
- Murcia, M. (2009). Caracterización de la avifauna en dos parcelas permanentes de muestres (PPM) en las veredas El Vergel Alto y Palomas del municipio de San Luis de Cubarral, Meta. Trabajo de grado para optar por el título de licenciada en Biología. Facultad de Ciencias y Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Murcia, M., Beltrán, D. & Carvajal, L. (2009). Un nuevo registro del loro orejiamarillo (*Ognorhynchus icterotis*; Psittacidae) en la cordillera oriental colombiana. *Ornitología Colombiana* (8): 94-99.
- Murillo, M.T. (1988). Familia Hymenophyllaceae (Pteridófitos) del Parque Nacional Natural Isla de Gorgona. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 16: 53-61.
- Nuzzo, V., & Mierzwa, K. (2000). The effect of forest structure on amphibian abundance and diversity in the Chicago region. Citizens for conservation: U.S. Environmental protection agency. Great lakes national program office, Lake country forest preserve district, Forest preserve district of will country.
- Paintud, J., Galeano, G., Balslev, H., Bernal, R., Borchenius, F., Ferreira, E., De Granville, J., Mejía, K., Millán, B., Moraes, M., Noblick, L., Stauffer, F. & Kahn, F. Las palmeras de América del Sur: diversidad, distribución e historia evolutiva. *Revista Peruana de Biología* 15(supl):5 – 27

- Palacio, M., Sierra, M. & Uribe, A. (1998). Ecología poblacional de *Dictyocaryum lamarckianum* (MART.) H. WENDL. En una región de la cordillera central de Colombia. *Actualidades Biológicas* 20 (69):115 – 120.
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia* 31(8): 583-590.
- Polania, C., Pla, L. & Casanoves, F. (2011). Diversidad funcional y servicios ecosistémicos. En Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. Editado por Casanoves, F., Pla, l. & Di Rienzo, J. 1 ed. Turrialba, Costa Rica
- Pearman, P. (1997). Correlates of amphibian diversity in an altered landscape of Amazonian Ecuador. *Conservation Biology* 11 (5): 1211-1225.
- Pickett, S., Kolasa, J., Armesto, J., & Collins, S. (1989). The ecological concept of disturbance and its expression at various hierarchical levels. *Oikos* 54: 129-136.
- Pickett, S., & White, P. (1985). The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Orlando: Florida. Academic Press.
- Pough, H., Smith, E., Rhodes, D. & Collazo, A. (1987). The abundance of salamanders in forest stands with diferente Histories of disturbance. *Forest Ecology and Management* 20: 1-9
- Pounds, A. & Puschendorf, R. (2004). Clouded futures. *Nature* 427:107-109.
- Pounds, A., Bustamante, M., Coloma, L., Consuegra, J., Fogden, M., Foster, P., et al. (2006). Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature* 439: 161-167.
- Pyburn, W. & Lynch, J. (1981). Two Little-Known species of *Eleutherodactylus* (Amphibia: Leptodactylidae) from the Sierra de la Macarena, Colombia. *Proceedings of the biological society of Washington* 94 (2): 404-412.

- Ramirez, M., Osorno, M.; Rueda, J., Amézquita, A., Ardila, M. (2010a). *Pristimantis savagei*. The IUCN Red list of threatened species. Version 2014.3 <www.iucnredlist.org>.
- Ramirez, M., Osorno, M.; Rueda, J., Amézquita, A., Ardila, M. (2010b). *Rheobates palmatus*. The IUCN Red list of threatened species. Version 2014.3 <www.iucnredlist.org>.
- Rangel, J. & Lozano, G. (1986). Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el volcán Puracé. *Caldasia* 14: 68-70.
- Rangel, J.O. & Velázquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. Págs: 59- 87. En: Rangel-Ch. O. *Diversidad Biótica II: tipos de vegetación en Colombia*. Bogotá. Págs 436.
- Rangel-Ch, J.O., P. D. Lowy-C, M. Aguilar-P. (1997). Distribución de los tipos de vegetación en las regiones naturales de Colombia. Aproximación inicial. 383-402 pp. En: Rangel-Ch, J.O., P. Lowy-C, M. Aguilar-P. (eds.), *Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales, Instituto de hidrología, Meteorología y estudios Ambientales (IDEAM)-Ministerio del Medio Ambiente, Comité de Investigaciones y Desarrollo Científico-CINDEC.U.N, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá, D.C. pp. 436. Disponible EN: http://issuu.com/diversidadbiotica/docs/dbiicap4.distribuci_n_vegetaci_n?e=2165212/2726825
- Rangel, J. & Arellano, H. (2009). La vegetación de las selvas y los bosques de la Serranía de Perijá. En Rangel-Ch., J. O. (ed). *Colombia Diversidad Biótica VIII. Media y baja montaña de la serranía de Perijá*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. D. C. p 299-322.

- Reina, M., Medina, R., Ávila, F. Ángel, S. & Cortés, R. (2010). Catálogo preliminar de la flora vascular de los bosques subandinos de la Reserva Biológica Cachalú, Santander (Colombia). *Revista Colombia Forestal* 13 (1): 27- 54.
- Rivero, J. (1969). A new species of *Hyla* (Amphibia, Salienta) from the región of paramo de Tama, Venezuela. *Caribbean Journal of Science* 9 (3-4): 145-150.
- Rivero, J. (1961). Salientia of Venezuela. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 26: 614pags.
- Roa, L. (2006). Composición florística y estructura del cerro La Judía, cordillera oriental, Santander- Colombia. Facultad de Ciencias- Escuela de Biología. Universidad Industrial de Santander- Bucaramanga.
- Rojas, M., Gutiérrez, P. & Cortés, S. (2013). *Pristimantis achatinus*. En: *Catálogo de anfibios y reptiles de Colombia*. Eds: Paez, V., Daza, J., Gutiérrez, P & Rivera, M. (1) No 1.
- Rueda- Almoacid, J. V. (1999). Anfibios y reptiles amenazados de extinción en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (23): 475-497.
- Rueda, J., Castro, F. & Cortéz, C. (2006). Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: Una compilación. En: Angulo, A., Rueda, J., Rodríguez, J., La Marca, E. (Eds.). 2006. *Técnicas y monitoreo para los anfibios de la región tropical Andina*. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo No 2. Panamericana Formas e Impresos S. A., Bogotá D.C
- Ruiz, P. & Lynch, J. (1982). Dos nuevas especies de *Hyla* (Amphibia: Anura) de Colombia, con aportes al conocimiento de *Hyla bogotensis*. *Caldasia* 13 (64): 647-669.
- Ruiz, P., Lynch, J. & Ardila, M. (1997). Seis nuevas especies de *Eleutherodactylus* Dumeril & Bibron, 1841 (Amphibia: Leptodactulidae) del norte de la cordillera

- occidental de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 21 (79): 155 – 174.
- Sánchez, P., Rivas, M. & Cadena, A. (1996). Diversidad biológica de una comunidad de quirópteros y su relación la estructura del hábitat de bosque de galería, serranía de la macarena, Colombia. *Caldasia* 18 (3): 343-355.
- Scott, A., Lassau, S., Dieter, F., Gerasimos, C. & Chris, A. (2005). Effects of habitat complexity on forest beetle diversity: do functional groups respond consistently? *Diversity and distributions* 11: 73-82.
- Shannon CE, Weaver W (1949) *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 pp.
- Sierra- Giraldo, J., Sanín, D., Coca, L. & Posada-Herrera, J. (2013). Araceae in a high andean forest of the Colombian occidental cordillera (Natural National Park Tatamá). *Aroideana* 36E (1): 76-91.
- Smith, J. Sabogal, C., Jong, W. & Kaimowitz, D. (1997). Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina. *Occasional paper* (13): 1- 36.
- Solarte, V. (2005). Diversidad y estructura espacio temporal de la comunidad de mariposas diurnas en la reserva natural Río Ñambí. San Juan de Pasto. Tesis de grado para optar por el título de Biólogo. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Nariño, Pasto.
- Souza, M. & Lopes, R. (2004) Heterotrophic succession in *Alibertia edulis* fruits: variation in resource availability and temporal heterogeneity of microhabitats for invertebrates. *Ecotrópica* 10: 23- 32.
- Suárez, A. (1999). Lista preliminar de la fauna amphibia presente en el transecto la Montañita- Alto de Gabinete, Caquetá, Colombia. *Revista de la academia Colombiana de ciencias* 23 (suplemento especial): 395-405

- Stott, P., Tett, S., Jones, G., Allen, M., Mitchell, J. & Jenkins, G. (2000). External Control of 20th Century Temperature by natural and anthropogenic forcings. *Science- Reports* 290: 2133-2137.
- Terrádez, M. (2001). Análisis de conglomerados. Proyecto e-Math. Disponible en: <http://www.uoc.edu/in3/e-math/docs/Cluster.pdf>.
- Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielborger, K., Wichmann, M., Shwager, M., & Jeltsch, F. (2004). Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/ diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31: 79-92.
- Triana-Moreno, L.A., Murillo-A, J. (2005). Helechos y plantas afines de Albán (Cundinamarca): El bosque subandino y su diversidad. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. 162 págs.
- Urbina, N., & Londoño, M. (2003). Distribución de la comunidad de la herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la isla la Gorgona, Pacífico colombiano. *Revista de la academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales* 27 (102):105- 113.
- Urbina, N., Olivares, M., & Reynoso, V. (2006). Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a pasture- edge- interior ecotone in tropical rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, México. *Biological Conservation*, 132: 61-75.
- Urbina, N., & Reynoso, V. (2009). Uso del microhabitat por hembras grávidas de la rana de hojarasca *Craugastor loki* en la selva alta perennifolia de Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 571- 573.
- Uribe, A., Velásquez, P. & Montoya, M. 2001. Ecología de poblaciones de *Attalea butyracea* (ARECACEAE) en un área de bosque seco tropical (Las Brisas, Sucre, Colombia). *Actualidades biológicas* 23 (74): 33-39.

- Valderrama, E. & Linares, E. (2008). Uso y manejo de leña por la comunidad campesina de SAN José de Suaita (Suaita, Santander, Colombia) *Revista Colombia Forestal* 11:19–34.
- Vallan, D. (2002). Effects of anthropogenic environmental changes on amphibian diversity in the rain forests of eastern Madagascar. *Journal of tropical ecology* 18: 725-742.
- Valverde, T., Meave del Castillo, J., Carabias, J., & Cano, Z. (2005). *Ecología y medio ambiente*. 1ra Edición. México D.C. Universidad Nacional Autónoma de México: Pearson educación.
- Valencia-Duarte, J., Trujillo, L. & Vargas, O. (2012). Dinámica de la vegetación en un enclave semiárido del río, Chicamocha, Colombia. *Biota Colombiana* 13 (2): 40-65.
- Vargas, F., & Bolaños, M. (1999). Anfibios y reptiles presentes en hábitats perturbados de la selva lluviosa tropical en el Bajo Anchicayá, Pacífico Colombiano. *Revista de la academia colombiana de ciencias*, 23:499-511.
- Vargas, F., & Castro, F. (1999). Distribución y preferencias de microhábitat en anuros (Amphibia) en bosque maduro y áreas perturbadas en Anchicayá, Pacifico Colombiano. *Caldasia* 21 (1): 95-109.
- Vásquez, L. (2011). Detección de *Batrachochytrium dendrobatidis* en el ensamblaje de anfibios en la región andina central, oriental, Orinoquia y amazonia de Colombia y el estudio in- vitro de la acción antagónica de la bacteria *Janthinobacteriom lividum* frente a la cepa colombiana de *Batrachochytrium dendrobatidis* [Trabajo de grado]. Bogotá (Colombia): Pontificia Universidad Javeriana.
- Viejo-Montesinos, J. & Ormosa-Gallego, C. (1997). Los insectos polinizadores: una aproximación antropocéntrica. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa S.E.A.* (20):71-74.

- Villarreal, H., Álvarez, M., Cordoba, F., Escobar, G., Fagua, F., Gast, H., Mendoza, M., Ospina, A. & Umaña, M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236p.
- Werner, F. (1899). Ueber Reptilien und Batrachier aus Columbien und Trinidad. Verhandlungen des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien 49: 470–484
- Wilson, L.D., Johnson, J. & Mata-Silva, V. (2013). A conservation reassessment of the amphibians of Mexico based on the EVS measure. *Amphibian and Reptile Conservation* 7 (1): 97-127.
- Whiles, M., Lips, K., Pringle, C., Kilham, S., Bixby, R., Brenes, R., ... Peterson, S. (2006). The effects of amphibian population declines on the structure and function of Neotropical stream ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 14 (1): 27-34.
- Young, B., Lips, K., Reaser, J., Ibañez, R., Salas, A., Cedeño, R., Romo, D. (2001). Population declines and priorities for amphibian conservation in latin America. *Conservation Biology* 15 (5): 1213-1223.
- Zarco, V., Hernández, J., Angeles, G. & Castillo, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal agua blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia*. 26 (1): 1-17.
- Zorro, J. (2007). Anuros de piedemonte llanero: Diversidad y preferencias de microhábitat. [Trabajo de grado]. Bogotá (Colombia): Pontificia Universidad Javeriana.
- Zorro, W., Cubillos, C., Patiño, A., Rodríguez, E., Angel, H. & Torrijos, A. (2005). Plan de manejo Parque Nacional Natural Sumapaz. Disponible en : <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/ParqueNacionalSumapaz.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: Especies y morfoespecies que componen el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras- Cubarral Meta.

¹	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFOESPE CIE	NOMBRE CIENTIFICO
2	ANNONACEAE	Guatteria	<i>Guatteria sp 1</i>	Guatteria Ruiz & Pav.
3	AQUIFOLICEAE	Ilex	<i>Ilex laurina</i>	Ilex laurina Kunth
4	ARACEAE	Anthurium	<i>Anthurium sp1</i>	Anthurium Schott
5	ARACEAE	Anthurium	<i>Anthurium sp2</i>	Anthurium Schott
6	ARACEAE	anthurium	<i>Anthurium sp4</i>	Anthurium Schott
7	ARACEAE	Anthurium	<i>Anturium sp5</i>	Anthurium Schott
8	ARACEAE	Philodendron	<i>Philodendron sp1</i>	Philodendron Schott
9	ARACEAE	Philodendron	<i>Philodendron sp2</i>	Philodendron Schott
10	ARACEAE	Philodendron	<i>Philodendron sp3</i>	Philodendron Schott
11	ARACEAE	Philodendron	<i>Philodendron sp4</i>	Philodendron Schott
12	ARACEAE	Philodendron	<i>Philodendron sp5</i>	Philodendron Schott
13	ARACEAE	Philodendron	<i>Philodendron sp6</i>	Philodendron Schott
14	ARACEAE	Philodendron	<i>Philodendron sp7</i>	Philodendron Schott
15	ARACEAE	Philodendron	<i>Philodendron sp8</i>	Philodendron Schott
16	ARACEAE	Rodospatha	<i>Rodospatha sp 1</i>	<i>Rhodospatha</i> Poepp.
17	ARACEAE		<i>sp1</i>	
18	ARACEAE		<i>sp2</i>	
19	ARALIACEAE	Schefflera	<i>Schefflera sachamatensis</i>	Schefflera sachamatensis Cuatrec.
20	ARALIACEAE	Schefflera	<i>Schefflera sp1</i>	Schefflera J.R. Forst. & G. Forst.
21	ARALIACEAE		<i>Oreopanax sp</i>	Oreopanax Decne. & Planch.
22	ARECACEAE	Dictyocaryum	<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	Dictyocaryum lamarckianum (Mart.) H. Wendl.
23	ARECACEAE	Geonoma	<i>Geonoma sp 1</i>	Geonoma Willd.
24	ARECACEAE	Wettinia	<i>Geonoma sp2</i>	Geonoma Willd.
25	ARECACEAE	Geonoma	<i>Geonoma sp3</i>	Geonoma Willd.
26	ARECACEAE	Geonoma	<i>Wettinia praemorsa</i>	Wettinia praemorsa (Willd.) Wess. Boer
27	ASPLENIACEAE	Asplenium	<i>Asplenium cf juglandifolium</i>	Asplenium juglandifolium Lam.
28	ASTERACEAE		<i>sp1</i>	
29	ATHYRIACEAE	Diplazium	<i>Diplazium sp1</i>	Diplazium Sw.
30	CAMPANULACEAE	Centropogon	<i>Centropogon cf curvatus</i>	Centropogon curvatus

				Gleason
31	CAMPANULACEAE	Mollinedia	<i>Mollinedia cf. campanulacea</i>	Mollinedia campanulacea Tul.
32	CAMPANULACEAE	Centropogon	<i>Centropogon sp</i>	Centropogon C. Presl
33	CAMPANULACEAE	Mollinedia	<i>Mollinedia sp 1</i>	Mollinedia Ruiz & Pav.
34	CLETHRACEAE	Clethra	<i>Clethra fagifolia</i>	<i>Clethra fagifolia</i> Kunth
35	CLUSIACEAE	Garcinia	<i>Garcinia cf macrophylla</i>	Garcinia macrophylla Mart.
36	CLUSIACEAE	Clusia	<i>Clusia cf. Haughtii</i>	<i>Clusia haughtii</i> Cuatrec.
37	CLUSIACEAE	Clusia	<i>Clusia sp1</i>	Clusia L.
38	CLUSIACEAE	Clusia	<i>Clusia sp2</i>	Clusia L.
39	COMMELINACEAE	Commelina	<i>Commelina sp 3</i>	Commelina L.
40	COMMELINACEAE	Commelina	<i>Commelina sp1</i>	Commelina L.
41	COMMELINACEAE	Commelina	<i>Commelina sp2</i>	Commelina L.
42	CUNONIACEAE	Weinmannia	<i>weinmannia cf. sorbifolia</i>	<i>Weinmannia cf sorbifolia</i> Kunth
43	CUNONIACEAE	Weinmannia	<i>Weinmannia cf tomentosa</i>	<i>Weinmannia cf tomentosa</i> L.F.
44	CYATHEACEAE	Cyathea	<i>Cyathea sp1</i>	Cyathea Sm.
45	CYATHEACEAE	Cyathea	<i>Cyathea sp 2</i>	Cyathea Sm.
46	CYATHEACEAE	Cyathea	<i>Cyathea sp3</i>	Cyathea Sm.
47	CYATHEACEAE	Cyathea	<i>Cyathea sp 4</i>	Cyathea Sm.
48	CYCLANTHACEAE	Cyclanthus	<i>Cyclanthus bipartitus</i>	Cyclanthus bipartitus Poit. ex A. Rich.
49	DRYOPTERIDACEAE	Polybotrya	<i>Polybotrya sp1</i>	Polybotrya Humb. & Bonpl. ex Willd.
50	ERICACEAE	Cavendishia	<i>Cavendishia cf. compacta</i>	Cavendishia compacta A.C. Sm.
51	ERICACEAE	Cavendishia	<i>cavendishia sp1</i>	Cavendishia Lindl.
52	ERICACEAE	Cavendishia	<i>Cavendishia sp2</i>	Cavendishia Lindl.
53	EUPHORBIACEAE	Croton	<i>Croton smithianus</i>	Croton smithianus Croizat
54	EUPHORBIACEAE		<i>sp2</i>	
55	EUPHORBIACEAE		<i>sp1</i>	
56	EUPHORBIACEAE	Alchornea	<i>Alchornea glandulosa</i>	Alchornea glandulosa Poepp.
57	EUPHORBIACEAE	Tetrorchidium	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	Tetrorchidium rubrivenium Poepp.
58	EUPHORBIACEAE	Alchorneopsis	<i>Alchorneopsis floribunda</i>	Alchorneopsis floribunda (Benth.) Müll. Arg.
59	EUPHORBIACEAE	Alchornea	<i>Alchornea latifolia (Juv)</i>	Alchornea latifolia Sw.
60	EUPHORBIACEAE	<i>Tetrorchidium</i>	<i>Tetrorchidium sp1</i>	Tetrorchidium Poepp.
61	FABACEAE	Inga	<i>Inga villosissima</i>	Inga villosissima Benth.
62	FABACEAE	Inga	<i>Inga sp 1</i>	Inga Mill.
63	GENTIANACEAE	Symbolanthus	<i>Symbolanthus sp1</i>	Symbolanthus G. Don

64	GENTIANACEAE	Symbolanthus	<i>Symbolanthus sp2</i>	Symbolanthus G. Don
65	GESNERIACEAE	Drymonia	<i>Drymonia sp2</i>	Drymonia Mart.
66	GESNERIACEAE	Drymonia	<i>Drymonia sp1</i>	Drymonia Mart.
67	GESNERIACEAE		<i>sp1</i>	
68	GESNERIACEAE	Besleria	<i>Besleria sp 1</i>	Besleria L.
69	HIPOCASTANACEAE	Billia	<i>Billia rosea</i>	Billia rosea (Planch. & Linden) C. Ulloa & P. Jorg.
70	HYMENOPHYLLACEAE	Hymenophyllum	<i>Hymenophyllum sp 1</i>	Hymenophyllum Sm.
71	LAMIACEAE	Aegiphilla	<i>Aegiphilla cf. Novogranatensis</i>	<i>Aegiphilla novogranatensis</i> Moldenke
72	LAMIACEAE	Aegiphilla	<i>Aegiphilla sp2</i>	<i>Aegiphilla</i> Steud.
73	LAMIACEAE	Aegiphilla	<i>aegiphilla sp1</i>	<i>Aegiphilla</i> Steud.
74	LAURACEAE	Nectandra	<i>Nectandra sp 1</i>	Nectandra Rol. ex Rottb.
75	LAURACEAE	Nectandra	<i>Nectandra sp 2</i>	Nectandra Rol. ex Rottb.
76	LECYTHIDACEAE	Eschweilera	<i>Eschweilera cf coriacea</i>	Eschweilera coriacea (DC.) S.A. Mori
77	MARATTIACEAE	Danaea	<i>Danaea sp1</i>	Danaea Sm.
78	MELASTOMATACEAE	Blakea	<i>Blakea cf calyptra</i>	<i>Blakea calyptrata</i> Gleason
79	MELASTOMATACEAE	Henriettela	<i>Henriettela sp1</i>	Henriettea DC.
80	MELASTOMATACEAE	Miconia	<i>Miconia dolychorrhyncha</i>	<i>Miconia dolichopoda</i> Naudin
81	MELASTOMATACEAE	Miconia	<i>Miconia sp2</i>	Miconia Ruiz & Pav.
82	MELASTOMATACEAE	Miconia	<i>Miconia sp1</i>	Miconia Ruiz & Pav.
83	MELASTOMATACEAE	Miconia	<i>Miconia cf. Grandifolia</i>	Miconia grandifolia D. Don
84	MELASTOMATACEAE	Miconia	<i>Miconia cf. Floribunda</i>	Miconia floribunda (Bonpl.) DC.
85	MELASTOMATACEAE	Miconia	<i>Miconia sp 3</i>	Miconia Ruiz & Pav.
86	MELIACEAE	Ruagea	<i>Ruagea glabra</i>	Ruagea glabra Triana & Planch.
87	MIMOSACEAE		<i>sp1</i>	
88	MONIMIACEAE	Mollinedia	<i>Mollinedia cf. campanulacea</i>	Mollinedia Ruiz & Pav.
89	MONIMIACEAE	Mollinedia	<i>Mollinedia sp 1</i>	Mollinedia Ruiz & Pav.
90	MYRCINACEAE	Cybianthus	<i>sp1</i>	<i>Cybianthus</i> Mart
91	MYRCINACEAE	Cybianthus	<i>Cybianthus cf laurifolium</i>	<i>Cybianthus laurifolius</i> (Mez) G. Agostini
92	MYRCINACEAE	Cybianthus	<i>cybianthus sp1</i>	Cybianthus Mart.
93	MYRCINACEAE	Cybianthus	<i>cybianthus SP2</i>	Cybianthus Mart.
94	MYRTACEAE	Eugenia	<i>Eugenia cf egensis</i>	Eugenia egensis DC.
95	MYRTACEAE	Myrcia	<i>Myrcia sp 1</i>	Myrcia DC.

96	ORCHIDACEAE	Sobralia	<i>Sobralia sp 1</i>	<i>Sobralia</i> Ruiz & Pav
97	PASSIFLORACEAE	Passiflora	<i>Passiflora sp1</i>	Passiflora L.
98	PHYLLANTHACEAE	Hyeronima	<i>Hyeronima cf oblonga</i>	<i>Hieronyma oblonga</i> (Tul.) Müll. Arg.
99	PHYLLANTHACEAE	Croizatia	<i>Croizatia brevipetiolata</i>	Croizatia brevipetiolata Govaerts
100	PIPERACEAE	Piper	<i>Piper cf arboreum</i>	Piper arboreum Aubl.
101	PIPERACEAE	Piper	<i>Piper sp1</i>	Piper L.
102	PIPERACEAE	Piper	<i>Piper sp2</i>	Piper L.
103	Piperaceae	Piper	<i>Piper sp3</i>	Piper L.
104	Piperaceae	Piper	<i>Piper sp4</i>	Piper L.
105	POACEAE		<i>sp1</i>	
106	POACEAE		<i>sp2</i>	
107	Polygalaceae	Monnina	<i>Monnina cf latifolia</i>	Monnina latifolia (Bonpl.) DC.
108	POLYPODIACEAE	Phlebodium	<i>Phlebodium pseudoaureum</i>	Phlebodium pseudoaureum (Cav.) Lellinger
109	PRIMULACEAE	Geissanthus	<i>Geissanthus sp1</i>	Geissanthus Hook. f.
110	PRIMULACEAE		<i>sp 1</i>	
111	PRIMULACEAE		<i>sp 2</i>	
112	PRIMULACEAE		<i>sp 3</i>	
113	Pprimulaceae	Ardisia	<i>Ardisia sp 1</i>	Ardisia Sw.
114	Rosaceae	Prunus	<i>Prunus cf opaca</i>	Prunus opaca (Benth.) Walp.
115	RUBIACEAE	Alibertia	<i>Alibertia edulis</i>	Alibertia edulis (Rich.) A. Rich. ex DC.
116	RUBIACEAE	Alibertia	<i>Alibertia cf. Edulis</i>	Alibertia A. Rich. ex DC.
117	RUBIACEAE	Alibertia	<i>Alibertia sp1</i>	Alibertia A. Rich. ex DC.
118	RUBIACEAE	Alibertia	<i>Alibertia sp3</i>	Alibertia A. Rich. ex DC.
119	RUBIACEAE	cf Alibertia	<i>sp 2</i>	Alibertia A. Rich. ex DC.
120	RUBIACEAE	Cf Hippotis	<i>sp1</i>	<i>Hippotis</i> Ruiz & Pav
121	RUBIACEAE	Ladenbergia	<i>Ladenbergia sp1</i>	<i>Ladenbergia</i> Klotzsch
122	RUBIACEAE	Ladenbergia	<i>Ladenbergia sp2</i>	<i>Ladenbergia</i> Klotzsch
123	RUBIACEAE	Ladenbergia	<i>Ladenbergia cf oblongifolia</i>	Ladenbergia oblongifolia (Humb. ex Mutis) L. Andersson
124	RUBIACEAE	Myrcia	<i>Myrcia sp</i>	Myrcia DC.
125	RUBIACEAE	Palicourea	<i>Palicourea cf. guianensis</i>	Palicourea guianensis Aubl.
126	RUBIACEAE	Palicourea	<i>Palicourea sp1</i>	Palicourea Aubl.
127	RUBIACEAE	Palicourea	<i>Palicourea sp2</i>	Palicourea Aubl.
128	RUBIACEAE	Palicourea	<i>Palicourea sp 4</i>	Palicourea Aubl.
129	RUBIACEAE	Palicourea	<i>Palicourea sp5</i>	Palicourea Aubl.
130	RUBIACEAE	Palicourea	<i>Palicourea sp3</i>	Palicourea Aubl.
131	RUBIACEAE	Palicourea	<i>Palicourea sp6</i>	Palicourea Aubl.

13 2	RUBIACEAE	Psychotria	<i>sp3</i>	<i>Psychotria</i> L.
13 3	RUBIACEAE	Psychotria	<i>sp5</i>	<i>Psychotria</i> L.
13 4	RUBIACEAE	Psychotria	<i>sp4</i>	<i>Psychotria</i> L.
13 5	RUBIACEAE	Psychotria	<i>sp1</i>	<i>Psychotria</i> L.
13 6	RUBIACEAE	Psychotria	<i>sp2</i>	<i>Psychotria</i> L.
13 7	RUBIACEAE	Psychotria	<i>Psychotria acuminata</i>	<i>Psychotria acuminata</i> Benth.
13 8	RUBIACEAE	Psychotria	<i>Psychotria aff acuminata</i>	<i>Psychotria aff acuminata</i> Benth.
13 9	RUBIACEAE	Psychotria	<i>Psychotria cf aschersoniana</i>	<i>Psychotria aschersoniana</i> K. Schum. & K. Krause
14 0	RUBIACEAE	Psychotria	<i>Psychotria sp6</i>	<i>Psychotria</i> L.
14 1	RUBIACEAE	Psychotria	<i>Psychotria sp7</i>	<i>Psychotria</i> L.
14 2	RUBIACEAE	Psychotria	<i>Psychotria SP8</i>	<i>Psychotria</i> L.
14 3	RUBIACEAE		<i>sp1</i>	
14 4	RUBIACEAE		<i>sp3</i>	
14 5	RUBIACEAE		<i>sp2</i>	
14 6	RUBIACEAE	Elaeagia sp	<i>Elaeagia sp 1</i>	<i>Elaeagia</i> Wedd.
14 7	RUTACEAE	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum quinduense</i>	<i>Zanthoxylum quinduense</i> Tul.
14 8	SAPINDACEAE	Serjania	<i>Serjania sp1</i>	<i>Serjania</i> Mill.
14 9	SAPOTACEAE		<i>sp1</i>	
15 0	SAPOTACEAE	Pouteria	<i>Pouteria baheniana</i>	<i>Pouteria baehniiana</i> Monach.
15 1	SAPOTACEAE	Pouteria	<i>Pouteria sp1</i>	<i>Pouteria</i> Aubl.
15 2	SAPOTACEAE	Matayba	<i>Matayba sp 1</i>	<i>Matayba</i> Aubl.
15 3	SIMAROUBACEAE	Picramnia	<i>Picramnia sp</i>	<i>Picramnia</i> Sw.
15 4	SIPARUNACEAE	Siparuna	<i>sp1</i>	<i>Siparuna</i> Aubl.
15 5	SIPARUNACEAE	Siparuna	<i>Siparuna cf lepidota</i>	<i>Siparuna lepidota</i> (Kunth) A. DC.
15 6	SIPARUNACEAE	Siparuna	<i>Siparuna aspera</i>	<i>Siparuna aspera</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.
15 7	SIPARUNACEAE	Siparuna	<i>Siparuna sp2</i>	<i>Siparuna</i> Aubl.
15 8	SIPARUNACEAE	Siparuna	<i>Siparuna sp3</i>	<i>Siparuna</i> Aubl.
15 9	SOLANACEAE		<i>sp1</i>	
16 0	SOLANACEAE		<i>sp2</i>	
16 1	SOLANACEAE	Solanum	<i>Solanum sp 1</i>	<i>Solanum</i> L
16 2	THELYPTERIDAE	Thelypteris	<i>Thelypteris sp 1</i>	<i>Thelypteris</i> Schmidel
16 3	URTICACEA			
16 4	ZINGIBERACEAE	Renealmia	<i>Renealmia sp1</i>	<i>Renealmia</i> L. f.
16 5	Indeterminado 1			
16 6	Helecho indeterminado 1			
16 7	helecho indeterminado 2			
16 8	Indeterminado 2			

ANEXO B: Valores del índice del valor de importancia IVI para las especies del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	IVI
EUPHORBIACEAE	Alchornea	Alchornea latifolia	32,333866
MELASTOMATACEAE	Miconia	Miconia dolichorrhyncha	24,4095174
AQUIFOLIACEAE	Ilex	Ilex laurina	19,2261442
ARECACEAE	Geonoma	Geonoma sp2	15,8613087
PHYLLANTHACEAE	Hyeronima	Hyeronima cf oblonga	15,5831189
PHYLLANTHACEAE	Croizatia	Croizatia brevipetiolata	14,1312361
HIPOCASTANACEAE	Billia	Billia rosea	12,2386954
MELASTOMATACEAE	Blakea	Blakea cf calyprata	11,6544567
EUPHORBIACEAE	Croton	Croton smithianus	10,7563551
RUBIACEAE	Elaeagia	Elaeagia sp	9,46950259
EUPHORBIACEAE	Alchornea	Alchornea glandulosa	8,98912373
EUPHORBIACEAE	Alchorneopsis	Alchorneopsis floribunda	8,97707327
ARECACEAE	Dictyocaryum	Dictyocaryum lamarckianum	8,32597416
CYATHEACEAE	Cyathea	Cyathea sp1	7,47200445
MYRCINACEAE	Cybianthus	Cybianthus cf laurifolium	6,81157092
RUBIACEAE	Alibertia	Alibertia edulis	6,81028837
THELYPTERIDAE	Thelypteris	Thelypteris sp 1	6,7888936

RUBIACEAE	Ladenbergia	Ladenbergia cf oblongifolia	6,74525175
PRIMULACEAE		sp 2	6,24213019
LECYTHIDACEAE	Eschweilera	Eschweilera cf coriácea	6,18784716
MIMOSACEAE	Inga	Inga sp	6,15929262
RUBIACEAE	Alibertia	Alibertia sp1	5,95550267
ARECACEAE	Geonoma	Geonoma sp1	5,84421623
ARECACEAE	Wettinia	Wettinia praemorsa	5,80661767
GESNERIACEAE	Drymonia	Drymonia sp2	5,05175961
ARALIACEAE	Schefflera	Schefflera sachamatensis	4,87677278
CLUSIACEAE	Clusia	Clusia cf. Haughti	3,80346236
CLUSIACEAE	Garcinia	Garcinia cf macrophylla	3,45891889
RUBIACEAE	Ladembergia	Ladembergia sp2	3,37577794
CLUSIACEAE	Clusia	Clusia sp1	3,22514599
PIPERACEAE	Piper	Piper sp1	2,41412344
CUNONIACEAE	Weinmannia	Weinmannia cf. membranacea	1,87418363
MELASTOMATACEAE	Miconia	Miconia cf. Grandifolia	1,78892997
INDETERMINADO ARB			1,73273923
ARECACEAE	Geonoma	Geonoma sp3	1,57917009
CYATHEACEAE	Cyathea	Cyathea sp3	1,49722601

27

PRIMULACEAE	Ardisia	Ardisia sp	1,48597142
ERICACEAE	Cavendishia	Cavendishia sp2	1,35335463
PIPERACEAE	Piper	Piper cf arboreum	1,20889704
DRYOPTERIDACEAE	Polybotrya	Polybotrya sp1	1,15774485
MIMOSACEAE	Inga	Inga villosissima	1,13358965
LAMIACEAE	Aegiphilla	Aegiphilla sp	0,89487941

ANEXO C: Valores del índice de predominio fisionómico (IPF) obtenidos para las especies del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	IPF
Euphorbiaceae	Alchornea	Alchornea latifolia (Juv)	46,8645601
Aquifoliaceae	Ilex	Ilex laurina	22,8688411
MELASTOMATACEAE	Miconia	Miconia dolichorrhyncha	16,8667158
HIPOCASTANACEAE	Billia	Billia rosea	14,7708544
MIMOSACEAE	Inga	Inga sp	12,850119
Euphorbiaceae	Alchorneopsis	Alchorneopsis floribunda	11,4874664
Euphorbiaceae	Alchornea	Alchornea glandulosa	10,9720789
Phyllanthaceae	Hyeronima	Hyeronima cf oblonga	10,1143438
PHYLLANTHACEAE	Croizatia	Croizatia brevipetiolata	9,83780514
ARECACEAE	Geonoma	Geonoma sp2	9,38953175
RUBIACEAE	Elaeagia	Elaeagia sp	8,99556894
MELASTOMATACEAE	Blakea	Blakea cf calyprata	8,34414716
EUPHORBIACEAE	Croton	Croton smithianus	7,90001934
LECYTHIDACEAE	Eschweilera	Eschweilera cf coriácea	7,06625413
ARECACEAE	Dictyocaryum	Dictyocaryum lamarekianum	7,00823633
CYATHEACEAE	Cyathea	Cyathea sp1	6,92101318
RUBIACEAE	Ladembergia	Ladembergia sp2	6,53214976
RUBIACEAE	Alibertia	Alibertia edulis	6,39536875
GESNERIACEAE	Drymonia	Drymonia sp2	5,98390707
ARECACEAE	Wettinia	Wettinia praemorsa	5,58924557
THELYPTERIDAE	Thelypteris	Thelypteris sp 1	5,44720531
PRIMULACEAE		sp 2	5,43792285
RUBIACEAE	Ladenbergia	Ladenbergia cf oblongifolia	5,11168021
CLUSIACEAE	Clusia	Clusia sp1	5,10521131
RUBIACEAE	Alibertia	Alibertia sp1	4,7461861
ARECACEAE	Geonoma	Geonoma sp1	4,26149304

MYRCINACEAE	Cybianthus	Cybianthus cf laurifolium	4,04214342
ARALIACEAE	Schefflera	Schefflera sachamatensis	3,23045287
Indeterminado ARB 27			3,09393946
Clusiaceae	Garcinia	Garcinia cf macrophylla	3,07859808
Primulaceae	Ardisia	Ardisia sp	2,97651945
PIPERACEAE	Piper	Piper sp1	2,93097875
CLUSIACEAE	Clusia	Clusia cf. Haughti	2,5235423
Cunoniaceae	Weinmannia	Weinmannia cf. Membranacea	2,41662054
PIPERACEAE	Piper	Piper cf arboreum	2,28828338
DRYOPTERIDACEAE	Polybotrya	Polybotrya sp1	1,94030541
CYATHEACEAE	Cyathea	Cyathea sp3	1,87709294
MIMOSACEAE	Inga	Inga villosissima	1,71264373
ERICACEAE	Cavendishia	Cavendishia sp2	1,68196963
MELASTOMATACEAE	Miconia	Miconia cf. Grandifolia	1,58587019
ARECACEAE	Geonoma	Geonoma sp3	1,39989989
LAMIACEAE	Aegiphilla	Aegiphilla sp	1,04584931

ANEXO D: Valores Eigen de las variables fisionómicas calculadas para todo el bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

	C1	C2
ALTURA_DOSEL	0.6860	0.3322
ALTURA_HERBACEAS	0.7494	-0.1242
ALTURA_ARBUSTOS	-0.4322	0.3555
ALTURA_ARBOLES	0.5506	0.2208
%_COBER_DE_DOSEL	0.7426	0.3834
DEN._EST._ARBORE	0.6190	0.5529
DEN.EST.ARBBU	0.5952	-0.2151
DEN.EST.HERBA	-0.6780	-0.0503
DAP_ARBOLES	0.5804	0.0637
DAP_ARBUSTOS	0.3282	-0.3373
#_ARBOLES_DAP_>3	0.6039	0.5559
#_ARBUSTO_DAP_>3	-0.2457	0.0845
#_Sp_ARBOL_DAP>3	0.8183	0.2799
#_Sp_ARBUS_DAP>3	-0.1122	0.1164
VAR.DIST.ARB.CEN	0.6683	0.3248
VAR.DIST.ARBUS.C	0.3307	-0.0141
RIQUEZA	0.5390	-0.6357
INDIVIDUOSTOTALE	-0.5731	-0.0555
%_COB._HERBA	-0.5813	-0.2580
%_COB._ARBUS	0.7262	-0.2410
%_COB._ARB	0.7938	0.3586
PROFUNDIDADHOJARA	0.7625	0.0138
SHANNON	0.7380	-0.5717
DIVERSIDAD_D	0.7420	-0.5684
UNIFOR.SHANNON	0.7308	-0.5763

ANEXO E: Valores Eigen empleados en el análisis de la complejidad del área intervenida del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

	C1	C2
ALTURA DOSEL	0,7734	0,1358
ALTURA HERBACEAS	-0,0104	0,3143
ALTURA ARBUSTOS	0,5074	0,1984
ALTURA ARBOLES	0,5164	0,3999
% COBERTURA DE DOSEL	0,8213	-0,1319
DENSIDAD DEL ESTRATO ARBOREO	0,7843	0,3906
DENSIDAD DEL ESTRATO ARBUSTIVO	-0,0533	0,1535
DENSIDAD DEL ESTRATO HERBÁCEO	-0,0577	0,7072
DAP ARBOLES	0,2864	0,2838
DAP ARBUSTOS	-0,1742	0,5112
NUMERO DE ARBOLES CON UN DAP MAYO A 3,2 cm	0,7676	0,3915
NUMERO DE ARBUSTOS CON UN DAP MAYO A 3,2 cm	0,1255	0,046
NUMERO DE ESPECIES DE ARBOLES CON UN DAP MAYOR A 3,2	0,6908	0,4204
NUMERO DE ESPECIES DE ARBUSTOS CON UN DAP MAYOR A 3,2	0,2312	0,2963
VARIANZA DISTANCIA ARBOLES AL CENTRO	0,6705	0,0155
VARIANZA DISTANCIA ARBUSTOS AL CENTRO	-0,0477	0,1323
RIQUEZA	-0,4867	0,7836
INDIVIDUOS TOTALES	-0,092	0,7432
Porcentaje cobertura herbáceas	-0,3283	0,5658
Porcentaje cobertura arbustos	-0,1844	0,1044
Porcentaje cobertura arboles	0,735	0,3504
Profundidad de hojarasca	0,2168	0,2403
SHANNON	-0,487	0,6505
DIVERSIDAD D	-0,4847	0,5902
UNIFORMIDAD DE SHANNON	-0,4894	0,6503

ANEXO F: Valores Eigen empleados en el análisis de la complejidad del área conservada del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras.

	C1	C2
ALTURA DOSEL	0,8	0,0112
ALTURA HERBACEAS	0,6419	0,0887
ALTURA ARBUSTOS	-0,5736	-0,2161
ALTURA ARBOLES	0,8194	0,0904
% COBERTURA DE DOSEL	0,729	-0,0734
DENSIDAD DEL ESTRATO ARBOREO	0,6138	-0,4105
DENSIDAD DEL ESTRATO ARBUSTIVO	0,305	0,5574
DENSIDAD DEL ESTRATO HERBÁCEO	-0,6173	0,5559
DAP ARBOLES	0,5327	-0,059
DAP ARBUSTOS	0,2026	-0,0189
NUMERO DE ARBOLES CON UN DAP MAYO A 3,2 cm	0,6133	-0,4097
NUMERO DE ARBUSTOS CON UN DAP MAYO A 3,2 cm	-0,3227	0,253
NUMERO DE ESPECIES DE ARBOLES CON UN DAP MAYOR A 3,2	0,6801	-0,0868
NUMERO DE ESPECIES DE ARBUSTOS CON UN DAP MAYOR A 3,2	-0,095	0,3619
VARIANZA DISTANCIA ARBOLES AL CENTRO	0,6235	-0,1467
VARIANZA DISTANCIA ARBUSTOS AL CENTRO	0,3164	-0,0315
RIQUEZA	0,4985	0,7563
INDIVIDUOS TOTALES	-0,3757	0,6506
Porcentaje cobertura herbáceas	-0,6663	0,4832
Porcentaje cobertura arbustos	0,3697	0,3276
Porcentaje cobertura arboles	0,7509	-0,2285
Profundidad de hojarasca	0,5483	-0,2793
SHANNON	0,7365	0,5307
DIVERSIDAD D	0,6809	0,5684
UNIFORMIDAD DE SHANNON	0,7242	0,5422

ANEXO G: Valores Eigen empleados en el análisis de la heterogeneidad del área intervenida del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras

	<i>C1</i>
<i>PLOT 1</i>	0,9957
<i>PLOT 2</i>	0,8004
<i>PLOT 3</i>	0,8241
<i>PLOT 4</i>	0,8326
<i>PLOT 5</i>	-0,0601
<i>PLOT 6</i>	0,7936
<i>PLOT 7</i>	0,9306
<i>PLOT 8</i>	0,7255
<i>PLOT 9</i>	0,5391
<i>PLOT 10</i>	0,7453
<i>PLOT 11</i>	0,9034
<i>PLOT 12</i>	0,985
<i>PLOT 13</i>	0,9088
<i>PLOT 14</i>	0,6635
<i>PLOT 15</i>	0,9436
<i>PLOT 16</i>	0,9845
<i>PLOT 17</i>	0,9827
<i>PLOT 18</i>	0,5511
<i>PLOT 19</i>	0,9278
<i>PLOT 20</i>	0,8118
<i>PLOT 21</i>	0,9913
<i>PLOT 22</i>	0,9274
<i>PLOT 23</i>	0,7938
<i>PLOT 24</i>	0,7987
<i>PLOT 25</i>	0,8822

ANEXO H: Valores Eigen empleados en el análisis de la heterogeneidad del área conservada del bosque muy húmedo premontano de la Reserva Natural Las Palmeras

	<i>C1</i>
<i>PLOT 1</i>	0,9887
<i>PLOT 2</i>	0,4536
<i>PLOT 3</i>	0,9995
<i>PLOT 4</i>	0,9553
<i>PLOT 5</i>	0,9958
<i>PLOT 6</i>	0,9958
<i>PLOT 7</i>	0,9801
<i>PLOT 8</i>	0,9882
<i>PLOT 9</i>	0,9996
<i>PLOT 10</i>	0,9991
<i>PLOT 11</i>	0,8417
<i>PLOT 12</i>	0,6829
<i>PLOT 13</i>	0,9994
<i>PLOT 14</i>	0,9959
<i>PLOT 15</i>	0,9975
<i>PLOT 16</i>	0,9787
<i>PLOT 17</i>	0,982
<i>PLOT 18</i>	0,9942
<i>PLOT 19</i>	0,9755
<i>PLOT 20</i>	0,9151
<i>PLOT 21</i>	0,9943
<i>PLOT 22</i>	0,9594
<i>PLOT 23</i>	0,9845
<i>PLOT 24</i>	0,993
<i>PLOT 25</i>	0,9917