

**Diversidad y estructura de un relicto de bosque y su gradiente sucesional en la cuenca
media del Rio Lebrija, Santander - Colombia.**

Mónica Patricia García Lizcano

Trabajo de grado presentado para optar al título de Bióloga

Director

Nelson Rodríguez López

Doctor en Fisiología Vegetal

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Bucaramanga

2017

Agradecimientos

A Dios por cada momento de mi vida.

A mi maravillosa Paula Daniela por ser mi motivo.

A mi familia por su apoyo en cada momento.

A mis incondicionales amigas que nunca fallan Lady, Linita y Lilú.

Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Competencias de la pasantía de investigación	16
2. Materiales y métodos	16
2.1. Área de estudio	16
2.2. Metodología	18
2.2.1. Fase de Campo	18
2.2.2. Fase de Herbario	19
2.3. Análisis de la información	20
3. Resultados	22
3.1. Riqueza florística	22
3.2 Estructura horizontal	25
3.3. Estructura vertical	26
3.4. Composición de la vegetación en el gradiente sucesional.	27
3.5. Índice de Valor de Importancia (IVI) del relicto de bosque Maduro.	27
3.6. Índice De Valor De Importancia (IVF) del relicto de bosque Maduro	28
3.7. Índices ecológicos de diversidad	29
3.7.1. Diversidad alfa	29
3.7.2. Diversidad beta	29

3.7.3 Análisis de similitud el relicto de bosque maduro y el gradiente sucesional.....	30
4. Discusión.....	31
5. Conclusiones.....	36
Bibliografía.....	38
Apéndices.....	46

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Localidad de muestreo de corregimiento Uribe-Uribe, municipio de Lebrija, departamento de Santander, Colombia.	17
<i>Figura 2.</i> Número de individuos por familia en el relicto de bosque maduro en el corregimiento, Uribe-Uribe, Lebrija, Santander.	22
<i>Figura 3.</i> Abundancia (número de individuos /especie) en el relicto de bosque maduro, corregimiento Uribe-Uribe, Lebrija, Santander.	24
<i>Figura 4.</i> Distribución de individuos por clases diamétricas en el relicto de bosque maduro en la cuenca media del río Lebrija, corregimiento Uribe-Uribe, Lebrija, Santander.	25
<i>Figura 5.</i> Distribución de individuos por intervalos de altura en el relicto de bosque maduro en la cuenca media del río Lebrija, corregimiento Uribe-Uribe, Lebrija, Santander.	26
<i>Figura 6.</i> Ordenación NMDS en base a presencias/ausencias en el relicto de bosque maduro () y su gradiente sucesional: () sucesión inicial-SI; sucesión intermedia () y sucesión tardía (), corregimiento Uribe-Uribe. Lebrija. Santander.	31

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Especies con los mayores IVI en el relicto de bosque maduro en la cuenca media del rio Lebrija, corregimiento Uribe-Uribe, Lebrija, Santander.</i>	28
Tabla 2. <i>Familias con los mayores IVF en el relicto de bosque maduro en la cuenca media del rio Lebrija, corregimiento Uribe-Uribe, Lebrija, Santander.</i>	29
Tabla 3. <i>Índice de similitud de Jaccard entre el relicto de bosque maduro y su gradiente sucesional, en la cuenca media del rio Lebrija. Corregimiento Uribe-Uribe. Lebrija. Santander.</i>	30

Lista de apéndices

	Pág.
Apéndice A. Índice de importancia en familias en el relicto de bosque maduro.....	46
Apéndice B. Índice de importancia en especies en el relicto de bosque maduro.	47
Apéndice C. Listado de familias, géneros y especies observadas en el relicto de bosque maduro.	51

Resumen

Título: Diversidad y estructura de un relicto de bosque y su gradiente sucesional en la cuenca media del Río Lebrija Santander-Colombia *

Autores: Mónica Patricia García Lizcano **

Palabras Claves: Riqueza de especies vegetales, fragmentación de bosques, sucesión vegetal, cambio en el uso del suelo, conservación de plantas tropicales

El cambio en el uso del suelo y de las coberturas vegetales debido a la ampliación de la frontera agropecuaria ha provocado la fragmentación de los bosques tropicales con efectos sobre su biodiversidad y los servicios ecosistémicos. No obstante, los fragmentos de bosque y su gradiente sucesional son reservorios de especies vegetales que ameritan su conservación. En este trabajo se evaluó la diversidad y estructura de la vegetación en un relicto de bosque y su similitud con el gradiente sucesional asociado, en un área en proceso de regeneración, en la cuenca media del río Lebrija. Se estableció una parcela permanente de 1 Há subdividida en 100 parcelas de 10x10 m en donde se tomaron datos estructurales y se censaron los individuos con un DAP $\geq 2,5$ cm. Además, se establecieron parcelas de 0.1 Há (100 m de longitud x 10 m de ancho) que representaban los estados iniciales, intermedios y tardíos de la sucesión asociados al relicto de bosque maduro. Se registraron un total de 435 individuos, representado en 34 familias, 75 géneros y 77 especies. Las familias con mayor riqueza de especies fueron en su orden de importancia ecológica Fabaceae, Moraceae, Rubiaceae, Annonaceae, Apocinaceae, Euphorbiaceae, Myristicaceae y Myrtaceae. Las especies con mayor índice de importancia ecológica fueron *Brownea stenantha* seguida de *Virola sebifera*, *Swartzia santanderensis*, *Sorocea sprucei* y *Conceveiba santanderensis*. Los resultados indican que las diferencias de la diversidad entre el relicto de bosque maduro y la sucesión vegetal asociada al mismo, en un área de pastizales en proceso de regeneración natural, depende de la fase en la que se encuentra el gradiente sucesional.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Director: Nelson Rodríguez López, Doctor en Fisiología Vegetal.

Abstract

Title: Diversity and structure of a relict forest and its successional gradient in the middle basin of the Lebrija River, Santander – Colombia*

Authors: Mónica Patricia García Lizcano**

Keywords: Plant species richness, forest fragmentation, plant succession, land use change, tropical plant conservation.

Land use change and vegetation cover due to the expansion of the agricultural frontier has led to the fragmentation of tropical forests with effects on their biodiversity and ecosystem services. However, forest fragments and their successional gradient are reservoirs of plant species that warrant their conservation. This work evaluated the diversity and structure of vegetation in a forest relict and its similarity with their successional gradient, in an area under natural regeneration, in the middle basin of the Lebrija River. Santander. A permanent plot of 1 Ha was subdivided into 100 plots of 10 × 10 m where structural data were taken and individuals with a DBH ≥ 2.5 cm were recorded. In addition, plots of 0.1 Ha (100 m long x 10 m wide) were established that represented the initial, intermediate and late succession phases associated with the relict of mature forest. Were observed a total of 435 individuals, represented in 34 families, 75 genus and 77 species. The families with the highest species richness were in their order of ecological importance Fabaceae, Moraceae, Rubiaceae, Annonaceae, Apocinaceae, Euphorbiaceae, Myristicaceae and Myrtaceae. The species with the highest index of ecological importance was *Brownea stenantha* followed by *Virola sebifera*, *Swartzia santanderensis*, *Sorocea sprucei* and *Conceveiba santanderensis*. The results indicate that the differences in the diversity between the relict of mature forest and the associated vegetation succession, in an area of pastures under natural regeneration, depend of the phase of the succession gradient.

* Grade Work

** Science Faculty. School of Biology. Director: Nelson Rodríguez López, PhD in Plant Physiology

Introducción

La diversidad vegetal presente en los ecosistemas terrestres es el producto de gran variedad de factores que han interactuado a través del tiempo. Así, la estructura y composición de la vegetación debido, entre otros, a los cambios geomorfológicos y el levantamiento de la cordillera de los Andes, trajo consigo la aparición de ambientes con características que brindaron procesos de especiación y adaptación (Van der Hammen & Hooghiemstra, 2001).

Algunos autores indican que la diversidad y composición florística de los bosques tropicales, en gran medida, son el resultado del clima, el drenaje, la topografía y los suelos (John et al., 2007; Poulsen *et al.*, 2006). De ese modo, las especies coexisten como respuesta a adaptaciones específicas del hábitat, las cuales otorgan una ventaja competitiva a unas especies frente a otras, lo cual fundamenta la teoría de nicho (Hutchinson, 1959; Grubb, 1977; Pacala, 1993). En contraste, la teoría neutral (Hubbell, 2001; Hu, 2005), sugiere que el efecto de los suelos sobre la diversidad y la variabilidad florística es mínimo, a escala local, en bosques similares, y que la diferenciación observada es debido a procesos aleatorios o biológicos como la limitación en la dispersión (Duque *et al.*, 2003; He *et al.*, 2002; Valencia *et al.*, 2004).

El conocimiento de la diversidad vegetal en los diferentes ecosistemas de Colombia se ha incrementado en las últimas décadas. Sin embargo, la presión antropogénica ejercida a través de la deforestación para la ampliación de la frontera agropecuaria y la fragmentación de los bosques, entre otros factores, han generado un impacto negativo sobre la vegetación y una

reducción en la diversidad vegetal nativa en ciertos ecosistemas (Dezzeo *et al.*, 2008). Es así como la fragmentación de los bosques no solo genera una disminución del tamaño de los parches sino que también los aísla y produce un cambio progresivo en la configuración del paisaje y una pérdida del espacio del hábitat y la densidad de las especies, lo cual dificulta el intercambio de individuos entre las poblaciones y la supervivencia de las mismas (Murcia, 1995).

El valor biológico y ecológico de los relictos de bosques, que conforman zonas con alta intervención antrópica, pueden ser considerados como una estrategia para la preservación de la biodiversidad, a través de programas de manejo y restauración ecológica. Además, muchas de esas comunidades vegetales, como es el caso de los bosques, que son sometidos a una serie de perturbaciones, ya sea de origen natural o antropógeno, pueden presentar un proceso de recuperación o regeneración, denominado sucesión secundaria la cual genera cambios a medida que se desarrolla y madura (Gliessman, 1997). En ese escenario, el proceso de regeneración de los bosques es crucial para que ocurra una renovación y continuidad de las especies vegetales (Nathan & Muller-Landau, 2000; Wang & Smith, 2002). Sin embargo, ese proceso depende de diferentes eventos tales como la producción y dispersión de semillas, germinación y establecimiento de las plántulas (Norden, 2014). Así, la distribución espacial de las plántulas, es el resultado del avance exitoso para superar cada uno de esos eventos, que a su vez reflejan la manera como ocurre la distribución potencial de los árboles. De ese modo, la capacidad de dispersión de semillas y los procesos ecológicos que determinan el posterior establecimiento de las plántulas, son los que determinan la estructuración de las comunidades (Norden, 2014).

De otro lado, la cobertura vegetal de las diferentes cuencas hidrográficas del departamento de Santander, Colombia, se ha visto alterada por actividades antropogénicas (Plan Gestión Ambiental, CDMB 2004-2013). Esas actividades alteran el ecosistema y puede conducir a que las especies nativas, hayan sido reemplazadas, especialmente, por sistemas de producción agropecuaria, que a su vez genera un cambio en el paisaje con fragmentos (relictos) de la vegetación original y procesos de regeneración de la vegetación, que pueden provocar alteraciones en los servicios ecosistémicos y una disminución de la materia orgánica en el suelo, por ejemplo (Caamal & Yañez, 2002). Una de las dos cuencas de mayor importancia en el departamento de Santander es la del río Lebrija, la cual es conformada por los ríos Suratá y de Oro, debido a que abastece de agua al área metropolitana de Bucaramanga, cuya población aproximada es de 1'400.000 habitantes. Sin embargo, la cuenca del río Lebrija, es una de las más afectadas, por el cambio en el uso del suelo y de sus coberturas vegetales, debido a la ampliación de la frontera agropecuaria, cuyo resultado ha ocasionado la fragmentación de los bosques nativos.

En la cuenca media del río Lebrija, se ha reportado que se presentan pequeñas áreas que poseen todas las características del bosque seco tropical-BsT, bosques de galería y parches con especies de bosques húmedos y de bosques secos, que no se escapan de la presión antropogénica (IAvH, 2014). Esos fragmentos pequeños de bosques con características diferentes, exentos de esas alteraciones, se constituyen entonces, en reservorios de la flora nativa, ya que son verdaderos bancos genéticos *in situ* que, en muchos casos, son desconocidos hasta ahora (Pizano & García 2014) y ofrecer servicios ecosistémicos tales como la regulación de los ciclos del carbono y del agua (Plan Gestión Ambiental CDMB, 2004-2013). No obstante, el estado actual

de la diversidad vegetal existente en esos relictos y el conocimiento sobre los procesos sucesión o regeneración secundaria asociado a los mismos, es escasa.

Este trabajo se planteó con el fin de corroborar si la diversidad vegetal del relicto de bosque maduro, poco perturbado, es similar a la de su gradiente sucesional, en un área de pastizales, previamente utilizado en actividades ganaderas, en proceso de regeneración natural. De esa manera, el objetivo de este trabajo fue evaluar la diversidad y estructura de la vegetación en un relicto de bosque y su similitud con la vegetación del gradiente sucesional asociada de un área en proceso de restauración, previamente, utilizada para actividades de ganadería, en la cuenca media del río Lebrija.

1. Competencias de la pasantía de investigación

Las competencias y habilidades técnico-científicas que la estudiante desarrollo durante la pasantía:

1. Creó una base de datos con la información taxonómica, alométrica y estructural de la vegetación entre un relicto de bosque y su gradiente sucesional.
2. Comparó la diversidad beta entre un relicto de bosque y su gradiente sucesional.
3. Redactó informe técnico científico con los resultados obtenidos durante la realización de la pasantía.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

El estudio fue un relicto de bosque de 3,5 Há que se ha conservado y no se ha intervenido por más de 60 años. El bosque está ubicado en el corregimiento Uribe-Uribe, municipio de Lebrija, Departamento de Santander. La localidad de estudio está ubicada en la cuenca media del río

Lebrija, LN: $07^{\circ} 16' 03.8''$; W: $073^{\circ} 21' 31.9''$, a una altura de 208 (msnm), temperatura promedio de 35°C y precipitación promedio media anual con valores entre 660 y 2065mm (IDEAM, 2005) (Figura 1). Las coordenadas geográficas de las parcelas del gradiente sucesional asociadas al relicto de bosque son las siguientes: Sucesión inicial ($7^{\circ} 16' 11.6''$ LN y $73^{\circ} 21' 30.7''$ LO), sucesión intermedia ($7^{\circ} 16' 07''$ LN y $73^{\circ} 21' 34.6''$ LO) y, finalmente, sucesión tardía ($7^{\circ} 16' 01.3''$ LN y $73^{\circ} 21' 28.3''$ LO). La información climática, edafológica y biológica de la zona es incipiente y no existen muchos registros bibliográficos sobre la misma. Sin embargo, esa región se considera que está experimentando una transición de bosque húmedo a bosque seco.

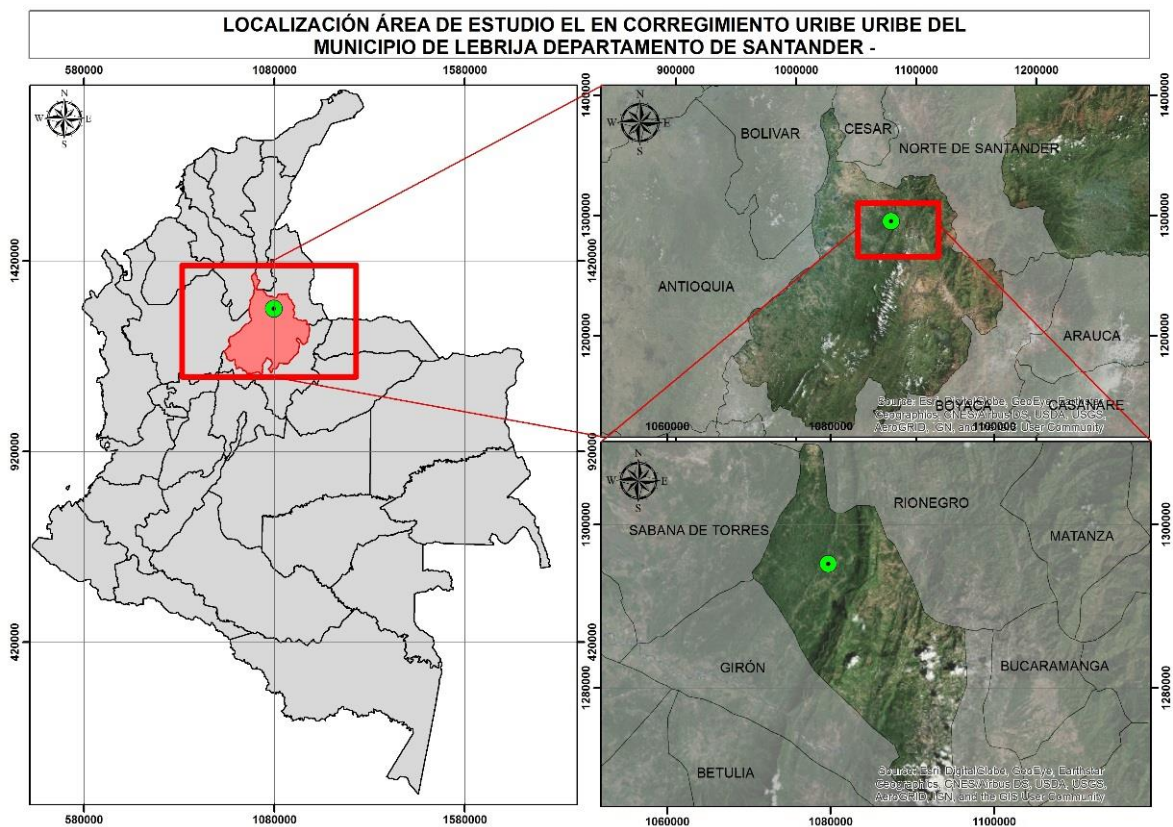


Figura 1. Localidad de muestreo de corregimiento Uribe-Uribe, municipio de Lebrija, departamento de Santander, Colombia.

2.2. Metodología

2.2.1. Fase de Campo. En el relicto de bosque se estableció una parcela permanente de 1.0 Há subdividida en 100 cuadrantes de 10m x 10m (Gentry, 1982; Mathews et.al., 2012).

El muestreo se realizó durante los meses de marzo-mayo del año 2014, al final de la época seca e inicio de la época de lluvias. Se censaron todos los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 2,5 cm, por cada individuo se tomaron tres muestras y se registraron datos morfológicos y otras características particulares, tales como color y presencia de látex. Se registró el hábito de crecimiento, altura (m), medido con un hipsómetro digital y diámetro a la altura del pecho (DAP), para lo cual se utilizó una regla graduada de 1.30 m, colocada en la base del tallo, y se señaló con pintura amarillo alrededor del tallo de los individuos. A seguir, se midió la circunferencia del tallo, con el uso de una regla graduada mediante el uso de cinta métrica. Si los individuos presentaban más de un tallo ortotrópico se sumaba el valor de las mediciones del DAP de cada tallo.

De igual manera se establecieron parcelas de 0.1Há (100 m de longitud x 10 m de ancho) y se subdividieron en 10 sub-parcelas de 10m x 10m. Las parcelas de 0.1 Há representan cada una estado inicial, intermedio y tardío de la regeneración natural de las sucesión del relicto del bosque. Los estados de sucesión se delimitaron de acuerdo con Arroyo & Mora (2002), quienes describen tres estados sucesionales en el bosque seco tropical de Santa Rosa, Costa Rica (200-300 m de elevación). En las parcelas del gradiente sucesional, los muestreos se realizó de igual manera como se procedió en la parcela permanente del relicto de bosque maduro.

El número total de individuos marcados en campo, para los diferentes fines del proyecto “Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol”, en donde se enmarca el trabajo de la pasantía de investigación, fue de 2005 individuos en la parcela de 1Há y allí, fueron colectados 1413 individuos; sin embargo, sólo se tuvieron en cuenta aquellos que presentaron un DAP mayor o igual a $\geq 2,5$, para su determinación taxonómica correspondiente. Las muestras se prensaron en el sitio de muestreo y se alcoholizaron dentro del papel periódico con alcohol al 70% con el fin de evitar el deterioro de las muestras para su posterior identificación. Los excicados del material colectado fueron sometidos a secado durante 72 h a 70oC y se realizó el depósito en el Herbario de las colecciones de la Universidad Industrial de Santander-HUIS y en el Herbario Federico Meden del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH).

2.2.2. Fase de Herbario. El secado del material colectado se realizó en el Herbario de la Universidad Industrial de Santander (HUIS) y posteriormente se llevó a cabo la determinación taxonómica, familia, género o especie, utilizando claves sugeridas por Gentry (1995). Se comparó y depositó el material vegetal con ejemplares presentes en el Herbario de la Universidad Industrial de Santander y el Herbario El Herbario Federico Meden Bogotá (FMB-IAvH), así como herbarios de consulta virtual de la Universidad Nacional de Colombia, guía de plantas tropicales The Field Museum of Chicago; además se tuvo en cuenta información consignada en la base de datos: trópicos.org.

2.3. Análisis de la información

Se realizó un análisis de distribución de clases según altura y DAP de las plantas, esto para crear intervalos o categorías y así analizar los estratos verticales del bosque (Rangel & Velásquez 1997). Para evaluar la importancia ecológica de las especies en cada área muestreada se calculó el índice de valor de importancia (IVI) como resultado de la sumatoria de los valores de densidad relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa (Finol, 1976). Para evaluar la importancia ecológica de las familias en el relicto de bosque maduro, se calculó el índice de valor de importancia para familias (VIF), como la sumatoria de la densidad, la dominancia y la riqueza relativas de cada familia, según lo propuesto por Mori & Boom (1983).

La diversidad florística se midió empleando el índice de diversidad de Shannon (H) el cual considera que los individuos se muestran al azar a partir de una población infinitamente grande y asume que todas las especies están representadas en la muestra (Magurran, 1989). Los valores van de 0 en comunidades que tienen un solo taxón a altos valores para comunidades con muchos taxa, cada uno con pocos individuos y los valores suelen estar entre 1,5 y 3,5 (Magurran, 1989) se calculó usando la expresión H, así:

$$H = - \sum (N_i/N) \log (N_i/N)$$

En donde N_i = número de individuos por especie y N = número total de individuos.

También se usó el índice de predominio de Simpson (C) el cual considera que el valor de C sea cercano a 1 el dominio esta compartido por una o pocas especies y si $C < 1$, el dominio esta compartido por un gran número de especie.

$$C = \sum Ni (Ni-1) / N (N-1)$$

Siendo Ni = Número de individuos de la especie y N = Número de individuos total.

Para evaluar la diversidad beta se realizó mediante el uso de los coeficientes de similitud o índice cualitativo de Jaccard (Magurran, 1989).

$$I_J = c / (a + b - c)$$

A es el número de especies en el sitio A, b es el número de especies en el sitio B y c es el número de especies presentes en ambos sitios.

Para explorar las relaciones de disimilaridad entre el relicto de bosque maduro y el gradiente sucesional, se realizó un análisis de similitud-ANOSIM- (Clarke y Gorley, 2006). Adicionalmente, se realizó un análisis de ordenamiento multidimensional no métrico (NMDS), que muestra gráficamente en un plano dimensional la relación de la similitud de las especies presentes por área mostrando las agrupaciones entre las áreas (Clarke y Gorley, 2006). Para los análisis anteriores se usó el coeficiente de similitud de Jaccard. Las pruebas estadísticas fueron elaboradas usando el software PAST 3.02 (Hámmar et. al 2001), R software.

3. Resultados

3.1. Riqueza florística

En el relicto de bosque maduro se registraron un total de 435 individuos con un DAP > 2,5 cm, representados en 34 familias, 75 géneros y 77 especies. (Figura 2). (Anexo 2)

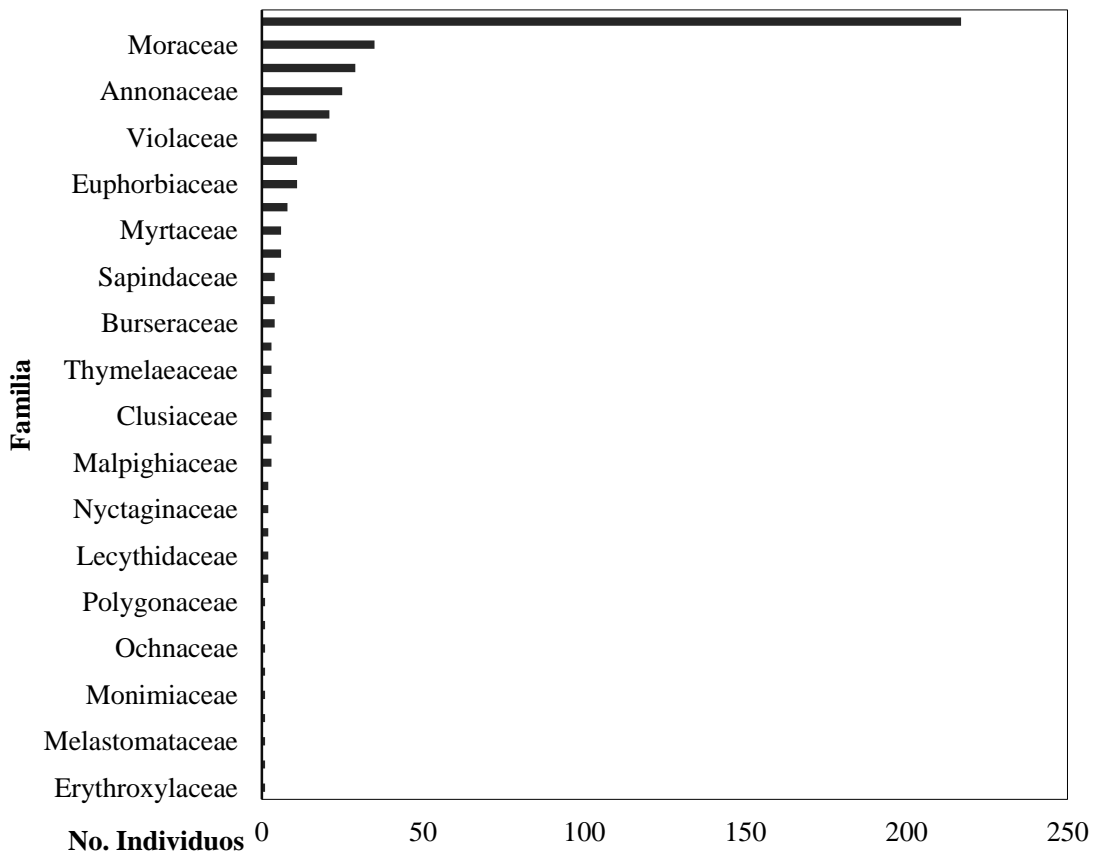


Figura 2. Número de individuos por familia en el relicto de bosque maduro en el corregimiento, Uribe-Uribe, Lebrija, Santander.

Las familias con mayor número de individuos fueron Fabaceae (214), Moraceae (34), Miristicácea (29), Rubiaceae (18), Violaceae (15), Euphorbiaceae (11). Malvaceae (10), Annonaceae (10), Apocynaceae (7) y Anacardiaceae (4), las cuales encontramos en mayor número en la parcela (Fig.2). Entre tanto, la mayor riqueza de especies se observó en su orden en las familias Fabaceae (14), Moraceae (9), Rubiaceae (8), Myristicaceae (4), Annonaceae (4), Euphorbiaceae (4), Apocynaceae (4), Myrtaceae (4), Violaceae (2), Malvaceae (2) y Anacardiaceae (2) especies cada una (Fig. 2).

Las especies que presentaron mayor número de individuos en el relicto de bosque maduro fueron en su orden: *Brownea stenantha* Britton & Killip., *Viola sebifera* Aubl., *Swartzia amplifolia* Harms., *Calothrotropis brunnea* Amshoff., *Rinorea pubiflora* (Benth.) Sprague & Sandwith., *Helianthostylis sprucei* Baill., *Brosimum guianense* Aubl., *Viola flexuosa* Aubl., *Inga umbellifera* (Vahl) Steud., *Calliandra trinervia* (Benth.) Barneby., *Herrania albiflora* Goudot. (Figura 3)

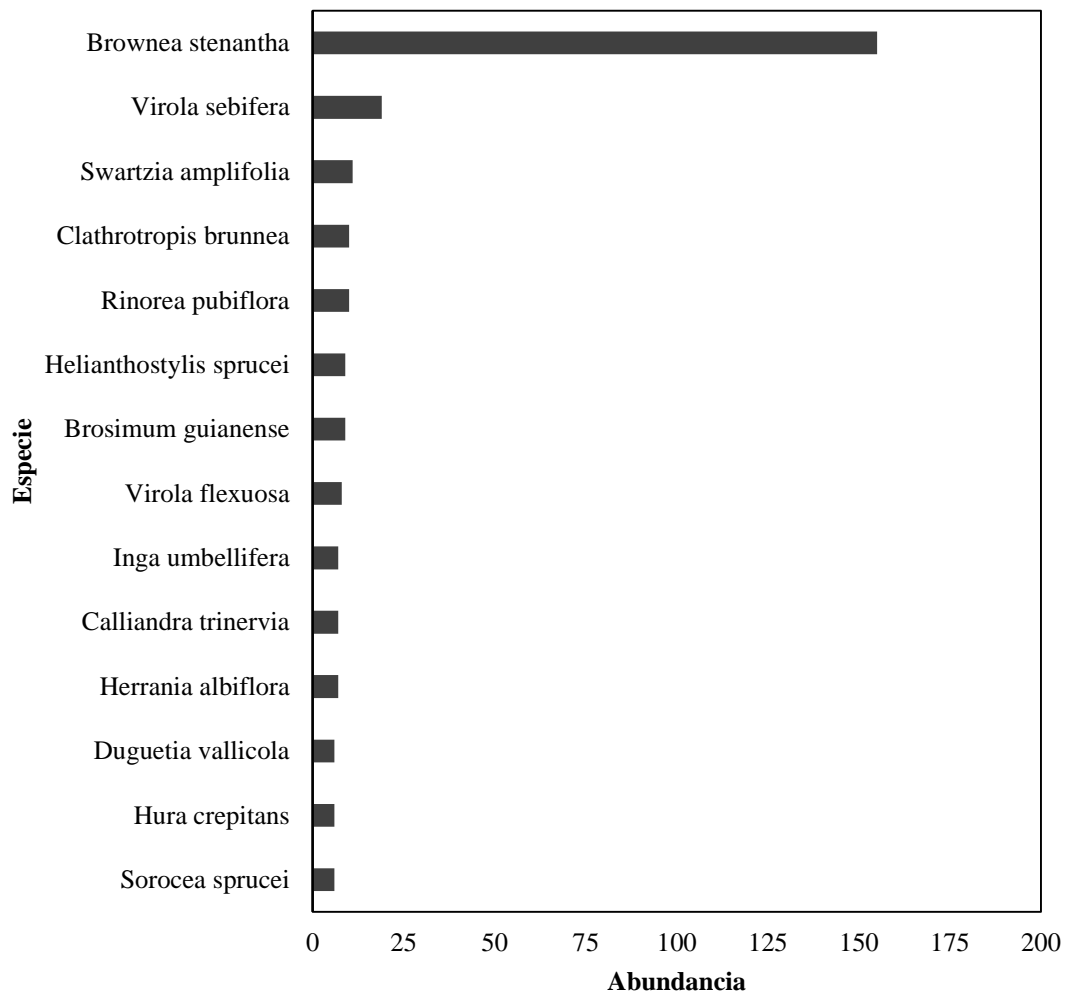


Figura 3. Abundancia (número de individuos /especie) en el relicto de bosque maduro, corregimiento Uribe-Uribe, Lebrija, Santander.

3.2 Estructura horizontal

En el relicto de bosque maduro se observaron 10 diferentes categorías diamétricas que se obtuvieron en función del diámetro de los individuos a la altura del pecho (DAP). La mayor abundancia de individuos pertenece a la categoría diamétrica correspondiente al intervalo de 2,5 a 6,54 cm de DAP que corresponde 57,70% de las especies muestreadas (Figura 4). Se observó que las categorías diamétricas disminuyen a medida a medida que el DAP de los individuos aumenta, en forma de J invertida.

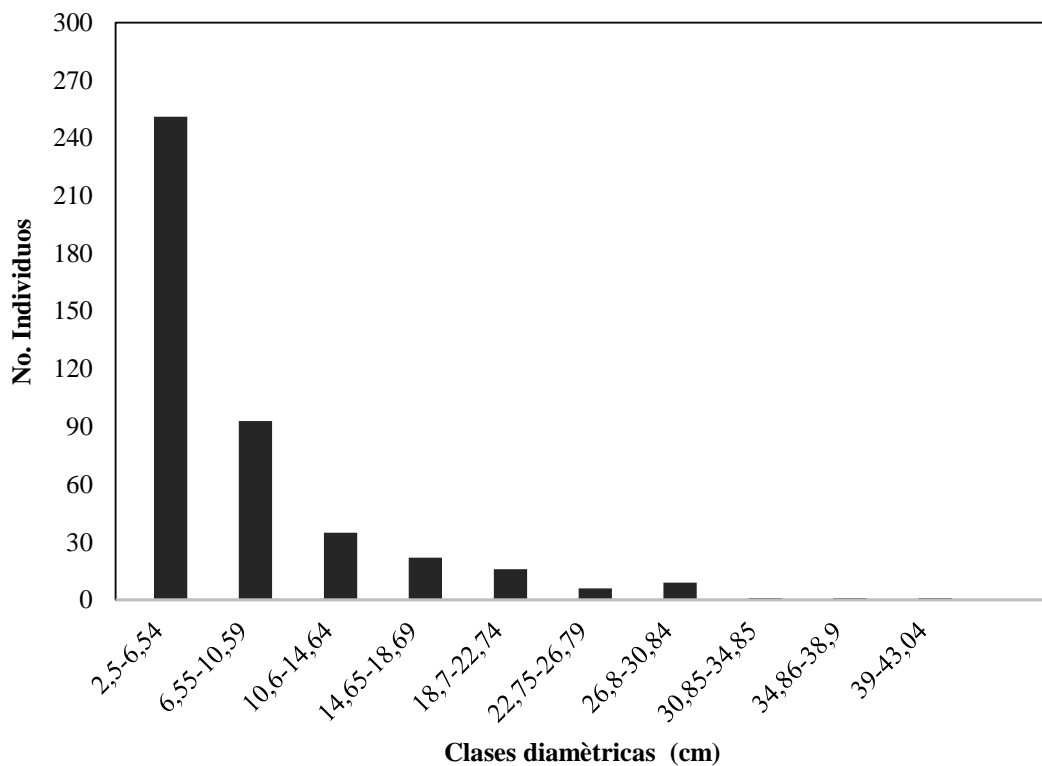


Figura 4. Distribución de individuos por clases diamétricas en el relicto de bosque maduro en la cuenca media del río Lebrija, corregimiento Uribe-Uribe, Lebrija, Santander.

3.3. Estructura vertical

Se determinaron 10 intervalos de altura de los individuos evaluados (Figura 5). Se observó que el mayor porcentaje de individuos se concentró en los intervalos 1 y 2 los cuales corresponden a 2,5- 5,85 m y 5,9-9,25 m, estos individuos concentran el 58,6 % del total de los individuos.

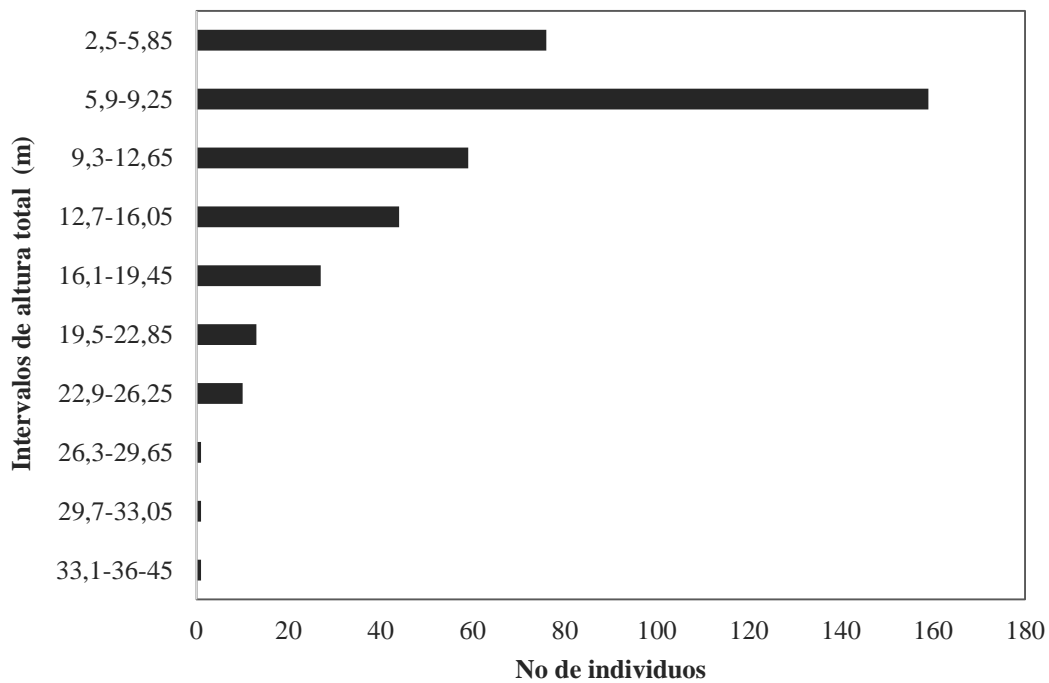


Figura 5. Distribución de individuos por intervalos de altura en el relicto de bosque maduro en la cuenca media del río Lebrija, corregimiento Uribe-Uribe, Lebrija, Santander.

3.4. Composición de la vegetación en el gradiente sucesional.

En las parcelas del gradiente sucesional las familias fueron Melastomataceae, Rubiaceae, Burseraceae y Urticaceae, en la sucesión inicial; Sapindaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Myrtaceae, Sapotaceae y Salicaceae en la sucesión intermedia; y por último en la sucesión tardía se reportó las familias Hipericaceae, Piperaceae y Rubiaceae.

Las especies que se encontraron en la sucesión inicial fueron: *Miconia minutiflora* (Bonpl.), *Isertia haenkeana* DC, *Protium sp.* y *Cecropia sp.*; en la sucesión intermedia: *Cupania seemannii* Triana & Planch., *Miconia sp.*, *Bellucia pentámera* Naudin, *Miconia sp.*, *Psychotria poeppigiana* Müll. Arg., *Myrcia sp.*, *Micropholis sp.* y *Casearia sp.*; y en la sucesión tardía: *Bunchosia cestrifolia* Cuatrec., *Helianthostylis sprucei* Baill y *Amaioua guianensis* Aubl.

3.5. Índice de Valor de Importancia (IVI) del relicto de bosque Maduro.

La estimación del IVI arrojó que las 10 especies con mayor IVI en el relicto de bosque maduro son en su orden: *Brownea stenantha* Britton & Killip, *Virola sebifera* Aubl, *Swartzia santanderensis* R.S. Cowan, *Sorocea sprucei* Baill y *Conceveiba santanderensis* J. Murillo (Tabla 1).

Tabla 1. Especies con los mayores IVI en el relicto de bosque maduro en la cuenca media del río Lebrija, corregimiento Uribe-Uribe, Lebrija, Santander.

<i>Especie</i>	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	IVI (%)
<i>Brownea stenantha</i> Britton & Killip	39,64	34,28	22,35	32,09
<i>Viola sebifera</i> Aubl	4,86	9,53	5,10	6,49
<i>Swartzia santanderensis</i> R.S. Cowan	1,28	11,04	1,96	4,75
<i>Sorocea sprucei</i> Baill	1,53	10,49	1,57	4,52
<i>Conceveiba santanderensis</i> J. Murillo	0,77	9,49	1,18	3,80
<i>Rinorea pubiflora</i> (Benth.) Sprague & Sandwith.	2,56	1,92	2,75	2,40
<i>Viola flexuosa</i> AUBL.	2,05	3,13	1,96	2,37
<i>Swartzia amplifolia</i> Harms.	2,81	0,88	3,14	2,27
<i>Brosimum guianense</i> AUBL.	2,30	0,87	3,53	2,23
<i>Clathrotropis brunnea</i> Amshoff.	2,56	0,92	3,14	2,20

3.6. Índice De Valor De Importancia (IVF) del relicto de bosque Maduro

Las familias que mostraron mayor importancia ecológica en el bosque maduro fueron Fabaceae, Moraceae, Myristicaceae, Rubiaceae y Euphorbiaceae. Se observa que el valor más alto lo presenta la familia Fabaceae con un 41,51 % del total y cabe resaltar que esta familia presenta también el mayor número de especies presentes en el muestreo (Tabla 2).

Tabla 2. *Familias con los mayores IVF en el relicto de bosque maduro en la cuenca media del río Lebrija, corregimiento Uribe-Uribe, Lebrija, Santander.*

Familia	Densidad	Dominancia	Diversidad	IVF
	Relativa (%)	relativa (%)	Relativa (%)	(100%)
Fabaceae	54.73	51.63	18.18	41.51
Moraceae	8.70	12.57	11.69	10.98
Myristicaceae	7.42	12.71	5.19	8.44
Rubiaceae	4.60	3.48	10.39	6.16
Euphorbiaceae	2.81	9.92	5.19	5.98
Violaceae	3.84	2.17	2.60	2.87
Annonaceae	2.56	0.45	5.19	2.73
Apocynaceae	1.79	0.21	5.19	2.40

3.7. Índices ecológicos de diversidad

3.7.1. Diversidad alfa. Los valores obtenidos mediante la estimación de los índices de diversidad de Shannon (H) y de Simpson fueron 3.04 y 0.83, respectivamente.

3.7.2. Diversidad beta. Los resultados obtenidos mediante el índice de similitud de Jaccard entre el relicto de bosque maduro y su gradiente sucesional, nos permitió corroborar que no existe similitud entre la composición de la vegetación del relicto de bosque maduro y la sucesión inicial. Además, se evidenció que la composición de la vegetación de la sucesión intermedia y tardía, si presentan similitud de especies en la composición de su vegetación con respecto al relicto bosque maduro (Tabla 3).

3.7.3 Análisis de similitud el relicto de bosque maduro y el gradiente sucesional. Se verificó mediante la prueba de ANOSIM si entre el relicto de bosque maduro y su gradiente sucesional existía similitud, cuyo resultado fue $R=-0.66$. Ese valor nos indica que el relicto de bosque maduro presenta una composición similar a la de su gradiente sucesional. Además, mediante la prueba del NMDS, se comprobó que existe similitud en la composición de especies que se encontraron tanto en el relicto de bosque maduro y la sucesión tardía e intermedia (Figura 6); mientras que, las especies presentes en la sucesión inicial no tienen similitud con el relicto de bosque maduro y las sucesiones intermedia y tardía.

Tabla 3. Índice de similitud de Jaccard entre el relicto de bosque maduro y su gradiente sucesional, en la cuenca media del río Lebrija. Corregimiento Uribe-Uribe. Lebrija. Santander.

Parcelas	Bosque Maduro	Sucesión Tardía	Sucesión Intermedia	Sucesión Inicial
Bosque Maduro	1			
Sucesión Tardía	0.04	1		
Sucesión Intermedia	0.03	0	1	
Sucesión Inicial	0	0	0	1

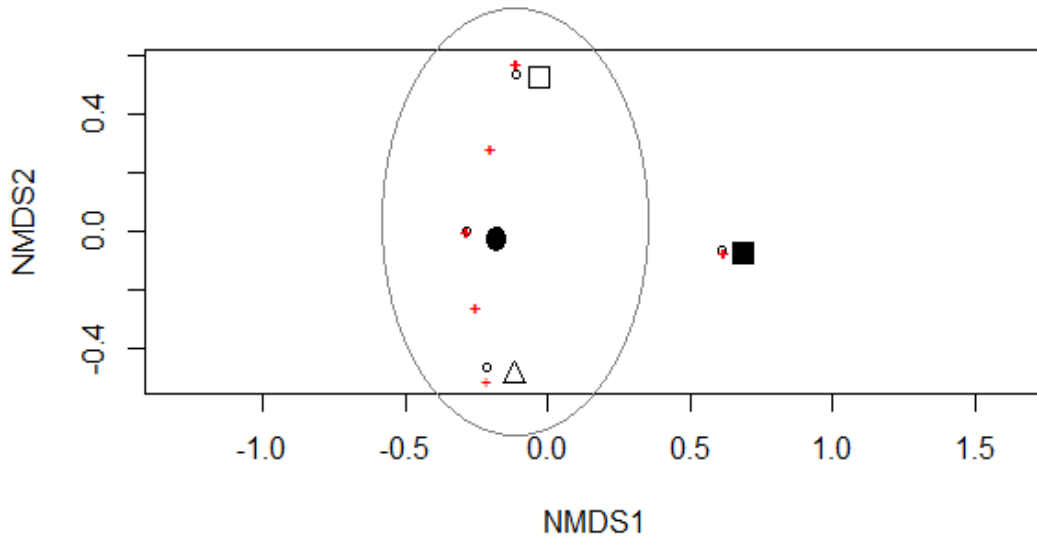


Figura 6. Ordenación NMDS en base a presencias/ausencias en el relicto de bosque maduro (●) y su gradiente sucesional: (□) sucesión inicial-SI; sucesión intermedia (■) y sucesión tardía (△), corregimiento Uribe-Uribe. Lebrija. Santander.

4. Discusión

Los resultados obtenidos en este trabajo, muestran que en el relicto de bosque maduro evaluado, hay un espectro amplio de grupos taxonómicos, en donde se destacan, especialmente, en su orden las familias: Fabaceae, Moraceae, Rubiaceae, Myristicaceae, Annonaceae, Euphorbiaceae, Apocynaceae, Myrtaceae, Violaceae, Malvaceae y Anacardiaceae. Algunas de las familias observadas en el relicto de bosque maduro también fueron por el IAvH (2014), en un estudio realizado en la cuenca media del río Lebrija, reportaron la presencia de 80 familias, 186 géneros y 262 especies. Las familias que se en destacan en ese estudio fueron: Apocynaceae,

Fabaceae, Malpighiaceae, Marantaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Nyctaginaceae, Orchidaceae, Asteraceae. En otros estudios, también se han reportado la presencia de esas familias (Gentry. 1995; Mendoza. 1999. Carrillo *et. al.* 2007). De acuerdo con Gentry (1995) las familias Anacardiaceae y Myrtaceae son la más representativas de bosques con clasificación Bs-T.

De acuerdo con Gentry (1995), los inventarios florísticos realizados en el trópico, mediante la metodología de parcelas permanentes, comúnmente, se pueden encontrar un promedio de 45 a 155 especies (Murphy & Lugo. 1986; IAvH. 1998; Mendoza. 1999. Carrillo. *et.al* 2007). Los resultados obtenidos se encuentran en ese rango y se encontraron especies que son similares a las observadas en bosques tropicales. Se destaca que la mayor abundancia se observó en las especies *B. stenantha*, especialmente, y de otras como *V. sebifera*. *S. amplifolia*. *C. brunnea* y *R. publiflora*, posiblemente, estén asociadas al uso de estrategias que le permiten una mayor capacidad para la captura y el uso de los recursos, en relación las demás especies presentes, lo que resulta en una alta densidad poblacional (Gotelli, 1998). Además, se puede considerar que el número de especies presentes en el relicto de bosque maduro es alto, lo cual indica que esa comunidad vegetal posee un acervo genético de interés local y regional, que amerita su conservación, debido a que podría ser útil como fuente de material vegetal para futuros procesos de restauración ecológica en la zona de influencia.

El mayor del IVF fue la familia Fabaceae, que también presente la mayor riqueza de especies, en el relicto de bosque maduro. Este resultado es acorde con lo observado por diferentes autores (Gentry, 1988, 1992 Linares *et al.* 2011; Pennington *et al.* 2009). La familia Fabaceae es una de

las que más riqueza de especie presenta en los ecosistemas del Neotrópico. Esa mayor presencia de especies de la familia Fabaceae, en relación a las demás, se puede explicar, en gran parte, debido a las adaptaciones morfo-estructurales y fisiológicas que han desarrollado las especies de este grupo taxonómico, tales como la presencia de hojas compuestas, folíolos pequeños, presencia de espinas o aguijones, hábitos de crecimiento y formas de vida (Ceroni. 2003). De acuerdo con Gentry (1995), las especies de la familia Moraceae, hacen parte de la vegetación del BsT. así como en bosques húmedos y muy húmedos tropicales. En la región Caribe, se reportó la presencia de muchas especies de la familia Moraceae, especialmente, en áreas en procesos de transición de bosque húmedo a bosque seco (IAvH, 1998). De manera similar, en nuestro estudio la familia Moraceae, aportó en la composición del relicto de bosque maduro, la cual no fue reportada en el estudio realizado por el IAVH (2014). Por lo tanto, las especies de esa familia presentes en el relicto de bosque maduro, en la zona de estudio, pueden tener una gran capacidad adaptación, y se deben tener en cuenta, para procesos de restauración ecológica en esa región.

Los altos valores en el IVI obtenidos para *B. stenantha*. *V. sebifera*. *S. santanderensis*. *S. sprucei*. *C. santanderensis*. *R. pubiflora*. *V. flexuosa*. *S. amplifolia* y *B. guianense*; *B. stenantha* en una especie endémica de Colombia y estudios realizados en el Magdalena medio la reportan como una de las especies más abundantes para esta zona (Figuroa, 2014). El alto IVI en especies como *S. sprucei* (Moraceae), ha sido reportado en otros estudios que demuestran que esa especie posee una mayor frecuencia en los relictos de BsT (IAvH. 1998).

La distribución de las categorías diamétricas de la comunidad del relicto del bosque maduro presentó una distribución en “J” invertida, típicamente observada en los bosques tropicales (Pizano & García. 2014). Esta tendencia nos indica que la comunidad vegetal se encuentra en proceso de desarrollo y presenta una tendencia a avanzar en sus procesos de crecimiento y productividad primaria. De ese modo, los individuos jóvenes, de categorías diamétricas inferiores pueden sustituir individuos arbóreos, pertenecientes a las clases diamétricas superiores, que ya se encuentran, posiblemente, en la fase de senescencia (Imaña. *et al.*, 2011). De ese modo, la estabilidad y la estructura del relicto del boscoso pueden mantener su equilibrio y funcionamiento.

Los altos valores obtenidos para el índice de Shannon y el índice de Simpson, indican que existe una alta diversidad y una alta uniformidad en la comunidad del relicto de bosque maduro. El valor del índice de Shannon obtenido en este estudio fue inferior al obtenido por Carrillo *et al.*, (2007) y por Olascoaga-Vargas (2017), que fue 3.52 para la comunidad vegetal del Cerro Tasajero, Norte de Santander y en los relictos de bosque en la zona de Toluviejo, Sucre, respectivamente. Sin embargo, el valor del índice de Shannon que se obtuvo en este estudio es alto ya que se encuentra dentro de un intervalo (1- 3,5) (Magurran, 1989, Carrillo *et al.*, 2007, Olascoaga-Vargas *et al.*, 2016). Además, la dominancia de especies sólo fue representada dentro de la comunidad del bosque, por la especie *B. stennatha*.

El índice de Jaccard entre las parcelas muestra que no hay similitud entre la sucesión inicial y el bosque maduro, probablemente se deba a los procesos de perturbación antropogénica como tala y quema, que no han permitido su recuperación. Según Sánchez. *et al.*, (2005), la diversidad

y las diferencias florísticas de cada una de las sucesiones, no sólo se explica por la edad sucesional, ya que otros factores también pueden afectarles tales como las variaciones en el uso previo de la tierra, el tipo de perturbación, tipo de suelo, banco de semillas, biología de las especies y las variaciones fenológicas. Además, la composición florística de los estadios sucesionales dependen de varios factores como la amplitud de destrucción de la vegetación, la flora de los alrededores y los agentes dispersores (Yepes, 2007; Morales *et. al.*, 2013).

La similitud entre el bosque maduro y las parcelas de la sucesión, intermedia y tardía, posiblemente, se relacionen a que comparten semejanzas edáficas y otros factores bióticos, sumados a la capacidad de dispersión de los individuos que explican la existencia de especies comunes en cada nicho. De acuerdo con la teoría neutral, el efecto de los suelos sobre la diversidad y la variabilidad florística es mínimo, a escala local, en bosques similares; sin embargo, la diferenciación observada es debido a procesos aleatorios o biológicos como la limitación en la dispersión (Duque *et al.*, 2003; HE *et al.*, 2002; Valencia *et al.*, 2004). Ese proceso depende del éxito que tengan las especies para llevar a cabo procesos tales como la producción y dispersión de semillas, la germinación y el establecimiento de las nuevas plántulas (Norden, 2014). De ese modo, la capacidad de dispersión de semillas y los procesos ecológicos determinan el posterior establecimiento de las plántulas, son los que determinan la estructuración de las comunidades.

5. Conclusiones

En este trabajo se comprobó que las diferencias en la diversidad de un relicto de bosque maduro, en relación con su gradiente sucesional, en un área de pastizales en proceso de regeneración natural, depende de la fase en la que se encuentra el gradiente sucesional.

En el gradiente sucesional, la sucesión tardía y la sucesión intermedia presentan similitud en la composición de las especies con el relicto de bosque maduro, posiblemente, a que esos estados sucesionales, no han sido afectados por factores antropogénicos y las especies pioneras presentes en estado de sucesión inicial, no han contado con los factores abióticos propicios para su óptimo desarrollo.

El relicto de bosque maduro, se puede considerar como un reservorio genético debido al número de familias y especies presentes. Se destacan especialmente, las familias Fabaceae. Moraceae. Myristicaceae. Rubiaceae. Euphorbiaceae. Violaceae. Annonaceae. Apocynaceae y Myrtaceae. Entre las especies *Brownea stenantha*, *Virola sebifera*, *Rinorea pubiflora*, *Swartzia amplifolia* y *Clathrotropis brunnea*.

El relicto de bosque maduro, presenta un proceso de desarrollo hacia etapas de crecimiento y productividad primaria más avanzadas, y además, un potencial de renovación debido a la alta presencia de individuos jóvenes que pueden mantener la estabilidad de la comunidad vegetal.

Finalmente, los resultados obtenidos sugieren que es necesario realizar estudios ecológicos integrales de mediano y largo plazo, que permitan caracterizar ampliamente los relictos de bosque, determinar la biodiversidad actual, su resiliencia y tomar decisiones para implementar acciones que aporten a su conservación y a la restauración del paisaje en la cuenca media del río Lebrija, para garantizar la seguridad de servicios ambientales (ciclo hidrológico, ciclo del carbono y regulación climática) para la región.

Bibliografía

- ARROYO, J. (2002). Forest cover assessment fragmentation analysis and secondary forest detection for the Chorotega Region. Costa Rica. (Master of Science Thesis). Edmonton University of Alberta. CA.
- CAAMAL, A. & ARMENDÁRIZ Y. (2002). La sucesión secundaria de los ecosistemas y agrosistemas tropicales-El Henequén (*Agave fourcroydes*) en el contexto de la diversificación. Tropical and Subtropical Agroecosystems. vol. 1 (1) pp. 28-32 Universidad Autónoma de Yucatán Mérida. Yucatán. México.
- CERONI, A. (2003). Distribución de las Leguminosas de la parte alta de la Cuenca La Gallega. Morropón. Piura. Ecología Aplicada. 2(1). 9-13 p.
- CLARKE, R. & GORLEY, R (2006). Primeir versión 6. User manual/tutorial. Plymouth routine in multivariate ecological research. Primer-e Ltd. Plymouth. 182 p.
- DEZZEO, S.; FLORES S.; ZAMBRANO. S.; MARTÍNEZ. L. & RODGERS E. (2008). Estructura y composición florística de bosques secos y sabanas en los Llanos Orientales del Orinoco. Venezuela. Interciencia; 33: 733-740 p.

- DUQUE, A.; CAVELIER, J. & POSADA, A. (2003). Strategies of tree occupation at a local scale in terra firme forests in the Colombian Amazon. *Biotropica*, v.35, v. 2, 20-27 p.
- FIGUEROA, P. (2014). Evaluación de estructura horizontal y la diversidad florística en un bosque lluvioso del medio magdalena, hacienda san juan del Carare, Cimitarra-Santander. (Tesis de pregrado). Facultad de ingeniería Forestal. Universidad del Tolima. Ibagué.
- FINOL, H. (1976). Estudio fitosociológico de las unidades 2 y 3 de la reserva forestal de Carapo. Estado de Barinas. *Acta Bot. Venez.* 10 (1-4): 15 – 103 p.
- GENTRY, A. (1982). Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology*.15:1-84 p.
- GENTRY, A. (1995). Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. En: Bullock SH. Mooney HA. Medina E (Eds.). *Seasonally dry tropical forest*. Cambridge University Press. Cambridge.
- GLIESSMAN, S. (1997). *Agroecology ecological processes in sustainable agriculture*. Ann Arbor Press. USA. 357 p.
- GOTELLI, N. (1998). *A primer of ecology* (2a. ed.). Sinauer Associates. Inc.. Sunderland. Massachusetts. EE.UU.

GRUBB, P. (1977). The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*, 52: 107–145 p. Disponible en: doi:10.1111/j.1469-185X.1977.tb01347.x

HAMMER, O.; HARPER, D. & RYAN, P. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4. 1: 9 p.

HE, F. & HU, X. (2005). Hubbell's fundamental biodiversity parameter and the Simpson diversity index. *Ecology Letters*, v.8,.386-390 p.

HE, F.; LAFRANKIE, J. & SONG, B. (2002). Scale dependence of tree abundance and richness in a tropical rain forest, Malaysia. *Landscape Ecology*, v.17. n.6, 559-568 p.

HUBBELL, S. (2001). The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. Princeton University Press. 375 p. (Monographs in Population Biology, 32).

HUTCHINSON, G. (1959). Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals? *The American Naturalist*, v.93, n.1. 145-159, 1959 p.

IMAÑA, E.; SANTANA, O. & IMAÑA, C. (2011). Estructura diamétrica de un fragmento del bosque tropical seco de la región del Eco-Museo del Cerrado. Brasil. *Colombia Forestal*. 14(1). 23-30 p.

Instituto Alexander Von Humboldt. IAvH. (1998). El bosque seco tropical (bsT) en Colombia. Programa de Inventario de la Biodiversidad Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA. 24 p.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2014). Biótica Consultores Ltda. Fauna y flora de la cuenca media del río Lebrija en Rionegro, Santander.

JOHN, R. DALLING, J.; HARMS, K.; YAVITT, J.; STALLARD, R.; MIRABELLO, M.; HUBBELL, S.; VALENCIA, R.; NAVARRETE, H.; VALLEJO, M.; FOSTER, R. (2007). Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. *Proceedings of National Academy of Sciences*, v.104, n.3, 864-869 p.

LINARES, P.; OLIVEIRA, T. & PENNINGTON, T. (2011). Neotropical seasonally dry forests: diversity, endemism and biogeography of Woody Plants. In R. Dirzo, H. S. Young, H. A. Mooney & G. Ceballos (eds.) *Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation*. 3-21 p.

MAGURRAN, A. (1989). *Diversidad ecológica y su medición*. Primera edición. Ediciones Vedra. Barcelona. España.

MARTHEWS, T.; METCALFE, D.; MALHI, Y.; PHILLIPS, O.; HUARACA, W.; RIUTTA, T.; RUIZ, M.; GIRARDIN, C.; URRUTIA, R.; BUTT, N.; CAIN, R. & OLIVERAS, I. (2012). *Measuring Tropical Forest Carbon Allocation and Cycling: A RAINFOR-GEM Field*

Manual for Intensive Census Plots (v2.2). Manual. Global Ecosystems Monitoring Network.

Disponible en: <http://gem.tropicalforests.ox.ac.uk/>

MENDOZA, H. (1999). Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena. Colombia. *Caldasia* 21(1): 70-94 p.

MENDOZA, H. & RAMÍREZ, B. (2001). Dicotiledóneas de La Planada. Colombia: Lista de especies. *Biota Colombiana*. 2. 123-126 p.

MORALES, M.; VÍLCHEZ, A.; CHAZDON, R.; ORTIZ, M. & GUEVARA, B. (2013). Estructura, composición y diversidad vegetal en bosques tropicales del Corredor Biológico Osa. Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*. 10: 1–13 p.

MORENO, E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA (Vol. 1). Zaragoza: Editorial UNESCO & SEA. 84 p.

MORI, S. & BOOM, B. (1987). The Lecythidaceae of a lowland neotropical forest: La Fumeé Mountain. French Guiana. *Mem. New York Bot. Garden* 44: 9-29 p.

MURCIA, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62 p.

- MURPHY, P. & LUGO, A. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 67-88 p.
- NATHAN, R. & MULLER, C. (2000). Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology and Evolution* 15:278- 285 p.
- NORDEN, N. (2014). Del porqué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales. *Colombia forestal*. 17, 247-251 p.
- OLASCOAGA, V.; MERCADO, G. & SÁNCHEZ, M. (2016). Análisis de la vegetación sucesional en un fragmento de bosque seco tropical en Tolviejo-Sucre (Colombia). *Colombia Forestal*. 19(1). 23-40 p.
- PENNINGTON, R.; LAVIN, M. & OLIVEIRA, A. (2009). Woody Plant Diversity. *Evolution and Ecology in the Tropics: Perspectives from Seasonally Dry Tropical Forests*. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*. 40(1). 437-457 p.
- PIZANO, C. & GARCIA, H. (2014). *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá. D.C. Colombia.
- POULSEN, A.; TUOMISTO, H. & BASLEV, H. (2006). Edaphic and floristic variation a 1-ha Plot of Lowland Amazonian Rain Forest. *Biotropica*, v.38, n.4, 468-478 p.

Plan de Gestión Ambiental Regional. CDMB. (2004-2013). Bucaramanga 2004.

RANGEL, J. & VELÁZQUEZ, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En J. O. Rangel. Lowy. P. D. & Aguilar. M. (eds.). Colombia diversidad biótica II Bogotá: Editorial Guadalupe Ltda. 59-87 p.

SÁNCHEZ, A. & LÓPEZ, L. (2005). Semejanza florística entre los bosques de *Abies religiosa* (H. B. K.) Cham. & Schltdl. de la Faja Volcánica Transmexicana. *Belt*. 62–76 p.

TILMAN, D. & PACALA, S. (1993). The maintenance of species diversity in plant communities. *Species diversity in ecological communities*. Chicago: University of Chicago Press, 13-25 p.

VALENCIA, R.; FOSTER, R.; VILLA, G.; CONDIT, R.; SVENNING, J.; HERNÁNDEZ, C.; ROMOLEROUX, K.; LOSOS, E.; MAGARD, E. & BALSLEV, H. (2004). Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon: large forest plot in eastern Ecuador. *Journal of Ecology*, v.92, n.4, 214-229 p.

VAN DER HAMMEN, T. & HOOGHMSTRA, H. (2001). Historia y paleoecología de los bosques montanos andinos neotropicales. Páginas 63-84. En: M. Kappelle & A. D. Brown (eds). *Bosques Nublados del Neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Santo Domingo de Heredia.

WANG, B. & SMITH, B. (2002). Closing the seed dispersal loop. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 379-385 p.

YEPES, A.; JARAMILLO, L.; DEL VALLE, I. & ORREGO, A. (2007). Diversidad y composición florística en bosques sucesionales andinos de la región del río Porce. Colombia. *Revista de Actualidades Biológicas* 29: 103-113 p.

Apéndices

Apéndice A. Índice de importancia en familias en el relicto de bosque maduro.

Familia	No. individuos	No. especies	Área basal	Densidad Relativa	Dominancia relativa	Diversidad relativa	IVF (100%)
Fabaceae	214	14	2.94	54.73	51.63	18.18	41.51
Moraceae	34	9	0.72	8.7	12.57	11.69	10.98
Myristicaceae	29	4	0.72	7.42	12.71	5.19	8.44
Rubiaceae	18	8	0.2	4.6	3.48	10.39	6.16
Euphorbiaceae	11	4	0.56	2.81	9.92	5.19	5.98
Violaceae	15	2	0.12	3.84	2.17	2.6	2.87
Annonaceae	10	4	0.03	2.56	0.45	5.19	2.73
Apocynaceae	7	4	0.01	1.79	0.21	5.19	2.40
Myrtaceae	4	4	0.01	1.02	0.21	5.19	2.14
Malvaceae	10	2	0.06	2.56	0.98	2.6	2.04
Meliaceae	3	3	0.02	0.77	0.39	3.9	1.69
Anacardiaceae	4	2	0.08	1.02	1.35	2.6	1.66
Burseraceae	3	2	0.01	0.77	0.17	2.6	1.18
Malpighiaceae	3	2	0	0.77	0.04	2.6	1.14
Thymelaeaceae	3	1	0.05	0.77	0.82	1.3	0.96
Olacaceae	3	1	0.04	0.77	0.69	1.3	0.92
Boraginaceae	4	1	0.01	1.02	0.17	1.3	0.83
Arecaceae	3	1	0.02	0.77	0.41	1.3	0.82
Lecythidaceae	2	1	0.03	0.51	0.46	1.3	0.76
Sapindaceae	2	1	0.03	0.51	0.44	1.3	0.75
Lauraceae	1	1	0.02	0.26	0.42	1.3	0.66
Bignoniaceae	2	1	0.01	0.51	0.14	1.3	0.65
Clusiaceae	2	1	0.01	0.51	0.13	1.3	0.65
Ochnaceae	1	1	0	0.26	0.02	1.3	0.52
Polygonaceae	1	1	0	0.26	0.02	1.3	0.52
Elaeocarpaceae	1	1	0	0.26	0.01	1.3	0.52
Monimiaceae	1	1	0	0.26	0.01	1.3	0.52
Total general	391	77	5.69	100	100	100	100.00

Apéndice B. Índice de importancia en especies en el relicto de bosque maduro.

ESPECIE	No de individuos	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
<i>Brownea stenantha</i>	155	39.64	34.28	22.35	32.09
<i>Virola sebifera</i>	19	4.86	9.53	5.10	6.50
<i>Swartzia santanderensis</i>	5	1.28	11.04	1.96	4.76
<i>Sorocea sprucei</i>	6	1.53	10.49	1.57	4.53
<i>Conceveiba santanderensis</i>	3	0.77	9.49	1.18	3.81
<i>Rinorea pubiflora</i>	10	2.56	1.92	2.75	2.41
<i>Virola flexuosa</i>	8	2.05	3.13	1.96	2.38
<i>Swartzia amplifolia</i>	11	2.81	0.88	3.14	2.28
<i>Brosimum guianense</i>	9	2.30	0.87	3.53	2.23
<i>Clathrotropis brunnea</i>	10	2.56	0.92	3.14	2.20
<i>Herrania albiflora</i>	7	1.79	0.81	2.75	1.78
<i>Calliandra trinervia</i>	7	1.79	0.90	2.35	1.68
<i>Helianthostylis sprucei</i>	9	2.30	0.23	2.35	1.63
<i>Amaioua guianensis</i>	5	1.28	1.45	1.96	1.56
<i>Posoqueria latifolia</i>	5	1.28	1.72	1.57	1.52
<i>Inga umbellifera</i>	7	1.79	0.51	1.96	1.42
<i>Hura crepitans</i>	6	1.53	0.23	2.35	1.37
<i>Inga thibaudiana</i>	5	1.28	0.45	1.96	1.23
<i>Zygia picramnioides</i>	5	1.28	0.12	1.96	1.12
<i>Duguetia vallicola</i>	6	1.53	0.14	1.57	1.08
<i>Anacardium excelsum</i>	3	0.77	1.27	1.18	1.07

ESPECIE	No de individuos	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
<i>Brosimum lactescens</i>	4	1.02	0.25	1.57	0.95
<i>Leonia triandra</i>	5	1.28	0.25	1.18	0.90
<i>Heisteria acuminata</i>	3	0.77	0.69	1.18	0.88
<i>Inga punctata</i>	2	0.51	1.29	0.78	0.86
<i>Schoenobiblus peruvianus</i>	3	0.77	0.82	0.78	0.79
<i>Cordia nodosa</i>	4	1.02	0.17	1.18	0.79
<i>Oenocarpus minor</i>	3	0.77	0.41	1.18	0.78
<i>Sterculia apetala</i>	3	0.77	0.16	1.18	0.70
<i>Marmaroxylon magdalenae</i>	3	0.77	0.10	1.18	0.68
<i>Himatanthus articulatus</i>	4	1.02	0.17	0.78	0.66
<i>Cariniana pyriformis</i>	2	0.51	0.46	0.78	0.58
<i>Cupania seemannii</i>	2	0.51	0.44	0.78	0.58
<i>Swartzia simplex</i>	1	0.26	1.05	0.39	0.57
<i>Coussarea paniculata</i>	2	0.51	0.18	0.78	0.49
<i>Handroanthus guayacan</i>	2	0.51	0.14	0.78	0.48
<i>Unonopsis aviceps</i>	2	0.51	0.13	0.78	0.48
<i>Chrysochlamys bracteolata</i>	2	0.51	0.13	0.78	0.48
<i>Protium leptostachyum</i>	2	0.51	0.13	0.78	0.47
<i>Bunchosia argentea</i>	2	0.51	0.03	0.78	0.44
<i>Faramea capillipes</i>	2	0.51	0.03	0.78	0.44
<i>Ficus nymphaeifolia</i>	1	0.26	0.52	0.39	0.39
<i>Ocotea sp</i>	1	0.26	0.42	0.39	0.36
<i>Clarisia biflora</i>	2	0.51	0.10	0.39	0.34
<i>Guarea guidonia</i>	1	0.26	0.29	0.39	0.31

ESPECIE	No de individuos	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
<i>Plinea sp</i>	1	0.26	0.14	0.39	0.26
<i>Guatteria novogra</i>	1	0.26	0.11	0.39	0.25
<i>Hyeronima sp</i>	1	0.26	0.11	0.39	0.25
<i>Mabea occidentalis</i>	1	0.26	0.10	0.39	0.25
<i>Trichilia sp1</i>	1	0.26	0.09	0.39	0.25
<i>Astronium sp.</i>	1	0.26	0.08	0.39	0.24
<i>Bahuinia sp</i>	1	0.26	0.07	0.39	0.24
<i>Guatteria sp.</i>	1	0.26	0.06	0.39	0.24
<i>Helicostylis tomentosa</i>	1	0.26	0.06	0.39	0.23
<i>Protium sagotianum</i>	1	0.26	0.04	0.39	0.23
<i>Eugenia biflora</i>	1	0.26	0.04	0.39	0.23
<i>Trophis racemosa</i>	1	0.26	0.04	0.39	0.23
<i>Compsonera mutisii</i>	1	0.26	0.04	0.39	0.23
<i>Warsze coccinea</i>	1	0.26	0.03	0.39	0.22
<i>Otoba sp</i>	1	0.26	0.02	0.39	0.22
<i>Tabernaemontana sp1</i>	1	0.26	0.02	0.39	0.22
<i>Lacunaria sp</i>	1	0.26	0.02	0.39	0.22
<i>Bunchosia cestrifolia</i>	1	0.26	0.02	0.39	0.22
<i>Myrcia sp</i>	1	0.26	0.02	0.39	0.22
<i>Stenocephala hirsuta</i>	1	0.26	0.02	0.39	0.22
<i>Triplaris sp</i>	1	0.26	0.02	0.39	0.22
<i>Eugenia sp</i>	1	0.26	0.01	0.39	0.22
<i>Helianthostylisprucei</i>	1	0.26	0.01	0.39	0.22
<i>Clathrotropis sp</i>	1	0.26	0.01	0.39	0.22

ESPECIE	No de individuos	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
<i>Sloanea sp</i>	1	0.26	0.01	0.39	0.22
<i>Andira inermis</i>	1	0.26	0.01	0.39	0.22
<i>Trichilia sp2</i>	1	0.26	0.01	0.39	0.22
<i>Himatanthus sp1.</i>	1	0.26	0.01	0.39	0.22
<i>Mollinedia sp</i>	1	0.26	0.01	0.39	0.22
<i>Randia pubistyla</i>	1	0.26	0.04	0.00	0.10
<i>Psychotria poeppigiana</i>	1	0.26	0.02	0.00	0.09
<i>Himatanthus sucuuba</i>	1	0.26	0.01	0.00	0.09
Total general	391		100.00	100.00	100.00

**Apéndice C. Listado de familias, géneros y especies observadas en el relicto de bosque
maduro.**

Familia	Género	Especie
Anacardiaceae	Amaioua	<i>Brownea stenantha</i>
Annonaceae	Anacardium	<i>Virola sebifera</i>
Apocynaceae	Andira	<i>Swartzia santanderensis</i>
Araliaceae	Annona	<i>Sorocea sprucei</i>
Arecaceae	Astronium	<i>Conceveiba santanderensis</i>
Bignoniaceae	Bahuinia	<i>Rinorea pubiflora</i>
Boraginaceae	Brosimum	<i>Virola flexuosa</i>
Burseraceae	Brownea	<i>Swartzia amplifolia</i>
Clusiaceae	Bunchosia	<i>Brosimum guianense</i>
Ebenaceae	Calliandra	<i>Clathrotropis brunnea</i>
Elaeocarpaceae	Cariniana	<i>Herrania albiflora</i>
Erythroxylaceae	Chromolocuma	<i>Calliandra trinervia</i>
Euphorbiaceae	Chrysochlamys	<i>Helianthostylis sprucei</i>
Fabaceae	Clarisia	<i>Amaioua guianensis</i>
Lauraceae	Clathrotropis	<i>Posoqueria latifolia</i>
Lecythidaceae	Clidemia	<i>Inga umbellifera</i>
Malpighiaceae	Compsonaura	<i>Hura crepitans</i>
Malvaceae	Conceveiba	<i>Inga thibaudiana</i>
Melastomataceae	Cordia	<i>Zygia picramnioides</i>
Meliaceae	Coussarea	<i>Duguetia vallicola</i>
Monimiaceae	Cupania	<i>Anacardium excelsum</i>
Moraceae	Duguetia	<i>Brosimum lactescens</i>

Familia	Género	Especie
Myristicaceae	Erythroxylum	<i>Leonia triandra</i>
Myrtaceae	Eugenia	<i>Heisteria acuminata</i>
Nyctaginaceae	Faramea	<i>Inga punctata</i>
Ochnaceae	Ficus	<i>Schoenobiblus peruvianus</i>
Olacaceae	Garnicia	<i>Cordia nodosa</i>
Polygonaceae	Guapira	<i>Oenocarpus minor</i>
Quiinaceae	Guarea	<i>Sterculia apetala</i>
Rubiaceae	Guatteria	<i>Marmaroxylon magdalenae</i>
Sapindaceae	Handroanthus	<i>Himatanthus articulatus</i>
Sapotaceae	Heisteria	<i>Cariniana pyriformis</i>
Thymelaeaceae	Helianthostylis	<i>Cupania seemanii</i>
Violaceae	Helicostylis	<i>Swartzia simplex</i>
	Herrania	<i>Coussarea paniculata</i>
	Himatanthus	<i>Handroanthus guayacan</i>
	Hura	<i>Unonopsis aviceps</i>
	Hyeronima	<i>Chrysochlamys bracteolata</i>
	Inga	<i>Protium leptostachyum</i>
	Lacunaria	<i>Bunchosia argentea</i>
	Leonia	<i>Faramea capillipes</i>
	Mabea	<i>Ficus nymphaeifolia</i>
	Marmaroxylon	<i>Ocotea sp</i>
	Mollinedia	<i>Clarisia biflora</i>
	Myrcia	<i>Guarea guidonia</i>
	Ocotea	<i>Plinea sp</i>
	Oenocarpus	<i>Guatteria novogra</i>
	Otoba	<i>Hyeronima sp</i>

Familia	Género	Especie
	Oxandra	<i>Mabea occidentalis</i>
	Palicourea	<i>Trichilia sp1</i>
	Platymiscium	<i>Astronium sp.</i>
	Plinea	<i>Bahuinia sp</i>
	Posoqueria	<i>Guatteria sp.</i>
	Protium	<i>Helicostylis tomentosa</i>
	Pseudolmedia	<i>Protium sagotianum</i>
	Psychotria	<i>Eugenia biflora</i>
	Quina	<i>Trophis racemosa</i>
	Randia	<i>Compsonaura mutisii</i>
	Rinorea	<i>Warsze coccinea</i>
	Schoenobiblus	<i>Otoba sp</i>
	Simira	<i>Tabernaemontana sp1</i>
	Sloanea	<i>Lacunaria sp</i>
	Sorocea	<i>Bunchosia cestrifolia</i>
	Stenocephala	<i>Myrcia sp</i>
	Sterculia	<i>Stenocephala hirsuta</i>
	Swartzia	<i>Triplaris sp</i>
	Tabernaemontana	<i>Eugenia sp</i>
	Talisia	<i>Helianthostylisprucei</i>
	Trichilia	<i>Clathrotropis sp</i>
	Triplaris	<i>Sloanea sp</i>
	Trophis	<i>Andira inermis</i>
	Unonopsis	<i>Trichilia sp2</i>
	Virola	<i>Himatanthus sp1.</i>
	Warsze	<i>Mollinedia sp</i>

Familia	Género	Especie
	Zygia	<i>Randia pubistyla</i>
	Psychotria	<i>Psychotria poeppigiana</i>
	Himatanthus	<i>Himatanthus sucuuba</i>