

QH541.5
R27S3

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO JARDÍN BOTÁNICO

MAESTRÍA EN BOTÁNICA TAXONÓMICA NEOTROPICAL

MÉRIDA – VENEZUELA

Diversidad funcional foliar en bosques fragmentados del Suroeste del Lago de Maracaibo

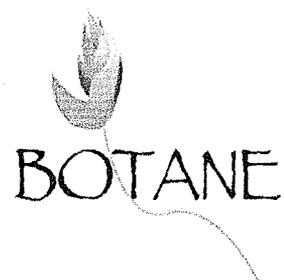
Financiado por el Consejo de Desarrollo científico humanístico tecnológico y de las artes (C.D.C.H.T.A). Con el código C-1778-12-01-EM

www.bdigital.ula.ve

Trabajo de grado presentado para optar al título de
Magíster Scientiae en Botánica Taxonómica Neotropical.

Presentado por: Norka G. Santos Puente.
Tutor: Prof. Juan Gaviria.
Cotutor: Prof. Luis Enrique Gámez.
Asesor: Prof. Nestor Gutierrez

Mérida, Junio del 2014



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

FACULTAD DE CIENCIAS

INSTITUTO JARDÍN BOTÁNICO

MAESTRÍA EN BOTÁNICA TAXONÓMICA NEOTROPICAL

MÉRIDA – VENEZUELA

Diversidad funcional foliar en bosques fragmentados del Suroeste del Lago de Maracaibo

Financiado por el Consejo de Desarrollo científico humanístico tecnológico y de las artes (C.D.C.H.T.A). Con el código C-1778-12-01-EM

www.bdigital.ula.ve

Trabajo de grado presentado para optar al título de

Magíster Scientiae en Botánica Taxonómica Neotropical.

Presentado por: Norka G. Santos Puente.

Tutor: Prof. Juan Gaviria.

Cotutor: Prof. Luis Enrique Gámez.

Asesor: Prof. Nestor Gutierrez

Mérida, Junio del 2014

DEDICATORIA

A mi difunto padre Jorge Santos, que en vida me dio siempre el sabio consejo, que no desfalleciera en los caminos difíciles, siempre que continuara en la lucha por la vida, a nivel familiar y en lo profesional.

A mi madre Juanita Puente, principal pilar en este proyecto de Investigación, quién me impulso para seguir con mi maestría. ¡Gracias! madrecita, por estar pendiente en todo momento.

A mis hermanos y familiares Rocío, Ely, Mila, Miguel, Jorly, Alonso, sobrinitos. Joel y Sebas quienes me apoyaron en todo el sentido de la palabra, espiritual, y moral en este camino arduo, pero satisfactorio.

A mis amigos Claudia, Zaira, Anita, Leida, María Eugénia, Anairamiz y aquellos que no menciono de una u otra forma estuvieron pendiente en cualquier circunstancia. ¡Gracias!

“Por más vientos que soplen, las tempestades continúen, siempre habrá un refugio que me proteja de los designios de la naturaleza y saldré ilesa, con un nuevo panorama que me ofrece la vida” Norka Santos

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso, por guiarme en cada uno de mis pasos durante todo el trayecto de mi vida, a nivel espiritual, familiar y profesional.

A los pobladores de la zona Sur-oeste del Lago de Maracaibo, Vía Madre Vieja, sector 21, especialmente a los Srs: Guillermo, Chinca, Aixon, Pichirilo, Yusmel y Jonathan por su hospitalidad y la bondad de sus corazones.

A Samir Nasser por su acompañamiento en la última salida de campo, y la sabiduría que tiene por la naturaleza.

A Naim González, Liliana Ojeda, Manuela Egerman, Nestor Gutierrez, Marina Mazón, Daniel Arenas, Samir Nasser y Prof Juan Gaviria por compartir juntos las adversidades durante la salidas de campo y ¡El gran entusiasmo! que mostramos por aprender de esos hermosos paisajes “Via Madre Vieja “, sector 21.

Al Jardín Botánico y Centro de estudios del Postgrado BOTANE Profs: Francisca Ely, Rebeca Luque, Yelitza León, Ricardo Rico, Yannelis, Gustavo Fermín, Javier Estrada, Josefina y todo el personal que en el labora.

A Carmencita, secretaria del Postgrado siempre por su carisma de ayudar en cualquier situación de aprieto.

A la BIECI y todas las instituciones que me apoyaron en el material bibliográfico.

A la Biblioteca del Jardín Botánico, en especial a Marbella siempre mostrando sus buenas atenciones y trato con los usuarios.

Al Director Ali Rosales, de los servicios generales y servicio del comedor por su apoyo en la provisión de alimentos durante algunas salidas de campo.

Al Herbario MER, principalmente a Adelita y Myli por la gran atención brindada.

A la Lic. Franyuli Jefe Control de Estudio del CEP por su apoyo en el financiamiento de la ayuda económica para pagar una parte de mis estudios de Post-grado.

AL ICAE con el apoyo de los Profesores. Fermín Rada en prestar la instalación del laboratorio para realizar las mediciones del área foliar y Eulogio Chacón por prestarnos el Vehículo en una salida de campo.

Al Prof. Jaime E. Péfaur y Angelino Marisela por apoyarme con el contrato del “Proyecto Catatumbo” y así solventar gastos de algunas salidas de campo.

Al Prof. Juan Gaviria y al Prof. Enrique Gámez por su apoyo en este proyecto de Investigación, y a Néstor Gutiérrez por sus sugerencias en este manuscrito y análisis estadísticos, como también a Marina Mazón.

Al Prof. Argenis Mora, por su apoyo en las sugerencias durante la etapa inicial del anteproyecto de tesis.

A mis compañeros de Postgrado Daniel, Liliana, Habitt, Guillermo, Misael, Manuel, y Francisco y compañeros de la Cohorte pasada, Carlos Álvarez, Blanca., Susana y Silvina (Pinna).

Al CDCHTA de la ULA, por el financiamiento recibido a través de la subvención C-1778-12-01-EM.

A todas aquellas amistades que no menciono, pero de alguna manera me apoyaron en las sugerencias del trabajo y emocionalmente me apoyaron ante esta travesía.

www.bdigital.ula.ve

CONTENIDO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN	1
1-INTRODUCCIÓN	2
1.1 La diversidad del bosque húmedo tropical.....	2
1.2 La fragmentación del bosque húmedo.....	4
1.3 Efecto borde en la abundancia de las especies leñosas del bosque húmedo	9
1.4 Tipos funcionales de plantas (TFPs).....	11
1.5 Diversidad funcional.....	12
1.6 Rasgos foliares	14
1.7 Justificación.....	17
2- OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo general:	18
2.2 Objetivos específicos:	18
3- HIPÓTESIS	18
4-METODOLOGÍA	20
4.1 Descripción del área de estudio.....	20
4.2 Reconocimiento de Fragmentos boscosos.....	24
4.3 Recolecta del material	25
4.4 Determinación del material recolectado.....	25
4.5 Análisis florístico	25
4.5.1 Índice de Valor de importancia	25
4.5.1.1 Abundancia de especies	26
4.5.1.2 Frecuencia de especies	26
4.5.1.3 Dominancia	27
4.5.2 Similitud florística de las leñosas en los bosques fragmentados del Sur-oeste del lago de Maracaibo	27
4.5.3 Riqueza de especies y abundancia de las plantas en el borde y el interior por categoría de fragmento.....	28
4.5.3.1 Riqueza estimada.....	28
4.5.4 Índice de Shannon-Weiner (H).....	30
4.5.5 Índice de Simpson (D).....	30
4.6 Características morfológicas de las especies.....	31

4.6.1 Variables cuantitativas	31
4.6.2 Variables cualitativas	32
4.6.3 Análisis estadístico para las variables	34
4.7 Composición y Diversidad funcional	35
4.7.1 Determinación y composición de tipos funcionales de plantas (TFPs) en fragmentos	35
5- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
5.1 Análisis Florístico	36
5.1.1 Composición florística	36
5.1.2 Diversidad, y riqueza de especies.....	37
5.1.2.1 Estimadores de riqueza de especies no paramétricos. Curvas de acumulación de especies	37
5.1.2.2 Diversidad vegetal de los fragmentos	40
5.1.2.3 Composición florística de fragmentos por categoría de tamaño	41
5.1.2.3.1 Fragmento Grande Borde (FGB), Fragmento Grande Interior (FGI).....	41
5.1.2.3.2 Fragmento Mediano Borde (FMB), Fragmento Mediano Interior (FMI)	44
5.1.2.3.3 Fragmento Pequeño Borde (FPB), Fragmento Pequeño Interior (FPI).....	46
5.1.3 Índice de valor de importancia	50
5.1.4 Similitud florística de las leñosas en los bosques fragmentados del Sur-oeste del lago de Maracaibo	57
5.2 Características morfológicas de las especies.....	67
5.3 Tipo funcional de plantas (TFPs).....	76
5.3.1 Tipo funcional de plantas (TFPs) con algunos rasgos morfológicos.....	80
5.3.2 Composición de los Tipo funcional de plantas (TFPs)	81
5.3.3 Comparación de la dominancia y abundancia de los TFPs en las categorías de fragmento	84
6- CONCLUSIONES	87
6.1 Análisis florístico	87
6.2 Características morfológicas	88
6.3 Tipos Funcionales de Plantas (TFPs).....	89
6.4 Recomendaciones y limitaciones.....	90
7- BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXOS.....	107

LISTA DE TABLA

Tabla 1 Precipitación de la zona sur del lago de Maracaibo	21
Tabla 2 Localidad el Guayabo con precipitaciones entre los años 1998 y 2012. (Red agrometeorología del INIA sf.).....	21
Tabla 3 Categoría de Fragmentos: pequeño (FP), mediano (FM) y grande (FG) para las zonas de interior (I) y borde (B) de los bosques húmedos. Transectas (TC). N° Localidades (N° Locs) visitadas por cada categoría de fragmento en I/B.....	24
Tabla 4 Lista de algunas familias, Géneros, Especies e Individuos en la Zona sur-oeste del Lago de Maracaibo.	36
Tabla 5 Eficiencia del muestreo de acuerdo a ACE y Singletons (especies raras), observadas y esperadas obtenidas de la curva de acumulación de especies para los bosques fragmentados del Sur-oeste del Lago de Maracaibo: Fragmento Grande Interior (FGI), Fragmento Grande Borde (FGB), Fragmento Mediano Interior (FMI), Fragmento Mediano Borde (FMB), Fragmento Pequeño Interior (FPI) y Fragmento Pequeño Borde (FPB).	38
Tabla 6 Índices de diversidad de especies según Shannon, Simpson e inverso de Simpson (equidad) para los bosques fragmentados del Sur-oeste del Lago de Maracaibo: Fragmento Grande Interior (FGI), Fragmento Grande Borde (FGB), Fragmento Mediano Interior (FMI), Fragmento Mediano Borde, Fragmento Pequeño Interior (FPI) y Fragmento Pequeño Borde (FPB).	40
Tabla 7 Índice Shannon. Prueba t student con $p \leq 0,05$ (tcal/p sign) * Indica significancia, (ns) no significativo.	41
Tabla 8 Índice de Shannon y Simpson para los bosques húmedos de distintos Países	41
Tabla 9 Especies con mayor dominancia absoluta (D.abs) y dominancia relativa (D.relat) en los Fragmentos boscosos húmedos correspondientes al FGB y FGI.....	43
Tabla 10 Especies con mayor dominancia absoluta (D.abs) y dominancia relativa (D.relat) en los Fragmentos boscosos húmedos correspondientes al FMB y FMI.	46
Tabla 11 Especies con mayor dominancia absoluta (D.abs) y dominancia relativa (D.relat) en los Fragmentos boscosos húmedos correspondientes al FPB y FPI	48
Tabla 12 Distintos Bosques Húmedos de Centro y Suramérica en número de Familias, Especies e individuos con condiciones similares de precipitación y altitud.	49
Tabla 13 Especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) en los Fragmentos boscosos húmedos correspondientes a las categorías de fragmentos: FGB, FGI, FMB, FMI, FPB y FPI.	51
Tabla 14 Comparación de la composición florística en fragmentos boscosos del Sur-oeste del Lago de Maracaibo. En la tabla se presentan los resultados de la prueba ANOSIM (análisis de similitud) los valores de significancia ($p \leq 0,05$ indica diferencias significativas*)	59
Tabla 15 Prueba SIMPER disimilitud en composición florística para el FGB/FGI, FGI/FMB, FGB/FMB, FGB/FPB, Y FGI/FPI con la contribución y abundancia para cada una de las especies.....	61
Tabla 16 lista de las especies presentes en el Sur del Lago de Maracaibo y otros bosques húmedos de Venezuela.	65
Tabla 17 Distintos caracteres morfológicos funcionales de las especies en los fragmentos boscosos del Sur-oeste del Lago de Maracaibo.-FGB, FGI, FMB, FPB Y FPI. Valores promedios \pm (error estándar) en proporción de especies (%) para las variables cualitativas, y promedios de otros rasgos para las variables cuantitativas $P < 0,5$. Valores con letras iguales indican diferencias significativas entre pares de fragmentos, la significancia es por fila. Test de Kruskal Walis (Mann Whitney).	68

Tabla 18 Análisis de Componentes Principales, Joliffe Cut-off: 0,7	77
Tabla 19 Pesos de los componentes principales para la formación del dendrograma (Análisis Cluster)	78
Tabla 20 Comparación de los tipos funcionales de plantas con algunos promedios de los rasgos morfológicos.....	81
Tabla 21. Algunas especies de Heliófitas y Esciófitas correspondientes al TFPs1.....	81
Tabla 22. Algunas especies de Heliófitas y Esciófitas correspondientes al TFPs2.....	82
Tabla 23 Algunas especies del TFPs3.....	83
Tabla 24 especies correspondientes al TFPs4	84
Tabla 25 Análisis de similitud en la composición de los tipos funcionales para las 6 categorías de fragmentos de la zona de estudio, con 1000 permutaciones, $p = 0,0485$.* indica diferencias significativas, con coeficiente de correlación $R: 0,057$	85
Tabla 26 SIMPER contribución de los tipos funcionales para el $F_{MB/FPI}$	85
Tabla 27 SIMPER contribución de los tipos funcionales para el $F_{MB/FMI}$	86
Tabla 28 Abundancia y dominancia promedio para los cinco tipos funcionales de plantas (TFPs).....	86

www.bdigital.ula.ve

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa hidrográfico y las tres categorías de fragmentos boscosos con la limitación del área de estudio (Rivas et al., 2009; Ojeda y Santos 2014).	20
Figura 2. Curva de acumulación de especies de los bosques fragmentados del Sur oeste del Lago de Maracaibo: Fragmento Grande Borde (F_{GB}); Fragmento Grande Interior (F_{GI}), Fragmento Mediano Borde (F_{MB}), Fragmento Mediano Interior (F_{MI}), Fragmento Pequeño Borde (F_{PB}) y Fragmento Mediano Interior (F_{MI}).	37
Figura 3. Abundancia de las principales especies en los fragmentos F_{GB} y F_{GI}	42
Figura 4. Frecuencia por especie en las categorías de fragmentos F_{GB} y F_{GI}	43
Figura 5. Abundancia de las principales especies en las categorías de fragmentos F_{MB} y F_{MI}	45
Figura 6. Frecuencia por especie en las categorías de fragmentos F_{MB} y F_{MI}	45
Figura 7. Abundancia de las principales especies en las categorías de fragmentos F_{PB} y F_{PI}	47
Figura 8. Frecuencia por especie en las categorías de fragmentos F_{PB} y F_{PI}	48
Figura 9. Análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (MDS) para los bosques fragmentados del Sur-oeste del Lago de Maracaibo. Los Números indican el nivel de agrupación de acuerdo a las distancias más cercanas entre transectas.	58
Figura 10. Análisis de componentes principales en componente uno y dos, para las 63 transectas de la zona de estudio.	77
Figura 11. Dendograma resultado del análisis clúster (método de Ward y distancia Euclídea) con un coeficiente de correlación de 0,53 para las 63 transectas de la zona Sur-oeste del Lago de Maracaibo.	79

www.bdigital.ula.ve

RESUMEN

La fragmentación de los bosques, como resultado de las actividades antrópicas, ha conducido a graves problemas como la pérdida de diversidad biológica y desertificación de suelos. Este estudio valora la composición florística y funcional de los bosques con diferentes grados de fragmentación en el sur-oeste del Lago de Maracaibo entre los afluentes de los ríos Catatumbo, Tarra y Zulia. Los fragmentos se estratificaron en 3 categorías de tamaño (grande >100 ha, mediano 10-100 ha y pequeño <10 ha) sectorizándose cada categoría en borde e interior. Se muestreó un total de 63 de 50*2 m (0,01 ha) donde se identificaron y midieron todos los árboles, arbustos y lianas con un DAP \geq 2,5 cm. En total se registró 1499 individuos en 46 familias, 125 géneros y 236 especies. Las familias con el mayor número de especies fueron Fabaceae (44) y Rubiaceae (22). Las familias con mayor cantidad de individuos fueron Fabaceae (353) y Arecaceae (271). De acuerdo, al índice de diversidad de Shannon existen diferencias significativas entre los fragmentos del borde, como en el interior del bosque. Las especies que reportaron los valores más altos en índice de valor de importancia ecológica (IVI) fueron: *Attalea butyraceae*, *Zygia longifolia*, *Bactris macana* y *Bactris setulosa*; además de presentar cada una de las especies señaladas una abundancia de 159 ind/ha, 124 ind/ha, 127 ind/ha, y 177 ind/ha, respectivamente. También se estudió la morfología de las especies leñosas, se evaluaron 13 caracteres como fenología foliar, dirección de crecimiento, defensa mecánica, inserción del peciolo en la hoja, indumento foliar, tipo de hoja, tamaño de la hoja, forma de la hoja, forma de los folíolos, tipo de ápice, área foliar, área foliar específica, índice relativo del acumen, DAP, área basal y altura. De los 13 caracteres solo cuatro mostraron mayores diferencias significativas en los fragmentos como: la fenología foliar del fragmento mediano interior (perennifolia), indumento foliar (gla/gla) en el fragmento grande interior, tamaño de la hoja (mesófilo) en el fragmento grande borde, forma de la hoja simple (elíptica), siendo buenos indicadores ecológicos con respecto a los que no mostraron diferencias significativas. A pesar de que no existen diferencias significativas en la forma del ápice, el ápice caudado mostró una mayor proporción de especies 53,2-70,4% con respecto a las otras formas del ápice en los 6 fragmentos muestreados, esta variable es característica de los bosques húmedos donde se da la presencia del desarrollo del ápice alargado conocido como “ápice gotero” que permite el mayor drenaje del agua, como ocurre con las especies *Oxandra venezuelana*, y *Dendropanax arboreus* con este tipo de ápice. En el tipo funcional de plantas (TFPs), se agruparon las especies por las variables cualitativas (presencia-ausencia): perennifolia, erecto, espinas, indumento en el envés, DAP, y variables cuantitativas como área foliar, área foliar específica, e índice relativo del acumen (IRA). Se obtuvieron 4 TFPs. las cuales fueron categorizadas como TFPs1 “especies heliófitas”, TFPs2 “heliófitas y esciófitas del sotobosque” TFPs3 “plantas del del sotobosque” y TFPs4 “plantas de hojas grandes”. Este estudio permitirá implementar estrategias de conservación y recuperación de estos ecosistemas tan seriamente afectados como son los remanentes boscosos en zona sur oeste del Lago de Maracaibo.

Palabras claves: composición florística, diversidad, fragmentación, bosques húmedos tropicales, Tipos funcionales de plantas, grupos funcionales y morfología

1-INTRODUCCIÓN

1.1 La diversidad del bosque húmedo tropical

El bosque tropical es uno de los biomas más abundantes de la tierra, del cual destaca su gran complejidad debido a la gran variabilidad en cuanto a su fisonomía y riqueza de especies, que a su vez está relacionado con factores ambientales como la precipitación, fertilidad del suelo, altitud (Dirzo, 2001) y grado e historia de la influencia humana (Young, 2006). A nivel mundial los bosques tropicales húmedos se estiman en 715 millones de ha, representando el 7% de la superficie terrestre, de los cuales el 63% se encuentra en América (FAO, 1990; y Dirzo *et al.*, 2009). Se estima que aproximadamente 70 países se ubican en la región de los bosques tropicales húmedos, 23 en América, 16 en Asia y 31 en África (Ofosu-Asiedo, 1997), en esas zonas tropicales húmedas la precipitación anual excede la cantidad de agua pérdida a través de la evaporación y la transpiración (Tho, 1991).

En el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI, 2009) el científico Carlos Jaramillo señala que los bosque húmedos neotropicales pueden haber aparecido durante el Paleoceno después de la extinción de los dinosaurios aproximadamente hace 65 millones de años. En los registros fósiles de Cerrajón Colombia correspondientes a un bosque húmedo se encontraron nuevas familias de plantas, hojas grandes y de margen entero y una estructura del bosque definido por suelo, arbustos de sotobosque y dosel alto. Entre las evidencias antiguas y confiables se estiman que más de 2.000 hojas fósiles, hojas compuestas y frutos de la familia del frijol así como hojas de la familia de los hibiscos, *Arecaceae*, *Fabaceae*, *Lauraceae*, *Malvaceae* y *Menispermaceae*, son las familias más comunes del bosque húmedo neotropical, y por primera vez estuvieron juntas.

Estudios realizados en una subregión de la Selva Lacandona en el estado de Chiapas, Márquez de Comillas. México, perteneciente a un bosque húmedo tropical se inventariaron 93 parcelas de 0,1 ha, registrando un total de 267 especies leñosas identificadas a nivel de género 29 y 25 a nivel de familia y 25 morfoespecies no identificadas a nivel de familia, las familias más abundantes en el número de especies fueron: *Fabaceae* (37), *Rubiaceae* (31), *Arecaceae* (13), *Moraceae* (13), *Euphorbiaceae* (12), *Lauraceae* (10) y *Melastomataceae* (10), evidenciándose estratos arbóreos,

arbustivos y de lianas. En el estrato arbóreo (200), arbustivo (51), 3 de lianas y 13 de palmas (Castillo, 2009).

De igual manera, se han realizado estudios en otras regiones donde muestran la gran diversidad de especies. En Bolivia, en el bosque amazónico preandino en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (PN-ANMI) Madidi se censó especies con un $DAP \geq 2,5$ cm; encontrándose 294 especies pertenecientes a 64 familias. Las familias con mayor riqueza de especies fueron: Fabaceae (27), Rubiaceae (21), Sapotaceae (16), Moraceae (14) y Myrtaceae (14) (Murakami, 2005) y en el bosque sub húmedo de la provincia de Chaco Argentina con tres localidades de Breñas, Charata y General Pinedo con un $DAP > 10$ cm, se registró 36 especies de leñosas y 21 familias con una codominancia de *Schinopsis balansae* y *Aspidosperma quebracho* (Torella et al., 2011).

América Latina y el Caribe (ALC) se caracterizan por presentar una alta diversidad de eco regiones, paisajes, suelos, biomas y especies debido a su gran potencial; la región presenta grandes reservas de tierras cultivables estimadas en unos 576 millones de hectáreas (39%), de los 2000 millones de hectáreas de su territorio (Gómez y Galopín, 1995). A pesar de la gran riqueza y diversidad de sus recursos naturales, estos han sido alterados por procesos naturales de perturbación medidos principalmente por su escala geológica (Young, 2006).

Además de la perturbación natural, la influencia humana es uno de los agentes que mayor incidencia ha tenido en el uso de los recursos como son: explotación maderable, agricultura con prácticas de quema y sobrepastoreos del ganado, alterando la cobertura natural del bosque hacia una transformación de pastizales y matorrales (Young, 2006). Este proceso de aceleración y destrucción de los bosques tropicales ha ocurrido durante los últimos 50 años. En el caso de Venezuela, aún quedan áreas de bosques húmedos, siendo amenazadas por la deforestación, destinadas al uso de tierras para actividades ganaderas, agrícolas, maderables y extracción de minerales (Aymard, 2011).

El uso indebido de tan preciado recurso hace que se agote, sin tener en cuenta el uso sostenible, originando la degradación del recurso, reducción de la biodiversidad, la pérdida de hábitats y cobertura vegetal (deforestación), la pérdida y degradación de suelos, así como la desertificación, reducción y contaminación de las fuentes de agua.

Tema que ha sido muy polémico y debatido en los foros internacionales sobre los bosques y el medio ambiente, en conjunto con la pobreza y el crecimiento demográfico, la tenencia de la tierra, los mercados y las políticas agrícolas, dado que en la gran mayoría de los países tropicales su economía depende de este valioso recurso (Ovalles, 2006).

1.2 La fragmentación del bosque húmedo

La fragmentación ha sido tratada desde diversas perspectivas: el paisaje como estructura espacial y la fragmentación de hábitats, en este aspecto los bosques naturales son los ecosistemas de mayor amenaza por el grado de fragmentación, lo cual consiste en la transformación de un bosque continuo en unidades más pequeñas y aisladas entre sí, resultando la reducción en el hábitat disponible, pérdida de diversidad y extinción de las especies (Bustamante y Grez, 1995; Gurrutxaga, 2004).

La fragmentación del hábitat de los organismos silvestres está relacionada con la especificidad del hábitat y el desplazamiento de cada especie. Así, la especie se hará más sensible a la fragmentación si es especialista en su hábitat y por tanto será mayor su escala de desplazamiento, de ahí la importancia de la fragmentación en el mantenimiento de las poblaciones y de las meta poblaciones, pudiendo albergar poblaciones de las misma especie y no de otros individuos (Gurrutxaga, 2004).

El aislamiento de los remanentes de hábitat surge como consecuencia de la fragmentación como es el caso de los remanentes pequeños de hábitat aislados por el uso de la tierra, afectando la diversidad de especies, modos de dispersión y polinizadores (Sherlly y Turrialba, 2004). Es de mencionar que un mayor aislamiento entre fragmentos por el aumento de la distancia impide la movilización de los individuos siendo incluso afectada la desaparición de las especies en los fragmentos, de modo de garantizar la permanencia de las especies resistentes o generalistas y las especies sensibles que quedan confinadas a los fragmentos de mayor tamaño (Collinge, 1996).

Para Cagnolo y Valladares (2011) la fragmentación del hábitat sus especies se encuentran relacionadas por distintas interacciones de gran complejidad que les permite su sobrevivencia, como el intercambio de material genético para la reproducción

(polinización), dispersión de propágulos (frugivoria), transferencia de energía y nutrientes (interacciones tróficas).

Estos autores realizaron un estudio en el bosque Chaqueno del Centro de Argentina seleccionaron tres bosques continuos (>1000ha) y 16 fragmentos remanentes (0.13ha y 129 ha) insertos en una matriz de cultivos donde se relacionaron los grados de insectos minadores de hoja y sus parasitoides. Sus resultados revelaron que las redes tróficas de plantas, herbívoros y parasitoides son afectadas por las reducciones en el tamaño de hábitats. Por otro lado, la proporción entre especies de consumidores y recursos decrece a medida que se reduce el áreas de remanentes de bosques ($R^2= 0.46$, $b= 0.11$, $p= 0.00$). En relación a la conectancia (proporción de interacciones) de las redes de plantas, minadores de hoja y sus parasitoides esta fue relacionada de forma negativa con el área de bosque, es decir en tamaños menores de fragmentos aumenta la conectancia indicando interacciones fuertes que pudieran evitar la pérdida de las especies

Un estudio realizado por Tabarelli *et al.* (1999) en bosques fragmentados montano Atlántico del Brazil correspondientes a: 3 fragmentos pequeños (5-14 ha), 1 mediano (370 ha) y 1 grande (7900 ha, analizaron los distintos caracteres morfológicos como el tamaño de semillas, forma de crecimiento y modos de dispersión, encontrando en 2 fragmentos pequeños la mayor proporción de especies intolerantes a la sombra, ubicándose las plantas del dosel, siendo estas dispersadas por factores abióticos en contraste con los fragmentos de mayor tamaño dispersadas por los vertebrados siendo sus frutos apetecibles por las aves y los mamíferos. siendo sus especies tolerantes a la sombra pertenecientes al sotobosque. Además las distintas familias como: Myrtaceae, Lauraceae, Sapotaceae y Rubiaceae disminuyeron en un 38,9 % para el fragmento mediano y 35,7% para el fragmento grande y en los pequeños en un 15,4%.

El movimiento de las aves y de los mamíferos se debe en gran medida a la heterogeneidad de la selva y nivel de perturbaciones de la región como es el caso del bosque húmedo Tuxtla, México, la movilidad de la fauna y los dispersores responden a distintos eventos y abandonos de la fragmentación durante los últimos 5000 años, así como también las distintas características edáficas, microclima e historia de vida. Otro aspecto relevante es la dispersión del polén y las semillas de las selvas presentes en

potreros ó bordes disminuyen el aislamiento de las poblaciones separadas en fragmentos distintos, el intercambio de polén y semillas entre fragmentos permite la movilidad de la fauna voladora (Guevara *et al.*, 2004).

En árboles de potreros la forma de las copas y tamaño presentan una gran variabilidad, así como la densidad de follaje de modo que existen diferencias significativas de temperatura, humedad y luz para la colonización de aves y mamíferos. (Guevara *et al.*, 2004).

Estudios que relacionan el tamaño de los fragmentos correspondientes a los fragmentos grandes (1327–36,831 ha) y fragmentos pequeños. (245–273 ha) con respecto al efecto borde -interior y la preferencia de las aves por el color de los frutos para su consumo fue realizado en los bosques fragmentados semideciduos del Atlántico del oeste y central del estado San Paulo, Brazil. Los resultados de este trabajo señalan que el mayor número de frutos fueron consumidos por las aves en los fragmentos grandes reduciéndose en los pequeños, en el interior de los fragmentos en comparación con el borde. Las aves tienen preferencia de los frutos por los colores llamativos como el negro y el rojo para su consumo en relación al blanco tanto en el borde como en el interior de los bosques (Galetta *et al.*, 2003).

Aquellos fragmentos sometidos a un nivel de perturbación por lo general presentan una menor riqueza de especies, tal variación puede deberse al factor tiempo una vez que ocurre la fragmentación (Duque *et al.*, 2013). Además otro aspecto que explique tal variación es el proceso de dispersión como lo indican diversos estudios (Tabarelli *et al.* 1999; Guevara *et al.*, 2004).

La teoría de regeneración de claros y la restauración ecológica en selvas en campos abandonados de mayores extensiones es tan compleja que se necesitaría tener principios ecológicos y tecnologías eficientes para una recuperación de las áreas degradadas (Martínez- Ramos y García-Orth, 2007). De acuerdo al esquema que proponen estos autores, está relacionado con la disponibilidad de propágulos de las especies nativa, grado de perturbación (calidad del sitio) e historia del uso del suelo, nivel de intensidad, extensión y duración del ecosistema original. Por ejemplo, la capacidad de regeneración

disminuye (lluvia de semillas, regeneración avanzada, meristemas y tocones) con la calidad del sitio (alta compactación y fertilidad del suelo, y abundancia exótica).

La regeneración es la clave fundamental para el manejo sostenible de los bosques tropicales. En el caso de las semillas los requerimientos fisiológicos y ecológicos van a depender del tipo de suelo, ciclo de renovación, germinación, grado de latencia exógena o endógena y del tipo de especie (Mostacedo y Fredericksen. 2001). Según estos autores existen diversos trabajos que hacen énfasis en la ecología y regeneración de bosques tropicales en Bolivia, relacionados con la ecología de semillas y plántulas de árboles, dinámica de las especies arbóreas en el bosque húmedo tropical del norte de la Amazonía Boliviana, gremios ecológicos en el bosque seco de Lomerío, Santa Cruz Bolivia y entre otros.

Así mismo, la fragmentación de hábitats tiene sus implicaciones en los distintos factores abióticos (temperatura, humedad relativa, regimenes de viento y del suelo) afectado desde el interior hacia el borde de los fragmentos (Ramos, 2006). Por ejemplo, existe una tendencia general que se presenta en las especies de plantas expuestas a los mayores índices de iluminación de sus copas a ubicarse en los ambientes de mayor perturbación con respecto a los valores bajos de iluminación en ambientes no perturbados ó de mayor sombra (Guzmán-Gutiérrez. 2001).

La planificación y las políticas territoriales en al ámbito agrícola, forestal, hidrológico, urbanístico, de transporte, entre otros, son los principales causantes de la fragmentación del medio, acelerando el deterioro de la biodiversidad, alterando los procesos ecológicos y comprometiendo las áreas protegidas (Chacón *et al.*, 2003; Gurrutxaga, 2004).

La explotación forestal no sostenible, terrenos agro ganaderos abandonados son agentes que participan en la fragmentación de hábitats, como es la explotación de las zonas de alta pendiente y márgenes de cursos fluviales que acarrea erosión edáfica, plantaciones de masas arbóreas monoespecíficas, práctica inadecuada de la tala arbórea y arbustiva. En los terrenos abandonados se da el crecimiento secundario de la vegetación con distintos grados de perturbación (Dirzo, 2001; Gurrutxaga, 2004). Todos estos procesos involucrados causan una gran pérdida del potencial ecológico del bosque

afectando la biodiversidad, formas de vidas, polinización y dispersión de semillas; de modo que se altera la conectividad ecológica del entorno (Bustamante y Grez, 1995; Gurrutxaga, 2004; Peña *et al.*, 2005).

En épocas pasadas el continente americano abarcaba extensas áreas de coberturas boscosas tropicales; actualmente han quedado manchas o parches de bosque remanente más o menos aisladas una de la otra en una matriz ganadera y agrícola del paisaje fragmentado, producto de la deforestación (Chacón *et al.*, 2003; Peña *et al.*, 2005). Las altas tasas de deforestación han conllevando a la destrucción de bosques y fragmentación del hábitat, debido principalmente al reemplazo para la ampliación de áreas agrícolas y urbanas, interviniendo diversos factores económicos, socioculturales, institucionales y tecnológicos (Viana *et al.*, 1997; Santos y Telleria, 2006).

En los bosques tropicales se originan paisajes fragmentados, como es el caso del bosque húmedo fragmentado en la zona atlántica de Costa Rica donde se estudió la caracterización de la diversidad arbórea y almacenamiento de carbono en los bosques secundarios, bosques ribereños y pasturas, reportando 1157 árboles con DAP >10 cm, con 145 especies, 46 familias, siendo mayor la diversidad arborea (91 spp.) y biomasa de carbono en los bosques ribereños (188,35 t/ha) con respecto a los secundarios y pasturas, a pesar de ser intervenidos por la actividad ganadera desempeñan un rol importante en la conservación del paisaje fragmentado (Chacón *et al.*, 2003).

Del mismo modo en la región Tuxtla, México, el paisaje es totalmente fragmentado: en esta región se estudio los censos florísticos en plantas con DAP \geq 0,1 cm con una variación en la riqueza de especies, en tamaños contrastantes (desde 0,1 ha hasta 700 ha). En fragmentos menores (40 ha), 102 especies y en áreas grandes de reserva (700 ha), 135 especies. Se reflejan cambios en la estructura y composición, al disminuir el tamaño de fragmento, existen especies pioneras o demandantes de luz en claros naturales o sitios perturbados, a diferencia de los fragmentos grandes donde predominan las especies tolerantes a la sombra. A pesar de ser antropozado este paisaje, se tiene que el agropaisaje retiene muchas especies de la selva madura y especies de la zona de claros (preadaptadas a la perturbación), debe mantenerse una heterogeneidad del paisaje tradicional y áreas de protección (Dirzo *et al.*, 2009).

En el caso de Venezuela, el alto grado de deforestación es uno de los factores que incide en los cambios de cobertura vegetal. En este sentido Pachecho *et al* (2011) realizaron estudios en la dinámica de los bosques a partir de técnicas de detección de cambios a una serie de mapas históricos comprendido entre los años 1920 y 2008. En este período se perdieron el 26,43% (17.935.800ha) de los bosques venezolanos, con una tasa promedio anual de 0,30%, siendo las más afectadas la zona de los Llanos occidentales y la zona sur del Lago de Maracaibo. Los autores señalan que estos estudios permitirán posteriormente realizar investigaciones relacionados con la pérdida de biodiversidad, sostenibilidad de la agricultura, sumideros de agua potable, inventarios sobre las emisiones antropogénicas del efecto invernadero, conservación e integración de nuevos bosques como fuente de sumidero del CO₂.

1.3 Efecto borde en la abundancia de las especies leñosas del bosque húmedo

La deforestación causa cambios en los procesos ecológicos del bosque. Uno de esos cambios es la presencia del efecto borde (Fox *et al.*, 1997), lo cual afecta el microclima, condiciones físicas del suelo, que a su vez modifica la estructura y composición de la vegetación a lo largo del perímetro del remanente del bosque (Sizer y Tanner, 1999).

El borde funciona como zona de contacto entre dos comunidades estructuralmente diferentes (Williams, 1991). La disminución del tamaño de los fragmentos se relaciona con el incremento de la relación perímetro/superficie, proceso que ocurre en todos los fragmentos y origina una banda perimetral de hábitat conocido como “zonificación de hábitat“, producto del efecto borde. La proporción entre hábitat de alta y baja calidad variará dependiendo del organismo, la forma y el tamaño del fragmento. La composición de especies puede variar en el interior de los remanentes del bosque en relación al borde, y área de vegetación inducida (Santos y Telleria, 2006).

Por lo general en la zona de borde proliferan bien las especies generalistas, exóticas y aquellas que toleran hábitats perturbados, estas especies son capaces de ocupar los fragmentos de menor tamaño, son las que presentan un promedio porcentual de sus comunidades biológicas, en cambio en las grandes reservas naturales asociadas a los hábitats del interior son las más conservadas por la mayor parte de organismos de la comunidad biológica (Gurrutxaga, 2004).

En esta zona se evidencia que las leñosas desarrollan los troncos y tallos delgados con relación al interior del bosque; existen especies de plantas que no se encuentran en el interior del bosque, así como especialistas en el interior que no son tolerantes a las condiciones variables de luz y humedad existentes en los bordes (Young y León, 2001). En estos ecosistemas se diferencian dos grupos diferentes de árboles, los tolerantes a la sombra (persistentes) y los que son demandantes de luz (pioneros). Las especies pioneras crecen en claros, con un ciclo de vida corto inferior a 50 años, con tasas de crecimiento elevado, altas tasas de fotosíntesis y respiración comparado con las persistentes de ciclo de vida largo mayor de 100 años que alcanzan el dosel más alto o emergente de la comunidad con menores tasas de fotosíntesis y respiración. Por ejemplo, en un estudio realizado en el bosque de la Amazonia tropical en el límite de borde se encontraron que las especies del género *Cecropia*, *Vismia* y *Goupia* son demandantes de luz (Sizer y Tanner, 1999).

En el efecto borde, se favorece la presencia de plantas invasoras que desplazan a las especies nativas que garantizan el alimento a la fauna forestal y la conectividad ecológica y conservación de la biodiversidad. Por otro lado, el efecto borde sobre las áreas del hábitat causado por las actividades antrópicas como son: el uso de plaguicidas y fertilizantes para los cultivos intensivos provocan la contaminación del suelo y la ganadería, que impide la regeneración de las plantas, dando lugar a fragmentos residuales con poca superficie donde el conjunto de herbívoros silvestres y domésticos consumen la totalidad de frutos y semillas, además del acceso de las personas a la periferia o interior del fragmento para distintas actividades de tala, quema de los árboles, abandono de basura, causan a la degradación del hábitat (Gurrutxaga, 2004).

En la dinámica de los bosques, pueden existir presencia o ausencia de individuos adultos. Por ejemplo, cuando existe alguna alteración en el ambiente por distintas actividades antrópicas se da la presencia de numerosas plántulas, con poco o ningún individuo de árboles, indicando las limitaciones en la reproducción de la especie. Por otro lado, la presencia solo de individuos adultos indica que la especie no puede reproducirse localmente. En este sentido, las especies arbóreas para poder reproducirse requieren mayores perturbaciones con presencia de pocas plántulas en el sotobosque (Young, 2006).

Otro aspecto a considerar es la variación de microclimas en el gradiente borde-interior del bosque. En el borde, la temperatura del suelo varía respecto a la distancia del borde, encontrando un aumento a medida que se está más cerca del borde como también se incrementa la temperatura del aire, originando cambios en la evapotranspiración del sitio. En relación al ciclo hidrológico, crece la demanda evaporativa del suelo en el borde, la temperatura del suelo favorece la germinación de semillas y establecimiento de plántulas, reflejándose también una elevada velocidad y turbulencia del viento (William-Linera *et al.*, 1998). Caso contrario ocurre con el interior del bosque, donde se evidencia una disminución en la luminosidad, la evapotranspiración, la temperatura y la velocidad del viento, y un aumento de la humedad del suelo. El efecto borde se hace muy importante en el fragmento pequeño con relación al fragmento grande porque el efecto borde puede hasta penetrar en el interior del bosque, incluso puede abarcar la totalidad del fragmento (Forman y Godron, 1986).

De igual importancia se puede señalar que la zona de borde permite implementar programas de restauración ecológica del bosque tropical, por brindar su alto potencial biótico del remanente de ecosistema como: a) un banco de semillas en el suelo del fragmento; b) desarrollo de una red hifal subterránea c) la microbiota edáfica; d) bacterias fijadoras de nitrógeno; e) reproducción vegetativa de plantas dominantes; f) estructura vegetal madura como modelo de comunidad; g) asociaciones vegetales y mutualismos diversos; h) grupos funcionales de fauna como: polinizadores, predadores de herbívoros, dispersores de semillas, entre otros (Peña *et al.*, 2005).

1.4 Tipos funcionales de plantas (TFPs)

Es evidente que cada organismo vegetal participa en los procesos del ecosistema, pero por la dinámica de los bosques, las contribuciones individuales varían constantemente. Sin embargo, a veces se hace imposible determinar las contribuciones relativas de las especies en los procesos del ecosistema, es por tal razón que los procesos del ecosistema se estudian con las actividades biológicas combinadas de muchas especies (Rodríguez, 2008).

El mismo autor indica que el enfoque de Tipos funcionales de plantas (TFPs) es una forma de medir la diversidad funcional junto a otras formas de medir la diversidad como

el uso de los índices de diversidad. Diversos autores abordan el concepto de grupos funcionales o tipos funcionales de plantas como grupos de organismos que presentan caracteres similares y desempeñan papeles similares en la funcionalidad de los ecosistemas (Tilman, 2001), o el conjunto de interrelaciones de las diferentes especies de plantas (Rodríguez, 2008).

1.5 Diversidad funcional

El término diversidad funcional (DF), ha sido tratado bajo diversos criterios; autores como Hooper *et al.* (2005) lo definen como la interacción de los diversos componentes del ecosistema o cómo los componentes de la diversidad influyen en la operatividad del ecosistema (caracteres funcionales, diversidad de caracteres dentro de los grupos funcionales, abundancia relativa dentro de grupos funcionales y la diversidad de respuestas). La pérdida de uno de estos componentes puede afectar el funcionamiento de los ecosistemas así como los servicios que provee a la sociedad humana (Tilman, 2001); este autor define la diversidad funcional como la distribución de un conjunto de rangos o valores de los caracteres de los organismos en una comunidad.

La diversidad funcional se puede medir de varias formas: por la riqueza de especies de los grupos funcionales (RGF), la diversidad de atributos funcionales (DAF) y Diversidad Funcional (DF) de Petchey y Gaston (2002). Por ejemplo, en los bosques muy húmedos tropicales en el noreste de Costa Rica a partir de rasgos foliares y densidad de la madera se encontraron seis tipos funcionales de plantas (TFPs). El primer grupo conformado por las palmas y cinco grupos de árboles (leguminosas y otros, intermedias, adquisitivas netas, adquisitivas de hoja grande y conservacionistas), cada grupo presenta diferentes potencialidades en el ciclaje de nutrientes, captura y almacenamiento de carbono de acuerdo a sus propiedades funcionales, encontrándose una DF menor en bosque secundario con relación a los bosques primarios intervenidos y sin intervenir para el aprovechamiento de la madera (Fernández, 2007).

En relación a la diversidad funcional, existen otros estudios que relacionan las características ó rasgos de las plantas con los ambientes perturbados, conservados, procesos sucesionales y gradientes altitudinales, con distintos aportes de recursos como ciclaje de nutrientes, fijación de CO₂, entre otros, para la funcionalidad del ecosistema.

En el centro-occidente de Argentina Díaz *et al* (1998), estudiaron 13 sectores homogéneos bajo un gradiente altitudinal de condiciones climáticas de temperatura y precipitación, seleccionando 100 especies por su abundancia y analizadas en función de 19 rasgos funcionales como: rasgos vegetativos foliares, rasgos de regeneración y reproducción, con la finalidad de identificar la asociación entre las categorías de rasgos de las plantas entre los sectores. Para determinar si las condiciones climáticas locales actúan como filtros para seleccionar ciertos rasgos o atributos funcionales de las plantas. Los resultados indicaron que los rasgos vegetativos área foliar específica, ramificación, altura del dosel, peso específico de las hojas, la inversión en carbono como tejido de soporte y síndrome de polinización presentaron una mayor incidencia (74%) en contraste con la fenología reproductiva (63%).

Chan (2010) estudió la cronosecuencia de parcelas en los procesos de sucesión de 3 años (4-6 años, 14-16 años y 19-21 años) y un bosque primario, midiendo los individuos con un DAP ≥ 5 cm en una selva mediana subperennifolia en la región de Calakmul, México. Este autor evaluó cuatro rasgos de densidad de la madera (DM), altura máxima (Amáx), fenología foliar y agente dispersor, y a partir de estos rasgos encontró 6 tipos funcionales de plantas (TFPs). Las especies más abundantes fueron las caducifolias con un 78%. Los bosques más jóvenes (4-6 años) se diferencian en relación al bosque primario. Los índices de diversidad funcional multidimensionales mostraron la menor diferenciación entre categorías de edad.

Del mismo modo, otro caso similar fue estudiado en las Margaritas, un paisaje agropecuario en el noroeste del estado de Puebla, México. Se evaluaron 105 especies en 108 parcelas (1,08 ha en total) en seis unidades de manejo, 3 de ellas correspondientes a pastizales: “pastizal lechero”, “pastizal cárnico”, “pastizal doble propósito”, y 2 bosques secundarios: “bosque secundario joven”, “bosque secundario viejo” y 1 bosque maduro, encontrando una variabilidad de acuerdo a la intervención antrópica. La mayor diversidad funcional de acuerdo a sus atributos funcionales como caracteres vegetativos y tamaño de la semilla fue encontrado con niveles intermedios de intervención antrópica en el bosque secundario viejo y en relación a los atributos de polinización y dispersión la mayor diversidad funcional con baja intervención antrópica fue representado por el bosque maduro (Sierra, 2010).

En un estudio realizado en el bosque lluvioso del Ramal de Guaramacal en los Andes de Venezuela, ubicado en el sur-oeste de Boconó, Estado Trujillo, se evaluaron diversos estados y caracteres de las plantas, como forma de crecimiento (herbáceas, erectas, palmas, arbustos, árboles y hemiepipítas), tipo de hoja (simples, divididas y compuestas) y tamaño de las hojas (leptófilo, micrófilo, nanófilo, mesófilo, macrófilo, megáfilo), siguiendo un gradiente altitudinal entre los 1350-1890 m.s.n.m. En el tamaño de las hojas se aprecia que éste cambia con la variación altitudinal, en altitudes elevadas predominan las hojas pequeñas en relación a las bajas altitudes (Duivenvoorden y Cuello, 2010). La diversidad funcional amerita importancia ecológica porque influye sobre la dinámica del ecosistema, la estabilidad, productividad, balance de nutrientes, y otros aspectos en la funcionalidad del ecosistema (Tilman, 2001).

1.6 Rasgos foliares

Los rasgos funcionales permiten medir la variación temporal de la diversidad funcional (DF) dentro de la dinámica de los diferentes ecosistemas, son utilizados como indicadores de las distintas propiedades de los ecosistemas (PE) (Leishman y Westoby, 1992; Stuart *et al.*, 2000), y se fundamentan en las características morfológicas de las especies, fisiología e historia de vida, permitiendo comprender los procesos ecológicos, la estabilidad de las comunidades, sucesión y competencia, descripción y clasificación de la vegetación (Duckworth *et al.*, 2000). Por ejemplo, la densidad de madera (DM) representa un indicador de la tasa de crecimiento (TC) de una planta: plantas con baja DM tienen mayor TC y viceversa (Sandro, 2009).

Así mismo, los rasgos funcionales permiten explicar los cambios sucesionales en los bosques tropicales. En los bosques secundarios jóvenes, la mayoría de los árboles pequeños son especies no tolerantes a la sombra con poca o ninguna regeneración después del cierre del dosel, como es el caso de *Vismia* spp. y otras especies del género *Miconia* (Chazdon *et al.*, 2010). Tomando en cuenta la alta diversidad de especies en los bosques tropicales, lo cual implica una amplia variabilidad de respuestas funcionales que cada una de estas podría tener, se han hecho clasificaciones funcionales de la vegetación que agrupan las especies sobre la base del uso de recursos (Sandro, 2009), y su respuesta ante los disturbios (Leishman y Westoby 1992). Por lo tanto las

clasificaciones de las plantas en tipos funcionales permitirán hacer inferencias de la respuesta de la vegetación ante eventuales cambios globales (Duckworth *et al.*, 2000).

Autores como Petchey y Gaston (2006), Mason *et al.* (2003) argumentan que la búsqueda de rasgos y la variación de éstos sobre un área determinada con cierta variabilidad ambiental, se necesita tener el conocimiento de las interacciones entre las especies y modelos teóricos de comunidades y ecosistemas; básicamente los caracteres morfológicos son utilizados como índices estáticos que están en función de la clorofila y la concentración de nutrientes. Esta selección por lo general es subjetiva. Sin embargo, se puede tener conocimiento de la fisiología de plantas para el estudio a investigar.

Entre los rasgos fisiológicos se pueden medir variables como: la tasa fotosintética, respuesta fotosintética a cambios verticales, horizontales y temporales de la luz, la estación de crecimiento activo de la raíz, respuesta a la variabilidad ambiental, entre otros (Mason *et al.*, 2003). Sin embargo, la mayor parte de estudios sobre diversidad funcional han medido algunas de estas funciones indirectamente usando los caracteres simples que son indicativos de características funcionales, por ejemplo, el área foliar específica está relacionada con la estrategia de aprovechamiento de luz y ha sido vista como indicio a un síndrome adaptativo (Garnier *et al.*, 2001).

Los estudios relacionados a los caracteres vegetativos han sido orientados según diversos criterios: taxonómicos (Christopher y Hyland 1993), fisiológicos, morfológicos, anatómicos (Vásquez, 1992), y paleobotánicas (Christopher y Hyland, 1993), con aplicación en las áreas forestales. Una de las contribuciones de Hickey (1973) en la paleobotánica fue el estudio de varios taxa de dicotiledóneas con distintos patrones de venación y areolación de las hojas; los caracteres que utilizó han servido para identificar fósiles foliares del terciario temprano y varios taxa de las hojas modernas.

En el aspecto morfológico la fenología foliar perennifolia presenta su ventaja en relación a la fenología reproductiva por la conservación del follaje a lo largo del año, siendo evidente en los bosques húmedos y lluviosos neotropicales (Williams-Lineras y Meave 2002), así como también la clasificación de las hojas según la diversidad de formas y tamaños; tal variabilidad depende de la correlación de ambientes en los que

viven las plantas y la adaptación (Huaranca, 2005). En los trópicos es importante el sistema de nervaduras de las hojas por definir las formas de las hojas, y la riqueza de hábitats. En un mismo hábitat pueden existir diferentes formas de hojas indicando rasgos idioformes, la heterofilia presenta beneficios ecológicos en especial para las lianas, y en plantas dicotiledóneas del bosque (Vareschi, 1992).

Damascos (1997), realizó estudios en dos especies: *Austrocedrus chilensis* y *Nothofagus dombeyi* de los bosques mixtos ubicado en el Parque Nacional Nahuel Huapi (PNNH) de Argentina con dos niveles de alteración (Alta-media, nula o leve) analizando los diferentes caracteres morfológicos de las plantas (hábito de crecimiento, caracteres foliares, tipos de flores y frutos, ubicado, encontrando que en las áreas alteradas disminuyó la proporción de las especies con hojas pecioladas de forma hendida y de hojas compuestas, mientras que en las áreas sin alteración aumentó significativamente la proporción de plantas con flores e inflorescencia, frutos secos dehiscentes con hojas sésiles y de formas enteras. Los caracteres se correlacionaron con el nivel de alteración. Las hojas pecioladas fueron menos abundantes en las áreas alteradas. Sin embargo, no hubo correlación con el nivel de alteración. Los resultados indican que existen grupos de caracteres que son propios del bosque a pesar de existir ambientes alterados.

Las adaptaciones de las hojas en los bosques tropicales húmedos ameritan importancia ecológica. Las hojas de muchas especies por lo general presentan ápice caudado prominente denominado “ápice gotero” cuya principal función es aumentar el drenaje del agua de la superficie foliar (Dean y Smith 1978, Vareschi 1992). En estudios realizados para un bosque húmedo de Costa Rica, se reportó 30 especies de plantas con hojas acuminadas que incluían diferentes formas de hojas y longitudes de acúmenes, reportando un 100% de la capacidad de retener agua para todas las especies, y además de observar que las plantas del sotobosque desarrollan ápice acumen, no encontradas en el dosel del bosque (Farji-Brener *et al.*, 2002).

1.7 Justificación

El avance de la deforestación en el Sur del Lago de Maracaibo ha sido dramático. En este sentido Romero (2002), señala que estas selvas tropicales cubrían hasta 800.000 ha, de las cuales solo quedan escasamente un 2%, y se asume que lo que correspondía a un bosque inundable ubicado en las riberas del Lago de Maracaibo y los bosques sobre planicies no inundables y transicionales se han convertido en microfragmentos dispersos dentro de las fincas agropecuarias. La pérdida de esta cobertura forestal sitúa las selvas del Sur del Lago como uno de los ecosistemas más amenazados por pérdida de biodiversidad, debido a los procesos de fragmentación y desaparición de especies (Dinerstein *et al.*, 1995; Romero y Monasterio 1996). De acuerdo a Steyermark (1979) los bosques parcialmente inundables de la región Sur de Lago de Maracaibo representan el “Refugio de bosques del río Catatumbo”, donde se pueden encontrar especies endémicas e importantes de la región Amazónica. En Venezuela, no existe otra área equivalente, y aunque la región posee áreas protegidas como las Ciénagas de “Juan Manuel”, gran parte de los últimos remanentes de bosque se encuentran dentro de fincas agropecuarias.

Sin embargo, esta zona no cuenta con suficientes estudios que permitan cuantificar la diversidad biológica y caracterizar florística y ecológicamente los remanentes boscosos para poder orientar estrategias de conservación y recuperación de estos ecosistemas tan seriamente afectados.

Además de la clasificación taxonómica existe el enfoque de la clasificación funcional de las especies que componen un ecosistema que permite, además de su caracterización, analizar las respuestas del ecosistema a los factores externos, como en el caso de los cambios del medioambiente producto de la fragmentación. Un elemento importante de la clasificación funcional son los caracteres foliares de las plantas, pues las hojas más que ningún otro órgano de la planta, están expuestos al medio ambiente, y la adaptación al medio les permite sobrevivir (Vareschi, 1992).

Dada la gran transformación que han sufrido los ecosistemas del Sur del Lago, la falta de estudios en la zona y las condiciones antes mencionadas, se hace necesario realizar estudios que permitan caracterizar los pocos fragmentos que quedan así como los procesos dinámicos que ocurren en los bosques por el proceso de fragmentación,

para comprender un poco más sobre las adaptaciones de las plantas. Además, este estudio permitirá entender mejor los cambios en las propiedades de los ecosistemas generados por eventos de perturbación y sus implicaciones en la provisión de los servicios ecosistémicos.

2- OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

2.1.1- Caracterizar y diferenciar los fragmentos boscosos en función de la composición y estructura de las especies leñosas en la zona Sur-oeste del Lago de Maracaibo, Venezuela.

2.2 Objetivos específicos:

2.2.1- Determinar la composición, diversidad de leñosas e índice de valor de importancia en las distintas zonas de borde e interior de los distintos tamaños de fragmentos encontrados en la zona de estudio.

2.2.2.- Evaluar las distintas características fenotípicas foliares para las zonas de borde e interior de los distintos tamaños de fragmentos.

2.2.3- Analizar y comparar los fragmentos boscosos en el borde e interior en relación a las distintas características funcionales foliares.

2.2.4- Identificar los tipos funcionales de plantas (TFPPs) presentes en el borde e interior de los fragmentos de los sitios evaluados, y comparar la diversidad funcional en estos sitios.

3- HIPÓTESIS

3.1.- El avance de la deforestación afecta seriamente las condiciones medioambientales de los bosques remanentes, lo que estimula cambios en el ensamble de especies vegetales de cada fragmento en relación con su superficie y grado de fragmentación. Por tanto, se espera encontrar una mayor diversidad funcional foliar en las leñosas en los fragmentos de mayor tamaño con relación a los fragmentos de menor tamaño debido a la fragmentación del hábitat lo cual resulta en una disminución en la riqueza de especies, afectando en una gran medida a los fragmentos de menor tamaño y por otro lado si se toma en cuenta la relación

entre el número de especies con el área y de sus hábitats la riqueza de especies disminuye. La diversidad funcional es dada por el número de rasgos ó caracteres funcionales, en este caso la fragmentación seleccionara un número determinado de rasgos, que explique las condiciones ambientales de los bosques remanentes.

3.2.- Existe una respuesta diferencial de las plantas ante las condiciones medioambientales, dada por el tamaño de los fragmentos, que se expresa en la variabilidad fenotípica de las hojas, y éstas representan uno de los órganos con mayor respuesta ante los cambios ambientales, por lo tanto, se espera encontrar tipos funcionales de plantas (TFPs), basados en caracteres foliares, que representen diferentes características de los remanentes de bosque.

www.bdigital.ula.ve

4-METODOLOGÍA

4.1 Descripción del área de estudio

El área de estudio está ubicada al sur-oeste del Lago de Maracaibo, entre los afluentes de los ríos Catatumbo, Tarra y Zulia, correspondientes a la Bioregión Caribe, Región de llanuras bajas, Subregión Depresión de Maracaibo (Huber, 1997), en una poligonal con coordenadas $9^{\circ}3'14.17''\text{N}/72^{\circ}31'53.37''\text{O}$; $9^{\circ}3'4.22''\text{N}/72^{\circ}21'41.14''\text{O}$; $8^{\circ}48'52.82''\text{N}/72^{\circ}32'1.97''\text{O}$; $8^{\circ}48'44.53''\text{N}/72^{\circ}21'56.48''\text{O}$ (Figura 1).

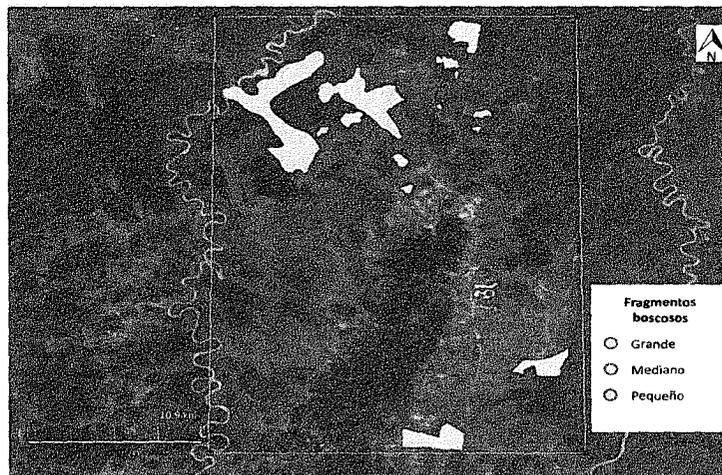
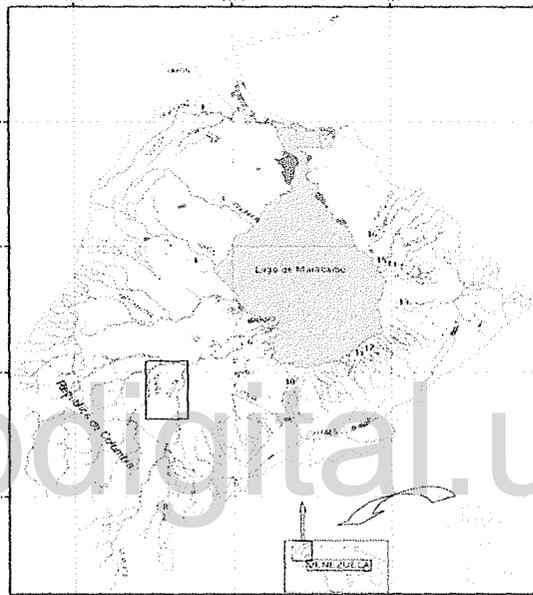


Figura 1. Mapa hidrográfico y las tres categorías de fragmentos boscosos con la limitación del área de estudio (Rivas et al., 2009; Ojeda y Santos 2014).

La publicación reciente en relación a los datos climáticos fue reportada por Martello (2003), donde señala que la precipitación excede a los 2800 mm, sobrepasando más de 90 mm/mes; este dato de precipitación anual promedio también fue corroborado por la OEA (1975). Entre el período (1950-1998), la precipitación anual promedio fue alrededor de 2000 mm, (Martelo, 2003). El patrón de distribución de precipitación para los meses húmedos y meses secos varían (De Booy, 1918; OEA, 1975; Martelo, 2003), solo coincidiendo con los meses de junio, septiembre, octubre y noviembre como los meses húmedos. Martelo (2003) hace referencia que la precipitación se prolonga hasta la primera semana de diciembre.

Tabla 1 Precipitación de la zona sur del lago de Maracaibo

Periodo (1950-1998)	Meses húmedos	Meses secos	Precipitación anual promedio (mm)	Temperatura	Referencias
-	Junio, Octubre y Noviembre	Agosto		-	De Booy, 1918
	Mayo - Julio		3.500		OEA, 1975
-	Septiembre - Diciembre	Enero- Marzo	>2.800	-	Martelo, 2003
~2000		-	-		Martelo, 2003

Por otra parte, la estación meteorológica del Guayabo (Red agrometeorología del INIA sf.) con registros de balance hídrico, es la localidad más próxima al área de estudio. Se tienen reportes de precipitación a partir de año 1998 hasta el año 2012. Las máximas precipitaciones anuales correspondieron a los años: 1998, 1999, 2000, 2003, 2004 y 2010 presentando la más alta para el año 1999 con 2684 mm. Los meses húmedos coinciden de acuerdo a lo señalado por De Booy (1918), OEA (1975) y Martello (2003). Además se registraron 12 meses húmedos durante 9 años.

Tabla 2 Localidad el Guayabo con precipitaciones entre los años 1998 y 2012. (Red agrometeorología del INIA sf.)

AÑOS	Precipitación anual (mm)	Meses de máxima precipitación	Número de meses húmedos	Número de meses con déficits
1998	2198	octubre, y diciembre	8	4
1999	2684	octubre y diciembre	12	0
2000	1748	agosto y septiembre	12	0
2001	1383	octubre y noviembre	4	8
2002	1230	abril y octubre	7	5
2003	2161	abril y septiembre	9	3
2004	1982	octubre y noviembre	11	1
2005	1414	mayo y agosto	12	0

2006	1136	agosto y septiembre	12	0
2007	1298	agosto y septiembre	12	0
2008	1270	agosto y octubre	12	0
2009	1460	agosto y septiembre	12	0
2010	2603	noviembre, abril y diciembre	9	3
2011	1468	mayo y agosto	12	0
2012	1483	junio y julio	12	0

La humedad relativa promedio varía entre 82 y 93 % (Veillon, 1989). En relación a la temperatura promedio anual, este puede exceder los 24°C y la relación de evaporación potencial varía entre 0,45 y 0,90 (Ewel *et al.*, 1968). A parte de la estación meteorológica del Guayabo es de destacar que se tienen datos climáticos próximos a la zona de estudio como lo reportado para el Municipio Catatumbo del Zulia y la Región del Catatumbo Colombiano, con una precipitación de 1000 a 6500 msnm con una temperatura de 9°C-28°C, estos valores coinciden con lo reportado para este estudio. Además, la región se incluye en la zona de vida del Bosque húmedo de Holdridge (1978) del mismo modo que en este estudio (Peñaranda, *sf*; Corpozulia 2010-2011).

La zona corresponde a la cuenca sedimentaria del Lago de Maracaibo, constituida principalmente por una depresión estructural de relleno, con sedimentos recientes que provienen de la Cordillera de los Andes y desembocan en el Lago de Maracaibo, y las tierras calientes y húmedas por lo general están sometidas a inundación; esta zona corresponde a suelos mal drenados, con predominio de Inceptisoles con una variabilidad de texturas (medias, finas y moteados) y el desarrollo de algunos Vertisoles (Comerma, 2009). La gran variedad de materiales litológicos y texturales, dependen tanto del clima como de la topografía (OEA, 1975). Además, se originan microrelieves con erosión reticular en forma de taticos y zuros (Stagno y Steegmayer, 1972; Comerma, 2009). La vegetación boscosa permite el desarrollo de este tipo de estructura (Stagno y Steegmayer., 1972). La presencia de sedimentos aluviales recientes le confiere al área una fertilidad moderada, con saturación de bases de mediana a altas, pH neutro a ligeramente ácido y bajo en sales (Comerma, 2009). La vegetación corresponde a bosques ombrófilos siempreverdes (Hernández y Demartino, 2005), y presenta alta diversidad de especies destacándose las familias Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Malvaceae, Lauraceae, Vochysiaceae, Sapotaceae, Lecythidaceae, Fabaceae, Combretaceae, Anacardiaceae, Rubiaceae, entre otras (Huber y Alarcón, 1988).

Romero (1995), señala la presencia de unidades ecológicas bien diferenciadas en la Zona Sur de lago de Maracaibo como son: 1) Borde transicional piedemonte con estribaciones de conos terrazas, valles y ríos con disponibilidad hídrica en el suelo y con evolución pedogenética del suelo ácido encontrándose especies como *Didymopanax morototoni*, *Cecropia peltata*, *Ochroma pyramidale*, *Ochoteranaea colombiana*. La vegetación de valles y terrazas está conformado por pastizales para uso ganadero y elementos relictuales de la vegetación original, correspondiente al bosque húmedo tropical con especies como *Gynerium sagittatum*, *Anacardium excelsum*, *Guarera trichiloides*, *Cedrela fissilis*, *Tabebuia rosea*, *Clorophora tinctoria*. En los conos-terrazas se presentan áreas de poca intervención con vegetación remanente con *Hura crepitans*, *Brownea grandiceps*, *Ceiba petandra*, *Jacaranda copaia*, *Virola sebifera*, *Trattinnickia rhoifolia*, *Ficus maxima*, *Attalea maracaibensis* y las especies asociadas al pastizal arbolado *Cedrela odorata*, *Hymenaea courbaril*, *Spondias mombin*. 2) Planicie de inundación actual y subactual del río Chama conformado por diques, bancos y zonas de borde. Los suelos constituidos por materiales sedimentados y buena fertilidad. 3) Planicie inundable de los ríos de piedemonte (Unidad piedemonte Escalante) con inundaciones periódicas, drenaje muy deficiente colonizadas por vegetación hidrófitas con abundantes Heliconias, en posición topográficas elevadas predomina las palmas (*Attalea*) asociados al matorral. 4) Plano de divagación del uso medio río Escalante, delimitado con la confluencia del río Onia al río Escalante sur. 5) vía Santa Barbara- El Vigía, conocida como unidad Samán por estar dominada típicamente por la especie *Albizia saman*, la zona presenta estacionalidad marcada con períodos de baja precipitación. 6) Zona de confluencia delta fluvial y el litoral lacustre, ubicada al norte de la planicie conocida como unidad Concha, con excedentes hídricos durante todo el año y suelos de poco drenaje, el uso de los suelos está destinado a las actividades ganaderas. Es de resaltar que la zona de estudio corresponde a un bosque húmedo y no se encuentra incluida en la clasificación de las unidades ecológicas de Romero (1995).

4.2 Reconocimiento de Fragmentos boscosos.

De acuerdo con el estudio de fragmentación realizado en la zona por Egermann (2011) se definieron tres categorías de fragmentos: fragmento pequeño "FP" (<10 ha), fragmento mediano "FM" (10-100 ha) y fragmento grande "FG" (>100 ha); en cada una de ellas se establecieron 10-11 transectas "TC" tanto en la zona del interior "I" como en el borde "B". Las transectas correspondieron a franjas de 50 x 2 m adaptando el método propuesto por Gentry (1982). Para los bordes, las transectas se establecieron dentro de los primeros 30 m paralelo al borde de cada fragmento y en el interior a una distancia mayor a ≥ 50 m del borde del fragmento siguiendo las recomendaciones propuestas por Forero y Finegan (2002). Se visitaron 27 localidades en el área de estudio. Por ejemplo, en la categoría FP correspondiente al interior se muestrearon siete localidades para un total de 10 transectas. (Tabla 3).

Tabla 3 Categoría de Fragmentos: pequeño (FP), mediano (FM) y grande (FG) para las zonas de interior (I) y borde (B) de los bosques húmedos. Transectas (TC). N° Localidades (N° Locs) visitadas por cada categoría de fragmento en I/B.

FP		FM		FG	
I	B	I	B	I	B
N° Locs./ TC	N° Locs./ TC	N° Locs./ TC	N° Locs./ TC	N° Locs./ TC	N° Locs./ TC
7/10	5/10	6/11	5/11	2/11	2/10
Total (N° Locs)/TC					27/63

Es de mencionar que estas transectas, franjas de 50 x 2 m (0,01ha), no fueron en una sola área de muestreo sino correspondieron a varias localidades visitadas para una totalidad de 10 a 11 transectas por categoría de fragmento, con la finalidad de obtener una buena representación de la riqueza y composición de especies en la zona de estudio debido a que se trabaja con bosques fragmentados. Es de resaltar que la metodología propuesto por Gentry (1982) para una sola área de muestreo con los 10 transectas con una distancia entre transectas de 20 m, fue modificada su distribución aleatoriamente para las distintas áreas de muestreo.

Una de las ventajas de medir la diversidad de especies en los bosques con la aplicación del método Gentry (1982) es la consideración del área mínimo de muestreo de 0,1 hectárea, donde se incluyen los individuos tan pequeños con $DAP \geq 2,5$ cm, y se

registran las lianas, las palmas, árboles pequeños, y herbáceas que no son considerados en los muestreos tradicionales (Delgado, 1997; CVC, 2007). En este estudio, como en otros estudios del neotrópico, se utilizaron las parcelas temporales, porque permiten explorar y caracterizar de forma rápida la diversidad florística y estructural, correspondientes a transectos de 2*50 m e individuos de 2,5 de DAP (CVC, 2007; Mosquera, 2007).

4.3 Recolecta del material

Para cada individuo se registró su identidad y diámetro a la altura de pecho (DAP \geq 2,5 cm), y se estimó la altura total, en caso de dudas con la identidad se recolectó una muestra por triplicado para ser procesada e identificada posteriormente. Las muestras se procesaron siguiendo las normas de herborización de prensado, alcoholizado y/o secado, utilizando estufa u horno (Romero, 2004; Mesa y Bernal 2005; Aguilar, 2009)

4.4 Determinación del material recolectado

Para determinar las muestras botánicas se utilizaron fuentes bibliográficas como: floras, publicaciones periódicas especializadas o fuentes electrónicas, información que fue cotejada con la base de datos del Missouri Botanical Garden (Tropicos.org, 2011), The Plant List (<http://www.theplantlist.org/>) y los Herbarios de la Facultad de Ciencias (MERC) y de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales (MER), ambos de la Universidad de Los Andes. Para la nomenclatura científica se utilizó el Sistema nomenclatural APG (Stevens, 2001)

4.5 Análisis florístico

4.5.1 Índice de Valor de importancia

El índice de valor de Importancia (IVI) de una especie representa el peso ecológico de las especies en relación con las otras especies arbóreas, incluyendo palmas, que habitan en una comunidad boscosa.

Para cada categoría de fragmento considerada se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) considerando los valores relativos de la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies presentes en las transectas (Curtis y McIntosh, 1951, Serrano, 2005)

$$IVI = AR + FR + DR$$

Donde:

AR: abundancia relativa

FR: frecuencia relativa

DR: dominancia relativa

Estas variables fueron calculadas como se describe a continuación

4.5.1.1 Abundancia de especies

La abundancia de especies indica el número de individuos de una especie, en relación al número de total de individuos por unidad de área y la abundancia relativa (AR) expresada en porcentaje es dado por la relación del número de individuos de una determinada especie y el número de individuos de todas las muestras (Lamprecht, 1990).

$$AR = \frac{n_i}{N} \times 100$$

Donde:

AR: Abundancia relativa de la especie.

n_i : Número de individuos de la especie i .

N : Número total de los individuos del muestreo.

4.5.1.2 Frecuencia de especies

La frecuencia de especies indica el número de parcelas en que aparece una determinada especie con respecto al total de parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. La frecuencia relativa (Fr) expresa el porcentaje de parcelas en las que aparece una especie 100% significa la existencia de la especie en todas las parcelas (Lamprecht, 1990).

$$Fr\% = \left(\frac{F_i}{F_t} \right) \times 100$$

Donde:

F_i = Frecuencia absoluta de la i ésima especie.

Ft = Total de las frecuencias en el muestreo.

4.5.1.3 Dominancia

Representa el grado de cobertura de las especies con relación al espacio ocupado por ellas y se expresa como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo. La estructura vertical de los bosques naturales tropicales es muy compleja y su determinación de las proyecciones de las copas de los árboles es difícil de medir, por esta razón se utiliza las áreas basales que corresponde a una correlación lineal alta entre el diámetro de la copa y el fuste y la dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en porcentaje (Lamprecht, 1990).

Dominancia absoluta (Da) = G_i

$$G_i = (p/4) \cdot \sum d_i^2$$

Donde:

G_i = Área basal en m² para la *i*ésima especie

d_i = Diámetro normal en cm de los individuos de la *i*ésima especie

$$p = 3.1416$$

Dominancia relativa ($D\%$) = $(G_i / G_t) \times 100$

Donde:

G_t = Área basal total en m² del muestreo

G_i = Área basal en m² para la *i*ésima especie

4.5.2 Similitud florística de las leñosas en los bosques fragmentados del Sur-oeste del lago de Maracaibo

Para la agrupación evaluación de las afinidades florísticas de los transectos y su relación con las categorías de fragmentos se realizó un ordenamiento del tipo Escalamiento multidimensional no-métrico (MDS) utilizando como medida de similitud la distancia de Bray-Curtis (McCune y Grace, 2002). Para tal análisis se construyó una matriz de los taxos (en este caso las especies) y su dominancia (G) así como también

una matriz de presencia y ausencia de los taxas presentes en cada transecta. El análisis se realizó con el programa PAST 2.10 (Hammer *et al.*, 2001).

La representación gráfica resultante del ordenamiento permite conocer la similitud entre comunidades biológicas. En este estudio de fragmentación se pretendió conocer que tan similares florísticamente son los fragmentos por categoría de tamaño en el borde e interior. La finalidad de este tipo de ordenamiento es la representación precisa y de relaciones complejas en un espacio bidimensional reducido (Ramírez-Valdez, 2009). También Clarke (1993). señala que este tipo de matrices de similitud tiene la ventaja de permitir la visualización de patrones de la comunidad y responder a preguntas concernientes a la comunidad.

Para comprobar la existencia de diferencias en cuanto a composición florística en las categorías de fragmento analizadas se empleo la prueba de análisis de similitud (ANOSIM) de una sola vía (Clarke, 1993). Posteriormente, se aplicó el análisis de porcentaje de similitud (SIMPER) el cual permite conocer el aporte dado por cada especie, representado por porcentajes, a las diferencias observadas entre grupos, es decir este tipo de análisis permite conocer que especies contribuyen a que existan esas diferencias en la vegetación (Clarke, 1993; Ramírez, 2009).

4.5.3 Riqueza de especies y abundancia de las plantas en el borde y el interior por categoría de fragmento.

Para evaluar la riqueza de plantas en los fragmentos de la zona Sur del Lago se elaboraron gráficos representativos en columnas, organizándolos por orden de abundancia de mayor a menor.

4.5.3.1 Riqueza estimada

Para la riqueza de especies estimadas se empleo estimador no-paramétrico de la riqueza como el Ace y Singletons (especies raras) mediante el software Estimates 9.0.1 (Colwell, 2013). Con la finalidad de realizar curvas de acumulación de especies, este software se basa en el algoritmo de aleatorización para la obtención del promedio recolectado de las especies, representando en el gráfico, en el eje Y las especies, y en el eje X las muestras colectadas (Escalante, 2003; Higuera, 2003). También fue utilizado el mismo software para obtener la diversidad Alfa (Índice de diversidad de Shannon y

Simpson). Para evaluar las diferencias de diversidad de Shannon entre los grupos de fragmentos se aplicó la prueba estadística (t student) con una significancia del 0,05 (Moreno, 2001). Utilizando el programa PAST 2.10 (Hammer *et al.*, 2001).

Estimador de riqueza

ACE

Sobs = Sraras + Sabund

Donde:

Sobs = Número total de especies observadas en el muestro total.

Sraras = especies raras.

Sabund: especies abundantes

El estimador del tamaño de la cobertura muestral basado en la abundancia está dado por:

$$Cace = 1 - \frac{f1}{N \text{ raras}}$$

$$\text{Donde: } N \text{ raros} = \sum_{i=1}^{10} F1$$

De manera que corresponde a la proporción de todos los individuos en las especies raras que no son únicos. Por tanto la riqueza de especies ACE es:

$$Sace = Sabun + \frac{Sraras}{Cace} + \frac{F1}{Cace} Y^2 \text{ ace}$$

$$Y^2 = \max\left(\frac{Sraras 10 \sum_{i=1}^{10} i(i-1) F1}{Cace (N \text{ raros})(N \text{ raros} - 1)} - 1.0\right)$$

Y^2 representa el coeficiente de variación de la abundancia de las especies.

Singletons

El singletons indica el número de especies representadas por un solo individuo en una muestra (Escalante, 2003).

4.5.4 Índice de Shannon-Weiner (H)

El Índice de Shannon-Weiner se emplea cuando todas las especies están presentes y se conoce su abundancia, y su inverso representa la equidad en la comunidad en estudio (Melo y Vargas, 2003; Pla 2006)

Este índice se usó para saber que tan diversa es una comunidad respecto a la otra y se midió mediante el número total de especies en un lugar dado respecto a su abundancia relativa. H

$$H = - \sum P_i * \ln P_i$$

Donde:

H = Índice de Shannon-Wiener.

P_i = Abundancia relativa.

ln = Logaritmo natural.

4.5.5 Índice de Simpson (D)

El Índice de Simpson representa la dominancia, y es dado por la abundancia de las especies más comunes, además indica la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en una comunidad pertenezcan a la misma especie (Melo y Vargas 2003)

Este índice está definido por:

$$D = \sum \left(\frac{n(n-1)}{N(N-1)} \right)$$

Donde:

n= número de individuos de la especie i.

N=número total de individuos.

4.6 Características morfológicas de las especies

Para evaluar las distintas características morfológicas de las especies en los fragmentos de diferentes tamaños se procedió a utilizar las variables cuantitativas y cualitativas.

4.6.1 Variables cuantitativas

4.6.1.1 Altura máxima (Am_{áx}).

4.6.1.2 Área foliar (AF).

4.6.1.3 Área foliar específica (AFE).

4.6.1.4 Diámetro a la altura de pecho (DAP).

4.6.1.5 Área basal (AB).

4.6.1.6 Importancia relativa del acumen (IRA)

Altura máxima (Am_{áx}): se estimó visualmente la altura total de cada individuo a partir del suelo hasta la copa. El tamaño general de la planta es dado por su altura máxima, es un rasgo que se encuentra relacionado con la adquisición de luz de las plantas e indicador de la productividad primaria, representado en un aumento de biomasa (Cornelissen *et al.*, 2003; Poorter y Bongers 2006). Además esta variable permite evaluar el valor existencial de los árboles para la conservación de la biodiversidad, aquellas especies que no alcanzan los niveles de dosel superior en el bosque original tienen menor valor de existencia (Casanoves *et al.*, 2011). La variable altura máxima se relaciona con el servicio ecosistémico Carbono y agua (Sandro, 2009).

Área foliar AF (cm²): se determinó con un medidor de área foliar LI.3100 marca LICOR en el laboratorio del Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE) de la Facultad de Ciencias de la Universidad de los Andes.

Área basal AB: indica la suma de las áreas del tronco determinadas a la altura del pecho de cada taxón (Ramírez, 2006), esta variable es usado frecuentemente para determinar la dominancia, siendo un buen indicador de la potencialidad productiva de una especie (Acosta *et al.*, 2006).

Área foliar específica (AFE): es un rasgo morfológico de importancia funcional y ecológica, variable que puede estar asociado significativamente a la longevidad de la hoja (Caducifolio, Perennifolio) (Villar *et al.*, 2004) Además el área foliar específica

indica la inversión de la planta en el crecimiento y el almacenamiento (Diaz *et al.*, 2001), relacionado con el servicio ecosistémico carbono y agua (Sandro, 2009).

Se calculó con la formula propuesto por Hunt (1978), para lo cual se determino el peso seco de cada hoja:

$$\text{AFE (cm}^2\text{/gr):} = \text{Área foliar/ Peso seco de las hojas.}$$

Diámetro a la altura de pecho (DAP): el tamaño de la planta se midió por el espacio que ocupa su copa, sus raíces en el espacio, el DAP representa una variable de fácil medición, medido a partir de 1,30 m de altura. (Acosta *et al.*, 2006).

DAP: se registró en individuos con $\text{DAP} \geq 2,5$ cm.

Importancia relativa del acumen (IRA): Esta variable fue utilizada para evaluar la relación área foliar / longitud del acumen, valores menores del IRA indican una mayor importancia relativa del acumen de modo que permita comparar el desarrollo relativo del acumen entre especies con hojas de tamaño diferente (Farji-Brener *et al.*, 2002). El largo del ápice se determino a partir del punto de intersección de la proyección de los bordes de la hoja. En los bosques húmedos tropicales existen especies que presentan hojas acumen ó ápice alargado en forma de punta gotero, su función principal es incrementar el drenaje del agua de la superficie foliar (Dean y Smith, 1978). Los mismos autores señalan que esa adaptación impide que se forme una capa de agua y disminuya la cantidad de luz que llega al interior de la hoja, de modo que afecte los procesos fisiológicos de la hoja como la tasa de fotosíntesis.

4.6.2 Variables cualitativas

4.6.2.1 Fenología foliar (Chan, 2010): a) caducifolio; b) perennifolio c) semicaducifolio.

4.6.2.2 Dirección de crecimiento (Damascos, 1997): a) erecta; b) decumbente

4.6.2.3 Defensas mecánicas (Herrera, 1984): a) presencia de espinas; b) ausencia de espinas.

4.6.2.4 Inserción del peciolo en hojas (Damascos, 1997): a) peciolada; b) sésil.

4.6.2.5 Indumento de la hoja (Sandro, 2009): a) glabra/glabra; b) glabra/tricoma c) tricoma/ tricoma; d) tricoma/ glabra.

4.6.2.6 Tamaño de hoja (Hickey y King 2001): a) megáfilas $>1640,25 \text{ cm}^2$; b) macrófilas $182,25-1640,24 \text{ cm}^2$; c) mesófilas $45,00-182,24 \text{ cm}^2$; d) notófilas $20,25-44,00 \text{ cm}^2$; e) micrófilas $2,25-20,24 \text{ cm}^2$; f) nanófilas $0,24-2,24- \text{ cm}^2$

4.6.2.7 Forma de la hoja (Hickey, 1973): a) oblonga; b) elíptica; c) ovada; d) obovada.

4.4.2.8 Tipo de ápice (Hickey, 1973; Hickey y King 2001): a) agudo; b) Otros (acuminado; atenuado; obtuso; redondeado; mucronado; retuso; emarginado; truncado).

Fenología foliar: la evaluación de la fenología foliar se realizó a partir de las observaciones de campo y bibliografías especializadas, esta variable morfológica está relacionado con las tasas de crecimiento, las tasas fotosintéticas y área foliar específica. En la condición caducifolia, semicaducifolia se presenta tasa de crecimiento alto, elevada tasa fotosintética, en relación a la condición perennifolia (Finegan, 1996; Cornelissen *et al.*, 2003; Ramírez-Angulo, 2007). La fenología foliar desempeña un rol importante en la fijación de C como en la regulación hídrica, se infiere que las plantas perennifolias se comportan mejor que las caducifolias en la intercepción de la lluvia (Staelens *et al.*, 2008).

Dirección de crecimiento: en las observaciones de campo se observó este carácter, se consideró erecto a los árboles con hábito de crecimiento vertical y decumbentes a los individuos multifustales con ramas laterales de forma péndulas que alcancen el suelo (Pasicznik *et al.*, 2001).

Defensas mecánicas: el sedentarismo en las plantas limita la forma de escape, de modo que desarrollan mecanismo de defensa en la naturaleza, permitiendo detectar agentes perjudiciales o depredadores (Oliveros- Bastidas, 2008). Uno de esos mecanismos es la presencia de espinas en el tallo o de espinas en forma de estipulas, entre los beneficios ecológicos se encuentra la interacción planta animal como es el caso de las plantas mirmecófitas, con hormigas que viven en las espinas de algunas especies de Acacias (Sosa, 1997).

Inserción del peciolo en hojas. La parte basal de la hoja corresponde al peciolo, frecuentemente cilíndrica (Lindorf *et al.*, 1991), de forma peduncular, la ausencia de

esta estructura corresponde a la hoja sésil, este aspecto fue corroborado en ejemplares recolectados.

Indumento de la hoja: esta variable observada en las mediciones de campo y fuentes bibliográficas. Las categorías de clasificación correspondieron al haz y el envés de las hojas, esta variable juega un rol importante en la intercepción de la precipitación pluvial. Por ejemplo si existe indumento por ambas caras de la hoja, mejor será la intercepción de la lluvia por las hojas (Brewer y Smith, 1997).

Tamaño de la hoja: representa una clasificación funcional fisonómica e indica el tipo de ecosistema y heterogeneidad morfológica. Además, permite abordar clasificaciones funcionales de mayor complejidad (Fernández, 2007). Al registrar el área foliar se procedió a reconocer los estados de caracteres de las hojas propuesto por Vareschi (1992), el tamaño de las hojas permitió clasificar el tipo de ápice sugerido por Hickey (1973).

Forma de la hoja: distingue distintos estados en la forma de la hoja como: oblongo, elíptico, ovado y obovado, se fundamentó en medidas de proporciones de los subestados; por ejemplo, ovado corresponde a la intersección de los ejes, el eje basal con el punto medio del último eje, en el subestado lanceolado con proporción 3:1 (Hickey, 1973).

4.6.3 Análisis estadístico para las variables

Para cada carácter morfológico cuantificado para las especies presentes en los fragmentos se calculó los valores de media y error estándar, luego se construyó las matrices para evaluar las diferencias de los caracteres morfológicos de las plantas en relación a las categorías de fragmentos aplicando el test de Kruskal-Wallis y en la matriz de correlaciones el coeficiente de Spearman. Utilizando para las pruebas el programa PAST 2.10 (Hammer *et al.*, 2001).

4.7 Composición y Diversidad funcional

4.7.1 Determinación y composición de tipos funcionales de plantas (TFPs) en fragmentos

Para la evaluación de la distribución de los caracteres funcionales, en conjunto, con relación a las categorías de fragmentos se evaluó la existencia de patrones o tipos mediante la asociación de todas las variables estudiadas. Para realizar esta clasificación se procedió en dos fases: primero se determinó el aporte de cada una de las variables y su naturaleza a la variabilidad total mediante un análisis de los componente principales (ACP); luego de este análisis se seleccionaron las variables con más aporte en cada uno de los componentes estudiados para realizar un análisis de agrupamiento tipo Cluster utilizando el algoritmos de agrupación de Ward y como medida de similitud la distancia euclidiana (McCune y Grace 2002). El resultado del agrupamiento permitió definir los tipos funcionales de plantas (TFPs)

Dado que las variables están expresadas en diferentes unidades se aplicó una relativización antes de cada uno de estos análisis utilizando la desviación estándar de cada una de las variables.

Una vez obtenidos e identificados los TFPs se procedió a evaluar su distribución y abundancia en las categorías de fragmento estudiadas. Para ello se estimó el área basal y abundancia de cada TFPs en las categorías de fragmento. Posteriormente se evaluó si existía una diferenciación en la composición de los TFPs mediante la prueba ANOSIM (distancia Bray Curtis), evaluando además el aporte de cada TFPs en la similitud total mediante la prueba SIMPER (Clarke, 1993).

5- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis Florístico

5.1.1 Composición florística

En la zona de estudio, se registraron 1499 individuos mayores a 2,5 cm de DAP pertenecientes a 46 familias, 125 géneros y 236 especies. Las familias con el mayor número de especies fueron: Fabaceae (44), Rubiaceae (21), Moraceae (18), Malvaceae (15), Lauraceae (11), Myrtaceae (10), y 28 de las familias restantes estuvieron representadas con menos de 3 especies (Tabla 4). Las familias con mayor cantidad de individuos fueron Fabaceae (353), Arecaceae (271), Malvaceae (118), Rubiaceae (100), Euphorbiaceae (90), y Moraceae (78), estas familias representan un 63,37% del total de individuos registrados. Por su parte, las especies más abundantes fueron: *Bactris setulosa* (111), *Hymenaea courbaril* (105), *Bactris macana* (80), *Zygia longifolia* (80), *Attalea butyraceae* (76), y *Senefeldera testiculata* (66) representando el 34,55 % de los 1499 individuos; un listado completo de todas las especies reportadas en este estudio se puede encontrar en el anexo 1.

Tabla 4 Lista de algunas familias, Géneros, Especies e Individuos en la Zona sur-oeste del Lago de Maracaibo.

Familia	Géneros	Especies	Individuos
Anacardiaceae	4	4	31
Annonaceae	5	7	45
Araliaceae	2	4	9
Arecaceae	3	4	271
Bignoniaceae	3	6	11
Burseraceae	3	9	29
Chrysobalanaceae	3	6	14
Euphorbiaceae	4	6	90
Fabaceae	17	44	353
Lauraceae	4	11	17
Malvaceae	11	15	118
Moraceae	6	18	78
Myrtaceae	4	10	38
Polygonaceae	3	6	39
Rubiaceae	9	21	100
Salicaceae	1	4	15
Sapindaceae	5	9	17
Sapotaceae	2	7	25

Estos resultados coinciden con otros autores como Farnum (2009), Rojas *et al* (2008), y Murukami *et al* (2005) donde se reportan que las familias más diversas de los bosques húmedos neotropicales corresponden a Fabaceae, Rubiaceae, Arecaceae, Moraceae, Myrtaceae y Euphorbiaceae.

5.1.2 Diversidad, y riqueza de especies

5.1.2.1 Estimadores de riqueza de especies no paramétricos. Curvas de acumulación de especies

Los resultados de acumulación de especies siguen el patrón común de aumento con el esfuerzo muestral, en esta caso abundancia (Figura 2). Sin embargo, vemos que las curvas de especies observadas (S mean), para cada uno de los fragmentos, no se alcanzó aún la asíntota de saturación. Sin embargo, el FMI pareciera mostrar la mejor tendencia hacia la saturación

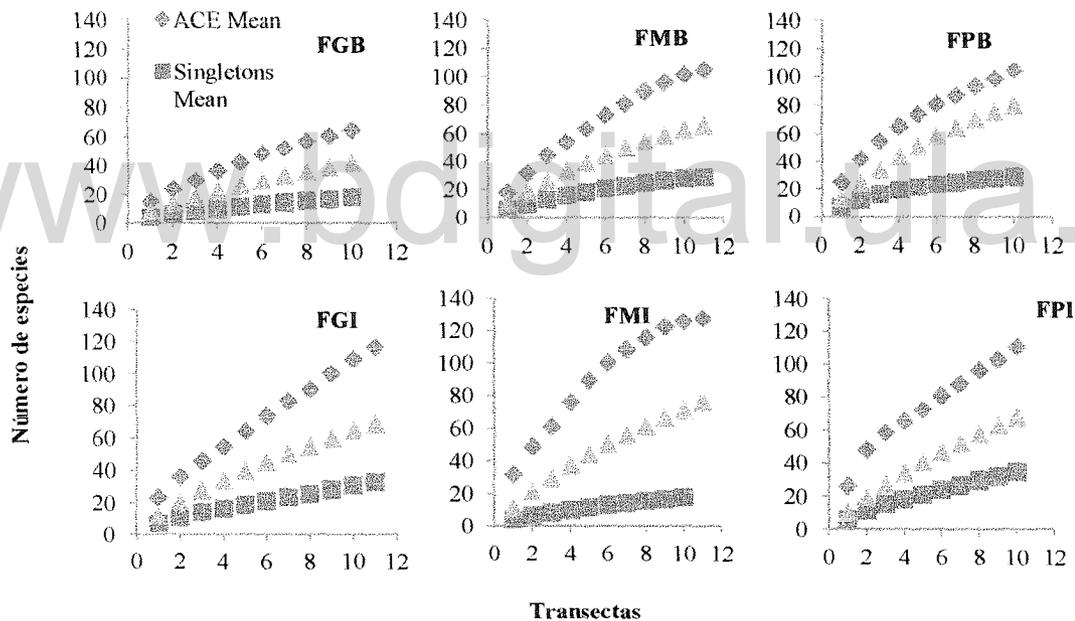


Figura 2. Curva de acumulación de especies de los bosques fragmentados del Sur oeste del Lago de Maracaibo: Fragmento Grande Borde (FGB); Fragmento Grande Interior (FGI), Fragmento Mediano Borde (FMB), Fragmento Mediano Interior (FMI), Fragmento Pequeño Borde (FPB) y Fragmento Mediano Interior (FMI).

De acuerdo con el estimador ACE el muestreo en los fragmentos alcanza una eficiencia entre el 59 y 71%. Sin embargo, si se considera el Singletons tenemos que el porcentaje de eficiencia es relativamente bajo, esto porque existen en su gran mayoría especies representadas por un solo individuo en cada uno de las categorías de fragmentos (Tabla 5).

Tabla 5 Eficiencia del muestreo de acuerdo a ACE y Singletons (especies raras), observadas y esperadas obtenidas de la curva de acumulación de especies para los bosques fragmentados del Sur-oeste del Lago de Maracaibo: Fragmento Grande Interior (FGI), Fragmento Grande Borde (FGB), Fragmento Mediano Interior (FMI), Fragmento Mediano Borde (FMB), Fragmento Pequeño Interior (FPI) y Fragmento Pequeño Borde (FPB).

Fragmentos	Eficiencia de muestreo		S Mean observadas	ACE N° especies esperadas	Singletons
	ACE	Singletons			
FGB	64	34	42	64	18
FGI	59	32	68	116	33
FMB	62	56	66	105	29
FMI	59	40	74	128	18
FPB	76	54	80	105	29
FPI	71	27	66	111	35

Según Escalante (2003) la separación mayor entre los estimadores y lo observado en las curvas indica que el número total de especies es mayor que lo que actualmente se conoce. El mismo autor documenta que los bosques han sido intervenidos para la explotación maderera, desaparecido las especies que originalmente existían antes de ser bosques fragmentados, modificando la composición.

En otros trabajos realizados por otros autores como Farnum (2009) se ha presentado similar comportamiento de las curvas, es el caso del bosque húmedo tropical de Panamá de 14 localidades correspondientes a las provincias de Chiriquí, Cocle, Colón. Panamá, emplearon otros estimadores como Chao1, Chao2, Jackknife 1 y Jackknife 2, y ninguna de ellos mostró la asíntota, para corregir este comportamiento el autor de este estudio diseñó un programa de Muestreo óptimo (no publicado) y sugiere hacer muestreos en 0,45 ha para bosques tropicales con las mismas características señaladas.

También en los cafetales abandonados (ca) y activos (ac) de Vera Cruz México con 20% de los censos muestreados, se evaluaron la eficiencia de los estimadores de riqueza no paramétricos: Ice (71,8% ca; 95,8% ac), Chao2 (71,2% ca; 90,8% ac), Jackknife 1 (75,4% ca; 98,4% ac), Jackknife 2 (79,5% ca; 102,3% ac) y Bootstrap (69,5 ca; 90,3% ac) y encontraron que las curvas no alcanzaron una asíntota definida para ambos cafetales (López- Gómez y Williams-Linera. 2006), estos autores señalan que los sistemas de cafetal son heterogéneos y necesitarían un número mayor de unidades de muestreo para completar el inventario, y de acuerdo a sus resultados consideran que Ice y Chao 2 son los que mostraron inicialmente un crecimiento alto en sus curvas.

En todas estas investigaciones las curvas presentaron un aumento sin llegar a la asíntota esperada, los estudios en las plantas leñosas de un bosque tropical aplicando la curva especie-área han demostrado que por lo general no se alcanza la asíntota estabilizada, debido a la alta riqueza florística, porque la gran parte se debe a las especies escasas o raras. Murakami *et al.* (2005). Sin embargo, para este trabajo no se logró la asíntota de la curva de saturación para continuar con el inventario florístico y así evaluar el mayor número de transectos por fragmento, de acuerdo a lo registrado por los estimadores de curvas.

Uno de los aspectos que puede explicar la alta diversidad esperada en los fragmentos, incluso en lo más pequeños, es la hipótesis de la perturbación intermedia (Connell, 1978), que indica que las áreas con perturbaciones frecuentes tienen una mayor diversidad debido a la concurrencia de especies de distintos gremios ecológicos en un mismo lugar y tiempo. Como se sabe, cada fragmento de bosque tiene una historia particular de perturbación dada por el manejo aplicado por cada uno de los propietarios de los fragmentos o su ubicación, esto en relación al aprovechamiento de especies, fuego, tiempo desde la última perturbación, superficie, conectividad, entre otros. Esto hace que aunque haya una relativa homogeneidad de condiciones en el área estudiada la variabilidad entre fragmentos sea alta y en consecuencia su diversidad, expresada en diferencia de la riqueza observada y esperada.

5.1.2.2 Diversidad vegetal de los fragmentos

De acuerdo al índice de Shannon, dado por la diversidad alfa, se registraron los valores altos y similares para las cuatro categorías de fragmentos FMI (3,82); FGI (3,76); FMB (3,75); y FPB (3,72) en relación a los otros grupos de fragmentos FPI (3,24) y FGB (3,01) Esta relación cambia para el índice de Simpson donde los máximos valores se encontraron en el FGB (0,08) y FPI (0,10). Por otra parte, existe la tendencia a encontrar en las categorías de fragmentos: FGB y FPI menor equidad por la presencia de las especies dominantes. En la riqueza de especies se aprecia que los valores oscilan entre 66 a 80, con excepción del FGB que arroja el valor más bajo (42) y dominante como el FPI con mayor riqueza de especies (68). A pesar de presentar valores cercanos en cuanto a la diversidad de Shannon, se encontró una baja dominancia en todas las categorías de fragmentos, lo cual sugiere una representación baja de muy pocas especies. (Tabla 6).

Tabla 6 Índices de diversidad de especies según Shannon, Simpson e inverso de Simpson (equidad) para los bosques fragmentados del Sur-oeste del Lago de Maracaibo: Fragmento Grande Interior (FGI), Fragmento Grande Borde (FGB), Fragmento Mediano Interior (FMI), Fragmento Mediano Borde, Fragmento Pequeño Interior (FPI) y Fragmento Pequeño Borde (FPB).

	FGB	FGI	FMB	FMI	FPB	FPI
Shannon (diversidad)	3,01	3,76	3,65	3,81	3,72	3,24
Simpson (dominancia)	0,08	0,03	0,04	0,03	0,05	0,10
Simpson Inv (equidad)	11,95	29,49	25,94	30,14	19,51	10,25

Efectivamente al comparar los índices de la diversidad de Shannon se encontró diferencias significativas entre las categorías de fragmentos, el FGB contiene una diversidad significativamente menor que todas las demás categorías, mientras que los grupos FMI , FMB , FGI y FPB resultaron ser las categorías de mayor diversidad, pero sin diferencias significativas entre ellas (Tabla 7).

Tabla 7 Índice Shannon. Prueba t student con $p \leq 0,05$ (tcal/p sign) * Indica significancia, (ns) no significativo.

	FGB	FGI	FMB	FMI	FPB	FPI
FGB						
FGI	*6,42/3,88exp10					
FMB	*-5,63/3,34exp-8	ns 0,98/0,33				
FMI	*-6,79//4,08exp-11	ns 0,44/0,65	ns -1,41/0,15			
FPB	*3,94/9,15exp-5	ns 0,18/0,85	ns -0,72/0,46	ns 0,60/0,54		
FPI	* 9,25/3,44exp-5	*4,24/2,60exp-5	*3,49/5,16exp-4	*4,59/5,47exp-6	*3,94/9,15exp-5	

Por otra parte, estos resultados concuerdan con los índices de diversidad estimados para bosques húmedos de otros países, en este estudio el valor del índice de Shannon se encuentra en un rango de 3,01 a 3,76 muy cercano a lo obtenido por Farnum (2009) Aunque en Paujil, Perú y Costa Rica, presentan una más alta diversidad con respecto a lo reportado en este estudio. (Tabla 8).

Tabla 8 Índice de Shannon y Simpson para los bosques húmedos de distintos Países

Índice de diversidad		Países	Autores
Shannon	Simpson		
2,26	-	Río frío, Costa Rica	Chacón <i>et al</i> (2003)
4,43	0,19	Caldas, Colombia	Mosquera <i>et al</i> (2008)
3,3	0,08	Colón, Panamá, Chiriquí Panamá	Farnum (2009)
7,06	0,98	Paujil, Perú	Vega <i>et al</i> (2008)

5.1.2.3 Composición florística de fragmentos por categoría de tamaño

5.1.2.3.1 Fragmento Grande Borde (FGB), Fragmento Grande Interior (FGI)

Las zonas del borde y del interior del fragmento grande, presentaron patrones diferentes en la composición y riqueza de especies. Así, el FGI presentó un mayor número de individuos (230 indiv.), especies (68 spp.) y familias (28 famil.) en relación al FGB con (198 indiv., 42 spp. y 21 famil.), respectivamente. En relación a las familias con el mayor número de especies presentes en ambas categorías de fragmentos fueron: Fabaceae (8 FGB; 10 FGI), Moraceae (8 FGB; 4 FGI), Rubiaceae (6 FGB; 3 FGI) y Myrtaceae (4 FGB; 3 FGI). Sin embargo, Sapotaceae, en el FGI presentó 5 especies, sin estar en el FGB. El mayor número de individuos correspondió la familia Fabaceae (46 FGB; 48 FGI), (Anexo 2). No obstante, existen especies con pocos individuos, en el FGI *Prestonia* sp.1

(Apocynaceae), con 1 individuo, liana que presentó una altura aproximada de 8 m, y *Trattinickia* sp.1 (Burseraceae) con 4 individuos, este árbol presentó una altura entre 4 a 15 m y en el _{FGB} *Connarus panamensis* (Connaraceae), con 3 individuos, liana que presentó una altura de 4 metros y *Anemopaegma* aff. *chrysoleucum* (Bignoniaceae) otra liana con 2 individuos, con una altura aproximada entre 4 a 5 m. Por su parte, fue evaluada la similaridad Bray Curtis entre estos pares de categorías de fragmentos, con el 59 % para las ssp. y el 25 % de individuos x spp.

La especie *Zygia longifolia* presenta la mayor en abundancia en el _{FGB} (18,6 %) con respecto al _{FGI}, seguido de *Guazuma ulmifolia* (15,6%), del mismo modo que *Attalea butyraceae* (8,69 %) con la mayor abundancia relativa en el _{FGI} al comparar con el _{FGB}, seguido de *Oxandra venezuelana* (6,52%). (Figura 3)

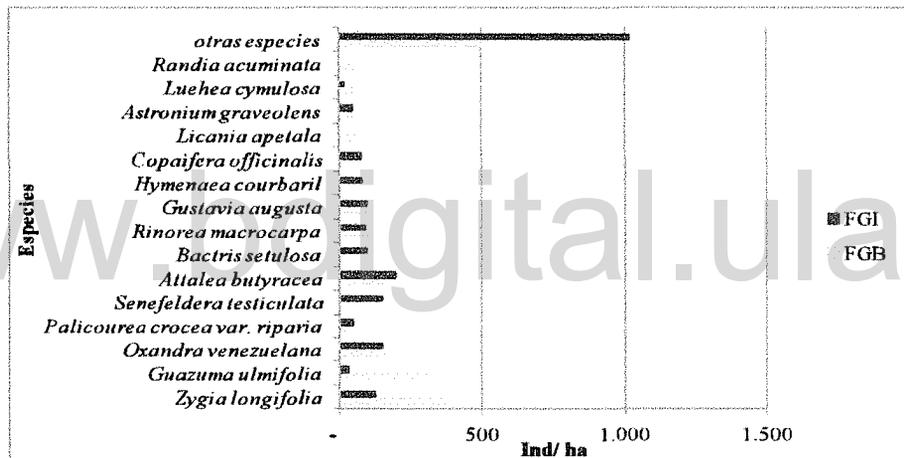


Figura 3. Abundancia de las principales especies en los fragmentos _{FGB} y _{FGI}

Las especies más frecuentes están representadas por *Zygia longifolia* (9,88% _{FGB}; 8,64% _{FGI}), *Attalea butyraceae* (8,64% _{FGB}; 6,97% _{FGI}) *Palicourea crocea* var. *Riparia* (4,94% _{FGB}; 2,32% _{FGI}) *Gustavia augusta* (3,70% _{FGB}; 4,65% _{FGI}) y *Rinorea macrocarpa* (3,70% _{FGB}; 3,10% _{FGI}) mientras las otras especies son muy pocos frecuentes y aportan frecuencias menores entre (0,78% _{FGB}; y 1,73% _{FGI}) (Figura 4).

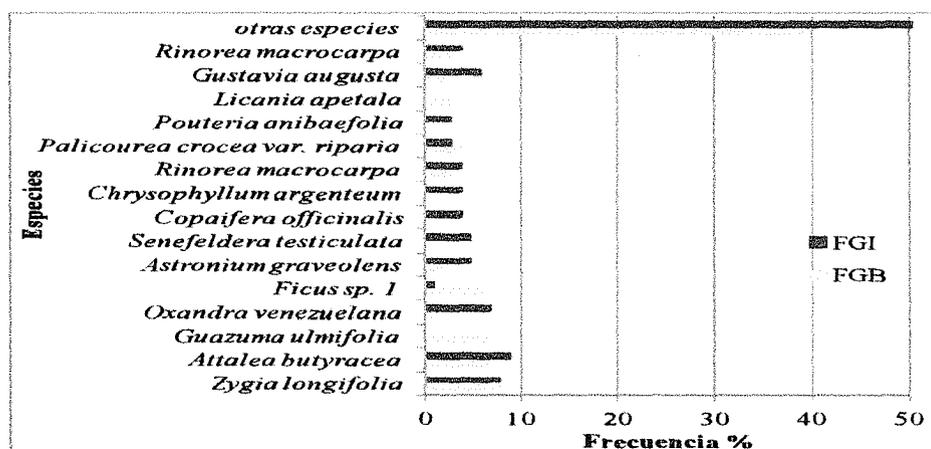


Figura 4. Frecuencia por especie en las categorías de fragmentos FGB y FGI

En el FGB la mayor dominancia relativa lo presentaron las especies *Attalea butyracea* (1,39%), *Zygia longifolia* (18,65%), *Ficus sp.1* (17,02%) y *Guazuma ulmifolia* (15,76%) y en el FGI *Attalea butyracea* (26,94%), *Copaifera officinalis* (15,30%) y *Oxandra venezuelana* (10,63%), mientras las otras especies aportaron dominancias $\leq 9,75\%$ para ambas categorías de fragmentos (Tabla 9).

Tabla 9 Especies con mayor dominancia absoluta (D.abs) y dominancia relativa (D.relat) en los Fragmentos boscosos húmedos correspondientes al FGB y FGI

Especies FGB	D. abs. m2/ha	D. relat. %	Especies FGI	D. abs. m2/ha	D. relat. %
<i>Zygia longifolia</i>	105	18	<i>Attalea butyracea</i>	127	27
<i>Attalea butyracea</i>	139	24	<i>Oxandra venezuelana</i>	50	11
<i>Guazuma ulmifolia</i>	92	16	<i>Copaifera officinalis</i>	73	15
<i>Ficus sp. 1</i>	99	17	<i>Zygia longifolia</i>	5	1
<i>Palicourea crocea var. riparia</i>	4	1	<i>Senefeldera testiculata</i>	1	0
<i>Licania apetala</i>	57	10	<i>Gustavia augusta</i>	6	1
<i>Gustavia augusta</i>	3	0	<i>Pouteria anibaefolia</i>	29	6
<i>Rinorea macrocarpa</i>	5	1	<i>Brosimum lactescens</i>	25	5
<i>Luehea cymulosa</i>	7	1	<i>Astronium graveolens</i>	10	2
<i>Ceiba pentandra</i>	21	4	<i>Chrysophyllum argenteum</i>	15	3
Especies restantes (32)	50	9	Especies restantes (59)	131	28
TOTAL	582	100	TOTAL	473	100

5.1.2.3.2 Fragmento Mediano Borde (FMB), Fragmento Mediano Interior (FMI)

En esta categoría, también se observó el mismo patrón de comportamiento en la composición florística relacionados con las especies y familias, siendo mayor en el FMI (74 spp, 30 famil.) con respecto al FMB (66 spp, 24 famil.), en individuos (256_{FMB}; 246_{FMI}). Las familias con mayor número de especies presentes en ambas categorías de fragmentos fueron: Fabaceae (15_{FMB}; 14_{FMI}), Malvaceae (4_{FMB}; 7_{FMI}), y Moraceae (4_{FMB}; 6_{FMI}). El mayor número de individuos correspondió a la familia Fabaceae (95_{FMB}; 58_{FMI}), seguido de Euphorbiaceae (17_{FMB}; 24_{FMI}), Arecaceae (16_{FMB}; 32_{FMI}), Rubiaceae (36_{FMB}; 10_{FMI}), Malvaceae (24_{FMB}; 16_{FMI}) (Anexo 2). Por otra parte, se observaron sólo en estos fragmentos la presencia de la especie *Citronella* sp.1 (Icacinaceae) con 20 individuos, con altura entre 2 a 20 m, en el FMB *Ocotea* aff. *karsteniana* (Lauraceae), árbol de 18 m con un solo individuo, *Ficus* aff. *amazonica* (Moraceae) con 4 individuos, árbol que presentó alturas entre 2 a 30 m, *Luehea seenmanii* (Malvaceae) con 4 individuos, árbol que presentó alturas entre 5 a 12 m. *Tournefortia angustifolia* (Boraginaceae) con 3 individuos, árbol que presentó alturas entre 4 a 8 m y *Cupania americana* (Sapindaceae) con 1 individuo, árbol que presentó una altura de 10 m, en el FMI *Couratari* aff. *macrosperma* (Lecythidaceae) con 1 individuo, árbol que presentó una altura de 20 m, *Piper* sp.1 (Piperaceae) con 1 individuo, arbusto que presentó una altura de 3,5 m, y *Psychotria* aff. *uleginosa* (Rubiaceae) con 1 individuo, árbol que presentó una altura entre 3 a 4 m. Por su parte, fue evaluada la similaridad Bray Curtis entre estos pares de categorías de fragmentos, representando el 74 % para las ssp y el 64 % de individuos x spp.

La especie *Hymenaea courbaril* presenta la mayor la abundancia en el FMB (8,98 %) con respecto al FMI, seguido de *Brownea coccinea* (7,81%), y *Guazuma ulmifolia* (7,03%), del mismo modo en el FMI *Senefeldera testiculata* (7,3%) al comparar con el FMB, seguido de *Bactris setulosa* (6,5%) (Figura 5).

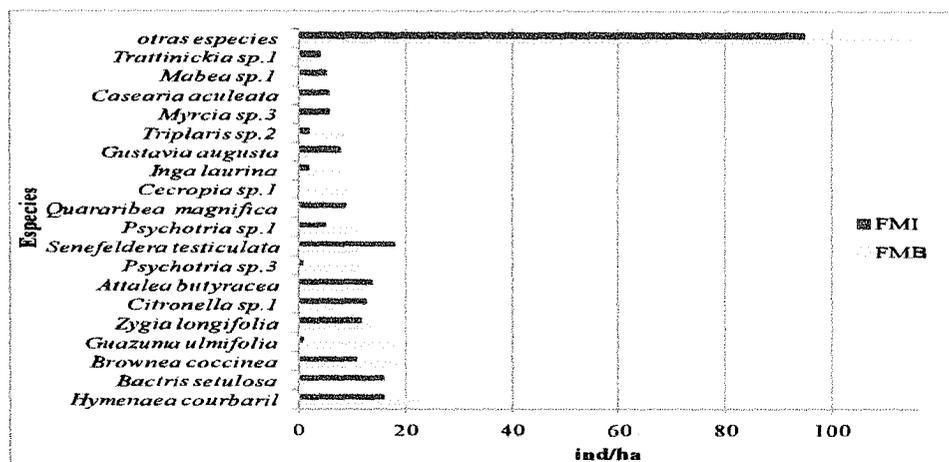


Figura 5. Abundancia de las principales especies en las categorías de fragmentos FMB y FMI

La especie con mayor frecuencia está representada por *Attalea butyraceae* en el FMI (6,45%) y las especies: *Brownea coccinea* (4,31% FMB; 3,23% FMI), *Inga laurina* (4,31% FMB; 1,61% FMI), *Hymenaea courbaril* (3,45% FMB; 3,23% FMI) y *Senefeldera testiculata* (3,44% FMB; 3,23% FMI), mientras las otras especies son muy pocas frecuentes y aportan frecuencias \leq al 1,72% para ambas categorías de fragmentos (Figura 6).

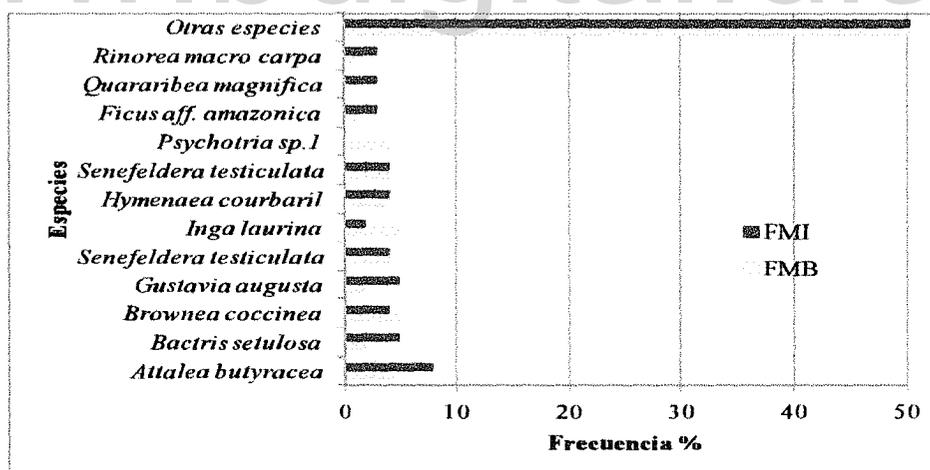


Figura 6. Frecuencia por especie en las categorías de fragmentos FMB y FMI.

En el FMB la mayor dominancia relativa correspondió a la especie *Attalea butyracea* (33,69%), seguida de *Ficus aff. amazonica* (12,79%), y en el FMI la especie *Attalea butyracea* (13,81%) y *Citronella sp.1* (9,04%). Por otra parte, para ambas categorías de fragmentos las otras especies aportaron dominancias \leq 7,94% (Tabla 10).

Tabla 10 Especies con mayor dominancia absoluta (D.abs) y dominancia relativa (D.relat) en los Fragmentos boscosos húmedos correspondientes al _{FMB} y _{FMI}.

Especies _{FMB}	D. abs m ² /ha	D. relat. %	Especies _{FMI}	D. abs m ² /ha	D. relat. %
<i>Attalea butyracea</i>	19	34	<i>Attalea butyracea</i>	8	14
<i>Brownea coccinea</i>	4	7	<i>Citronella</i> sp.1	5	9
<i>Hymenaea courbaril</i>	1	3	<i>Brownea coccinea</i>	2	4
<i>Zygia longifolia</i>	4	6	<i>Ficus</i> aff. <i>amazonica</i>	5	8
<i>Ficus</i> aff. <i>amazonica</i>	7	13	<i>Senefeldera testiculata</i>	0	1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	4	<i>Hymenaea courbaril</i>	1	1
<i>Senefeldera testiculata</i>	3	5	<i>Bactris setulosa</i>	0	0
<i>Inga laurina</i>	1	2	<i>Ceiba pentandra</i>	5	8
<i>Psychotria</i> sp.1	0	0	<i>Ceiba samauna</i>	5	8
<i>Psychotria</i> sp.4	1	1	<i>Copaifera venezuelana</i>	4	6
Especies restantes (56)	14	25	Especies restantes (64)	24	41
TOTAL	56	100	TOTAL	58	100

5.1.2.3.3 Fragmento Pequeño Borde (FPB), Fragmento Pequeño Interior (FPI)

En esta última categoría la tendencia fue diferente a lo observado en las otras categorías de fragmentos. Así, en el _{FPI} disminuyó la riqueza de especies (66 spp.), número de individuos (263 indiv.) con respecto al _{FPB} en especies (80 spp.) e individuos (306 indiv.) y 29 familias para ambas categorías. Por otro lado, las familias con mayor número de especies que comparten en común fueron: Fabaceae (14 _{FPB}; 10 _{FPI}) y Malvaceae (5 _{FPB}; 7 _{FPI}), Moraceae (6 _{FPB}; 4 _{FPI}), Rubiaceae (7 _{FPB}; 4 _{FPI}). El mayor número de individuos correspondió a la familia Fabaceae (73 _{FPB}; 32 _{FPI}), seguido de Moraceae (26 _{FPB}; 10 _{FPI}), Malvaceae (16 _{FPB}; 18 _{FPI}), Euphorbiaceae (13 _{FPB}; 15 _{FPI}), Rubiaceae (15 _{FPB}; 6 _{FPI}) y Burseraceae (10 _{FPB}; 12 _{FPI}) (Anexo 2). Por otra parte, se observaron sólo en estas categorías de fragmentos la presencia de las especies como *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae), con 6 individuos, árbol con una altura estimada entre 4 a 10 m, *Psidium* aff. *sartorianum*, con 4 individuos, árbol con una altura estimada entre 2 a 8 m y 2 especies del género *Sloanea* (Elaeocarpaceae) con 6 individuos, árbol con una altura entre 5 a 15 m, en el _{FPB} las especies como *Rollinia* sp.1 (Annonaceae) con 3 individuos, árbol con una altura entre 8 a 20 m. *Schefflera morototoni* (Araliaceae) con 2 individuos, árbol que presentó una altura entre 6 a 10 m,

Byrsonima spicata (Malpighiaceae) con 1 individuo, árbol que presentó una altura de 10 m, *Bellucia* sp.1 (Melastomataceae) con 2 individuos, arbusto que presentó una altura de 6 a 8 m. *Uncaria guianensis* (Rubiaceae) con 5 individuos, liana que presentó una altura de 2,50 a 30 m y *Pouteria coriacea* (Sapotaceae) con 1 individuo, una altura de 4 m, en el FPI *Aegiphylla* sp.1 (Verbenaceae) con 1 individuo, arbusto que presentó una altura de 4 m. y *Lecythis corrugata* con 1 individuo, árbol que presentó una altura de 18 m. Por su parte, se ha evaluado la similaridad Bray Curtis para estos pares de categorías de fragmentos, representando el 67% para las ssp y el 69% de individuos x spp.

La especie *Bactris setulosa* presentó la mayor abundancia en el FPB (8,98%) con respecto al FPI, seguido de *Hymenaea courbaril* (13,4%), del mismo modo en el FPI *Bactris macana* (25,85%) seguido de *Bactris setulosa* (6,5%) (Figura 7).

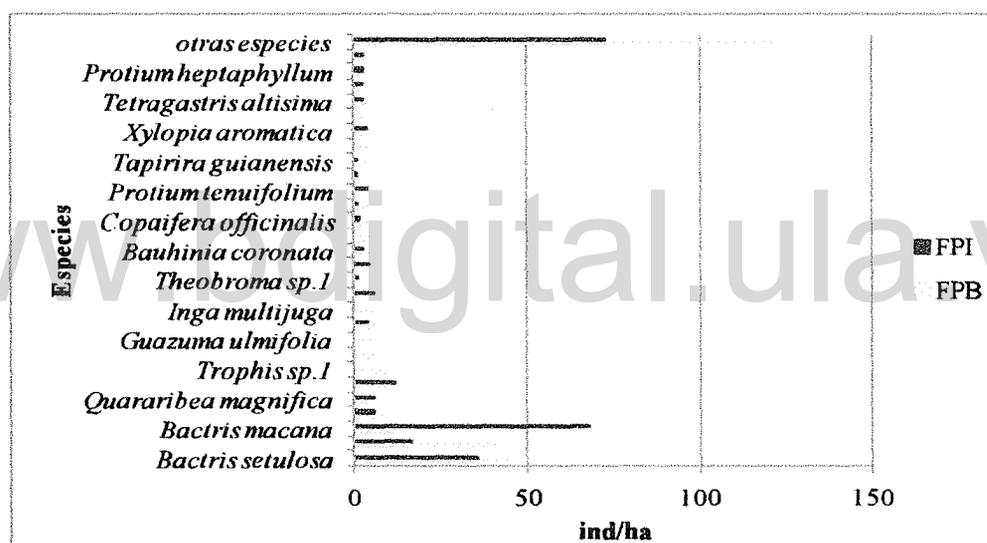


Figura 7. Abundancia de las principales especies en las categorías de fragmentos FPB y FPI

La especie con mayor frecuencia está representada por *Bactris macana* (7,69%) correspondiente al FPB, y las especies: *Bactris setulosa* (3,75% FPB; 3,84% FPI), *Hymenaea courbaril* (3,00% FPB; 3,84% FPI), *Xylopia aromatica* (2,25% FPB; 2,88% FPI) y *Senefeldera testiculata* (2,25% FPB; 1,92% FPI) muestran frecuencias muy próximas, mientras las otras especies aportan frecuencias menores entre (0,81% FPB; 1,72% FPI) (Figura 8).

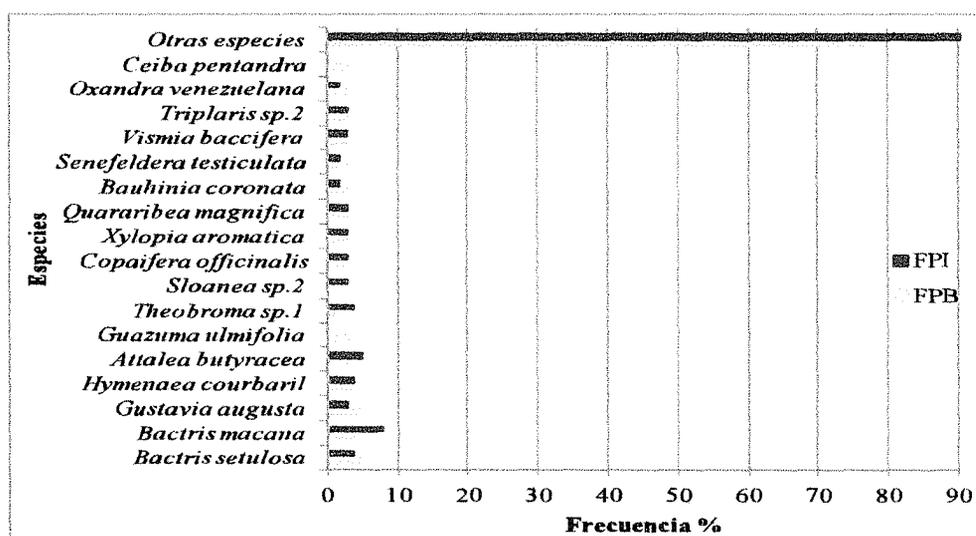


Figura 8. Frecuencia por especie en las categorías de fragmentos FPB y FPI

En el FPB la mayor dominancia la presentó la especie *Ficus palida* 9,47 (23,41%) y *Attalea butyracea* 0,61 (14,55%) y en el FPI la presentó la especie *Casearia aculeata* (18,57%), *Clarisia biflora* (14,09%), mientras las otras especies aportaron dominancias $\leq 9,47$ % (Tabla 11).

Tabla 11 Especies con mayor dominancia absoluta (D.abs) y dominancia relativa (D.relat en los Fragmentos boscosos húmedos correspondientes al FPB y FPI.

Especies FPB	D. abs m2/ha	D. relat. %	Especies FPI	D. abs m2/ha	D. relat. %
<i>Ficus palida</i>	9,8	23,3	<i>Bactris macana</i>	0,16	4,7
<i>Hymenaea courbaril</i>	4	9,5	<i>Casearia aculeata</i>	0,63	18,7
<i>Attalea butyracea</i>	6,1	14,5	<i>Bactris setulosa</i>	0,03	0,9
<i>Bactris setulosa</i>	0,4	1,0	<i>Clarisia biflora</i>	0,48	14,2
<i>Bactris macana</i>	1,2	2,9	<i>Attalea butyracea</i>	0,34	10,1
<i>Copaifera officinalis</i>	1,6	3,8	<i>Hymenaea courbaril</i>	0,07	2,1
<i>Senefeldera testiculata</i>	0,9	2,1	<i>Xylopia aromatica</i>	0,14	4,2
<i>Ficus sp.3</i>	1,9	4,5	<i>Quararibea magnifica</i>	0,08	2,4
<i>Gustavia augusta</i>	0,6	1,4	<i>Senefeldera testiculata</i>	0,01	0,3
<i>Protium sp.1</i>	1,9	4,5	<i>Theobroma sp.2</i>	0,02	0,6
Especies restantes (70)	13,7	32,5	Especies restantes (59)	1,41	41,8
TOTAL	42,1	100	TOTAL	3,373	100

Los resultados de composición florística son muy próximos a lo obtenido para el Amazonas, Venezuela. Aunque, el FMB presentó un mayor número de familias en relación a los distintos países de Centro y Suramérica. Destacándose la familia Fabaceae con la mayor dominancia en todas las categorías de fragmentos (Tabla 12).

Tabla 12 Distintos Bosques Húmedos de Centro y Suramérica en número de Familias, Especies e individuos con condiciones similares de precipitación y altitud.

Lugar	Familia	Especies	Individuos	Familia dominante	Autores
La Selva, Costa Rica.	48	117	253	Rubiaceae	Phillips y Miller, 2002
Magsasay, Costa Rica	38	148	361	Arecaceae	Phillips y Miller, 2002
Carara parque Nacional, Costa Rica	53	154	345	Fabaceae	Phillips y Miller, 2002
Rancho Quemado, Costa Rica	47	124	267	Rubiaceae	Phillips y Miller, 2002
Osa-Sirena, Costa Rica	43	144	298	Rubiaceae	Phillips y Miller, 2002
Boque Madden, Panamá	47	129	356	Fabaceae	Phillips y Miller, 2002
Anchicayá, Colombia	46	143	412	Arecaceae	Phillips y Miller, 2002
La Raya, Colombia	52	160	399	Fabaceae	Phillips y Miller, 2002
Río Manso, Colombia	50	217	417	Fabaceae	Phillips y Miller, 2002
Oriente de Caldas, Colombia	56	257	1618	Rubiaceae	Mosquera <i>et al.</i> , 2007
Esmeraldas, Ecuador	47	121	282	Rubiaceae	Phillips y Miller, 2002
Guyas, Ecuador	55	119	300	Fabaceae	Phillips y Miller, 2002
Guyana, Región Kwakwani	41	101	259	Fabaceae	Phillips y Miller, 2002
Amazonas, Venezuela	34	94	386	Fabaceae	Phillips y Miller, 2002
FGB Vía Madre Vieja	21	42	198	Fabaceae	En este estudio
FGI Vía Madre Vieja	28	68	230	Fabaceae	En este estudio
FMB Vía Madre Vieja	66	24	256	Fabaceae	En este estudio
FMI Vía Madre Vieja	30	74	246	Fabaceae	En este estudio
FPB Vía Madre Vieja	29	80	306	Fabaceae	En este estudio
FPI Vía Madre Vieja	29	66	263	Fabaceae	En este estudio

5.1.3 Índice de valor de importancia

Es importante mencionar que las especies: *Bactris setulosa*, *Hymenaea courbaril*, *Guazuma ulmifolia*, y *Zygia longifolia* se encontraron presentes en todos los fragmentos muestreados con 111, 105, 78 y 59 individuos, contribuyendo con un total de 353 individuos, lo que representa el 24%, indicando cerca de la cuarta parte de la vegetación

Bactris setulosa es una palma multicaule que crece bien en tierras bajas y bosque nublados. En el libro Rojo de Venezuela esta especie es reportada en estado de vulnerabilidad por la destrucción de su hábitat, producto de la gran actividad agrícola y en los bosques se encuentra seriamente amenazada en vías de extinción, por lo cual amerita su protección y conservación (Llamozas *et al.*, 2003). *Guazuma ulmifolia* es una especie que se da muy bien en suelos livianos y pesados y se ubica entre una de las plantas forrajeras con alto contenido de proteínas y usada para la alimentación del ganado (Giraldo, 1998), esta planta es común encontrarla en bosques secundarios, de sitios abiertos, y la especie *Hymenaea courbaril*, es una especie que se encuentra en bosques primarios, secundarios, y terrenos abandonados. Según, Maráz *et al* (1997) menciona que este árbol es frecuente encontrarlo en el dosel superior del bosque, alcanzando una altura de 50 m. Sin embargo, en este estudio solo alcanzó una altura promedio de 8 m de alto, con una máxima de 15 m de alto y mínima de 2 m de alto. Cordero *et al* (2003) señala que esta planta se desarrolla muy bien en suelos muy profundos y fértiles con pH de 4,8 - 6,8, se encuentra en una gran variedad de suelos.

En los bosques fragmentados la mayor frecuencia fue representado por *Attalea butyraceae* (33,44%) seguida por las especies *Gustavia augusta* (21,98%), *Zygia longifolia* (20,22%), y las otras especies (208 spp) contribuyeron a una frecuencia menor entre el 3 y 0,75%.

Por un lado la distribución de la abundancia y frecuencia de las especies conforman manchas en los bosques fragmentados, similar caso fue reportado por Gordo (2009) en un bosque natural de Popayan, Bolivia donde las especies se distribuyen en manchas, sin seguir un patrón de homogenización en el área inventariada, la causa principal se debe a las variaciones ambientales pequeñas que ocurren para los individuos de la población.

Los géneros, *Bactris*, *Brosimum*, *Gustavia*, *Inga*, *Protium*, *Quararibea*, *Rinorea*, las especies *Licania apetala*, y *Casearia aculeata* de la zona de estudio, coinciden con las especies dominantes recolectadas por Gentry en el bosque húmedo de distintos países como Costa Rica, Panamá y Colombia (Phillips y Miller, 2002).

Las especies con valores más altos en IVI para los 6 fragmentos fueron: *Attalea butyraceae*, *Zygia longifolia*, *Guazuma ulmifolia*, y *Bactris macana*. (Tabla 11). Además, se observaron especies en común entre los fragmentos con IVI altos: (a) ^{FMB} y ^{FMI} *Brownea coccinea*. (b) ^{FMB}, ^{FMI}, ^{FPB}, y ^{FPI} *Hymenaea courbaril*. (c) ^{FMB} y ^{FMI} *Ficus* aff. *amazonica*. (d) ^{FGI}, ^{FMB} y ^{FMI} *Senefeldera testiculata*, y (e) en el ^{FMI}, ^{FPB} y ^{FPI} *Bactris setulosa*. También estuvieron presentes otras especies con altos valores en importancia estructural como *Ficus* sp.1, *Palicourea crocea* var. *riparia*, *Licania apetala* (^{FGB}), *Copaifera officinalis*, *Oxandra venezuelana* (^{FGI}), *Citronella* sp.1 (^{FMI}) *Ficus palida* (^{FPB}), *Casearia aculeata*, *Clarisia biflora* (^{FPI}).

Es de destacar que en el ^{FGB} la especie *Ficus* sp.1, *Licania apetala*, en el ^{FGI} *Copaifera officinalis*, en el ^{FMB} y ^{FMI} *Ficus* aff. *amazonica*, en el ^{FPB} *Attalea butyracea*, *Ficus palida* y ^{FPI} *Casearia aculeata*, y *Clarisia biflora* se hacen importantes por presentar una alta dominancia de su área basal, a pesar de tener un bajo número de individuos (Tabla 13).

Tabla 13 Especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) en los Fragmentos boscosos húmedos correspondientes a las categorías de fragmentos: ^{FGB}, ^{FGI}, ^{FMB}, ^{FMI}, ^{FPB} y ^{FPI}.

Especies ^{FGB}	IVI.rel.	Especies ^{FGI}	IVI.rel. at.
1 <i>Zygia longifolia</i>	46,71	1 <i>Attalea butyracea</i>	42,57
2 <i>Attalea butyracea</i>	40,07	2 <i>Oxandra venezuelana</i>	22,57
3 <i>Guazuma ulmifolia</i>	40,06	3 <i>Copaifera officinalis</i>	21,88
4 <i>Ficus</i> sp.1	19,27	4 <i>Zygia longifolia</i>	13,10
5 <i>Palicourea crocea</i> var. <i>riparia</i>	16,25	5 <i>Senefeldera testiculata</i>	10,65
6 <i>Licania apetala</i>	15,25	6 <i>Gustavia augusta</i>	10,40
7 <i>Gustavia augusta</i>	10,47	7 <i>Pouteria anibaefolia</i>	10,24
8 <i>Rinorea macrocarpa</i>	10,05	8 <i>Brosimum lactescens</i>	8,84
9 <i>Luehea cymulosa</i>	7,47	9 <i>Astronium graveolens</i>	8,13
10 <i>Ceiba pentandra</i>	7,07	10 <i>Chrysophyllum argenteum</i>	8,11
Especies restantes (32)	87,33	Especies restantes (59)	128,82

Especies _{FMB}	IVI.relat.	Especies _{FMI}	IVI.rel at.
1 <i>Attalea butyracea</i>	42,69	1 <i>Attalea butyracea</i>	25,95
2 <i>Brownea coccinea</i>	18,86	2 <i>Citronella</i> sp.1	16,75
3 <i>Hymenaea courbaril</i>	15,01	3 <i>Brownea coccinea</i>	11,70
4 <i>Zygia longifolia</i>	14,34	4 <i>Ficus</i> aff. <i>amazonica</i>	11,58
5 <i>Ficus</i> aff. <i>amazonica</i>	14,05	5 <i>Senefeldera testiculata</i>	11,23
6 <i>Guazuma ulmifolia</i>	13,83	6 <i>Hymenaea courbaril</i>	11,10
7 <i>Senefeldera testiculata</i>	13,59	7 <i>Bactris setulosa</i>	10,73
8 <i>Inga laurina</i>	9,02	8 <i>Ceiba pentandra</i>	10,17
9 <i>Psychotria</i> sp.1	8,21	9 <i>Ceiba samauna</i>	8,93
10 <i>Psychotria</i> sp.4	7,87	10 <i>Copaifera venezuelana</i>	8,55
Especies restantes (56)	142,53	Especies restantes (64)	173,29
Especies _{FPB}	IVI.relat.	Especies _{FPI}	IVI.rel at.
1 <i>Ficus palida</i>	26,22	1 <i>Bactris macana</i>	38,32
2 <i>Hymenaea courbaril</i>	25,88	2 <i>Casearia aculeata</i>	21,05
3 <i>Attalea butyracea</i>	19,74	3 <i>Bactris setulosa</i>	18,49
4 <i>Bactris setulosa</i>	19,64	4 <i>Clarisia biflora</i>	17,33
5 <i>Bactris macana</i>	9,72	5 <i>Attalea butyracea</i>	17,28
6 <i>Copaifera officinalis</i>	7,62	6 <i>Hymenaea courbaril</i>	12,40
7 <i>Senefeldera testiculata</i>	7,36	7 <i>Xylopia aromatica</i>	8,69
8 <i>Ficus</i> sp.3	7,33	8 <i>Quararibea magnifica</i>	7,46
9 <i>Gustavia augusta</i>	7,08	9 <i>Senefeldera testiculata</i>	6,81
10 <i>Protium</i> sp.1	6,89	10 <i>Theobroma</i> sp.2	6,76
Especies restantes (70)	162,52	Especies restantes (56)	145,40

Attalea butyraceae considerada como una de las especies con el mayor índice de importancia ecológica relativo (IVI) se ubica dentro de la categoría heliófitas durables (Zamora, 2010). Del mismo modo este resultado en IVI concuerda en lo reportado para *Attalea allenii* en Tanguí (13,7%), Befé (58,2%) el Buey (11,9%) de la cuenca media del río Atrato, Chocó, Colombia correspondiente a un Bosque Húmedo (Valois, 2012), su importancia radica que alcanzan alturas mayores comparado con las heliófitas efímeras como es el caso de la especie *Cecropia* sp.1 que requieren de claros, de baja altura y de vida muy corta. Esta misma tendencia fue reportado en un bosque transicional húmedo de Costa Rica, las heliófitas duraderas alcanzan las máximas alturas para cubrir sus necesidades fisiológicas, presentan la ventaja de dispersión anemócora por la cual dispersan sus semillas a distancias lejanas de la planta madre, si existen especies

presentes cercanas a los claros, su germinación se hace latente o muere, por lo que no son buenos competidores frente a otras especies (Zamora, 2010). Por su parte las palmas representan una gran importancia ecológica como elemento estructural y composición, clave para la fauna de los bosques (Ordoñez *et al.*, 2003). La diferencia entre los fragmentos del bosque relacionados con la riqueza y abundancia de las palmas posiblemente se deben a los diferentes grado de alteración de cada sitio en estudio (Aguilar y Jiménez, 2009)

A pesar que las especies dominantes y abundantes contribuyen con el mayor índice de valor de importancia, las especies raras o poco comunes en conjunto aportan el mayor peso ecológico por fragmentos muestreados, como es el caso de algunas especies como *Cupania americana* presente solo en el FMB y *Paullinia* sp 1 en el FPB. Pietrangeli *et al.* (2011), enfatiza que la primera especie forma parte de las comunidades leñosas complejas, y la segunda es una liana leñosa (Pietrangeli *et al.* 2011, Hernández *et al.* 2007, Revilla *et al.*, 2006) en estados de sucesión, así como *Roystonea oleraceae* presente en el FMB y en FMI con tres individuos, esta palma es amenazada por la destrucción de su hábitat para el desarrollo de actividades agrícolas y urbanísticas, forman parte de ecosistemas únicos y son muy pocos estudiados, siendo necesario su conservación con medidas de regulación de su hábitat (Llamozas, 2003). La presencia de las especies del género *Psychotria* en el FMB, señala un grado de perturbación (Delgado, 1997).

En un estudio realizado de bosques naturales para cuatro cuencas ubicados en Tolima (Colombia) se encontraron por el IVI, algunas especies que están presentes en el bosque secundario en etapa sucesional como *Miconia spicellata* (heliófita temprana), *Ocotea* sp. (heliófita tardía) (CVC, 2007). Los procesos sucesionales se deben principalmente al fuerte impacto antrópico, a pesar de encontrarse en estados sucesionales los bosques secundarios mantienen una alta diversidad para su conservación, como ahondan estudios de la (CVC, 2007; Zamora, 2010; Vargas, 2012) y el estudio de bosques fragmentados en la zona sur-oeste del Lago de Maracaibo.

Existen especies en los fragmentos que corresponden al bosque secundario como: *Cecropia* sp.1, *Guazuma ulmifolia*, *Quararibaea magnifica*, y algunas especies en proceso de sucesión como *Luehea seenmanii*, *Cordia sericicalyx*, *Spondias mombin*, *Palicourea* sp.1, *Dendropanax arboreus* presentes en el área de estudio. Similares

resultados fueron reportados en el bosque húmedo tropical corredor Osa en Costa Rica consideradas como heliófitas efímeras, donde señalan la presencia de *Luehea seenmanii*, *Palicourea guianensis*, *Trattinnickia aspera* y *Trichospermum galeotii*. Dentro de las heliófitas durables *Casearia arborea*, *Cordia bicolor*, *Dendropanax arboreus*, *Ficus insipida*, *Hyeronima alchorneoides*, *Casearia sylvestris*, *Inga alba*, *Gustavia brachycarpa*, *Sloanea zuliaensis* y entre otros (Vargas, 2012).

Este mismo autor, indicó que en este tipo de bosque, las familias representativas del bosque primario están dominadas por las Arecaceae, Moraceae y Myristicaceae, siendo las más abundantes y con el mayor peso ecológico. Mientras que las familias Urticaceae (bosques de 5-15 años), Combretaceae, Melastomataceae y Euphorbiaceae de (15-30 años) están presentes en estadios de sucesión secundaria.

De acuerdo a Pietrangeli *et al* (2011) la familia Malvaceae merece atención, por el cambio nomenclatural, los arbustos y árboles de las familia Bombacaceae, Tiliaceae, Sterculiaceae en conjunto con los arbustos de la familia Malvaceae, propiamente del grupo, se agrupan en una sola familia botánica de la Malvaceae (The Plant List, 2010).. Este mismo autor señala la importancia de los árboles como *Luehea candada* y *L. cymulosa*, *Pseudobombax septenatum*, *Ceiba pentandra*, *Sterculia apetala* y *Guazuma ulmifolia* como productos forestales utilizados por la comunidad de Pueblo Viejo del Zulia. Del mismo modo en este estudio se han reportado las mismas especies, con excepción de *L. candada* y *Pseudobombax septenatum*. Las especies del género *Ceiba*, conforman uno de los representantes del bosque primario, así como el jobo correspondiente a *Spondias mombin* perteneciente a la familia Anacardiaceae se han incorporado a las actividades agrícolas y madereras de la zona (OEA, 1975). Actualmente la madera de estos árboles es de interés comercial y de gran explotación.

Las respuestas de estas especies ante el ambiente se debe principalmente a la presión antrópica que han originado cambios en la composición florística del bosque, particularmente el área de estudio ha sido sometida a fuertes impactos que se traduce en la deforestación principalmente en la extracción de madera de los árboles como (*Albizia saman*), pardillo (*Cordia alliodora*) y roble (*Tabebuia rosea*) (Plonczak, 1997). Por su parte, (Bustamante y Grez 1995; Morales, 2009) indican que luego de una fragmentación las tierras han sido abandonadas por periodos cortos ó largos plazo, originando aperturas de claros en el bosque, permitiendo la proliferando de las especies

en etapa de sucesión aportando una dinámica en los ecosistemas aunque no con la misma estructura, composición florística del bosque original. Peñaloza *et al* (2008), manifiestan que las áreas de suelo de la cuenca del río Zulia, estado Barinas han sido destinados a la práctica agrícola y pecuaria como el sobrepastoreo de ganado que provoca la pérdida de los bosques, afectando de tal modo las cuencas hidrológicas y la disminución del caudal en periodos secos, que ocurren principalmente en el acueducto de Santa Bárbara, y afecta el suministro de agua a la comunidad.

Según Gámez (2014) comunicación personal, la gran mayoría de las especies presentes en el área de estudio son pioneras como *Astronium graveolens*, *Spondias mombin*, *Tapirira guianensis*, *Xylopia aromatica*, *Schefflera morototoni* y *Attalea butyracea*, o también nómadas como: *Anaxagorea* aff. *acuminata*, *Bactris setulosa*, *Tournefortia angustifolia*, *Protium heptaphyllum*, *Connarus panamensis*, *Nealchornea* sp.1, y *Brownea coccinea*: Las especies que conforman los bosques remanentes de los bosques primarios estuvieron bien representadas por *Duguetia* aff. *macrophylla*, *Capparis frondosa*, *Dendropanax arboreus*, *Couratari* aff. *macrosperma* y *Capparis frondosa*. La lista del gremio ecológico para todas las especies se encuentra en el anexo 1.

El tipo de clasificación de los gremios ha sido abordado por diversos estudios (Aizen, 2002; Bouroncle, 2008); en este contexto se ha utilizado la definición dado por Vásquez-Yané y Guevara (1985) citado por Lozada y Arends (2000), y Gámez (2014) comunicación personal. El gremio pionero completa su ciclo de vida en la apertura de los claros en los bosques, los nómadas alcanzan su desarrollo en requerimientos de luz, y posterior se regeneran en la sombra y las tolerantes completan su ciclo de vida en la sombra.

Lozada y Arends (2000) para dicha clasificación de gremios emplearon la diferencia de los índices de asociación (Dif- IA) de cada especie con la palma de agua (*Attalea maracaibensis*), estudio realizado en la estación experimental Caparo. Las especies con un Dif- IA positiva corresponden al gremio pionero, donde la iluminación las favorece en su desarrollo y por lo general crecen en espacios intervenidos, los diámetros alcanzados no son tan grandes. *Dendropanax arboreus* coincide con la clasificación reportada para este estudio, aunque existen muchas especies que varían su comportamiento ecológico de acuerdo a el tratamiento dado, como es el caso de *Astronium graveolens* reportada como especie tolerante, su Dif-IA es negativa, lo cual

sugiere que corresponde a una especie tolerante, mientras Gámez (2014) comunicación personal la señala como especie pionera. Por otra parte, las especies nómadas resultan difíciles de categorizar su gremio ecológico debido a su comportamiento heterogéneo sin diferenciarse entre pioneras o tolerantes de ahí que reciba la denominación de nómadas; además los individuos de este gremio alcanzan el dosel y son de grandes dimensiones (Lozada y Arends 2000).

La abundancia de las plantas pioneras permite predecir la intensidad del efecto borde en el bosque húmedo tropical. La fragmentación conlleva a cambios microclimáticos, las plantas en condiciones de sombra y sometidas a perturbaciones presentan tasas de mortalidad elevadas que permite la proliferación de las especies pioneras. Las especies presentes en las cercanías de los bordes por lo general se caracterizan por presentar una alta producción de semillas pequeñas con estrategia r, además esto les permite su sobrevivencia ante las condiciones ambientales por las cuales son sometidas. Esta condición difiere con las especies de estrategia k, plantas longevas que crecen en ambientes densos de alta competencia con desarrollo de semillas grandes y de mediano tamaño, crecen en las zonas alejadas de los márgenes de los bordes. Cabe mencionar que la alta diversidad de especies y la distribución espacial de las plantas están directamente relacionadas con los procesos de dispersión de semillas por los mamíferos y otros vectores (Stevenson y Rodríguez 2008).

De acuerdo a las observaciones en el campo, los bosques húmedos del Sur-oeste del Lago de Maracaibo se encuentran muy perturbados. Sin embargo, estos hábitats presentan un alto grado de diversidad, siendo primordial su conservación y preservación de los pocos relictos boscosos que aún quedan.

5.1.4 Similitud florística de las leñosas en los bosques fragmentados del Sur-oeste del lago de Maracaibo.

EL diagrama de ordenamiento, obtenido mediante un ordenamiento del tipo escalamiento multidimensional no-métrico (Figura 9), muestra la distribución de las transectas en relación a su composición florística, una menor distancia entre puntos indica una mayor afinidad florística. En el diagrama de ordenación se muestra también las categorías de fragmento evaluadas mediante las formas y colores de los puntos. En general se observa que los fragmentos grandes (F_{GB} y F_{GI}) y el interior de los medianos mantienen aún gran similitud en cuanto a su composición florística. Mientras que el borde de los fragmentos medianos y los fragmentos pequeños (F_{PI} y F_{PB}) muestran una gran variabilidad en su composición, expresada por su distribución en el plano del ordenamiento, además se diferencian claramente de la composición florística del grupo central (F_{GI} , F_{GB} y F_{MI}).

Algunas transectas del F_{GB} y F_{MI} se diferencian del patrón general posiblemente debido a que factores antrópicos o ambientales por la relación fragmento-matriz que han hecho variar la composición y hacerla más parecida a los fragmentos pequeños (zona inferior izquierda y central de la figura 9). Los ejes además pueden relacionarse al tamaño de los fragmentos y la influencia antrópica en la composición que se aprecia en mayor medida en los fragmentos pequeños.

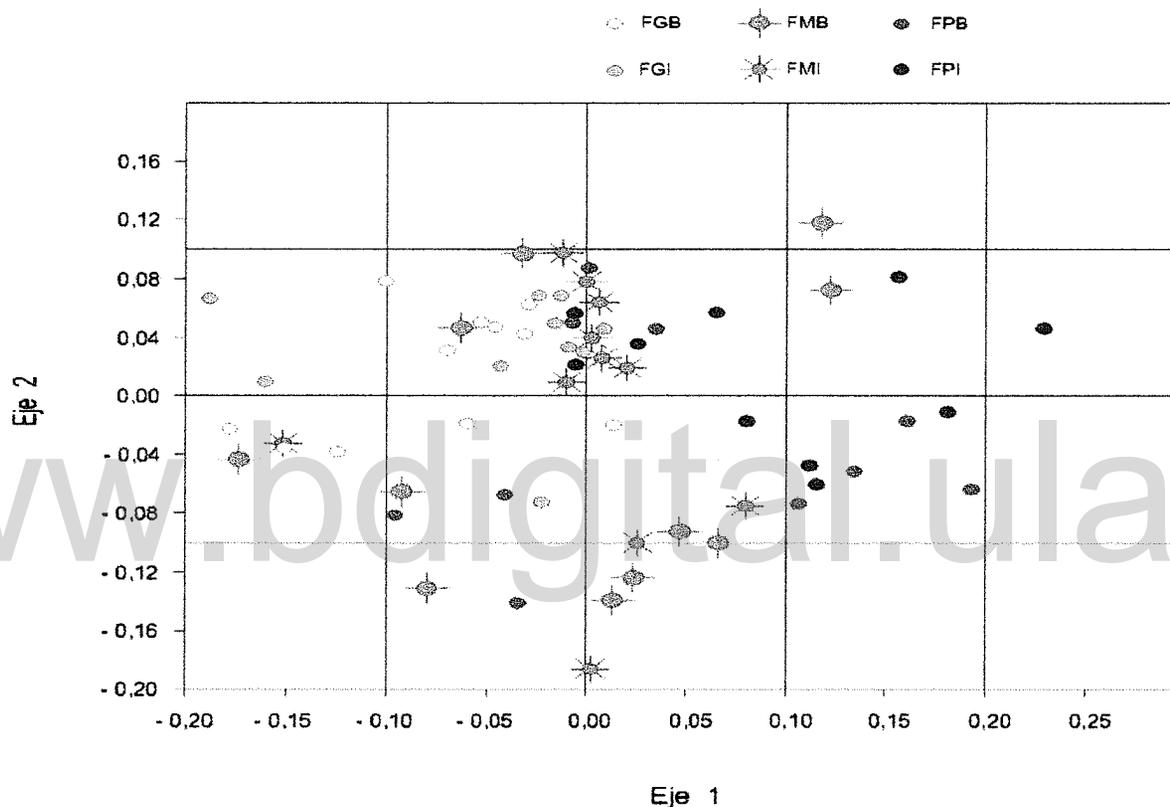


Figura 9. Análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (MDS) para los bosques fragmentados del Sur-oeste del Lago de Maracaibo. Los Números indican el nivel de agrupación de acuerdo a las distancias más cercanas entre transectas.

Los fragmentos grandes, medianos, incluso los pequeños comparten un mayor número de familias como: Anacardiaceae, Annonaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lecythidaceae, Malvaceae, Moraceae, Polygonaceae, Rubiaceae y Violaceae; aunque varían en el número de géneros y especies que lo conforman. La principal similitud florística va depender de la edad de abandono de los fragmentos, tamaño y formación de claros, disponibilidad de un banco de semilla, distintos tipos de dispersores que permitan el éxito reproductivo de las especies para colonizar ciertos hábitats (Malvasi *et al.*, 2011)

Para complementar el ordenamiento se comparó la composición florística de cada grupo de fragmentos mediante el análisis de similaridad ANOSIM, para tal fin se aplicaron 9999 permutaciones de la composición de todas las transectas de cada grupo. Los resultados indican que efectivamente hay diferencias significativas en cuanto a la composición de las categorías de fragmentos evaluadas ($R=0,1698$; $p=0,001$). En cuanto a la comparación entre los grupos de fragmentos se obtuvo que la composición de los FGB fue significativamente diferente con respecto a los fragmentos FGI, FMB y FPB; los FGI se diferencian de los fragmentos FMB y FPI. (Tabla 14). Un resultado interesante es que los FGI y los FMI aún conservan una composición florística estadísticamente similar, y que los bordes de los fragmentos grandes, a pesar de diferenciarse, mantiene numerosos elementos florísticos comunes indicando que no ha habido suficiente tiempo para lograr una diferenciación total de los bordes y el interior.

Tabla 14 Comparación de la composición florística en fragmentos boscosos del Suroeste del Lago de Maracaibo. En la tabla se presentan los resultados de la prueba ANOSIM (análisis de similitud) los valores de significancia ($p \leq 0,05$ indica diferencias significativas*)

ANOSIM análisis de similaridad						
Fragmentos	FGB	FGI	FMB	FMI	FPB	FPI
FGB	0	*0,0468	*0,0049	0,0573	*0,0024	*0,0001
FGI	*0,0468	0	*0,0053	0,277	*0,008	*0,0023
FMB	*0,0049	*0,0053	0	0,3309	0,2679	*0,0004
FMI	0,0573	0,277	0,3309	0	0,32	*0,0102
FPB	*0,0024	*0,008	0,2679	0,32	0	0,4963
FPI	*0,0001	*0,0023	*0,0004	*0,0102	0,4963	0

De acuerdo al análisis ANOSIM, los resultados coinciden con un estudio del Corredor Osa de Costa Rica correspondiente al bosque húmedo secundario, registrándose diferencias significativas en la composición de árboles entre las etapas de sucesión ($R=0,665$; $p=0,0005$), también se encontraron diferencias significativas relacionados con la florística de los bosques primarios y secundarios ($R>0,7$). Aunque cuando se compararon entre bosques intervenidos y secundarios no se encuentran diferencias significativas por el ANOSIM.

Otro estudio relacionado con la composición de fragmentos fue realizado por Dalia *et al* (2006), en el Corredor Biológico de Nicaragua correspondiente a un bosque húmedo, se evaluaron diez fragmentos de bosques de un bosque secundario con la aplicación del análisis multivariado y univariado resultando cuatro tipos de bosques, con composición y estructura distinta para 149 especies registradas de la zona. Del mismo modo Segura (2012) en la Reserva de Biosfera Maya perteneciente a la zona de vida de bosque húmedo subtropical cálido encontró en tres tipos de bosques, con el análisis ANOSIM con un R significativo ($p=0,009$), diferencias estadísticas relacionados con la composición de especies.

También otro caso fue observado en la composición florística de 163 especies del bosque húmedo de Tuxtla, México (Arroyo-Rodríguez y Mandujano.2006) donde se censaron quince fragmentos pequeños entre (1 ha–76 ha) y uno grande (700 ha), donde el tamaño del fragmento explicó las diferencias significativas en cuanto a la composición y estructura de especies. En los fragmentos pequeños fueron registrados pocos árboles, en cambio en el fragmento grande fue observado arboles primarios en el dosel, con mayor abundancia y área basal de palmas y hierbas. Por otro lado, estos autores recomiendan conservar el mayor número posible de fragmentos grandes y leyes políticas que impidan que los remanentes de bosque se reduzcan aún más en tamaño.

Dadas las diferencias descritas anteriormente, se aplicó la prueba SIMPER para determinar el aporte de las especies a dichas diferencias. La mayor contribución de las especies fue reportada por el $F_{GI/FMB}$ (95.7%), esta diferencia es debido a la mayor repartición de especies con respecto a los otros fragmentos y la menor para el $F_{GB/FGI}$ (86,1 %), cabe destacar que en todos los fragmentos *Attalea butyraceae* aportó entre el 24,04 al 18 % con relación a los otras especies siendo más abundante en el F_{MB} y en el

FGB. Además, se comparten entre los fragmentos FGB/FGI, FGI/FMB, FGB/FMB, FGB/FPB, Y FGI/FPI *Zygia longifolia* y *Guazuma ulmifolia*, siendo ambas abundantes en el FGB. Otras especies que también presentaron el mayor aporte fueron *Copaifera officinalis* (6,93 %) siendo abundante en el FGI y *Ficus aff amazonica* (5,52%) con la mayor abundancia en el/FMB (Tabla 15)

Tabla 15 Prueba SIMPER disimilitud en composición florística para el FGB/FGI, FGI/FMB, FGB/FMB, FGB/FPB, Y FGI/FPI con la contribución y abundancia para cada una de las especies

Fragmentos					
FGB/FGI 86,1%	Especies	Contribución %	Contribución acumulada %	Abundancia media FGB	Abundancia media FGI
	<i>Attalea butyracea</i>	21,26	21,26	0,139	0,127
	<i>Zygia longifolia</i>	13,74	35,00	0,105	0,0059
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	9,64	44,64	0,0916	0,00158
	<i>Ficus sp. 1</i>	9,12	53,76	0,0989	0,0112
	<i>Copaifera officinalis</i>	6,93	60,69	0	0,0725
	<i>Oxandra venezuelana</i>	5,03	65,72	0,000997	0,0503
	<i>Licania apetala</i>	4,71	70,43	0,0566	0
	<i>Brosimum lactescens</i>	4,02	74,45	0,00172	0,0242
	<i>Pouteria anibaefolia</i>	2,94	77,39	0	0,0293
	<i>Spondias mombin</i>	2,80	80,18	0,00404	0,0185
	<i>Ficus sp. 2</i>	2,60	82,79	0	0,0181
	<i>Ceiba pentandra</i>	2,46	85,25	0,0209	0
	Otras especies	14,75			
FGI/FMB (95,7%)	Especies	Contribución. %	Contribución acumulada %	Abundancia FGI	Abundancia FMB
	<i>Attalea butyracea</i>	24,04	24,04	0,127	0,171
	<i>Copaifera officinalis</i>	6,81	30,84	0,0725	0,00212
	<i>Ficus aff amazonica</i>	5,82	36,66	0	0,0651
	<i>Brownea coccinea</i>	5,19	41,85	0	0,0343
	<i>Oxandra venezuelana</i>	4,78	46,63	0,0503	0,00021

Fragmentos					
	<i>Senefeldera testiculata</i>	4,38	51	0,00119	0,0278
	<i>Zygia longifolia</i>	4,03	55,04	0,0059	0,032
	<i>Brosimum lactescens</i>	3,99	59,03	0,0242	0,00056
	<i>Roystonea oleracea</i>	3,70	62,73	0	0,0224
	<i>Pouteria anibaefolia</i>	2,84	65,57	0,0293	0
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2,74	68,3	0,00158	0,0214
	Otras especies	31,70			
FGB/FMB 93,39%	Especies	Contribución %	Contribución acumulada %	Abundancia FGB	Abundancia FMB
	<i>Attalea butyracea</i>	22,75	22,75	0,139	0,171
	<i>Zygia longifolia</i>	14,03	36,78	0,105	0,032
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	9,77	46,55	0,0916	0,0214
	<i>Ficus sp. 1</i>	6,68	53,23	0,0989	0
	<i>Ficus aff. amazonica</i>	5,52	58,75	0	0,0651
	<i>Brownea coccinea</i>	4,83	63,57	0	0,0343
	<i>Licania apetala</i>	4,29	67,86	0,0566	0
	<i>Senefeldera testiculata</i>	3,98	71,84	0	0,0278
	<i>Roystonea oleracea</i>	3,44	75,27	0	0,0224
	<i>Ceiba pentandra</i>	2,26	77,53	0,0209	0
	<i>Hymenaea courbaril</i>	2,21	79,74	0	0,0131
	Otras especies	20,26			
FGB/FPB (90,30%)	Especies	Contribución. %	Contribución acumulada %	Abundancia FGB	Abundancia FPB
	<i>Attalea butyracea</i>	18,00	18,00	0,139	0,0608
	<i>Zygia longifolia</i>	13,31	31,31	0,105	0,00333
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	9,21	40,52	0,0916	0,00765
	<i>Ficus sp. 1</i>	6,87	47,39	0,0989	0
	<i>Ficus palida</i>	5,88	53,27	0	0,0979
	<i>Hymenaea courbaril</i>	5,70	58,97	0	0,0396

Fragmentos					
	<i>Licania apetala</i>	4,41	63,38	0,0566	0
	<i>Ficus sp.3</i>	2,64	66,02	0	0,0189
	<i>Ceiba pentandra</i>	2,46	68,47	0,0209	0,00138
	<i>Copaifera officinalis</i>	2,30	70,77	0	0,0156
	<i>Inga multijuga</i>	2,01	72,78	0	0,0129
	Otras especies	25,24			
FGI/FPI 90,25%	Especies	Contribución %	Contribución acumulada %	Abundancia FGI	Abundancia FPI
	<i>Attalea butyracea</i>	22,55	22,55	0,127	0,0344
	<i>Copaifera officinalis</i>	10,25	32,81	0,0725	0,00849
	<i>Oxandra venezuelana</i>	6,28	39,09	0,0503	0,000329
	<i>Clarisia biflora</i>	6,22	45,31	0	0,0475
	<i>Brosimum lactescens</i>	5,78	51,11	0,0242	0
	<i>Pouteria anibaefolia</i>	3,72	54,83	0,0293	0
	<i>Bactris macana</i>	3,66	58,49	0	0,0161
	<i>Ficus sp.2</i>	3,65	62,13	0,0181	0
	<i>Spondias mombin</i>	3,47	65,61	0,0185	0
	<i>Xylopia aromatica</i>	3,04	68,65	0	0,0145
	<i>Ficus sp.1</i>	2,89	71,53	0,0112	0
	<i>Protium heptaphyllum</i>	2,75	74,28	0	0,012
	Otras especies	25,72			

Las palmas, presentaron la mayor abundancia de individuos en todos los fragmentos evaluados como es el caso de *Attalea butyracea* en el FGI y FGB, *Bactris macana* en el FPI, *B. setulosa* en el FPB, con excepción de *Roystonea oleracea* con pocos individuos en el FMB y el FMI. Sin embargo Aguilar y Jiménez (2009) encontraron 4 especies del género *Bactris* con pocos individuos en los tres tipos de bosques, en contraste a lo encontrado con nuestro estudio donde se reportó solo dos especies con una mayor abundancia, sin coincidir con las otras especies (10) de la familia Arecaceae. En relación al número de especies de palmas se registró en este estudio sólo 4 especies con 272 individuos comparado a lo obtenido por estos autores con 14 especies de palmas, con 392

individuos, indicando que hay una mayor diversidad de especies e individuos para esa zona.

Estos autores señalan que las palmas marcan las diferencias florísticas en riqueza de especies entre los bosques primarios y secundarios, como el estudio realizado en el bosque húmedo neotropical del noreste de Costa Rica, correspondiente a tres fragmentos con distintos niveles de alteración, el bosque primario y primario alterado presentan la mayor diversidad, en contraste con el secundario donde la diversidad resultó menor. A pesar de las alteraciones antropogénicas que ocurren en los bosques primarios como la extracción de semillas y entrada de ganado que permite la propagación de las semillas, existe una similitud en la composición de especies, indicando que estos bosques están en etapas avanzadas de regeneración de plántulas, y además de ubicarse los fragmentos muy cercanos entre sí donde mantienen la conectividad, mientras el bosque secundario está más aislado y su abundancia es menor y presenta etapas iniciales de regeneración de plántulas.

En las regiones tropicales se encuentran en una gran variedad de climas, prevaleciendo en zonas húmedas, la alta abundancia de las palmas probablemente está relacionada con las altas precipitaciones, disponibilidad de agua durante todo el año (Ramírez, 2011; Morales *et al.*, 2013), y ciclo de vida de mayor duración (Scariot, 1999) que permite su diversificación, y además cumplen un rol importante en el ecosistema por encontrarse en varios estratos del bosque (Scariot, 1999). El género *Attalea*, *Bactris* corresponden a una distribución neotropical y *Roystonea* de distribución caribeña (Pintaud *et al.*, 2008). Las especies *Attalea butyracea* y *Roystonea oleracea* son consideradas autóctonas de Venezuela, forman el elemento representativo de la flora urbana de Maracaibo (Hoyos y Braun 2001, Arias *et al.*; 2011), el fruto de las especies del género *Bactris* es destinado como alimento para la fauna silvestre (Valois, 2012). Las palmas son importantes ecológicamente por conformar el elemento estructural y composicional clave para la fauna de los bosques húmedos (Ordoñez, 2003). en Bosques húmedos.

Por otra parte, Morales *et al.* (2013) reportaron en un estudio realizado en el bosque húmedo del Corredor biológica Osa de Costa Rica, las especies que componen el bosque secundario como (*Guazuma ulmifolia*, *Apeiba tibourbou*, *Spondias mombin*, *Luehea seemannii*, *Inga multijuga*, *Hyeronima alchorneoides*, *Ficus insipida* entre otras especies), y en Bosques primarios (*Oxandra venezuelana*, *Licania operculipetala*,

Garcinia madruno, *Sloanea guapilensis*, *Licaria pergamentacea*, *Pouteria fossicola*, *Pouteria lecythidicarpa*, *Gustavia brachycarpa*. entre otras especies). Estos resultados concuerdan con las especies encontradas en este estudio de los bosques fragmentados, aunque varían las especies del género *Ficus*, *Licania*, *Gustavia*, *Pouteria*, y *Sloanea*.

De las 236 especies, solo coincidimos con 32 especies y 12 familias registradas por diversos autores de las distintas localidades del Sur del Lago de Maracaibo y algunos de los bosques húmedos de Venezuela. En este sentido, los resultados relacionados con la composición de especies son muy parecidos a lo obtenido por Veillón (1986) por la presencia de un mayor número de especies (18), seguido por Lozada *et al* (2007) con solo 10 especies, mientras los otros autores reportan en sus estudios entre 1 a 9 especies (Tabla 16).

Tabla 16 lista de las especies presentes en el Sur del Lago de Maracaibo y otros bosques húmedos de Venezuela.

Familia	Nombre científico	Gremio ecológico Gámez (2014) comunicación personal	Rondón (1995)	Veillón (1986)	Díaz <i>et al</i> (2010)	Guevara (2009)	Guevara <i>et al</i> (2009)	Lozada <i>et al</i> (2007)
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	Pio/Nóm	1	1				
	<i>Astronium graveolens</i>	Pio	1	1				
	<i>Spondias mombin</i>	Pio		1				
	<i>Tapirira guianensis</i>	Pio		1			1	1
Annonaceae	<i>Oxandra venezuelana</i>	Nom	1	1				
	<i>Xylopia aromatica</i>	Pio	1					
	<i>Schefflera morototoni</i>	Pio				1	1	1
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	Nóm		1	1			1
	<i>Licania apetala</i>	Nóm						1
	<i>Licania octandra</i>	Nóm		1				
Fabaceae	<i>Andira inermis</i>	Pio		1		1	1	1
	<i>Copaifera officinalis</i>	Pio/Nóm	1					
	<i>Hymenaea courbaril</i>	Pio/Nóm				1	1	1
	<i>Inga alba</i>	Pio/Nóm						1
	<i>Inga cocleensis</i>	Nom/Tol	1					
	<i>Inga edulis</i>	Pio/Nóm				1	1	
	<i>Inga nobilis</i>	Pio/Nóm			1			
Hypericaceae	<i>Vismia macrophylla</i>	Pio		1		1	1	

Familia	Nombre científico	Gremio ecológico Gámez (2014) comunicación personal	Rondón (1995)	Veillón (1986)	Díaz <i>et al</i> (2010)	Guevara (2009)	Guevara <i>et al</i> (2009)	Lozada <i>et al</i> (2007)
Lecytidaceae	<i>Lecythis corrugata</i>	Nom	1	1				
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Pio		1				
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pio		1				
Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	Tol					1	
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Pio/Nóm		1				1
	<i>Brosimum lactescens</i>	Pio/Nóm		1				
	<i>Trophis racemosa</i>	Nom/Tol		1				
Primulaceae	<i>Stylogyne micrantha</i>	Tol					1	
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Pio	1					
	<i>Uncaria guianensis</i>	Nóm						1
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	Pio	1					
	<i>Casearia aculeata</i>	Pio		1				
Sapotaceae	<i>Pouteria anibifolia</i>	Tol		1				
	<i>Pouteria caimito</i>	Pio				1	1	1
	Total		9	18	1	6	9	10

Es de señalar que Veillón (1986) realizó sus estudios en el Sur del Lago de Maracaibo (Zulia y Mérida), Táchira, Alto Apure .Barlovento (Estado Miranda) a una altitud entre 0-100 m con 161 spp, correspondientes a la vegetación bosque húmedo de acuerdo a la clasificación de Holdridge (1978); mientras, Rondón (1995) considero tres tipos de vegetación bosque seco, bosque húmedo, bosque húmedo pre montano de acuerdo a la Clasificación de Ewel y Madriz (1968), con un aporte de 357 spp. De los tres tipos de vegetación, las localidades de Machiques y el Vigía corresponden a un bosque húmedo resultando sólo 9 especies que se comparten en común con este estudio, con excepción de *Lecythis corrugata* encontrada en el Catatumbo. Las otras investigaciones de bosques húmedos fueron realizadas para distintas zonas del país:(Caparo.Estado Barinas Guevara (2009) y Lozada *et al* (2007). (Caño Kani, afluente del río Caura, Estado Bolívar) Díaz *et al* (2010) y (dos localidades de la cuenca baja “Coromoto de Cuao y Raudalito Picture” Estado Amazonas) Guevara *et al* (2009).

En este estudio la gran mayoría de estas especies corresponden al gremio pionero y dos de las especies conforman los bosques remanentes como es el caso de *Stylogygne micrantha* (FGI) y *Pouteria anibifolia* (FGLFMI Y FPB).

5.2 Características morfológicas de las especies

Cabe señalar que no se encontraron diferencias significativas para los caracteres caducifolio, semicaducifolio, dirección de crecimiento, defensas mecánica, peciolo, tipo de hoja, tipo de ápice, área foliar, área foliar específica e índice relativo del acumen en las zonas del borde e interior de los fragmentos (Tabla 16). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Damascos (1997), quien utilizó entre otros caracteres la dirección de crecimiento y peciolo, no encontrando diferencias significativas para estos caracteres. Por lo tanto, al igual que el autor, coincidimos en que estos caracteres no son buenos indicadores como descriptores ecológicos en la composición florística.

Sin embargo, existen estudios similares que relacionan la correspondencia de los caracteres morfológicos con el ambiente en uno ó varios caracteres, como lo reportado por Torella *et al* (2011) en un bosque de tres quebrachos en el Chaco Subhúmedo Central de Argentina, donde evaluaron algunas características como la espiniscencia, tipo de hoja y tipo de fruto y follaje, encontrando que el 70,3 % de las especies presentaron espinas con pérdida parcial del follaje, 73,3 % con hojas simples y 50 % con frutos carnosos.

Por otra parte, de los 13 caracteres morfológicos, sólo cuatro fenología foliar, indumento foliar, tamaño de la hoja y forma de la hoja simple, presentaron diferencias significativas entre los grupos de fragmentos (Tabla 17).

Tabla 17 Distintos caracteres morfológicos funcionales de las especies en los fragmentos boscosos del Sur-oeste del Lago de Maracaibo. FGB, FGI, FMB, FPI y FFI. Valores promedios \pm (error estándar) en proporción de especies (%) para las variables cualitativas, y promedios de otros rasgos para las variables cuantitativas $P < 0,5$. Valores con letras iguales indican diferencias significativas entre pares de fragmentos, la significancia es por fila. Test de Kruskal-Wallis (Mann-Whitney).

Carácter/Estados	Proporción de las especies que presentan el carácter					
	FGB	FGI	FMB	FMI	FPB	FPI
1 Fenología foliar						
caducifolio	23,129 (5,9)	15,0 (2,9)	17,9 (5,2)	12,9 (5,1)	15,3(2,8)	16,3(4,4)
perennifolio	59,2(8,9) a	83,5(4,6)	75,7(7,1)	86,5(5,0) ab	79,3(2,4) b	83,2(3,8)
semicaducifolio	17,6(5,3)	1,4(1,4)	6,3(4,9)	0,6(0,4)	5,5(2,1)	0,6(0,6)
2 Dirección de crecimiento						
decumbentes	8,6(3,4)	9,0(3,6)	11,5(3,7)	8,2(3,8)	11,0(3,4)	8,3(2,6)
erectas	91,4(3,4)	91,0(3,6)	88,5(3,7)	91,8(3,8)	89,0(3,4)	91,7(2,6)
3 Defensa mecánica						
pres espina	5,5(2,4)	1,5(0,8)	0,0(0,0)	5,4(3,0)	11,7(0,7)	1,3(1,3)
aus espina	94,5(2,4)	98,5(0,8)	100(0,0)	94,6(3,0)	88,3(0,7)	98,8(1,3)
4 Inserción del peciolo en hojas						
peciolada	94,7(1,4)	94,0(1,7)	96,3(0,9)	95,7(1,5)	95,6(2,5)	93,7(2,5)
sésil	5,3(1,4)	6,0(1,7)	3,7(0,9)	4,3(1,5)	4,4(2,5)	6,3(2,5)
5 Indumento foliar						
(gla/gla)	65,6(7,0)	77,9(4,9) a	57,8 (5,4) abc	81,0 (4,5) b	66,3 (4,2)	77,3 (5,2) c
(gla/tri)	7,4(3,7) ab	13,0 (2,2)	18,2 (4,8) a	10,9 (3,7)	20,0 (4,2) b	13,8(2,8)
(tri/gla)	0,0(0,0)	1,6 (1,1)	2,40 (1,6)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
(tri/tri)	26,9(6,1)) acd	7,3 (2,7) ab	21,53 (6,5) b	8,01 (6,9) c	13,7(2,9)	8,9 (2,7) d
6 Tipo de hoja						
simple	66,9(6,4)	65,8(4,6)	58,5(5,5)	65,3(5,9)	57,1(7,6)	65,6(4,8)
compuesta	33,1(6,4)	34,2(4,6)	41,5(5,5)	34,7(5,9)	42,9(7,6)	34,4(4,8)
7 Tamaño de hoja						
macrófilo	13,8(4,6) a	27,1(4,5)	17,6(1,7) b	25,5(5,7)	24,5(4,4)	28,7(4,3) ab
megáfilo	0,0(0,0)	0,8(7,3)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,4(3,7)	0,0(0,0)
mesófilo	60,8(6,4) a	41,5(3,4) ab	58,2(4,0) bc	51,8 (0,8)	46,6(5,7)	44,8(5,9) c
micrófilo	17,3(5,8) a	3,9(2,2)	3,1(1,7)	6,3(4,1)	6,2(2,6)	2,8(1,7) a

notófilo	8,1(3,9) b	26,7(4,1) a	21,2(4,6) ab	16,5(3,3)	22,2(0,9)	23,7(5,9)
8 Forma de la hoja simple						
elíptica	45,7(8,0)	45,2(1,9) a	33,8(4,4)	44,7(5,5)	28,9(5,2) a	29,5(6,4)
oblonga	7,0(3,9)	1,4(0,7)	0,0(0,0)	0,5(0,5)	3,4(1,5)	9,8(4,3)
oblonga-elíptica	0,4(0,4)	1,9(1,3)	0,9(0,9)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
obovada	11,7(3,4)	17,23(4,0))	14,2(2,8)	19,5(3,3)	18,2(5,0)	22,8 (7,3)
obovada-elíptica	0,0(0,0)	0,0(0,0)	1,0(0,7)	0,0(0,0)	0,4(0,4)	1,6(1,1)
ovada	2,1(1,4)	0,5(0,5)	7,3(0,5)	0,7(0,5)	6,1(2,8)	0,5(0,5)
ovada-elíptica	0,0(0,00)	0,0(0,0)	1,1(1,1)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
palmeada	0,0(0,00)	0,7(0,7)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
9 Forma de los foliolos						
elíptica	27,7(6,8)	29,0(4,0)	35,5(5,5)	29,8(6,5)	31,7(0,9)	24,3(5,1)
oblonga	5,0(1,7)	2,9(1,3)	1,7(1,2)	1,9(1,0)	8,2(0,3)	1,4(0,9)
oblonga-elíptica	0,0(0,0)	0,7(0,7)	0,0(0,0)	0,8(0,5)	0,0(0,0)	0,5(0,5)
oblonga-obovada	0,4()	0,0(0,00)	0,6(0,6)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
obovada	0,0(0,0)	0,5(0,5)	3,3(1,6)	2,2(1,2)	1,6(0,9)	6,5(2,8)
ovada	0,0(0,0)	0,0(0,00)	0,5(0,5)	0,0(0,0)	1,4(0,9)	3,0(2,3)
10 Tipo de ápice						
abruptamente agudo	0,0(0,0)	1,0(0,7)	2,7(1,3)	3,0(1,4)	1,7(0,7)	2,6(2,3)
abruptamente agudo-acuminado	0,0(0,0)	0,5(0,5)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
acuminado	5,3(3,1)	4,2(3,0)	7,9(2,2)	3,0(1,7)	4,7(2,9)	6,9(2,9)
agudo	7,4(2,8)	6,00(1,4)	2,0(1,1)	3,2(0,2)	4,3(1,3)	2,0(0,9)
agudo-abruptamente agudo	0,7(0,7)	0,00(0,00)	0,00(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
apiculado	0,0(0,0)	0,00(0,00)	0,5(0,5)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
caudado	70,4(7,1)	70,0(0,5)	62,3(4,9)	65,8(5,9)	53,2(6,7)	62,7(7,6)
cuspidado	16,0(7,6)	14,7(0,4)	15,5(3,3)	19,5(0,6)	16,2(5,0)	14,2(3,7)
elíptico-oblongo	0,00(0,0)	0,00(0,0)	0,3(0,2)	0,5(0,5)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
emarginado	0,00(0,0)	0,00(0,0)	0,5(0,5)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
mucronado	0,00(0,0)	0,00(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	2,7(1,2)	0,0(0,0)
obtusos	0,00(0,0)	0,00(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,7(0,7)	0,0(0,0)
retuso	0,00(0,0)	3,6(2,6)	8,4(0,4)	5,8(3,1)	16,1(8,5)	11,7(4,7)
truncado-encorvado	0,00(0,0)	0,00(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,4(0,4)	0,0(0,0)
Promedios de las variables cuantitativas (otros rasgos)						
Carácter/Estados	FGB	FGI	FMB	FMI	FPB	FPI
11 Área foliar cm²	110,424 (16,195)	141,146 (20,419)	120,072 (7,586)	142,000 (14,182)	160,239 (28,901)	133,467 (20,343)
12 AFE(A/gr)	168,295 (14,564)	168,909 (7,065)	166,343 (10,300)	161,014 (6,547)	182,798 (14,351)	230,612 (58,239)

13 IRA(cm)	632,794 (239,277)	470,326 (238,243)	519,275 (254,205)	2380,424 (1548,743)	2031,230 (960,886)	427,909 (268,779)
14 Diámetro(m)	0,119 (0,018)	0,103 (0,012)	0,088 (0,009)	0,116 (0,016)	0,095 (0,008)	0,106 (0,014)
15 Altura(m)	9,260 (0,782)	8,481 (0,586)	7,451 (0,455)	8,786 (0,706)	8,463 (0,548)	8,929 (0,958)
16 Área basal (m²)	0,028 (0,08)	0,020 (0,005)	0,015 (0,005)	0,028 (0,007)	0,015 (0,005)	0,019 (0,005)

Fenología foliar

De los seis fragmentos en estudio relacionados con la proporción de perennifolia en especies, sólo tres presentaron diferencias significativas, donde el FMI, se diferenció significativamente de los fragmentos FPB y FGB, presentando la mayor proporción el FMI (86,5%). Se correlacionó positivamente la perennifolia con los fragmentos FGB (rs.0,64; p 0,05) y FPB (rs. 0,11; p 0,77), aunque se observó un aumento significativo en la proporción de perennifolia en el FMI este no se correlacionó con el fragmento.

Los valores promedios de perennifolia coincide con un estudio realizado por Vareschi (1992) en la selva húmeda alisía del Río Caura, Venezuela, en donde 80 especies presentaron un 80% de perennifolia. Esta condición es una adaptación asociada a la baja disponibilidad de nutrientes en el suelo, lo cual implica bajas tasas de crecimiento (Aerts, 1995), y también asociado a la disponibilidad de agua en los horizontes más profundos del suelo (Jackson *et al.*, 1995). La presencia del follaje continuo de las especies de leñosas, es de gran importancia para la fauna que dispone de este recurso para su alimento, y además una mayor cantidad de hojarasca garantiza la fertilidad del suelo (Valero *et al.*, 2006)

Indumento

Todos los fragmentos evaluados arrojaron diferencias significativas en relación a la proporción de las especies con indumento foliar del haz y el envés, para el carácter gla/gla el FMB se diferencia significativamente de los fragmentos FGI, FMI y FPI donde la mayor proporción de especies correspondieron a los fragmentos FGI (81,4%) y FMI (77,3%); para el carácter gla/tri, el FGB con los fragmentos FMB y FPB con la mayor proporción de especies el FMB (18,2%); para el carácter tri/tri, el FGB con los fragmentos FMI y FPI, con la mayor proporción de especies el FGB (26,9%).

Se correlacionaron con las hojas gla/tri los fragmentos FGI (rs.- 0,61; p. 0,04), FGB (rs.- 0,20; p 0,58) y FPB (rs. 0,28; p 0,41); el FMB (rs. 0,10; p 0,76) y FMI (rs. 0,04; p 0,90) mostraron una alta significancia pero con una correlación muy baja. Se correlacionaron negativamente con las hojas tri/tri, los fragmentos FGB (rs. -0,32; p 0,36), FGI (rs. -0,09; p 0,78), FMB (rs. -0,15; p 0,65) y FPI (rs. -0,28; p 0,41).

Las características relacionadas con el indumento se relacionan con los ambientes en estudio. Sin embargo, Castro *et al* (1982) enfatizan que el carácter pubescencia no podría considerarse como una adaptación a un ambiente particular, siendo un carácter genérico, porque se presenta en un gran número de especies del bosque húmedo.

La ausencia de tricoma es el carácter que predomina en esta zona de estudio, concuerda con lo obtenido por Torres *et al* (2004) con un valor de 59,3 % en un bosque húmedo de la Reserva Volta Velha (SC, Brasil), este valor es cercano a lo obtenido para el FMB de 57,8 %.

Estos resultados de baja proporción o ausencia de tricomas coincide con lo reportado por Rendón *et al* (2008) donde señala que las especies con menos tricomas provienen de climas con alta humedad relativa y la presencia de indumento pudiera estar relacionado con la textura de la hoja, tamaño de los frutos como lo encontrado en dos especies de Malvaceae: *Mortonioidendron pentagonum* y *Mortonioidendron uxpanapense*. Por consiguiente el indumento es un carácter de interés si se relaciona con caracteres morfológicos y anatómicos del género, relacionados básicamente con la morfología de las hojas simples o compuestas (integrada por sus foliolos) y su morfología floral (Orozco, 1999).

Tamaño de la hoja

Existen diferencias significativas en el tamaño de la hoja del FGB, FGI, FMB y FPI. En el FPI se observó un incremento significativo de las hojas macrófilas del 28,7 % con relación al FGB y FPB. En el FGB se observó un incremento significativo de la mesofilia (60,8 %) seguido del FMB, FGI y FPI, y menor de hojas notófilas (8,08 %) en relación al FMB y FGI. Las hojas micrófilas presentaron un aumento significativo correspondiente al FGB (17,3%) seguido del FPI. En las hojas notófilas correspondientes al FGI se observó un incremento significativo (26,7 %) en relación al FMB, y FGB.

La proporción de especies con hojas macrófilas se correlacionó positivamente con el F_{MB} (rs. 0,30; p 0,30), y F_{PI} (rs. 0,44; p 0,76), negativamente con el F_{GB} (rs. -0,12; p 0,76). Las hojas mesófilas se correlacionaron positivamente con el F_{GB} (rs. 0,21; p 0,54), y negativamente con el F_{GI} (rs. -0,29; p 0,40) F_{MB} (rs. -0,30; p 0,38), F_{PI} (rs. -0,07; p -0,07). Las plantas que presentaron hojas micrófilas se correlacionaron negativamente con el F_{GB} (rs. -0,33; p 0,36) y F_{PI} (rs. -0,68; p 0,47) y las hojas notófilas se correlacionaron positivamente con el F_{GI} (rs. 0,42; p 0,35) y negativamente con el F_{MB} (rs. -0,35; p 0,35).

En este estudio predomina la mayor proporción de especies con hojas mesófilas, el tamaño puede ser explicado por la radiación y humedad presentes en el bosque, donde las hojas superiores correspondientes al dosel, cubren las hojas inferiores creando microclimas de alta humedad relativa que garantizan un desarrollo del tamaño de la hoja comparadas con el dosel donde las hojas son pequeñas por la alta radiación, favoreciendo la tasa de transpiración y fotosíntesis (Taiz y Zeiger, 1998), este patrón de comportamiento fue reflejado en el F_{GB} y F_{PI} con la proporción de especies que presentaron microfilia, se esperaba que el resultado correspondiera al F_{PB} . Pero, por las perturbaciones naturales o antrópicos, como la caída de los árboles se originan la aperturas de claros, dando lugar a especies colonizadoras que cambian la composición del bosque. Es importante resaltar que la alta proporción de las especies con hojas notofilas y mesófilas del F_{GI} en relación a los otros fragmentos F_{MB} , y F_{GB} se debe a la alta humedad presente del sotobosque y esta condición favorece a la variabilidad de hojas en el área de estudio. Martínez (2009) indica que esta diferencia pudiera estar relacionada con factores ecológicos determinantes como el tipo de suelo, topografía y entre otros, la mayor proporción de las hojas mesófilas, se debe principalmente al desarrollo de la estera radical de los árboles, inmersa en una matriz de humus, que absorbe los nutrientes y absorbe la descomposición de la hojarasca, ya que el suelo tiene pocos nutrientes y así permite que las especies de los bosques presenten un buen reciclaje de nutrientes.

Otro aspecto, a resaltar en las plantas que desarrollan la microfilia es la adaptación de este carácter ante las condiciones ecológicas extremas en épocas de sequía, esta característica es muy difundida en las diferentes formaciones vegetales de la flora Cubana, por lo general las hojas son de consistencia dura, y a veces espinosas, lo que

garantiza su sobrevivencia (Portillo *et al.*, 2007). También este rasgo se hace más evidente en los bosques nublados, como es el caso del Centro Cenocítico en el bosque nublado de la Sierra Maestra en Cuba, con un mayor predominio de la microfilia en un 80 %, siendo menor el porcentaje de las especies notófilas, caso contrario en lo observado para este estudio del bosque húmedo con la microfilia (Reyes *et al.*, 2010).

Tanner y Kapos (1982) compararon cuatro tipos de bosques a diferentes altitudes encontrando que el tamaño predominante de las hojas corresponde a: 40 % mesofilia en bosque húmedo de tierra baja a 50 m.s.n.m (Nueva Bretaña), 55 % notofilia en bosque pluvial montano bajo a 2500 m.s.n.m (Nueva Guinea), microfilia 61 % en bosque pluvial montano alto a 3300 m.s.n.m. (Nueva Guinea), microfilia 24 % en bosque pluvial montano alto a 1050 m.s.n.m (Puerto Rico), 50 % microfilia-notofilia en bosque pluvial montano alto a 1550 m.s.n.m (Jamaica), y 19 % nanofilia en bosque subalpino a 3700 m.s.n.m (Nueva Guinea). Por otra parte, Vareschi (1992) en la selva húmeda alisa del río Caura reportó que en 80 especies predominó la mesofilia con un 56%, seguido de la macrofilia con 28%, resultado cercano a lo obtenido en este estudio de los bosques húmedos del sur-oeste del Lago de Maracaibo. No obstante, Torres *et al* (2004) en un bosque húmedo al Sur de Brasil encontraron en 89 especies una baja proporción de la mesofilia 14 %, predominando la microfilia 35,5 % y notofilia 44,1%.

Forma de la hoja simple

La proporción de especies con forma de hojas simples fue observada en las seis categorías de fragmentos, sólo la forma elíptica presentó diferencias significativas correspondientes al $_{FGI}$ (42,6%) y $_{FPB}$ (28,5%). Se correlacionó la hoja elíptica negativamente con el $_{FGI}$ ($rs.-0,30$; $p 0,41$) y positivamente el $_{FPB}$ ($rs 0,59$; $p 0,07$).

El comportamiento en la forma de hoja, no obedece a procesos que ocurren de manera aleatoria; sino, a la disponibilidad ó ausencia de luz en el entorno para el crecimiento de las especies (Melo *et al.* 2012). Pocos son los estudios que documentan la forma de la hoja (estructura y orientación en el proceso de fotosíntesis), como lo reportado por Smith (1997), quien argumenta que la forma asimétrica y el mayor grosor de la lámina foliar en especies corresponde por lo general a plantas de sol, el grosor de debe a las células del mesófilo, esta tendencia de forma como oblonga, obovada, ovada y entre otras, fue observada en este estudio, pero en menor proporción de especies, y la forma

simétrica se debe a la presencia de células empalizadas presentes en ambas caras de la lámina foliar, esta tendencia de la forma fue observado en la proporción de especies con forma elíptica correspondiente al fragmento grande del interior.

Este resultado es similar a lo encontrado por Torres *et al* (2004) en la Reserva Volta Velha (SC, Brasil) de un bosque húmedo, con la mayor proporción de especies con hoja elíptica (76,7 %), seguida de obovada (20%) y oblonga (3%). Es de resaltar que en este estudio existe una mayor variabilidad en la forma de la hoja comparado con lo obtenido en la Reserva Volta. Otro estudio, fue reportado por Malhado *et al* (2009) relacionado con las plantas de sombra del bosque húmedo de la Amazonía, obtenidos de una base de datos del RAINFOR localizadas en las cuatro regiones: 1) Norte de la Amazonia, Guyanas, Surinami y Venezuela; 2) Noroeste de Amazonia del Ecuador, Colombia, y Norte del Perú; 3) Central y este de la Amazonia del Brasil; 4) Sur-oeste de Amazonía en Bolivia y Sur del Perú donde se obtuvieron 18 formas de hojas, de las cuales la mayor proporción de especies correspondió a hojas elípticas con un 44,2% , seguido de oblonga (22,14%),y oval (12,76)%), mientras las otras especies presentaron menor proporción de especies con las otras formas; estos resultados concuerdan con nuestro estudio, siendo la forma elíptica muy cercano (42,6%) a lo obtenido por estos autores.

Otras consideraciones

En el fragmento boscoso del sur-oeste del Lago de Maracaibo, en su totalidad, existe una tendencia hacia la perennifolia, hojas mesófilas, hojas y folíolos elípticos, y ausencia de tricomas. La ausencia de este último carácter fue mostrado en F_{GI} y F_{MI} con valores promedios altos para las especies de estudio, como *Eugenia sp.2*, *Spondias mombin*, *Gustavia augusta*, *Astronium graveolens*, *Brosimum allicastrum*, *Senefeldera testiculata*, *Capparis frondosa*, *Ficus sp.1* y *Garcinia madruno*; mientras este carácter se modifica en el borde, como lo observado en F_{GB} y F_{PB} . En el F_{GB} se desarrolla una alta significancia del indumento en el envés de las hojas como es el caso de las especies *Licania apetala*, *Myrcia sp.1*, *Triplaris sp.1* y *Casearia sp.1*, del mismo modo en el F_{PB} para las especies *Capparis sp.2*, *Oxandra venezuelana*, *Pachira quinata*, *Chrysophyllum argenteum*, *Guazuma ulmifolia*, *Vismia baccifera*, y *Xylopia aromatica*. Estos resultados de ausencia de tricomas coinciden con lo reportado por Rendón *et al* (2006) donde la alta humedad puede influir desfavorablemente en la presencia de indumento,

como lo observado en la Malvaceae correspondiente a la especie *Mortonioidendron guatemalense* con indumento glabrescente, la cual fue encontrada en la orilla de los ríos. Por su lado, las especies señaladas corresponden a las hojas simples excepto *Astronium graveolens* y *Spondias mombin*, con predominio hacia la perennifolia menos las especies *Spondia mombin*, *Pachira quinata*, *Ficus* sp.1 y *Guazuma ulmifolia*, las tres primeras caducifolias y la última semicaducifolia.

A pesar de no observarse diferencias significativas promedios entre los tipos de ápices por cada categoría de fragmentos, existe una mayor tendencia a presentar el ápice caudado, independiente del fragmento (Tabla 17), pudiendo ser funcional este tipo de ápice como lo encontrado para el carácter IRA en el FGB con *Dendropanax* sp.2 y *Myrcia* sp.2, en FGI con *Eugenia* sp.1 y *Lauraceae* sp.1, en FMB con *Hybanthus pronifolius* y *Chrysophyllun* sp.1, en FMI con *Mabea* sp.1 y *Eugenia* aff. *oerstediana*, en FPB con *Mabea* sp.1, *Licania octandra* y *Octandra venezuelana*, y en FPI con *Psidium* aff. *sartorianum* y *Trophis racemosa*.

Las especies que presentaron mayores IRA fueron, en el FGB *Senegalia polyphylla* (12717,85) y *Albizia subdimiata* (12717,85), en el FGI *Anacardium excelsum* (995,14) y *Mabea* sp.1 (482,52), en el FMB *Cupania americana* (47489,95) y *Nealchornea* sp.1 (11923,29), en el FMI *Lonchocarpus* sp.1 (629,83) y *Lonchocarpus* sp.3 (719,08), en el FPB, *Albizia pistacifolia* (76841,23) y *Machaerium capote* (1965,39), en el FPI *Iseritia haenkeana* (944,28) e *Inga cocleeensis* (396,89). El mayor IRA de estas especies, indica que estos ápices son de poco desarrollo.

Las especies que presentaron menores IRA fueron, en el FGB *Oxandra venezuelana* (10,72) y *Dendropanax arboreus* (13,13), en el FGI *Eugenia* sp.1 (16,95), *Eugenia patrisii* (21,15) y *Eugenia* sp.2 (22,53), en el FMB *Eugenia* sp.1 (26,89) y *Casearia aculeata*. (61,54), en el FMI *Casearia aculeata* (91,15), en el FPB *Brosimum allicastrum* (40,11) y *Byrsonima spicata* (64,78), y en el FPI *Mabea* sp.1 (18,53) y *Big* sp.1 (45,92). El menor IRA de estas especies, indica que estos ápices son de gran desarrollo. Por otra parte, el género *Eugenia* desarrolla mejor el ápice en el interior del bosque, lo que concuerda con lo reportado por Farji-Brener *et al.* (2002) con un valor de 11,4; la especie fue encontrada en el sotobosque cerrado donde la radiación y la humedad relativa son mayores. *Dendropanax arboreus* también fue encontrada en el sotobosque aunque el ápice fue inferior a lo reportado (93,5). De igual modo, en el FMI se hacen

importantes el género *Casearia*, *Mabea* sp.1 y una especie de la familia Bignoniaceae (*Big* sp.1).

La estructura del acumen, IRA menores se hace importante en los fragmento de categoría grande con respecto a los pequeños. Morláns (2000) indica que la reducción del bosque, en áreas pequeñas con poca extensión hace que el efecto borde incluso penetre hasta el interior y cambie los parámetros ambientales como la temperatura, el viento y la humedad relativa, de modo que afecta la morfología de los organismos. Esto puede explicar la presencia de especies con ápices de escaso desarrollo, en contraste a lo encontrado con la mayor proporción de especies que presentan ápices alargados correspondientes al fragmento grande.

Farji-Brener *et al* (2002) y Lindorfd *et al* (1991) señalan que el desarrollo del acumen permite un mayor secado de las hojas luego de intensas lluvias, además de evitar la proliferación de patógenos y desarrollo de epifitas, igualmente indicaron que las plantas del dosel presentaron menor desarrollo del ápice, debido a las altas radiaciones, mayor intensidad del viento y baja humedad relativa, caso contrario ocurre con las plantas del sotobosque.

De acuerdo a Vareschi (1992), el ápice gotero es característico de ápices alargados, rasgo no solo morfológico sino también funcional, estructura que se adapta bien a las condiciones de clima húmedo favoreciendo la alta humedad Sin embargo este mismo autor señala que este carácter pudiera ser más de forma, con actividad funcional, pero no de manera obligada. El ápice gotero por lo general existe en un número de especies lignificadas de las diversas familias en el mismo hábitat.

5.3 Tipo funcional de plantas (TFPs)

Como fue descrito en el método para la definición de los tipos funcionales primero se evaluó el aporte de las variables por medio de un análisis de componentes principales, para éste se seleccionó 12 variables: DAP, área basal (AB) y altura, perennifolia, tipo de hoja, dirección de crecimiento, defensa mecánica, indumento foliar (haz y envés), área foliar (AF), área foliar específica (AFE), e Índice relativo del acumen (IRA) (Figura 10). y algunas variables fueron excluidas por ser redundantes

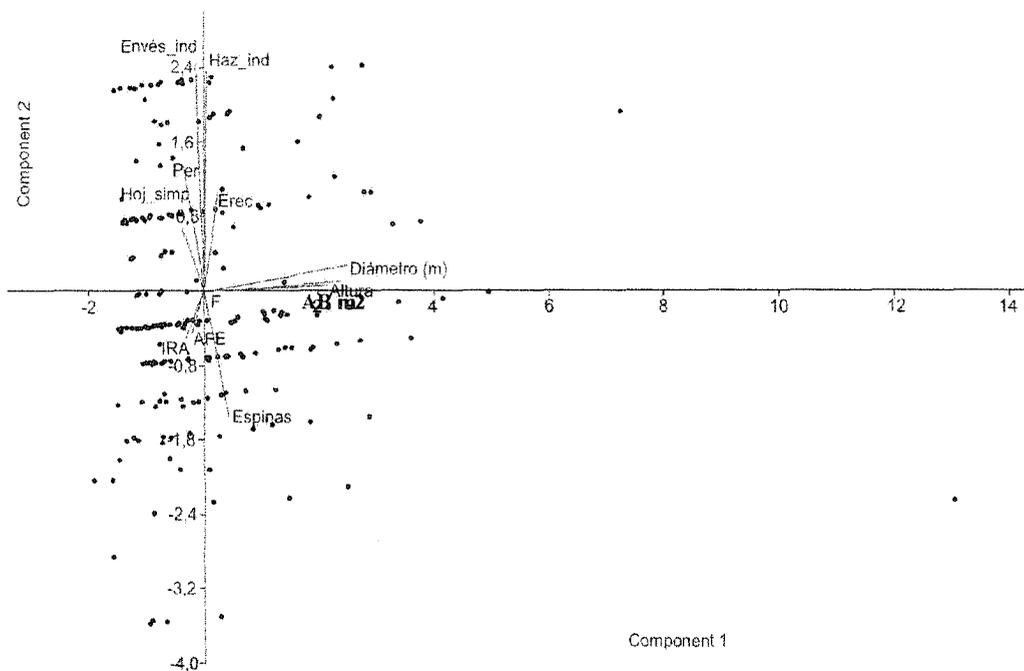


Figura 10. Análisis de componentes principales en componente uno y dos, para las 63 transectas de la zona de estudio.

Con la finalidad de obtener valores con un número mínimo de combinaciones de esas variables. Para ello, Terrádez (2000) Murguía y Rojas (2001) señalan la escogencia del Eigenvalor, en este caso con valores $\geq 0,7$ lo cual indica la proporción de la varianza de cada componente; de modo que representen la mayor variabilidad de los datos resultando ocho componentes y en conjunto aportaron una información del 86,73 % de la varianza (Tabla 18).

Tabla 18 Análisis de Componentes Principales, Joliffe Cut- off: 0,7

PC	Eigenvalor	Varianza %
1	2,51151	20,929
2	1,66855	13,905
3	1,44251	12,021
4	1,39595	11,633
5	1,04099	8,6749
6	0,862033	7,1836
7	0,773093	6,4424
8	0,71313	5,9427
9	0,657729	5,4811
10	0,432431	3,6036
11	0,410551	3,4213
12	0,0915188	0,76266

Se analizó cada uno de los ocho componentes y se seleccionaron las variables que mejor explican la varianza en cada uno de ellos para la identificación de los tipos funcionales mediante agrupamiento (cluster), estas variables fueron: perennifolia, dirección de crecimiento, defensas mecánicas, indumento en el envés, DAP, área foliar, área foliar específica, e IRA. Es de mencionar que el rasgo tipo de hoja no participa en la formación del dendrograma (Análisis Cluster) por presentar en el peso de los componentes principales valores por debajo de 0,70 y el haz del indumento foliar no se incluye por presentar un valor inferior al indumento del envés, del mismo modo el área basal y la altura por ser inferiores al DAP. Los rasgos que permitieron la mayor separación de los TFPs fue dado por los rasgos Diámetro a la altura de Pecho (DAP), y Área foliar específica (AFE). El valor de 0,954 correspondiente al DAP representa el rasgo con mayor aporte en la separación de los TFPs. (Tabla 19).

Tabla 19 Pesos de los componentes principales para la formación del dendrograma (Análisis Cluster).

Variables	Componentes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Per	-0,133	0,416	0,313	-0,390	0,334	0,128	0,602	-0,041	0,230	0,083	0,087	0,007
Hoj simp	-0,165	0,236	-0,626	-0,357	0,016	0,097	-0,297	-0,030	0,536	-0,079	0,081	0,006
Erec	0,090	0,317	0,262	-0,589	0,256	0,036	-0,161	0,597	-0,159	-0,032	0,016	0,009
Espinas	0,162	-0,423	-0,383	0,445	0,215	0,145	0,229	0,533	0,107	0,041	0,183	0,011
Haz ind	0,020	0,736	-0,087	0,458	0,074	0,091	0,102	0,003	-0,117	-0,440	0,099	0,001
Enves ind	-0,053	0,750	-0,143	0,422	0,072	0,037	-0,117	0,061	-0,023	0,458	-0,044	0,009
DAP(m)	0,954	0,084	0,021	0,002	0,014	0,032	0,040	-0,051	0,098	0,003	-0,125	0,229
AB (m2)	0,908	0,032	-0,028	0,022	0,021	0,103	0,067	0,054	0,157	-0,047	-0,305	0,186
Altura (m)	0,820	0,022	0,060	-0,124	0,038	-0,047	-0,117	-0,189	-0,097	0,086	0,484	0,063
AF	-0,035	-0,001	0,624	0,358	0,136	-0,484	-0,097	0,129	0,444	-0,037	0,063	0,005
AFE	-0,079	-0,143	-0,201	-0,016	0,876	0,021	0,388	-0,068	0,069	0,054	0,038	0,001
IRA	-0,126	-0,165	0,525	0,200	0,135	0,745	-0,201	-0,057	0,148	0,007	0,046	0,007

Para el análisis de agrupamiento se consideraron cada uno de estos 8 caracteres en todas las especies presentes en los inventarios florísticos. La agrupación de las especies en cuanto a sus características fue lo que definió los tipos funcionales (Figura 11).

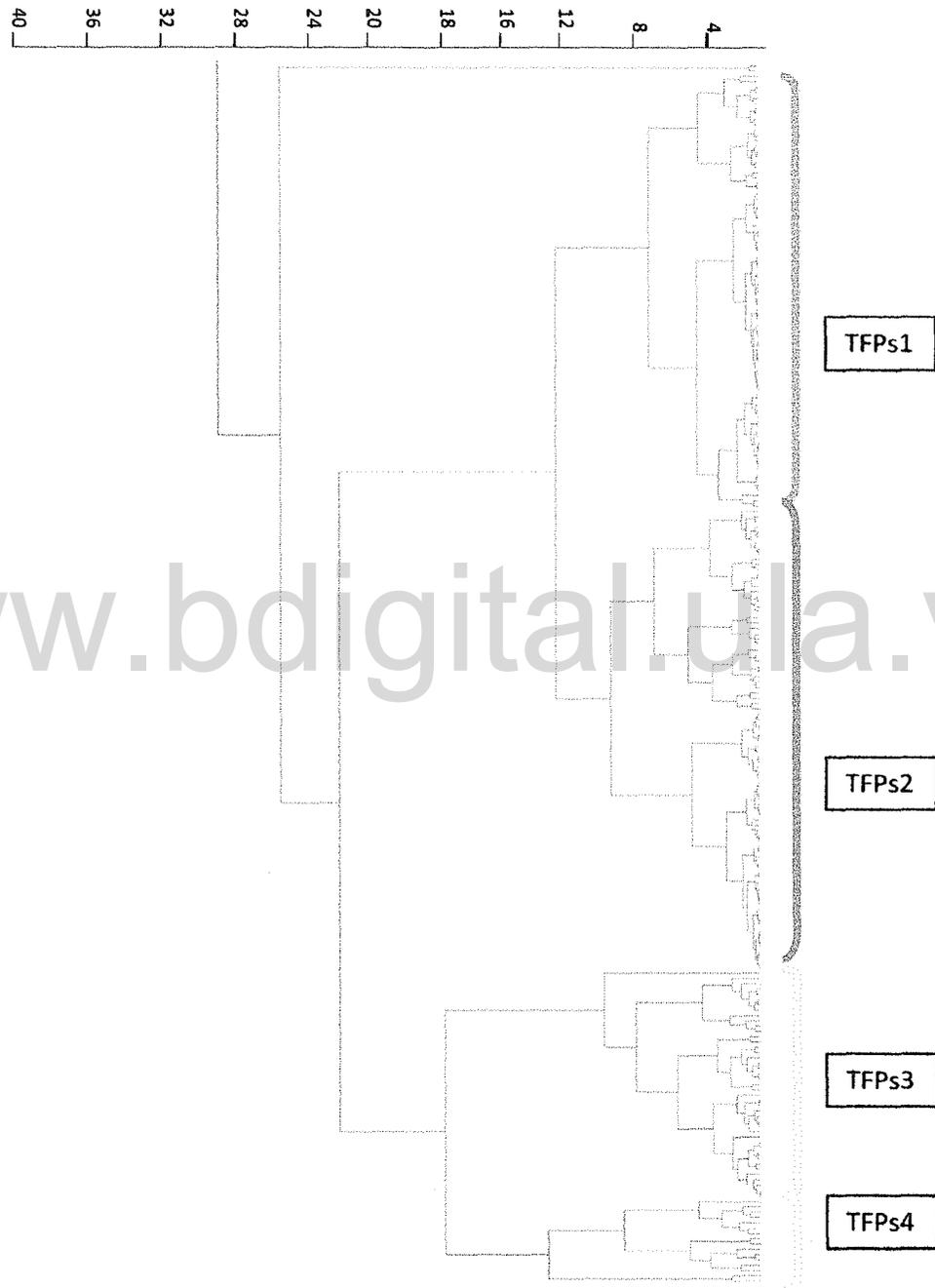


Figura 11. Dendrograma resultado del análisis clúster (método de Ward y distancia Euclídea) con un coeficiente de correlación de 0,53 para las 63 transectas de la zona Sur-oeste del Lago de Maracaibo.

5.3.1 Tipo funcional de plantas (TFPs) con algunos rasgos morfológicos.

TFPs1

Se caracteriza por presentar el AFE medio con respecto a los otros TFPs, su altura, y diámetro no son contrastantes con los TFPs2 y TFPs3; todas pertenecientes a la categoría mesófila; pero con lámina foliar un poco más grande que los TFPs de la misma categoría de hoja y más delgada (Tabla 20).

TFPs2

También este grupo pertenece a hojas mesófilas, pero con AF más bajo que el TFPs1 y TFPs3 y con AFE alto y con las láminas más gruesas que el TFPs1 Y TFPs3 (Tabla 20).

TFPs3

Este grupo se caracteriza por presentar los valores altos en altura, DAP, AB y con AFE bajo. AF promedio (137,9 cm²), en relación al AFE se encontraron tres categorías para las especies, siendo el valor más alto para *Machaerium biovulatum* (969,84 cm²/gr), valores intermedios en 24 especies entre 100-250 cm²/gr y valores bajos en 18 especies entre 50 – 92 cm²/gr. Según Cardoza (2011) y Vásquez (1992) el AFE bajo, indica la gran longevidad que tiene este grupo funcional que les da ventaja de adaptarse a condiciones de sombra, confiriéndole la capacidad de sobrevivir por un largo tiempo. Poseer un DAP y AB alto indica que este grupo presenta un buen grosor de su tallo, y con gran dominancia del grupo por área basal. De mismo modo, Cardoza (2011) también obtuvo un AFE bajo para un grupo funcional de leñosas atribuyéndole al bajo contenido de N y P y los recursos son destinados al desarrollo del tallo (Tabla 20).

TFPs4

Se caracteriza el grupo por presentar hojas macrófilas, y AFE más altos con respecto a los TFPs (1,2 y 3), DAP medio, y con un IRA alto (Tabla 18). Esta última variable, indica que los ápices de las especies de este grupo son de escaso desarrollo como son los ápices agudos, y abruptamente agudos. Vásquez (1992) y Villar (2004) indican que la presencia de valores altos relacionados con el área foliar específica, les confiere a las plantas una mayor tasas de crecimiento y por tanto una mayor asignación en la producción de biomasa, dándoles ventaja ante las condiciones de estrés hídrico que les

permite sobrevivir ante la herbivoría; Sin embargo, el tiempo de vida es corto, estas se conservan mientras mantengan una eficiencia y productividad (Tabla 20)

Tabla 20 Comparación de los tipos funcionales de plantas con algunos promedios de los rasgos morfológicos.

TFPS	AF	altura (m)	DAP(cm)	AB (m2)	IRA	AFE	Peso gr
TFP1	165,73	7,25	6,65	0,006	328,95	179,86	1,09
TFP2	76,57	7,22	7,87	0,008	213,29	211,51	2,76
TFP3	137,29	14,43	25,74	0,081	947,70	155,20	1,13
TFP4	915,25	7,20	11,94	0,020	19.377,55	225,60	0,25

5.3.2 Composición de los Tipo funcional de plantas (TFPs)

Este grupo está conformado por 82 especies de leñosas. En él las familias mejor representadas fueron Fabaceae (16), Rubiaceae (9), Burseraceae y Polygonaceae con 6 cada una. En este grupo funcional la vegetación está conformada por especies de sucesión secundaria como árboles heliófitos de porte mediano y bajo y pocos representantes de especies esciófitas (Tabla 21), este tipo funcional puede ser definido como “Especies heliófitas”, por presentar el mayor peso en este tipo funcional, resultado similar en especies de sucesión secundaria y esciófitas reportadas por estudios de la CVC (2007), Zarco (2010) y Vargas (2012).

Tabla 21. Algunas especies de Heliófitas y Esciófitas correspondientes al TFPs1

TFPs1	
Heliófitas	Esciófitas
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Lonchocarpus heptaphyllus</i> • <i>Cecropia</i> sp. 1 • <i>Lonchocarpus</i> sp.3 • <i>Quassia amara</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Gustavia augusta</i> • <i>Garcinia madruno</i> • <i>Nectandra</i> sp. 1 • <i>Ocotea</i> aff. <i>neesiana</i>

Tipo funcional de plantas 2 (TFPs2)

Este grupo está conformado por 87 especies, y las familias mejor representadas fueron Rubiaceae (12), Fabaceae (9), Lauraceae (7), Chrysobalanaceae (6) y Euphorbiaceae

(5). Por otro lado, este grupo está conformado por las especies de sucesión secundaria), y especies esciófitas. (Tabla 22).

Tabla 22. Algunas especies de Heliófitas y Esciófitas correspondientes al TFPs2

TFPS2	
Especies de sucesión secundaria (Heliófitas)	Esciófitas
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Bauhinia coronata</i> • <i>Serjania</i> sp.2 • <i>Uncaria guianensis</i> • 1 especie de Convolvulaceae • 3 especies de Bignoniaceae • <i>Guazuma ulmifolia</i> • <i>Lonchocarpus</i> sp.2 • <i>Pachira quinata</i> • <i>Xylopia aromatica</i> • <i>Xylopia discreta</i> • Especies del género <i>Casearia</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Anaxagorea</i> aff. <i>acuminata</i> • <i>Anemopaegma</i> aff. <i>chrysoleucum</i> • <i>Pachira quinata</i> • <i>Brosimum lactescens</i> • <i>Brosimum</i> sp.1 • <i>Nectandra</i> sp.2 • <i>Ocotea</i> aff. <i>karsteniana</i> • <i>Duguetia</i> sp.1

Según Fonseca (2012), las especies esciófitas se encuentran bien representadas en un bosque primario. Por otro lado, Vargas (2012) señala que la presencia de especies de sucesión secundaria, como especies representantes del bosque primario reciben el nombre de “Especies heliόfitas y esciófitas del sotobosque” como lo reportado en este estudio. Esta categorización también fue encontrado en un grupo funcional, denominado TFPs2, donde las familias Lauraceae y Malvaceae fueron las más representativas, y con el mayor número de especies adquisitivas (heliόfitas durables y esciófitas parciales) de estrato medio, presentes en un bosque mixto (1,132-2,161 m.s.n.m) del Parque Nacional Montre Cristo-El Salvador, esta estrategia adquisitiva por lo general corresponde a especies de rápido crecimiento, asociadas a condiciones climáticas particulares de sequía. (Cardoza, 2011). Es importante destacar que la especie *Terminalia oblonga* perteneciente a este grupo es indicadora de suelos fértiles (Bolaños, 1994), es poco abundante y solo fue observada en el FMI.

Tipo funcional de plantas 3 (TFPs3)

Este grupo está conformado por 43 especies. Las familias mejor representadas fueron: Moraceae (8), Fabaceae (6), Malvaceae (5), Burseraceae (4), Anacardiaceae,

Bignoniaceae, Salicaceae con 2 especies cada una. Por lo general en este grupo funcional el 88.37% son plantas de gran porte (Tabla 23). Este grupo pudiera categorizarse como “Plantas del sotobosque”, debido a las altura promedio (14 m), un caso similar fue encontrado por Cardoza (2011), para 12 especies de un bosque del Salvador con alturas superiores “Plantas del estrato medio”.

Tabla 23 Algunas especies del TFPs3.

TFPs3.
<i>Ficus</i> aff. <i>amazonica</i>
<i>Clarisia</i> <i>biflora</i>
<i>Ficus</i> sp.1
<i>Pouteria</i> <i>lucumifolia</i>
<i>Ficus</i> sp.2
<i>Talisia</i> sp.1
<i>Lecythis</i> <i>corrugata</i>
<i>Talisia</i> sp.2
<i>Pouteria</i> <i>caimito</i>
<i>Protium</i> sp.1

Tipo funcional de plantas 4 (TFPs4)

Este grupo está conformado por 16 especies. Las familias mejor representadas fueron: Fabaceae (8), Sapindaceae y Malvaceae con 2 especies cada una. En este estudio se encontraron heliófitas durables como (especies del género *Inga*), y heliófita efímera como *Cupania americana*; este grupo por lo general la gran mayoría de plantas corresponden a hojas compuestas y una minoría a las hojas simples. Las plantas de este grupo se pueden categorizar como “Plantas de hojas grandes”, por pertenecer a la categoría macrófila como (Tabla 24) De acuerdo a la clasificación de Fernández (2007) este grupo recibe el nombre de “adquisitivas de hojas grandes”, este autor indica la presencia de 8 especies como *Carapa guianensis*, *Cecropia insignis*, *Cespedesia spathulata*, *Conceveiba pleiostemona*, *Jacaranda copaia*, *Pourouma bicolor*, *Protium ravenii*, *Sterculia recordiana*. Las especies *Pourouma bicolor* y el género *Sterculia* coincidieron con lo reportado para este estudio.

Tabla 24 especies correspondientes al TFPs4

TFPs4
• <i>Pourouma bicolor subsp. scobina</i>
• <i>Cupania americana</i>
• <i>Herrania albiflora</i>
• <i>Sterculia apetala</i>
• <i>Dilodendronelegans</i>
• <i>Inga nobilis</i>
• <i>Nealchornea sp.1</i>
• <i>Lonchocarpus sp.1</i>
• <i>Inga cocleensis</i>
• <i>Inga multijuga</i>
• <i>Schefflera morototoni</i>

Otras especies sin agruparse

Por el análisis clúster no se agruparon las especies *Dilodendron* sp.1, *Serjania* sp.1 pertenecientes a la familia Sapindaceae y *Phylanthus attenuatus* de la familia Phylanthaceae, registrándose pocos individuos en las categorías de fragmentos muestreados.

5.3.3 Comparación de la dominancia y abundancia de los TFPs en las categorías de fragmento

Para ver si los TFPs están igualmente distribuidos o por el contrario hay preferencias con relación a las categorías de fragmentos analizadas anteriormente, se aplicó la prueba de similitud (ANOSIM). Para tal fin se reemplazó las especies por sus TFPs y se obtuvo el área basal y abundancia por TFPs en cada parcela de cada categoría de fragmento. La medida de similitud utilizada en la prueba fue Bray Curtis. Los resultados indican que hay diferencias significativas, pero solo entre los grupos de fragmentos FMB/ FPI Y FMB/FMI (Tabla 25)

Tabla 25 Análisis de similitud en la composición de los tipos funcionales para las 6 categorías de fragmentos de la zona de estudio, con 1000 permutaciones, $p = 0,0485$. * indica diferencias significativas, con coeficiente de correlación R: 0,057.

Fragmentos	FGB	FGI	FMB	FMI	FPB	FPI
FGB	0	0,4492	0,7222	0,0604	0,2678	0,0769
FGI	0,4492	0	0,1829	0,0783	0,4322	0,3215
FMB	0,7222	0,1829	0	*0,0441	0,1854	*0,0295
FMI	0,0604	0,0783	*0,0441	0	0,1779	0,1935
FPB	0,2678	0,4322	0,1854	0,1779	0	0,3874
FPI	0,0769	0,3215	*0,0295	0,1935	0,3874	0

Al conocer las diferencias significativas de estos dos grupos de fragmentos se aplicó el SIMPER para conocer los tipos funcionales que contribuyeron a esas disimilitudes, en general la disimilitud entre FMB/FPI es de 70,74%, el mayor aporte a esta diferencia está dado por el TFPs3 y TFPs1 que juntos aportan 74,5% de las diferencias observadas (Tabla 26), siendo el TFPs3 más dominante en el FPI por el contrario el TFPs1 domina en el FMB.

Tabla 26 SIMPER contribución de los tipos funcionales para el FMB/FPI

FMB/FPI		70,74%		
Tipos funcionales	Contribución	Contribución acumulado %	Área basal. media FMB	Area basal media FPI
TFPs3	33,39	47,19	0,0854	0,205
TFPs1	19,32	74,5	0,12	0,0411
TFPs2	14,88	95,54	0,0812	0,032
TFPs4	3,134	99,97	0,0237	0,000954

En cuanto al FMB/FMI la disimilitud es de 68,79% de SIMPER, del mismo modo que el FMB/FPI los tipos funcionales TFPs3 y el TFPs1 siguen aportando la mayor contribución (Tabla 27). En este caso el TFPs3 es más dominante en el FMI.

Tabla 27 SIMPER contribución de los tipos funcionales para el $F_{MB/FMI}$

FMB/FMI		68,79%		
Tipos funcionales	Contribución	Contribución acumulada %	Área basal. media F_{MB}	Área basal media F_{MI}
TFPs3	31,86	46,31	0,0854	0,288
TFPs1	21,06	76,94	0,12	0,162
TFPs2	12,6	95,25	0,0812	0,0404
TFPs4	3,265	100	0,0237	0,00935

A pesar de que existen diferencias significativas en los fragmentos ($F_{MB/FPI}$ y $F_{MB/FMI}$) relacionados con los tipos funcionales, existe una particularidad al comparar la abundancia y dominancia, pareciera que el TFPs4 presenta una mayor abundancia y una baja dominancia en seis transectos correspondientes al F_{PB} , siendo reflejado en las especies *Albizia pistacifolia*, *Cupania americana*, *Inga nobilis*, *Senegalia polyphylla*, *Styrax* sp.1, *Inga multijuga*, *Andira inermis*, y *Schefflera morototoni*. No obstante en TFPs1 y el TFPs2 presentan la mayor abundancia promedio y el TFPs3 en dominancia promedio por área basal en todos los fragmentos (Tabla 28).

Tabla 28 Abundancia y dominancia promedio para los cinco tipos funcionales de plantas (TFPs)

Transectos	Abundancia(número de individuos)				Dominancia (AB)			
	TFPs1	TFPs2	TFPs3	TFPs4	TFPs1	TFPs2	TFPs3	TFPs4
FGB	10,89	7,67	2,17	1,00	0,0135	0,0246	0,1024	0,0249
FGI	8,27	7,27	2,67	1,33	0,008	0,016	0,076	0,002
FMB	12,73	7,55	2,20	1,50	0,009	0,011	0,085	0,044
FMI	11,36	6,00	1,90	1,33	0,014	0,007	0,167	0,026
FPB	12,00	6,10	3,50	2,50	0,007	0,009	0,051	0,013
FPI	7,30	5,50	4,00	2,00	0,006	0,007	0,073	0,002

6- CONCLUSIONES

6.1 Análisis florístico

- A pesar que la fragmentación de los bosques en el área de estudio está llegando a niveles críticos, este estudio ha permitido un buen aporte a la diversidad vegetal de estos relictos de bosque. En total se muestreó 27 localidades y 1499 individuos en los que se identificó 236 especies en 125 géneros y 46 familias.
- Las familias que aportaron el mayor número de especies fueron: Fabaceae (42), Rubiaceae (22), Moraceae (18), y Malvaceae (17). Los géneros que presentaron el mayor número de especies por familia fueron. Fabaceae: Inga (11), Lonchocarpus (5) y los otros 15 géneros con (26) especies. y además de representar la familia con mayor dominancia.
- Las familias con mayor cantidad de individuos fueron Fabaceae (353), Arecaceae (271), Malvaceae (118), Rubiaceae (100), Euphorbiaceae (90), y Moraceae (78), siendo la familia Fabaceae con la mayor dominancia.
- La especie más común ampliamente distribuida en todas las categorías de fragmentos fue *Attalea butyraceae* (33, 44 %), seguido de las especies *Gustavia augusta* (21,98%) y *Zygia longifolia* (20,22%).
- la comparación florística de los fragmentos indica que aún los fragmentos de tamaño mediano (10-100 ha) conservan elementos florísticos de las áreas menos perturbadas (fragmentos grandes) pero que por debajo de un tamaño mínimo la composición florística varía drásticamente y los fragmentos pierden la diferenciación entre borde e interior., contrario a lo esperado la diversidad incluso en los fragmentos más pequeños es relativamente alta.
- El muestreo aplicado no logró registrar todas las especies esperadas, de acuerdo con los estimadores calculados. esto puede deberse a la gran heterogeneidad de los sitios visitados y numerosos factores antrópicos principalmente a los que está sometido cada fragmento. Esto sugiere que hace falta un mayor esfuerzo de muestreo para poder tener un mayor detalle de la diversidad contenida en los relictos de bosque.

6.2 Características morfológicas

- La diferencia significativa de la perennifolia en el F_{MI} , con relación a los otros fragmentos, se debe principalmente a la alta concentración de humedad en el sotobosque, de modo que este tipo de fenología garantiza la longevidad de las hojas durante todo el ciclo de vida de la plantas.
- La mayor proporción de especies con ausencia de tricomas fue dado en todas las categorías de fragmentos correspondiendo el valor más alto al F_{MI} con 81% pudiendo estar relacionado con la alta humedad relativa.
- Al comparar entre grupos de fragmentos y la proporción de especies relacionadas con el tamaño en hojas, se tiene que en el F_{GB} , F_{GI} , F_{MI} , F_{MB} y F_{PI} se encontró un predominio de las hojas mesófilas, en el F_{GI} las hojas notófilas, en el F_{GB} , F_{MB} , F_{PI} y en el F_{GB} las microfilas, esta tendencia del tamaño de las hojas fue observado en todos los fragmentos evaluados. Es de señalar que la mayor proporción de hojas correspondió a las hojas mesófilas. Diversas investigaciones en bosques muestran que este mayor tamaño pueda deberse a la descomposición de la hojarasca, que aportan nutrientes necesarios al suelo garantizando una buena fertilidad y como también la alta humedad en el sotobosque, estas son las razones para el predominio de este tipo de hoja. Por lo general, la gran heterogeneidad de las hojas en cuanto al tamaño en todos los fragmentos es característico de los bosques húmedos relacionados con los factores climáticos como la temperatura, humedad, luz y topografía.
- En la diferencia significativa, relacionada con la forma elíptica de hojas simples se tiene que la mayor proporción fue dado por el F_{GI} , y la menor proporción por el F_{PB} ; se puede explicar este comportamiento por las condiciones de luz en el fragmento, donde disminuye la forma elíptica si se tiene una alta disponibilidad de luz.
- El mayor desarrollo del ápice foliar se presentó en *Oxandra venezuelana*, y *Dendropanax arboreus* y las menores en *Senegalia polyphylla*, *Albizia subdimiata* correspondientes al F_{GB} . La presencia de ápices desarrollados, indica valores menores del IRA, conocido como el ápice gotero, les permite a las especies tener un buen drenaje del agua, y secado de sus hojas a fin de evitar la proliferación de las epifitas.

6.3 Tipos Funcionales de Plantas (TFPs)

- Se encontraron 4 tipos funcionales en los bosques categorizadas como categorizadas TFPs1 “especies heliófitas”, TFPs2 “heliófitas y esciófitas del sotobosque” TFPs3 “plantas del sotobosque” y TFPs4 “plantas de hojas grandes del efecto borde”. Esta diferenciación permitirá tomar medidas de manejo y conservación de los bosques en la zona de estudio como es el caso del TFPs1 para el refugio de la fauna silvestre, el TFPs2, como sistema forrajero y producción de hojarasca para la fertilidad de los suelo, TFPs3 como principales productores de biomasa de carbono, permitira implementar programas de mejoramiento y banco de germoplasma de sus especies que se encuentran amenazadas y finalmente el TFPs4 como corredores biológicos y sistemas agroecológicos. La importancia de estos grupos funcionales radica en que comparten características similares dentro del bosque.
- Las abundancias y dominancias de los TFPs mostraron relaciones con los fragmentos, este patrón de comportamiento está determinado por distintos factores abióticos y bióticos presentes en los fragmentos de diferente tamaño que condicionan la presencia ó composición florística de los mismos. que les confiere el crecimiento de sus especies que conforman el bosque.

6.4 Recomendaciones y limitaciones

- A pesar de que las palmas representan las especies pioneras con el mayor peso en importancia ecológica en todas las categorías de fragmentos evaluados por su alta abundancia y frecuencia, no se realizó su recolecta por las limitaciones del tiempo, y las dificultades en el acceso a los lugares donde se realizaron las transectas para continuar con la recolección de las otras leñosas. Por otra parte, las palmas presentan las hojas grandes, ubicándose dentro de las categorías de las megáfilas, por lo cual se recomienda su recolecta por la provisión de alimento, refugio y hábitat de las distintas aves migratorias e insectos que se benefician de tan preciado recurso, en programas de conservación y preservación para la sustentabilidad del mismo para las futuras generaciones en sus usos de sus propiedades medicinales, maderables, extracción de aceites, y fuente de alimento de sus frutos para el aprovechamiento de la humanidad y la fauna.
- Incorporar otros rasgos de las plantas, como fenología reproductiva, síndromes de dispersión de los propágulos (semillas o frutos), y formas de vida, para la formación de los grupos funcionales que permita entender la dinámica de estos ecosistemas tan seriamente afectados por la fragmentación.
- El peso de los componentes principales y las medias de algunos de los rasgos son herramientas básicas para entender la funcionalidad de estos tipos de bosques. De modo que se recomienda evaluar otros rasgos como los dispersores, polinizadores, tamaño de las semillas, y fenología floral que permita la separación de los grupos funcionales y así continuar con esta investigación para futuros trabajos.
- Construir una cromosecuencia por lo menos de 5 años de estudio de las especies representativas de la zona, con las especies reportadas en este estudio, para evaluar la pérdida de la cobertura vegetal producto de la fragmentación y así implementar programas de restauración.
- Mediante la capacitación y planeación de estrategias, promover programas de conservación de los bosques donde se involucre a la comunidad con el apoyo de subsidios de diversas instituciones para ejecutar proyectos de restauración.

- Promover la reforestación de las especies nativas de la zona, para la recuperación de áreas abandonadas por la deforestación.
- Elaborar una lista de especies con el valor de sus usos y propiedades mediante el conocimiento de las comunidades locales de la zona y fuentes bibliográficas.
- Con el listado de las especies de la zona, realizar una revisión bibliográfica de las especies sucesionales y aquellas que representen el bosque maduro para programas de restauración ecológica.
- Reintroducir especies claves en estados sucesionales para la recuperación del bosque primario.
- Es fundamental en este estudio tomar en cuenta otras variables a ser medidas como el tamaño, forma, aislamiento, conectividad entre fragmentos, producción de hojarasca y entre otros para programas de conservación, por considerarse la comunidad boscosa muy compleja con los pocos relictos que quedan en la zona sur-oeste del Lago de Maracaibo.
- La distancia entre fragmentos condiciona la movilidad y dispersión de las especies, por tanto se considerará este parámetro a medir en estudios previos a este proyecto de investigación, siendo la tasa de inmigración determinantes para la persistencia de la riqueza local de las especies como lo señala (Loreau y Mouquet, 1999) citado por (Duque et al, 2013).

7- BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, V., et al. 2006.** Caracteres estructurales de las masas. Facultad de ciencias forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Cátedra de Sociología Vegetal y Fitogeografía forestal. 35 pp.
- AERTS, R. 1995.** The advantages of being evergreen. *Trends in Ecology and Evolution*. 10: 402- 407.
- AIZEN, M., ASHWORTH, L. & GALETTO, L. 2002.** Reproductive success in fragmented habitats: do compatibility systems and pollination specialization matter? *Journal of Vegetation Science*. 13:885-892.
- AGUILAR, J. 2009.** Establecimiento de la línea de trabajo de etnobotánica-etnofarmacología en el colegio agropecuario San Miguelito, con miras a la creación de cirttes de bioquímica aplicada en la Universidad Católica Boliviana “San Pablo- Chiquitos” Proyecto Chiquitos. Universidad técnica particular de Loja- Universidad Católica Boliviana San Pablo Chiquitos. 75 pp.
- AGUILAR, V., y JIMÉNEZ, F. 2009.** Diversidad y distribución de palmas (Arecaceae) en tres fragmentos de bosque muy húmedo en Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 57(1): 3-92.
- ARIAS, J., et al. 2011.** Especies de palmas (Arecaceae) presentes en la ciudad de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Palm species (Arecaceae) in Maracaibo city, Zulia state, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 28: 471-486.
- ARROYO-RODRIGUEZ, V., & MANDUJANO S. 2006.** The Importance of Tropical Rain Forest Fragments to the Conservation of Plant Species Diversity in Los Tuxtlas, Mexico. *Biodiversity and Conservation*. 15 (13): 4159-4179.
- AYMARD, G. 2011.** Bosques húmedos macrotérmicos de Venezuela. *BioLlania Edición Esp.* 10: 33-46.
- BOLAÑOS, R. 1994.** Guía para aprender a distinguir zonas de vida y asociaciones a nivel de campo. Centro científico tropical. San José, Costa Rica.
- BREWER, C. A., & SMITH, W. K. 1997.** Patterns of leaf surface wetness for montane and subalpine plants. *Plant, Cell and Environment* 20(1): 1-11.
- BUSTAMANTE, R., y GREZ A. 1995.** Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y desarrollo*. 11(2): 58-63.
- CAGNOLO, L., VALLADARES G. 2011.** Fragmentación del hábitat y desensamble de redes tróficas. *Ecosistemas* 20 (2): 68-78.
- CARDOZA, F. 2011.** Diversidad y composición florística y funcional de los bosques del parque nacional Montecristo, Tesis de Maestría en manejo y conservación de bosques tropicales y biodiversidad. CATIE. Turrialba, Salvador. 111 pp.

- CASANOVES, F. et al. 2011.** Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. CATIE Turrialba, Costa Rica. 108 pp.
- CASTILLO, M. 2009.** Análisis con imágenes satelitales de los recursos forestales en el trópico húmedo de Chiapas: Un estudio de caso en Marqués de Comillas. Tesis de Doctorado, UNAM. México. 117 pp.
- CASTRO, R., et al. 1982.** Comparación anatómica entre diferentes especies del género *Matelea* (Asclepiadaceae), las cuales crecen en ambiente de bosque húmedo y de bosque seco. Memorias de la sociedad natural la Salle 117(42): 1-31.
- CHACÓN, M., et al. 2003.** Diversidad arbórea y almacenamiento de carbono en un paisaje fragmentado del bosque húmedo de la zona atlántica de Costa Rica. Recursos Naturales y ambiente. 51-52: 19-32.
- CHAN, D. 2010.** Diversidad florística y funcional a través de una cronosecuencia de la selva mediana subperennifolia en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México, Tesis Maestría en manejo y conservación de bosques tropicales y biodiversidad. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 154 pp.
- CHAZDON, R., et al. 2010.** Composition and dynamics of functional groups of trees during tropical forest succession in northeastern Costa Rica. Biotropica. 42 (1): 31-40.
- CHRISTOPHER, D., & HYLAND, B. 1993.** Leaf atlas of Australian tropical rain forest trees. CSIRO, Melbourne. 260 pp.
- CLARKE, K. 1993.** Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure Australian Journal of Ecology. 18: 117-143.
- COLLINGE, 1996.** La fragmentación del paisaje como principal amenaza a la integridad del funcionamiento del territorio. Junta de Andalucía.
- COLWELL, R. 2013.** Estimate S: Statistical estimation of species richness and shared species from samples, Version 7.5. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>.
- COMERMA, J. 2009.** Suelos mal drenados en Venezuela. Poorly drained soils in Venezuela. Agronomía Tropical. 59(1): 25-32.
- CONNELL, J. 1978.** Diversity in tropical Rain forest and Coral Reefs. Science, New Series. 199 (4335): 1302-1310.
- CORDERO, J., et al. 2003.** Descripciones de especies de árboles nativos de América Central. pp. 313-959. En Árboles de Centroamérica: un Manual para Extensionistas (Trees of Central América: a Manual for Extentionists). Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- CORNELISSEN, J., et al. 2003.** A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. Australian Journal of Botany 51: 335-380.

CORPOZULIA Corporación de desarrollo de la Región Zuliana. 2010-2011. Municipio Catatumbo.

CURTIS, J., & MCINTOSH R 1951. An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Source ecology*. 32(3): 476-496.

CVC. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA 2007. Caracterización de los bosques naturales y zonificación de las tierras forestales en las cuencas hidrográficas de los ríos la Paila, las Cañas, los Micos, Obando, la Vieja, cañaveral, Catarina, Chanco, Garrapatas, Rut, Pescador, río Frío, Piedras, Mediacanoa, Yotoco, Vijes, Mulalo, Yumbo, Arroyohondo, Cali, Lili-Meléndez-Cañaveralejo, Jamundí, Río claro y Timba en el departamento del valle del Cauca. Estudio de los bosques naturales. Convenio interadministrativo Dirección técnica ambiental N° 083.

DALIA, M., et al. 2006. Tipos de bosques en el sur del corredor biológico del Atlántico, Nicaragua. *Recursos naturales y Ambiente*. 51-52: 48-56.

DAMASCOS, M. 1997. Caracteres morfológicos de las plantas del bosque y su relación con la alteración del ambiente. *Bosque* 18(20): 109-114.

DE BOOY, T. 1918. The Western Maracaibo Lowland. Venezuela. *Source: Geographical Review*. 6 (6): 481-500.

DEAN, J., & SMITH A. 1978. Behavioral and morphological adaptations of a tropical plant to high rainfall. *Biotropica* 10: 152-154.

DELGADO, D. 1997. Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica: cambios en la riqueza y composición de la vegetación. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

DÍAZ, S., et al. 1998. Plant functional traits and environmental filters at a regional scale. *Journal of Vegetation Science*. 9(1): 113-122.

DÍAZ, S., et al. 2001. Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology*. 38(3): 497-508.

DÍAZ; W; y DAZA, F. 2011. Estudio de la composición florística y estructura del bosque ribereño del caño Kani, afluente del río Caura, Estado Bolívar, Venezuela. *Ernstia* 21 (2): 111 – 129.

DINERSTEIN, E., et al. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. Washington D.C: Fondo Mundial para la Naturaleza - Banco Mundial. 135 pp.

DIRZO, R. 2001. Tropical forests. pp. 251-276. In C FHAPIN, O SALA, AND HUBER-SANNWALD (Eds). (Global biodiversity in a changing environment. Scenarios for the 21st century. Ecological Studies 152:New York.

- DIRZO, R., AGUIRRE, A., y LÓPEZ, J. 2009.** Diversidad florística de las selvas húmedas en paisajes antropizados. *Investigación ambiental*. 1(1): 17-22.
- DUCKWORTH, J., et al. 2000.** Plant functional types: an alternative to taxonomic plant community description in biogeography? *Progress in Physical Geography* 24(4): 515-542.
- DUQUE, A., ÁLVAREZ, E., RODRÍGUEZ W., y ÁLVARO L. 2013.** Impacto de la fragmentación en la diversidad de plantas vasculares en bosques andinos del Nororiente de Colombia Impact of fragmentation on vascular plant diversity in an andean forest in northeastern Colombia. *Colombia Forestal* 16(2): 115-137
- DUIVENVOORDEN, J., & CUELLO N. 2010.** Functional diversity of Andean forest in Venezuela changes with altitude 163-170 pp. In CUELLO, N (Eds). *Flora, Vegetation and ecology in the Venezuelan Andes. A case study of Ramal de Guaramacal*. Universiteit van Amsterdam.
- EGERMANN, M. 2011.** GIS-basierte Analyse von Fragmenten eines saisonalen tropischen Feuchtwaldes in der Region Südlich des Maracaibo Sees (Venezuela) und Evaluierung ihrer floristischen Artenvielfalt und -zusammensetzung. Tesis pregrado. Technische Universität Dresden, Alemania. 96 pp.
- ESCALANTE, T. 2003.** ¿Cuántas especies hay? Y los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos* 52. 53-66 pp.
- EWEL, J., y MADRIZ, A. 1968.** Zonas de vida de Venezuela. Caracas, Venezuela. 50 pp.
- FAO. 1990.** Forest resources assessment: Tropical countries. FAO Forestry. 112 pp.
- FARJI-BRENER, A., et al. 2002.** Función del acumen en las hojas y su distribución vertical en un bosque lluvioso tropical de Costa Rica *Rev. Biol. Trop.* 50(2): 561-567.
- FARNUM, F. 2009.** Estudio comparativo de bosques para estimar el tamaño óptimo de parcela para muestreo en bosques húmedos tropicales. Panamá Republica de Panamá. Tesis Maestría en ciencias biológicas con opción en biología vegetal Universidad de Panamá. Panamá Republica de Panamá. 80 pp.
- FERNÁNDEZ, F. 2007.** Diversidad funcional de bosques muy húmedos tropicales en el noreste de Costa Rica a partir de rasgos foliares y densidad de la madera. Tesis Maestría en manejo y conservación de bosques tropicales y biodiversidad. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 115 pp.
- FINEGAN, B. 1996.** Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first hundred years of succession. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 119-124.
- FORERO M., y FINEGAN B. 2002.** Efectos de borde en la vegetación de remanentes de bosque muy húmedo tropical en el norte de Costa Rica, y sus implicaciones

para el manejo y la conservación. Revista forestal centroamericana en Comunicación técnica. 39-43.

FORMAN, R.T.T., & GODRON, M. 1986. Landscape ecology. John Wiley. New York.

FOX, B., et al. 1997. Vegetation changes across edges of rainforest remnants. Biological Conservation 82: 1-13.

GALETTIA, M., ALVES-COSTAC, C., & CAZETTAA E.2003. Effects of forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit colour on the consumption of ornithocoric fruits. Biological Conservation 111: 269-273.

GARNIER, E., et al. 2001. A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. Functional Ecology. 15: 688-695.

GENTRY, A. 1982 Patterns of neotropical plant diversity. Evolutionary Biology 15: 1-84.

GIRALDO, L. 1998. Potencial de la arborea guácimo (*Guazuma ulmifolia*) como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. pp. 201-215. En Conferencia electrónica de la FAO. Medellín. Universidad Nacional de Colombia.

GÓMEZ, I., y GALLOPÍN, G. 1995. Potencial agrícola de América Latina, en el futuro ecológico de un continente: una visión prospectiva de América Latina. México, D.F: Univ de las Naciones y Fondo de Cultura Económica.

GORDO, J. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan (Structural analysis of a natural forest area located in the rural municipality of Popayán). Facultad de Ciencias Agropecuarias, grupo de Investigación TULL. Universidad del Cauca. 7(1): 116-122.

GUEVARA, S., LABORDE J., y SÁNCHEZ-RÍOS G. 2004. La fragmentación pp.111-134. En S GUEVARA (Ed) los Tuxtles. El paisaje de la sierra. Tuxtles, México: Instituto de Ecología, A.C.

GUEVARA J. 2001. Recursos fitogenéticos y relaciones florísticas de la florula arborea de las comunidades forestales en la estación experimental Caparo Estado Barinas. Trabajo de Maestría. en Botánica Agrícola.

GUEVARA, J; et al. 2009. Inventario florístico de las comunidades vegetales cercanas a Coromoto de Cuao y Raudalito Picure, cuenca baja del Río Cuao, Municipio Autana, Estado Amazonas, Venezuela. BioLlania. 9:276-293.

GURRUTXAGA, M. 2004. Conectividad ecológica del territorio y conservación de la biodiversidad: nuevas perspectivas en ecología del paisaje y ordenación territorial. (Informe Técnico 103). Vitoria-Gasteiz: Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia.

- GUZMÁN-GUTIÉRREZ, R. 2001.** Tree Species Classification in Ecological Guilds in the Dry Forest of Lomerío, Santa Cruz, Bolivia. In B MOSTACEDO S TODD & FREDERICKSEN (Eds). *Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia*. 221 p. Santa Cruz, Bolivia.
- HAMMER, O. et al. 2001.** PAST Versión 2.10: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis [online]. *Palaeontologia Electronic* Copyright Hammer and Harper 1999-2011. Oyvind Hammer, D.A.T. Harper (July 2011). 4(1):9. Disponible: <http://folk.uio.no/ohammer/past>.
- HERNÁNDEZ, L., y DEMARTINO, A. 2005.** Bosques y selvas (ombrófilos) tierras bajas pp. 746-761. En M. AGUILERA, A. AZÓCAR y E. GONZÁLEZ (Eds). *Biodiversidad en Venezuela*. Caracas, Venezuela: Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, FONACIT.
- HERRERA, C. 1984.** Tipos morfológicos funcionales en plantas del matorral mediterráneo del sur de España. *Studia Oecologica*. 5: 7-34.
- HICKEY, L. 1973.** Classifications of the architecture of Dicotyledonous leaves. *American Journal of Botany*. 60 (1):17-33.
- HICKEY, M., & KING, C. 2001.** *The Cambridge Illustrated Glossary of Botanical Terms*. Cambridge University Press. 217pp.
- HIGUERA, D. 2003.** Diversidad y distribución en epífitas vasculares en árboles de dosel de la isla Mocagua, Amazonia colombiana. Trabajo de Pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- HOPPER, D., et al. 2005.** Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75(1): 3-35.
- HOYOS, J., y BRAUN, A. 2001.** *Palmas en Venezuela*. Caracas: Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. 2-5.
- HUARANCA, R. 2005.** *Botánica general: la hoja*. Universidad Nacional de la Amazonia peruana. Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento Académico de Flora.
- HUBER, O. 1997.** Ambientes fisiográficos y vegetales de Venezuela pp. 279-298. En E LA MARCA (Eds). *Vertebrados actuales y fósiles de Venezuela* Mérida: Museo de Ciencia y tecnológico de Mérida.
- HUBER, O., y ALARCÓN C. 1988.** *Mapa de Vegetación de Venezuela*. Escala 1:2.000.000. Caracas: Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- HUNT, R. 1978.** *Plant Growth Analysis*. London: The Institute of Biology's Studies in biology. 61 pp.

- JACKSON, P., et al. 1995.** Partitioning of water resources among plant of a lowland tropical forest. *Oecologia*. 101: 197-203.
- KENNARD, D., FREDERICKSEN, T., & MOSTACEDO B. 2001.** The Potential of Prescribed Fire for the Management of Timber Species in Dry Forests: The Case Study of Lomerio 221 p. In B.MOSTACEDO & T FREDERICKSEN.T (Eds). *Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia*. Santa Cruz, Bolivia.
- LAMPRECHT, H. 1990.** Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas Forestales en los bosques Tropicales y sus especies arbóreas posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido (Trad. A. CARRILLO). Rep. Federal de Alemania: Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) Gmohb. 335pp.
- LEISHMAN, M., & WESTOBY M. 1992.** Classifying plants on the basis of associations of individualistic traits: evidence from Australian semi-arid woodlands. *Journal of Ecology* 80: 417–24.
- LINDORF H., et al. 1991.** Clasificación - estructura - reproducción. 584 p. En *Botánica*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- LLAMOZAS, S. et al. 2003.** Libro Rojo de la Flora Venezolana. Caracas: Provita, Fundación Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela “Tobias Lasser”.
- LÓPEZ – GÓMEZ, A., y WILLIAMS - LINERA, G. 2006.** Evaluación de método no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Bol.Soc.Bot.Méx.* 78: 7-15.
- LOZADA, J y ARENDES, N. 2000.** Clasificación ecológica de especies arbóreas, con fines de aprovechamiento forestal, en la estación forestal, en la estación experimental Caparo. *Rev. Forestal. Venez.* 44(1):81-91
- LOZADA J. et. al 2007.** Bosques de Colinas y Lomas, en la Zona Central de la Reserva Forestal Imataca, Venezuela. *Rev. For. Lat.* 42:105-131.
- MALVASI, E., CHAZDON, R., y VÍLCHEZ B.2011.** Línea base de estudio de la biodiversidad, servicios ambientales y valores para la conservación de bosques secundarios y maduros enel Corredor Biológico Osa. Informe final. Costa Rica. p 108.
- MALHADO, A., et al. 2009.** Spatial distribution and functional significance of leaf lamina shape in Amazonian forest trees. *Biogeosciences* 6: 1577–1590.
- MARÁZ, L., et al. 1997.** Ecología de Bosques tropicales: Descripción de siete especies forestales nativas del bosque húmedo tropical en el Sur de Costa Rica. Eschborn. 46 pp.
- MARTELO M. 2003.** La Precipitación en Venezuela y su Relación con el Sistema Climático. Ministerio del Ambiente y los Recursos naturales. Dirección de cuencas hidrográficas. Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanología.

- MARTINEZ, E. 2009.** Relación entre morfología foliar de antófitos y factores abióticos en las principales pluvisilvas de la Región Oriental cubana. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol)*. 57(1-2): 235-256.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M., y GARCÍA-ORTH, X. 2007.** Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Bol.Soc. Bot. Méx.* 80: 69-84.
- MASON, N.W.H., et al. 2003.** An index of functional diversity. *Journal of Vegetation Science* 14: 571-578.
- MCCUNE, B., & JAMES G. 2002.** *Analysis of Ecological Communities*. Oregon, USA: Mjtm Software Design. 300 pp.
- MELO, C., et al. 2012.** Patrones de arquitectura foliar asociados al crecimiento funcional de cinco especies leñosas nativas de la Cordillera Oriental utilizadas en Restauración ecológica de la Sabana de Bogotá. Colombia. *Forestal*. 15:119-130.
- MELO, O., y VARGAS R. 2003.** Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima: CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA. 235 pp.
- MESA, D., y BERNAL, A. 2005.** Protocolos para la preservación y manejo de colecciones biológicas. *Boletín Científico - Centro de Museos. Museo de Historia Natural* 10: 117-148.
- MORALES, C. 2009.** Caracterización florística y estructural de tres fragmentos boscosos secundarios en Cartago, Costa Rica. *Rev.Biol. Trop.* 57(1): 69-82.
- MORALES, M., et al. 2013.** Estructura, composición y diversidad vegetal en bosques tropicales del Corredor Biológico Osa, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú (Costa Rica)*. 10(24): 1-13.
- MORENO, C. 2001.** *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA. 184 pp.
- MORLÁNS, M. 2000.** Estructura del paisaje (matriz, parches, bordes, corredores) sus funciones, fragmentación del hábitat y su efecto borde. Argentina: Científica Universitaria - Universidad Nacional de Catamarca.
- MOSQUERA, L., MURILLO, D., y ASPIRILLA A. 2007.** Diversidad florística de dos zonas de bosque tropical húmedo en el municipio de Alto Baudó, Chocó-Colombia 2007 (Floristic diversity of two zones of humid tropical forest at Alto Baudó, Chocó, Colombia). *Acta biol. Colomb.* (12): 75-90.
- MOSTACEDO B., y FREDERICKSEN T. 2001.** Ecología de semillas y plántulas de árboles maderables. En B.MOSTACEDO Y T.S FREDERICKSEN (Eds). *Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia*. Santa Cruz, Bolivia

- MURAKAMI, A., et al. 2005.** Estructura y diversidad de plantas leñosas en un bosque amazónico preandino en el sector del Río Quendeque, Parque Nacional Madidi, Bolivia. *Ecología en Bolivia*. 40(3): 304-324.
- MURGUIA, M., y ROJAS, F. 2001.** Biogeografía cuantitativa. pp.39-48. En J. LLORENTE, y J.J. MORRONE (Eds). *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica. Teorías, conceptos y aplicaciones*. México: Instituto de ecología Ecosur. Unam.
- OEA. 1975.** Región Zuliana-República de Venezuela- Estudio para el Aprovechamiento Racional de los Recursos Naturales. En Consejo Zuliano de Planificación Corporación Zuliana de Desarrollo. Departamento de Desarrollo Regional de la OEA durante el periodo 1973-1974. (Eds). Washington, D.C.
- OFOSU - ASIEDU, A. 1997.** El intercambio de experiencias y situación del conocimiento sobre la ordenación forestal sostenible de los bosques tropicales húmedos. pp. 247- 267. En *Bosques húmedos tropicales*. Instituto de Investigación Forestal de Ghana.
- OLIVEROS-BASTIDAS, J. 2008.** El fenómeno alelopático. El concepto, las estrategias de estudio y su aplicación en la búsqueda de herbicidas naturales. Universidad de Los Andes – Facultad de Ciencias- Mérida, Venezuela. *Química viva*. 7 (1): 1-34.
- ORDOÑEZ, Y., et al. 2003.** Monitoreo ecológico en bosques húmedos tropicales certificados en la RAAN, Nicaragua. Evaluación del impacto ecológico del manejo forestal. *Recursos Naturales y Ambientales*. 46-47: 66-78.
- OROZCO, C. 1999.** Indumento del envés foliar en *Brunellia Ruiz & Pavón* y su relativa importancia en la filogenia. *Rev. Acad Colomb*. 32: 98-101
- OVALLES, F. 2006.** Manejo Sustentable de los Recursos Naturales en América Latina y el Caribe: Oportunidades y Desafíos de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Cooperación. Venezuela, Zulia: PROCIANDINO. FORAGRO. IICA. 28 pp.
- PACHECO, C., et al. 2011.** Dinámica de la deforestación en Venezuela: Análisis de los cambios a partir de mapas históricos. *Interciencia*. 36(8): 578-586.
- PASIECZNIK, N., et al. 2001.** The *Prosopis juliflora-Prosopis pallida* complex: a Monograph. 162 p. H. DOUBLEDAY (Eds.). Research Association, Coventry, United Kingdom.
- PEÑA, J., et al. 2005.** Uso del efecto de borde de la vegetación para la restauración ecológica del bosque tropical D.R. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*. 8(2): 91-98.
- PEÑALOZA, R., et al. 2008.** La deforestación en la cuenca del río Zulia, Barinas, Venezuela. Análisis preliminar utilizando SIG. Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Dr. Pedro Rincón Gutiérrez Departamento de Ciencias

Sociales. Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica (LABSIG)
Táchira. Geoenseñanza. 1: 71-82.

- PEÑARANDA Y. sf.** Cuenca Binacional del Catatumbo In forestry.
- PETCHEY, O., & GASTON, K. 2002.** Extinction and the loss of functional diversity. Proceedings of Real. Society. 269: 1721-1727.
- PETCHEY, O., & GASTON, K. 2006.** Functional diversity: back to basics and looking forward. Ecology Letters 9: 741-758.
- PHILLIPS, O., & MILLER, J. 2002** Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry's forest transect data set. Monogr. Syst.c Bot. Miss. Bot. Gard. 89: 1-319.
- PIETRANGELI, M., et al. 2011.** Florística de las comunidades forestales de zonas aledañas al embalse Pueblo Viejo (Burro negro), Estado Zulia, Venezuela. Boletín del centro de investigaciones biológicas. 45(3): 237-286.
- PINTAUD, J., et al. 2008.** Las palmeras de América del Sur: diversidad, distribución e historia evolutiva. Rev. Perú. biol. 15(1): 007- 029.
- PLA, L. 2006.** Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América. 31(8): 583-590.
- PLONCZAK, M. 1997.** Tipos de bosque y su presión de uso en Venezuela. Quebracho. 6: 69-74.
- POORTER, L., & BONGERS, F. 2006.** Leaf traits are good predictors of plant performance across 53 rain forest species. Ecology. 87(7): 1733-1743.
- PORTILLO A., et al. 2007.** Bosques de Cuba. Parte 1. Cuba. 13 pp. En GARRIDO N. (Eds). Año 49 de la Revolución.
- RAMÍREZ, A. 2006.** Ecología Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana. 273 pp.
- RAMÍREZ, G. 2011.** Comunidades de palmas en dos bosques de Chocó, Colombian Palm communities in two forests of Chocó, Colombia. Botánica florística. Caldasia 33(2): 315-329.
- RAMÍREZ-ANGULO, H. 2007.** Modelo de la dinámica de los bosques tropicales estacionales en los llanos occidentales de Venezuela. Tesis de doctorado en Ecología tropical. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 167 pp.
- RAMÍREZ-VALDEZ, J. 2009.** Ecología y biogeografía de las comunidades de peces del intermareal rocoso en la costa occidental de la Península de Baja California, México. Tesis de maestría en ciencias en oceanografía costera. 222 pp.

RAMOS, M. 2006. Estudio sobre la fragmentación de los hábitats de la red natura. 2000 afectados por el peit (plan estratégico de infraestructuras y transporte).Universidad politécnica de Madrid. Escuela técnica superior de ingenieros de Montes. Tesis de Ingeniería. 111pp.

RED AGROMETEOROLOGÍA DEL INIA sf. Venezuela.

RENDÓN, N et al. 2006. Indumento y tricomas en la caracterización de un grupo de nueve especies del género *Mortonioidendron* (Tiliaceac). Revista Mexicana de Biodiversidad 77: 169-176.

REVILLA, C., y CALDERÓN, A. 2006. Estructura y diversidad de lianas y hemiepífitas de la selva baja de la provincia de Oxapampa - Pasco, Perú. Ecol. 5 (1- 2): 9-21.

REYES, O., et al. 2010. Características fisonómicas y funcionales de los bosques de Cuba oriental. El bosque nublado de la Sierra Maestra. Foresta Veracruzana Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO), Santiago de Cuba, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), Cuba. 12(1): 1-8.

RIVAS, Z., et al. 2009. Nitrógeno y fósforo totales de los ríos tributarios al sistema Lago de Maracaibo, Venezuela. 34(5): 308-314.

RODRÍGUEZ, N. 2008. Clasificación de grupos funcionales de plantas leñosas en pinares naturales de la unidad silvícola San Andrés Pinar del Río, Cuba. CITMA. 10(1): 1-11.

ROJAS, W., et al. 2008. Estructura y composición florística de remanentes de bosque húmedo tropical en el oriente de caldas, Colombia. Bol.cient.mus.hist.nat. 12: 24 - 37.

ROMERO, C. 2004. Elaboración de un herbario local: Guía básica. Universidad de Sevilla. 11 pp.

ROMERO, L. 1995. El ecosistema del sur del lago de Maracaibo y sus sistemas de remplazo. Balance de una transformación. Centro de investigaciones ecológicas de los andes tropicales. Tesis de maestría en ecología tropical. 144 pp.

ROMERO, L. 2002. A propósito de la ley de tierras. El Sur de Lago de Maracaibo: ¿Justicia social, sin justicia ecológica? En: ¡La nueva Revista de la fundación la era agrícola! La Era Ecológica una visión alternativa de la comunicación. La valoración agroecológica frente a los conceptos y tradiciones de productividad económica. 0: 25-27.

ROMERO, L., y MONASTERIO, M. 1996. El ecosistema selvático del sur del Lago de Maracaibo y sus sistemas de reemplazo. pp.208-218. En B. RIVERA, y R. AUBAD (Eds). Santa Fe de Bogotá, Colombia: CORPOICA. El enfoque de sistemas de producción y la incorporación de criterios de políticas.

- RONDÓN, M. 1995.** Arboretum Zona Sur del lago de Maracaibo. Fase I Recopilación de información básica y establecimiento de la metodología de campo. Universidad de los Andes. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida. 54.
- SANDRO, A. 2009.** Impactos humanos en la provisión de servicios ecosistémicos por bosques tropicales muy húmedos: un enfoque de ecología funcional. Tesis en manejo y conservación de bosques tropicales y biodiversidad. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 96 pp.
- SANTOS, T., y TELLERÍA, J. 2006.** Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*. 15(2): 3-12.
- SCARIOT, A. 1999.** Forest fragmentation effects on palm diversity in central Amazonia. *J. Ecol.* 87: 66-76.
- SEGURA, G. 2012.** Identificación y caracterización de tipos de bosques en la Zona de usos Múltiples de la Reserva de Biosfera Maya, impactos del manejo forestal y propuesta de una red de parcelas permanentes de muestreo para su monitoreo. Tesis en manejo y conservación de bosques tropicales y biodiversidad. CATIE. 142 pp.
- SERRANO, J. 2005.** Metodología para el análisis estructural de bosques tropicales: Levantamiento estructural. Numérico gráfico. Universidad de los Andes. Facultad de ciencias forestales y ambientales. Instituto de Investigaciones para el desarrollo forestal Departamento de manejo de bosques.
- SHERLLY, Z. 2004.** Estructura y composición de un paisaje boscoso fragmentado: Herramienta para el diseño de estrategias de conservación de la biodiversidad. Turrialba, Costa Rica. 114 p.
- SIERRA, J. 2010.** Diversidad funcional de plantas en un paisaje agropecuario del trópico húmedo: Implicaciones en procesos de regeneración y mantenimiento de funciones ecosistémicas. Tesis de grado [Resumen]. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- SIZER, N., & TANNER, E. 1999.** Responses of woody plant seedlings to edge formation in a lowland tropical rainforest. *Amazonia. Biological Conservation*. 91: 135-142.
- SMITH, W. et al. 1997.** Leaf form and photosynthesis. (Do leaf structure and orientation? act to regulate internal light and carbon dioxide?). *Bioscience* 47 (11): 785-793.
- SOSA, C. 1997.** Interacciones entre Hormigas y Plantas. *Revista de divulgación científica y tecnológica de la asociación. Ciencia hoy*. 7(40): 1-9.
- STAELENS, J., et al. 2008.** Rainfall partitioning into throughfall, stem flow, and interception within a single beech (*Fagus sylvatica* L.) canopy: influence of foliage, rain event characteristics, and meteorology. *Hydrological Processes*. 22 (1): 33-45.

- STAGNO P., y STEEGMAYER P. 1972.** La erosión reticular en el Sur del Lago de Maracaibo. *Agronomía Tropical* 22(2): 99-118.
- STEVENS, P. 2001.** Angiosperm Phylogeny Website. Version 9, June 2008 [and more or less continuously updated since]. "Will do. [http://www.mobot.org/MOBOT/research/ APweb/](http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/). 09/05/2009.
- STEVENSON, P; y RODRÍGUEZ MARÍA. 2008.** Determinantes de la composición florística y efecto de borde en un fragmento de bosque en el Guaviare, Amazonia Colombiana. *Revista Colombia Forestal* 11: (5-17).
- STEYERMARK, J. 1979.** Plant refuge and dispersal centres in Venezuela their relic and endemic element. pp. 185-221. In K LARSEN. & L HOLM-NIELSEN (Eds). *Tropical botany*. Academic Press. London.
- STRI SMITH SONIAN INSTITUTION NEWS. 2009.** El Primer Bosque Húmedo Neotropical fue el Hogar de la Titanoboa.
- STUART, F., et al. 2000.** Consequences of changing Biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
- TABARELLI, M., MANTOVANI, W., y PERES C. 1999.** Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil *Biological Conservation* 91: 119-127.
- TAIZ. L. & E. ZEIGER. 1998.** Photosynthesis: physiological and Ecological considerations. pp. 227-249. In *Plant physiology*. Sinauer Associates.
- TANNER, EVJ., & KAPOS K. 1982.** Leaf structure of Jamaican Upper Montane Rain-Forest trees. *Biotropica* 14(1): 16-24.
- TERRÁDEZ, M. 2000.** Análisis de componentes principales. Proyecto e-Math. Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Barcelona. I- 11pp.
- THO, Y. 1991.** Tropical Moist Forests, Facts and issues. pp. 24-30. In *Actas Technical workshop to explore options for global forestry management*. Bangkok.
- TILMAN, D. 2001.** Functional diversity pp. 109-120. In LEVIN S.A. (Ed). *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press.
- TORELLA, S., et al. 2011.** Estructura, composición y estado de conservación de la comunidad de plantas leñosas del bosque de tres quebrachos en el Chaco Subhúmedo Central. *Ecología Austral. Asociación Argentina de Ecología*. 21:179-188.
- TORRES, M., et al. 2004.** Leaf Morphology of 89 Tree Species from a Lowland Tropical Rain Forest (Atlantic Forest) in South. Brazil. *Braz. arch. biol. technol.* 47(6): 933-943.

- TROPICOS ORG.** 2011. Missouri Botanical Garden. 04 Oct 2011.
<http://www.tropicos.org>.
- VALERO, J., et al.** 2006. Comportamiento fenológico y producción de frutos de algunas especies leñosas del bosque decíduo en el asentamiento Las Peñitas, al sur del estado Aragua. *Zootecnia tropical*. 24(1): 85-93.
- VALOIS, H.** 2012. Diversidad y patrones de uso de palmas en la cuenca media del río atrato, Chocó –Colombia. Universidad de Valladolid. Tesis de maestría en Conservación y uso sostenibles de sistemas forestales. 26 pp.
- VARESCHI, V.** 1992 Ecología de la vegetación tropical. Edición Especial de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. Caracas. Venezuela. 306 pp.
- VARGAS, L.** 2012. Análisis de una cronosecuencia de bosques tropicales del corredor biológico OSA. Cartago Costa Rica: Tesis de pregrado. 108 pp.
- VÁSQUEZ, C.** 1992. La fisiología ecológica de las plantas. *Ciencias, especial*. 6: 63-68.
- VEGA, M., et al.** 2008. Análisis de la variación de la diversidad de las comunidades de arbustos de sotobosque entre tres localidades al interior del Parque nacional Yanachaga Chemillen (Pasco-Perú). *Ecología Aplicada*. 7(1,2): 29-42.
- VEILLON, J.** 1989. Los bosques Naturales de Venezuela. Instituto de Silvicultura. Universidad de los Andes. Mérida.
- VIANA, V., et al.** 1997. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic Moist Forest. pp. 351-365. In W. LAURANCE. & R. BIERREGAARD (Eds.). *Tropical forest remnants. Ecology, management and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago.
- VILLAR, R., et al.** 2004. Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. pp. 191-227. En F. VALLADARES. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- WILLIAM-LINERA, G., et al.** 1998. Microenvironment and floristic of different edges in a fragmented tropical rainforest. *Conservation Biology*. 12: 1091-1102.
- WILLIAMS, G.** 1991. "Los bordes de selvas y bosques". *Ciencia y desarrollo*. 17(97): 65-71.
- WILLIAMS-LINERAS, G., y MEAVE, J.** 2002. Patrones fenológicos. pp. 408-431. En M. GUARIGUATA & G KATTAN (Eds). *Ecología y conservación de Bosques Neotropicales*. Costa Rica.
- YOUNG, K.** 2006. Bosques húmedos. pp 121-129. En M. MORAES, R. B. OLLGAARD, L. P. KVIST. F. BORCHSENIUS & H. BALSLEV (Eds).

Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés,
La Paz.

YOUNG, K.R., y LEÓN, B. 2001 Bosques Nublados del Neotrópico. pp.549-580 M.
KAPPELLE & A. D. BROWN (Eds.). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica:
INBio.

ZAMORA, M. 2010. Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional
húmedo a seco Miramar, Puntarenas Costa Rica Tesis de licenciatura. Instituto
tecnológico de Costa Rica. Cartago. 129 pp.

ZARCO, VM., et al. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque
estatal Agua blanca, Macuspana, Tabasco. Universidad y ciencia. 26(1): 1-17.

www.bdigital.ula.ve

ANEXOS

www.bdigital.ula.ve

Anexo 1. Lista de especies en la Zona sur-oeste de Lago de Maracaibo. Nómada (Nóm), y Tolerante (Tol) y Pionera (Pió).

Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio ecológico Gámez (2014) comunicación personal
1 Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i> (Bertero ex Kunth) Skeels	mijao	Pío/Nóm
	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	gateado	Pío
	<i>Spondias mombin</i> L.	jobo	Pío
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		Pío
2 Annonaceae	<i>Anaxagorea</i> aff. <i>acuminata</i> (Dunal) A.DC.		Nóm
	<i>Duguetia</i> aff. <i>macrophylla</i> R.E.Fr.	yaya	Tol
	<i>Duguetia</i> sp.1		
	<i>Oxandra venezuelana</i> R.E.Fr.	yaya	Nóm
	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	guamito,,yaya blanca	Pío
	<i>Xylopia discreta</i> (L.f.) Sprague & Hutch.	yaya	Pío
	<i>Rollinia</i> sp.1		
3 Apocynaceae	<i>Prestonia</i> sp.1		
4 Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.		Tol
	<i>Dendropanax</i> sp.1		
	<i>Dendropanax</i> sp.2		
	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin		Pío
5 Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.f.) Wess.Boer	coruba	Pío
	<i>Bactris macana</i> (Mart.) Pittier	macana	Pío
	<i>Bactris setulosa</i> H.Karst.	albarico	Nóm
	<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F.Cook	palma real	Pío/Nóm
6 Bignoniaceae	<i>Anemopaegma</i> aff. <i>chrysoleucum</i> (Kunth) Sandwith	cañaguante	
	<i>Big.</i> sp.1		
	<i>Big.</i> sp.2		
	<i>Big.</i> sp.3		
	<i>Handroanthus</i> sp. 1		Pío

Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio ecológico Gámez (2014) comunicación personal
	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.		Pío/Nóm
7 Boraginaceae	<i>Cordia sericicalyx</i> A.DC.	caujaro negro	Pío
	<i>Cordia toqueve</i> Aubl.	caujaro negro	Pío
	<i>Tournefortia angustifolia</i> Roem. & Schult.		Nóm
8 Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand		Nóm
	<i>Protium tenuifolium</i> (Engl.) Engl.		Nóm
	<i>Protium</i> sp.1		
	<i>Protium</i> sp.2		
	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart		Pío/Nóm
	<i>Tetragastris</i> aff. <i>mucronata</i> (Rusby) Swart		Pío /Nóm
	<i>Tetragastris</i> sp.1		
	<i>Trattinickia</i> sp.1		Nóm
	<i>Trattinickia</i> sp.2		Nóm
9 Capparaceae	<i>Capparis frondosa</i> Jacq.		Tol
	<i>Capparis</i> sp.1		
10 Chrysobalanaceae	<i>Chry.</i> sp.1		
	<i>Hirtella triandra</i> Sw.		Nóm
	<i>Licania apetala</i> (E.Mey.) Fritsch		Nóm
	<i>Licania octandra</i> (Hoffmanns. ex Schult.) Kuntze		Nóm
	<i>Licania silvae</i> Prance		Tol
	<i>Licania</i> sp.1		
11 Clusiaceae	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel		Nóm/Tol
12 Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.		Pío /Nóm
13 Connaraceae	<i>Connarus panamensis</i> Griseb.		Nóm

Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio ecológico Gámez (2014) comunicación personal
14 Convolvulaceae	<i>Con.</i> sp. 1		
15 Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp. 1		Tol
	<i>Sloanea</i> sp. 2		Tol
16 Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.		Pío /Nóm
	<i>Eup.</i> sp. 1		
	<i>Eup.</i> sp. 2		
	<i>Mabea</i> sp. 1		
	<i>Nealchornea</i> sp. 1		Nóm
	<i>Senefeldera testiculata</i> Pittier		Nóm
17 Fabaceae	<i>Albizia pistaciifolia</i> (Willd.) Barneby & J.W. Grimes		Pío/Nóm
	<i>Albizia subdimiata</i> (Splitg.) Barneby & J.W. Grimes		Pío/Nóm
	<i>Andira inermis</i> (Wright) DC.		Pío
	<i>Bauhinia coronata</i> Benth.	bejuco cadena	Tol
	<i>Bauhinia rubiginosa</i> Bong.	bejuco cadena	Tol
	<i>Bauhinia</i> sp. 1	bejuco cadena	Tol
	<i>Bauhinia</i> sp. 2		Tol
	<i>Brownea coccinea</i> Jacq.	chupón o guamaraco	Nóm
	<i>Brownea macrophylla</i> Linden	guamo piedra, palo de cruz	Nóm
	<i>Calliandra pittieri</i> Standl.		Pío
	<i>Clitoria</i> sp. 1		Pío
	<i>Copaifera officinalis</i> L.	cabima	Pío/Nóm

Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio ecológico Gámez (2014) comunicación personal
	<i>Copaifera venezuelana</i> Harms & Pittier	cabima	Pío/Nóm
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	aracico	Pío/Ním
	<i>Inga aff. fastuosa</i> (Jacq.) Willd.		Pío
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	guamo	Pío/Nóm
	<i>Inga cocleensis</i> Pittier		Nom/Tol
	<i>Inga edulis</i> Mart.	guamo	Pío/Nóm
	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	guamo	Pío/Nóm
	<i>Inga multijuga</i> Benth.	guamo	
	<i>Inga nobilis</i> Willd.		Pío/Nóm
	<i>Inga sapindoides</i> Willd.	guamo	Pío/Nóm
	<i>Inga</i> sp.1	guamo	
	<i>Inga</i> sp.2	guamo	
	<i>Inga</i> sp.3		
	<i>Lonchocarpus aff. sericeus</i> (Poir.) DC.		Pío
	<i>Lonchocarpus heptaphyllus</i> (Poir.) DC.		Pío
	<i>Lonchocarpus</i> sp.1		Pío
	<i>Lonchocarpus</i> sp.2		Pío
	<i>Lonchocarpus</i> sp.3		Pío
	<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli		Pío
	<i>Machaerium capote</i> Dugand	siete cueros	Pío
	<i>Machaerium truxillense</i> Pittier		Pío
	<i>Ormosia</i> sp.1		Nóm
	<i>Ormosia</i> sp.2		Nóm
	<i>Ormosia</i> sp.3		Nom
	<i>Pterocarpus</i> sp.1		Pío/Nóm
	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose		Pío

Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio ecológico Gámez (2014) comunicación personal
	<i>Swartzia</i> sp.1	sangre de drago	Nóm
	<i>Swartzia</i> sp.2		Nóm
	<i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle	guamo cacho	Pio
	<i>Zygia longifolia</i> (Willd.) Britton & Rose	guamo cacho	Pio
18 Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	punta de lanza	Pio
	<i>Vismia macrophylla</i> Kunth	punta de lanza	Pio
19 Icacinaceae	<i>Citronella</i> sp.1	cabimero	Nóm
20 Lauraceae	<i>Aniba</i> sp.1		Tol
	<i>Lau</i> .sp.1		
	<i>Lau</i> .sp.2		
	<i>Lau</i> .sp.3		
	<i>Lau</i> .sp.4		
	<i>Lau</i> .sp.5		
	<i>Nectandra</i> sp.1		Nóm
	<i>Nectandra</i> sp.2		Nóm
	<i>Ocotea</i> aff. <i>karsteniana</i> Mez		Nóm
	<i>Ocotea</i> aff. <i>neesiana</i> (Miq.) Kosterm.		Nóm
	<i>Persea</i> sp.1		Pio
21 Lecythidaceae	<i>Couratari</i> aff. <i>macrosperma</i> A.C.Sm.		Tol
	<i>Gustavia augusta</i> L.	mula muerta o moribundo	Tol
	<i>Lecythis corrugata</i> Poit.	coco de mono	Nóm
22 Loganiaceae	<i>Strychnos panamensis</i> Seem.		Nóm/Tol
	<i>Strychnos</i> sp.1		Nóm
	<i>Strychnos</i> sp.2		Nóm
23 Malpighiaceae	<i>Byrsonima spicata</i> (Cav.) Rich. ex Kunth		Pio

Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio ecológico Gámez (2014) comunicación personal
24 Malvaceae	<i>Apeiba</i> aff. <i>schomburgkii</i> Szyszyl.		Pio
	<i>Byttneria</i> sp.1		Pio
	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.		Pio
	<i>Ceiba samauna</i> (Mart. & Zucc.) K.Schum.		Pio
	<i>Goethalsia meiantha</i> (Donn.Sm.) Burret		Pio
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	guasimo	Pio
	<i>Herrania albiflora</i> Goudot		Tol
	<i>Luehea cymulosa</i> Spruce ex Benth.	guasimo rojo	Pío/Nóm
	<i>Luehea seenmanii</i> Triana & Planch		Pio
	<i>Luehea</i> sp.1		Pio
	<i>Pachira quinata</i> (Jacq.) W.S.Alverson		Pío/Nóm
	<i>Quararibea magnifica</i> Pittier		Tol
	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H.Karst.		Pio
	<i>Theobroma</i> sp.1	cacao silvestre	Tol
	<i>Theobroma</i> sp.2		Tol
25 Melastomataceae	<i>Bellucia</i> sp.1		Pío/Nóm
	<i>Tibouchina</i> sp.1		Pio
26 Meliaceae	<i>Trichilia martiana</i> C.DC.		Nóm
	<i>Trichilia maynasiana</i> C.DC.		Nóm
	<i>Trichilia singularis</i> C.DC.		Tol
27 Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.		Tol
28 Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	guayabo santo	Pío/Nóm
	<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg	guacharaco	Pío/Nóm
	<i>Brosimum</i> sp.1	guacharaco	Nóm
	<i>Brosimum</i> sp.2	guacharaco	Nóm

Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio ecológico Gámez (2014) comunicación personal
	<i>Brosimum</i> sp.3	guacharaco	Nóm
	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.		Tol
	<i>Ficus</i> aff. <i>amazonica</i> (Miq.) Miq.	higuerón	Pío/Nóm
	<i>Ficus palida</i> Vahl		Pío/Nóm
	<i>Ficus</i> sp.1	higuerón	Pío/Nóm
	<i>Ficus</i> sp.2	higuerón	Pío/Nóm
	<i>Ficus</i> sp.3	higuerón	Pío/Nóm
	<i>Ficus</i> sp.4	higuerón	Pío/Nóm
	<i>Perebea</i> sp.1		Pío/Nóm
	<i>Sorocea</i> aff. <i>hirtella</i> Mildbr		Nóm
	<i>Sorocea sprucei</i> (Baill.) J.F.Macbr.		Nóm
	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	guaimaro lechero	Nóm/Tol
	<i>Trophis</i> sp.1	guaimaro lechero	Nóm/Tol
	<i>Trophis</i> sp.2		Nóm/Tol
29 Myrtaceae	<i>Eugenia</i> aff. <i>oerstediana</i> O.Berg		Tol
	<i>Eugenia patrisii</i> Vahl		Tol
	<i>Eugenia</i> sp.1		Tol
	<i>Eugenia</i> sp.2		Tol
	<i>Myr.</i> sp.1		Tol
	<i>Myr.</i> sp.2		Tol
	<i>Myrcia</i> sp.1		Tol
	<i>Myrcia</i> sp.2		Tol
	<i>Myrciaria</i> aff. <i>floribunda</i> (H. West ex Willd.) O.Berg		Nóm
	<i>Psidium</i> aff. <i>sartorianum</i> (O.Berg) Nied.		Nóm
30 Peraceae	<i>Pera arborea</i> Mutis		Pío/Nóm

Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio ecológico Gámez (2014) comunicación personal
31 Phyllanthaceae	<i>Hyeronima</i> sp.1		Nóm
	<i>Margaritaria</i> sp.1		Pio
	<i>Phyllanthus attenuatus</i> Miq.		Pio
32 Phytolaccaceae	<i>Seguiera</i> sp.1		Pio
33 Picrodendraceae	<i>Podocalyx loranthoides</i> Klotzsch		Pio
34 Piperaceae	<i>Piper</i> sp.1		
35 Polygonaceae	<i>Coccoloba padiformis</i> Meisn.		Nóm
	<i>Coccoloba</i> sp.1		
	<i>Coccoloba</i> sp.2		
	<i>Ruprechtia</i> sp.1		Nóm
	<i>Triplaris</i> sp.1		Pio
	<i>Triplaris</i> sp.2		Pio
36 Primulaceae	<i>Stylogyne micrantha</i> (Kunth) Mez		Tol
	<i>Stylogyne turumiquirensis</i> Steyerm.		Tol
	<i>Stylogyne</i> sp.1		Tol
	<i>Stylogyne</i> sp.2		Tol
37 Rubiaceae	<i>Chomelia</i> sp.1		Tol
	<i>Genipa americana</i> L.		Pio
	<i>Isertia haenkeana</i> DC.		Tol
	<i>Leptactinia</i> sp.1		
	<i>Palicourea</i> aff. <i>buntingii</i> Steyerm.		Nóm
	<i>Palicourea crocea</i> var. <i>riparia</i> (Benth.) Griseb.	cadillo de venado	Nóm
	<i>Posoqueria</i> sp.1		Tol
	<i>Psychotria</i> aff. <i>macrophylla</i> subsp. <i>anomothyrsa</i> (K.Schum. & Donn.Sm.) Steyerm.		Nóm
	<i>Psychotria</i> aff. <i>uliginosa</i> Sw.		Nóm
	<i>Psychotria microdon</i> (DC.) Urb.		Nóm

Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio ecológico Gámez (2014) comunicación personal
	<i>Psychotria</i> sp.1		Nóm
	<i>Psychotria</i> sp.2		Nóm
	<i>Psychotria</i> sp.3		Nóm
	<i>Randia</i> sp.1		Pío
	<i>Randia</i> sp.2		Pío
	<i>Randia</i> sp.3		Pío
	<i>Rub.</i> sp.1		
	<i>Rub.</i> sp.2		
	<i>Rub.</i> sp.3		
	<i>Rub.</i> sp.4		
	<i>Uncaria guianensis</i> (Aubl.) J.F.Gmel.	uña de gato	Nóm
38 Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	limoncillo de monte	Pío
	<i>Casearia aculeata</i> Jacq.		Pío
	<i>Casearia corimbosa</i> Kunth		Pío
	<i>Casearia</i> sp. 1	fruto paují	Pío
39 Sapindaceae	<i>Cupania americana</i> L.		Pío/Nóm
	<i>Dilodendron elegans</i> (Radlk.) A.H.Gentry & Steyerm.		Pío
	<i>Dilodendron</i> sp.1		Pío
	<i>Paullinia</i> sp.1	fruto de paloma	Pío
	<i>Serjania</i> sp.1		Pío
	<i>Serjania</i> sp.2		Pío
	<i>Talisia</i> sp.1		Pío
	<i>Talisia</i> sp.2		Pío
40 Sapotaceae	<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.		Nóm
	<i>Chrysophyllum</i> sp.1		Nóm
	<i>Pouteria anibifolia</i> (A.C.Sm.)	zapotico	Tol

Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio ecológico Gámez (2014) comunicación personal
	Baehni		
	<i>Pouteria bangii</i> (Rusby) T.D.Penn.		Nóm
	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.		Pio
	<i>Pouteria coriacea</i> (Pierre) Pierre		Pio
	<i>Pouteria lucumifolia</i> (Reissek ex Maxim.) T.D.Penn.		Nóm
41 Simaroubaceae	<i>Quassia amara</i> L.		Nóm
42 Solanaceae	<i>Sol.</i> sp. 1		Nóm
43 Styracaceae	<i>Styrax</i> sp. 1		Pio
44 Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp. 1	orumo o yarumo	Pio
	<i>Pourouma bicolor</i> subsp. <i>scobina</i> (Benoist) C.C.Berg & Heusden	orumo o yarumo	Pio
45 Verbenaceae	<i>Aegiphila odontophylla</i> Donn.Sm.		Nóm
46 Violaceae	<i>Hybanthus prunifolius</i> (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Schulze-Menz		Tol
	<i>Rinorea macrocarpa</i> (Mart. ex Eichler) Kuntze	cadillo de venado	Tol

Anexo 2. Lista de familias, especies y número de individuos del Fragmento Grande Borde (FGB), Fragmento Grande Interior (FGI), Fragmento Pequeño Borde (FPB), y Fragmento Pequeño interior (FPI)

Familia	FGB		FGI		FMB		FMI		FPB		FPI	
	spp.	indiv.										
Anacardiaceae	2	9	3	7	1	3	2	3	3	7	2	2
Annonaceae	1	2	2	18	3	5	2	3	3	10	2	7
Apocynaceae	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Araliaceae	1	1	-	-	-	-	1	1	2	4	1	3
Arecaceae	1	15	2	30	3	16	3	32	3	67	3	111
Bignoniaceae	1	1	3	5	-	-	1	2	-	-	2	3
Boraginaceae	-	-	1	1	1	3	1	1	1	1	-	-
Burseraceae	2	2	-	-	-	-	2	5	3	10	5	12
Caparaceae	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	1	2
Chrysobalanaceae	1	6	-	-	1	1	3	4	1	2	1	1
Combretaceae	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-
Convolvulaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3
Clusiaceae	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Connaraceae	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Elaeocarpaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	1	3
Euphorbiaceae	1	4	3	17	4	15	3	24	3	13	2	16
Fabaceae	8	46	10	48	15	95	14	58	14	73	1	33
Hypericaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	3	1
Icacinaceae	-	-	-	-	1	7	1	13	-	-	-	-
Lauraceae	-	-	1	1	3	3	1	2	3	4	2	7
Lecythidaceae	1	10	1	10	1	2	2	9	1	6	11	5
Loganiaceae	2	6	1	1	-	-	7	16	-	-	-	-
Malpighiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
Malvaceae	4	39	3	7	4	24	1	1	5	16	6	17
Melastomataceae	-	-	-	-	-	-	2	4	1	2	-	-
Meliaceae	-	-	2	2	1	1	-	-	-	-	1	1
Monimiaceae	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Moraceae	4	5	8	18	4	6	6	13	6	26	4	10
Myrtaceae	3	5	4	12	4	8	2	7	2	5	1	1
Peraceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Phyllanthaceae	-	-	1	2	1	1	-	-	1	2	2	1
Picrodendraceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Piperaceae	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
Phytolaccaceae	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Polygonaceae	1	3	1	5	1	4	2	12	4	9	1	6
Primulaceae	2	8	1	1	3	9	2	2	-	-	-	-
Rubiaceae	3	22	6	11	8	36	4	10	7	15	4	6
Salicaceae	1	1	1	1	1	1	1	6	-	-	3	6
Sapindaceae	-	-	3	3	1	1	1	2	5	10	1	1
Sapotaceae	-	-	5	13	1	2	3	5	3	5	-	-
Simaroubaceae	-	-	-	-	-	-	1	2	1	3	1	1
Solanaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
Styracaceae	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-
Urticaceae	-	-	1	1	1	10	-	-	1	5	-	-
Verbenaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Violaceae	1	11	1	9	2	2	2	4	1	1	1	1
TOTAL	42	198	68	230	66	256	74	246	80	306	66	263

Anexo 3. Test de Kruskal Wallis H/P ; (Mann Whitney). P< 0,05 Valores con letras indican diferencias significativas correspondientes a cada uno de los estados de caracteres

Carácter	FGB		FGI		FMB		FMI		FPB		FPI	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
Fenología												
perennifolio	0,64	0,05	-0,20	0,56	0,27	0,42	-0,02	0,96	0,11	0,77	0,39	0,27
Indumento de la hoja												
gla/gla	0,51	0,12	0,33	0,33	-0,03	0,93	-0,09	0,97	0,05	0,86	-	-
gla/tri	0,20	0,58	-0,61	0,004	0,10	0,76	0,041	0,90	0,26	0,40	0,36	0,29
tri/gla	-	-	-0,07	0,84	-0,54	0,08	-	-	-	-	-	-
tri/tri	0,32	0,36	0,095	0,78	-0,15	0,65	0,031	0,92	0,24	0,49	0,28	0,41
Tamaño de hoja												
macrófilo	0,12	0,76	0,45	0,17	0,30	0,33	-0,34	0,31	0,10	0,79	0,44	0,20
megáfilo	-	-	-0,20	0,56	-	-	-	-	0,29	0,60	-	-
mesófilo	0,21	0,54	-0,29	0,40	-0,30	0,38	0,05	0,89	0,58	0,08	0,07	0,84
micrófilo	0,33	0,36	-0,04	0,90	-0,51	0,11	0,19	0,58	0,61	0,07	0,68	0,09
notófilo	0,42	0,25	-0,28	0,40	0,35	0,35	0,48	0,14	0,38	0,28	0,26	0,47
Forma de la hoja simple												
elíptica	-0,30	0,41	0,01	0,98	-0,50	0,12	0,01	0,98	0,59	0,07	0,29	0,41

Anexo 4. Correlación de Sperman para los fragmentos boscosos del sur-oeste del Lago de Maracaibo. $p \leq 0,05$ significativo.

Carácter/ Estados	H/P	FGB	FGI	FMB	FMI	FPB	FPI
Fenología foliar							
perennifolio	8,39/0,14	(0,0448) a	-	-	(0,0448) a (0,0448) b	(0,0448) b	
Indumento foliar							
(gla/gla)	13,40/0,020		(0,010) a	(0,010) a (0,010) b (0,024) c	(0,010) b	-	(0,024)c
(gla/tri)	8,33/0,14	(0,0486) a (0,0413) b	-	(0,0486)a	-	(0,0413)b	-
(tri/tri)	15,1/0,109	(0,0083)a (0,0075)c (0,011) d	(0,0083) a (0,039) b	(0,039) b	(0,0075) c	-	(0,011)d
Tamaño de hoja							
macrófilo	8,63/0,125	(0,0031) a	-	(0,0032) b	-	-	(0,00312) a (0,00317) b
mesófilo	9,09/0,106	0,0448) a	(0,0448) a (0,0071) b	(0,0071) b (0,038) c	-	-	(0,038) c
micrófilo	7,78/0,277	(0,037) a	-	-	-	-	(0,037) a
notófilo	9,44/0,106	(0,0083) a (0,0317) b	(0,0083) a	b (0,0317)	-	-	-
Forma de la hoja simple							
elíptica		-	(0,020) a	-	-	-	(0,020) a
notófilo	9,44/0,106	(0,0083) a (0,0317) b	(0,0083) a	b (0,0317)	-	-	-
Forma de la hoja simple							
elíptica		-	(0,020) a	-	-	-	(0,020) a

Anexo 5. Especies de plantas correspondientes al tipo funcional de plantas TFPs (TFP 1, TFP 2, TFP 3, y TFP 4) en la zona Sur-oeste del Lago de Maracaibo.

TFPs	Nombre científico	
TFPs1	<i>Astronium graveolens</i>	<i>Gustavia augusta</i>
	<i>Brosimum alicastrum</i>	<i>Hymenaea courbaril</i>
	<i>Brosimum</i> sp.2	<i>Inga alba</i>
	<i>Brosimum</i> sp.3	<i>Inga edulis</i>
	<i>Brownea coccinea</i>	<i>Inga</i> sp.1
	<i>Brownea macrophylla</i>	<i>Inga</i> sp.2
	<i>Capparis frondosa</i>	<i>Inga</i> sp.3
	<i>Capparis</i> sp.2	<i>Isertia haenkeana</i>
	<i>Cecropia</i> sp.1	<i>Lonchocarpus heptaphyllus</i>
	<i>Chomelia</i> sp.1	<i>Lonchocarpus</i> sp.3
	<i>Citronella</i> sp.1	<i>Machaerium capote</i>
	<i>Coccoloba padiformis</i>	<i>Mabea</i> sp.1
	<i>Coccoloba</i> sp.2	<i>Margaritaria</i> sp.1
	<i>Connarus panamensis</i>	<i>Myr.</i> sp.2
	<i>Couratari</i> aff. <i>macrosperma</i>	<i>Myrciaria</i> aff. <i>floribunda</i>
	<i>Dendropanax arboreus</i>	<i>Nectandra</i> sp.1
	<i>Eugenia</i> aff. <i>oerstediana</i>	<i>Ocotea</i> aff. <i>neesiana</i>
	<i>Eugenia patrisii</i>	<i>Posoqueria</i> sp.1
	<i>Eugenia</i> sp.1	<i>Pouteria anibaefolia</i>
	<i>Eup.</i> sp.1	<i>Pouteria coriacea</i>
	<i>Garcinia madruno</i>	<i>Prestonia</i> sp.1
	<i>Palicourea</i> aff. <i>buntingii</i>	<i>Swartzia</i> sp.1
	<i>Palicourea crocea</i> var. <i>riparia</i>	<i>Swartzia</i> sp.2
	<i>Protium tenuifolium</i>	<i>Stylogyne turumiquirensis</i>
	<i>Psychotria</i> sp.2	<i>Tapirira guianensis</i>
	<i>Psychotria</i> sp.3	<i>Tetragastris</i> aff. <i>mucronata</i>
	<i>Pterocarpus</i> sp.1	<i>Tetragastris altissima</i>
	<i>Quararibea magnifica</i>	<i>Theobroma</i> sp.2
	<i>Quassia amara</i>	<i>Trattinickia</i> sp.1
	<i>Randia</i> sp.2	<i>Trattinickia</i> sp.2
	<i>Rinorea macrocarpa</i>	<i>Trichilia maynasiana</i>
	<i>Rub.</i> sp.2	<i>Trichilia singularis</i>
	<i>Ruprechtia</i> sp.1	<i>Trichilia</i> sp.1
	<i>SeQUIERIA</i> sp.1	<i>Trichilia</i> sp.2
<i>Sloanea</i> sp.2	<i>Triplaris</i> sp.1	
<i>Sorocea</i> aff. <i>hirtella</i>	<i>Triplaris</i> sp.2	
<i>Sorocea spruce</i>	<i>Trophis</i> sp.1	
<i>Stylogine micrantha</i>	<i>Trophis</i> sp.2	
<i>Stylogyne</i> sp.1	<i>Zygia latifolia</i>	
<i>Stylogyne</i> sp.2	<i>Zygia longifolia</i>	

TFPs	Nombre científico	
TFPs2	<i>Acalypha diversifolia</i>	Big.sp.3
	<i>Aegiphila odontophylla</i>	Lonchocarpus sp.2
	<i>Anaxagorea aff. acuminata</i>	<i>Luehea cymulosa</i>
	<i>Anemopaegma aff. chrysoleucum</i>	<i>Luehea seenmanii</i>
	<i>Aniba sp.1</i>	<i>Luehea sp.1</i>
	<i>Bauhinia coronata</i>	<i>Mabea sp.1</i>
	<i>Bellucia sp.1</i>	<i>Ocotea aff. karsteniana</i>
	<i>Big.sp.1</i>	<i>Ormosia sp.1</i>
	<i>Big.sp.2</i>	<i>Ormosia sp.2</i>
	<i>Brosimum lactescens</i>	<i>Oxandra venezuelana</i>
	<i>Brosimum sp.1</i>	<i>Pachira quinata</i>
	<i>Calliandra pittieri</i>	<i>Podocalyx loranthoides</i>
	<i>Casearia sylvestris</i>	<i>Psidium aff. sartorianum</i>
	<i>Casearia corimbosa</i>	<i>Psychotria aff. uleginosa</i>
	<i>Casearia sp. 1</i>	<i>Psychotria aff. macrophylla subs. anormothyrcia</i>
	<i>Chry.sp.1</i>	<i>Psychotria microdon</i>
	<i>Chrysophyllum argenteum</i>	<i>Psychotria sp.1</i>
	<i>Clitoria sp.1</i>	<i>Randia acuminata</i>
	<i>Coccoloba sp.1</i>	<i>Randia sp.1</i>
	<i>Con.sp.1</i>	<i>Randia sp.3</i>
	<i>Cordia sericicalyx</i>	<i>Rollinia sp.1</i>
	<i>Dendropanax sp.1</i>	<i>Rub.sp.1</i>
	<i>Duguetia sp.1</i>	<i>Rub.sp.3</i>
	<i>Eugenia sp.2</i>	<i>Rub.sp.4</i>
	<i>Eup.sp.2</i>	<i>Senefeldera testiculata</i>
	<i>Genipa americana</i>	<i>Serjania sp.2</i>
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Siparuna guianensis</i>
	<i>Hirtella triandra</i>	<i>Sol. sp.1</i>
	<i>Hybanthus prunifolius</i>	<i>Strychnos panamensis</i>
	<i>Hyeronima sp.1</i>	<i>Strychnos sp.1</i>
	<i>Inga aff. fastuosa</i>	<i>Strychnos sp.2</i>
	<i>Inga laurina</i>	<i>Terminalia oblonga</i>
	<i>Lau.sp.1</i>	<i>Theobroma sp.1</i>
	<i>Lau.sp.2</i>	<i>Tibouchina sp.1</i>
	<i>Lau.sp.3</i>	<i>Tournefortia angustifolia</i>
	<i>Lau.sp.5</i>	<i>Trophis racemosa</i>
	<i>Licania apetala</i>	<i>Uncaria guianensis</i>
	<i>Licania octandra</i>	<i>Vismia baccifera</i>
	<i>Licania silvae</i>	<i>Vismia macrophylla</i>
	<i>Licania sp.1</i>	<i>Xylopia aromatica</i>
<i>Machaerium truxillense</i>	<i>Xylopia discreta</i>	
<i>Myrcia sp.2</i>		
<i>Myr.sp.1</i>		
<i>Myrcia sp.1</i>		
<i>Nectandra sp.2</i>		

TFPs	Nombre científico	
TFPs3	<i>Albizia subdimiata</i>	<i>Ficus</i> sp.3
	<i>Anacardium excelsum</i>	<i>Ficus</i> sp.4
	<i>Apeiba</i> aff. <i>schomburgkii</i>	<i>Handroanthus</i> sp.1
	<i>Bauhinia rubiginosa</i>	<i>Lau</i> .sp.4
	<i>Byrsonima spicata</i>	<i>Lecythis corrugata</i>
	<i>Bytneria</i> sp.1	<i>Leptactinia</i> sp.1
	<i>Casearia aculeata</i>	<i>Lonchocarpus</i> aff. <i>sericeus</i>
	<i>Ceiba pentandra</i>	<i>Machaerium biovulatum</i>
	<i>Ceiba samauna</i>	<i>Pera arborea</i>
	<i>Chrysophyllum</i> sp.1	<i>Perebea</i> sp.1
	<i>Clarisia biflora</i>	<i>Pouteria caimito</i>
	<i>Copaifera officinalis</i>	<i>Pouteria lucumifolia</i>
	<i>Copaifera venezuelana</i>	<i>Protium heptaphyllum</i>
	<i>Cordia toqueve</i>	<i>Protium</i> sp.1
	<i>Dendropanax</i> sp.2	<i>Protium</i> sp.2
	<i>Duguetia</i> aff. <i>macrophylla</i>	<i>Sloanea</i> sp.1
	<i>Ficus</i> aff. <i>amazonica</i>	<i>Spondias mombin</i>
	<i>Ficus palida</i>	<i>Tabebuia rosea</i>
	<i>Ficus</i> sp.1	<i>Talisia</i> sp.1
	<i>Tetragastris</i> sp.1	<i>Talisia</i> sp.2
	<i>Trichilia martiana</i>	
	<i>Goethalsia mziantha</i>	
	<i>Ficus</i> sp.2	
TFPs	Nombre científico	
TFPs4	<i>Albizia pistaciifolia</i>	<i>Pourouma bicolor</i> subsp. <i>scobina</i>
	<i>Dilodendron elegans</i>	<i>Lonchocarpus</i> sp.1
	<i>Cupania americana</i>	<i>Inga cocleensis</i>
	<i>Inga nobilis</i>	<i>Inga multijuga</i>
	<i>Nealchornea</i> sp.1	<i>Andira inermis</i>
	<i>Senegalia polyphylla</i>	<i>Inga sapindoides</i>
	<i>Styrax</i> sp.1	<i>Schefflera morototoni</i>
	<i>Herrania albiflora</i>	<i>Sterculia apetala</i>