

QK62,  
84

Universidad de los Andes  
Facultad de Ciencias  
Postgrado en Botánica Taxonómica Neotropical (BOTANE)

**Diversidad florística y funcional de las Leguminosas  
leñosas en los fragmentos boscosos del suroeste del lago  
de Maracaibo con miras a la restauración ecológica.**

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

**Lcda Liliana Margarita Ojeda Manjarrés**

Junio de 2014  
Mérida, Venezuela

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela  
(CC BY - NC - SA 3.0 VE )

Universidad de los Andes  
Facultad de Ciencias  
Postgrado en Botánica Taxonómica Neotropical (BOTANE)

**Diversidad florística y funcional de las Leguminosas leñosas en los fragmentos boscosos del suroeste del lago de Maracaibo con miras a la restauración ecológica.**

www.bdigital.ula.ve

**Lcda Liliana Margarita Ojeda Manjarrés**

**Tutor institucional:** Profesor Dr. Juan Gaviria

**Cotutor:** M.Sc. Luis Enrique Gamez

**Asesor:** Profesor Dr. Nestor Gutierrez

Junio de 2014  
Merida, Venezuela

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela  
(CC BY - NC - SA 3.0 VE )

**DEDICATORIA**

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

Para mis futuros hijos que están por venir

## AGRADECIMIENTOS

Muchas gracias a la coordinación del postgrado BOTANE, en especial a la profesora Rebeca Luque y Carmen, por su sincera colaboración en mi estancia, por la gestión desarrollada y tramitación de documentos, que sin su ayuda, no podría estar hoy aquí. Al profesor Gustavo Fermín, por su colaboración en nuestras salidas de campo.

Al CEP, por el otorgamiento de una ayuda económica para la maestría, muchas gracias a todo el personal por su buena atención.

Al CDCHTA de la ULA, por el financiamiento de la tesis de grado a través de la subvención C-1779-12-01-EM, gracias por su colaboración económica que fue de mucha ayuda para poder realizar este trabajo.

Por la participación al proyecto dirigido por el profesor Péfaur y bajo la coordinación de Marisela, que fue una parte clave también para poder culminar con las salidas de campo.

Muchísimas gracias al director Alí Rosario de servicios generales y servicio de comedor de la Universidad de los Andes, que colaboró mucho en la provisión de víveres para las salidas de campo cuando aún no había financiamiento.

Muchas gracias al equipo de campo apodado los “cazadores de relictos”, conformados por Norka Santos, Manuela Egerman, Nain González, Nestor Gutierrez, Marina Mazón, Daniel Arenas, Samir Nasser y a mi tutor Juan Gaviria, por el gran apoyo que me brindaron y por el buen trabajo de equipo que realizamos.

Muchas gracias a, Chinka y su esposo el Sr. Guillermo, Aixon, Yusmel, al Sr. Pichirilo, a la familia de Santa Bárbara y a todas las personas de la zona que nos permitieron trabajar en sus predios y que sinceramente nos brindaron su casa y sus atenciones con mucho cariño.

A mi familia en especial a mi madre que siempre se ha esforzado por darnos un buen ejemplo de vida y superación tanto en su vida profesional como en lo personal y su gran apoyo en mi estadía en este país, a mi querida hermanita menor Diana que siempre ha estado allí pendiente de mí y a mi papá por sus buenos consejos y buen sentido del humor.

A mi querido esposo Nain González, por los hermosos momentos vividos en nuestra estadía, por el apoyo en mis salidas de campo, por sus consejos que hizo de esto una experiencia inolvidable en mi vida.

A mi amiga y compañera de postgrado Norka Santos porque fue un gran apoyo en toda la carrera.

A mi tutor Juan Gaviria, Cotutor Enrique Gámez y asesor estadístico Nestor Gutierrez por el gran apoyo que me brindaron para poder desarrollar este trabajo y demás personas que también se interesaron en colaborar en este proyecto, muchas gracias.

A mi amiga Meibi por su gran apoyo y sugerencias en el trabajo de grado.

Al herbario MERC (profesor coco, Adela y Mili) y MERF (al profesor Pablo Meléndez) por el apoyo en las determinaciones y colaborarnos en el chequeo de sus colecciones para la corroboración de las muestras botánicas tomadas en este estudio.

Muchas gracias al creador por permitirme vivir esta experiencia tan maravillosa de conocer este país llamado Venezuela, donde su gente es muy cálida y donde sus bosques son encantadores.

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

## RESUMEN

El bosque húmedo del Sur del Lago de Maracaibo es un importante resguardo de biodiversidad y centro de dispersión de los bosques de tierras bajas del país (Steyermark 1979). Sin embargo, éste ha sido deforestado (Romero 1995), quedando solo un 2 % que corresponde en su mayoría a fragmentos boscosos inundables dispersos e inmersos en una matriz transformada (Romero 2002). En este trabajo se estudió la diversidad florística y composición funcional de las Leguminosas leñosas en tres categorías de fragmentos por tamaño: 2 grandes (>100 ha), 6 medianos (11-80 ha) y 9 para los pequeño (<10 ha), para los cuales se realizaron parcelas de borde e interior (sectorizaciones del fragmento) con el método Gentry (1982), midiendo los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP)  $\geq 2,5$  cm a 1,30 m del suelo y otras especies de Fabaceae se colectaron directamente por recorridos. Las Fabaceae fueron el grupo más abundante, dominante y de mayor riqueza en el área de Madre Vieja reportándose 85 especies. Las categorías que resultaron con mayores valores de abundancia riqueza y diversidad fueron los fragmentos medianos, encontrándose diferencias significativas. La composición florística observada en la ordenación de las 6 categorías de fragmentos a partir de las Leguminosas recolectadas en las 60 subparcelas (50 x 2 m), fueron muy similares entre sí, a diferencia de la composición florística en las 6 categorías de fragmentos a partir de las 10 subparcelas (50 x 2 m), donde se observa una clara separación de las categorías en el plano bidimensional en relación a las categorías por el tamaño de los fragmentos y su correspondiente área de interior y borde. En relación a la funcionalidad, se conformaron los grupos funcionales por el servicio de carbono, alimentación y regulación hídrica, basado en los caracteres morfológicos relacionados con cada servicio. En la composición de tipos funcionales por la suma de áreas basales con relación a las categorías de fragmentos se establecieron diferencias significativas excepto para el servicio de regulación hídrica.

**Palabras Claves:** Bosque húmedo tropical, categoría de fragmentos, composición, diversidad, Fabaceae, servicios ecosistémicos, tipos funcionales.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTOS .....	V
RESUMEN .....	VII
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Objetivos .....	3
1.1.1. Objetivo general .....	3
1.1.2. Objetivos específicos .....	3
1.2. Hipótesis de trabajo .....	3
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	4
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	9
<b>4. ANTECEDENTES</b> .....	12
4.1. Florísticos .....	12
4.2 Funcionales .....	14
<b>5. METODOLOGÍA</b> .....	17
5.1. Área de estudio .....	17
5.2. Muestreo .....	21
5.3. Estructura y composición florística .....	22
5.3.1. Diversidad .....	22
5.3.1.1. Riqueza .....	22
5.3.1.2. Índices de diversidad .....	22
5.3.2. Estructura vertical .....	23
5.3.3. Abundancia .....	23
5.3.4. Índice de valor de importancia .....	24
5.3.5. Comparación de la composición por categorías de fragmentos .....	25
5.4. Cálculos funcionales .....	27
5.4.1. Rasgos funcionales .....	27
5.4.2. Abundancia relativa de loa rasgos .....	31
5.4.3. Tipos funcionales .....	31
5.4.4. Descripción y composición de tipos funcionales de plantas (TFPs) .....	32
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	33
6.1 Florística .....	34

6.1.1. Diversidad .....	34
6.1.2. Estructura vertical .....	43
6.1.3. Abundancia .....	50
6.1.4. Valor de importancia .....	53
6.1.5. Composición .....	59
6.2. Funcionalidad .....	66
6.2.1. Abundancia relativa de los rasgos .....	66
6.2.2. Análisis de componentes principales .....	72
6.2.2.1. Servicio carbono .....	72
6.2.2.2. Servicio alimento .....	73
6.2.2.3. Servicio hídrico .....	74
6.2.3. Formación de tipos funcionales .....	75
6.2.3.1. Servicio carbono .....	75
6.2.3.2. Servicio alimento .....	79
6.2.3.3. Servicio hídrico .....	82
6.2.4. Composición de tipos funcionales .....	85
6.2.4.1. Servicio carbono .....	85
6.2.4.2. Servicio alimento .....	88
6.2.4.3. Servicio hídrico .....	91
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	92
<b>8. RECOMENDACIONES</b> .....	94
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	95
<b>10. ANEXOS</b> .....	118

## 1. INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales de América latina y el Caribe son los más importantes del mundo por su gran extensión geográfica, mayor riqueza biológica y complejidad ecológica; destacándose dentro de la región neotropical, los bosques húmedos de tierras bajas (Hartshorn 2002), de indiscutible funcionalidad y biodiversidad, contribuyen con el 50% aproximadamente de las especies definidas en el mundo (Gentry 1993). Actualmente, la conservación y el manejo de los bosques húmedos tropicales por su permanencia es una prioridad mundial dada la gran amenaza de deforestación a las que están constantemente expuestos (Comité Técnico Interagencial del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe 2000)

Venezuela se destaca dentro de los países en el mundo con mayor extensión de bosques tropicales (Hartshorn 2002) y entre los diez primeros países megadiversos del mundo (MARN 2001). Sin embargo, la situación actual de estos bosques no es alentadora, debido a las grandes pérdidas de cobertura vegetal, ocasionadas por cambios en el uso y ocupación del suelo desde épocas precolombinas (Pacheco *et al.* 2011). Desde un punto de vista espacial, la segunda zona con mayores pérdidas de cobertura vegetal del país en el período comprendido entre 1920 y 2008 se localiza al Sur del Lago de Maracaibo (Pacheco *et al.* 2011b). El período más crítico de pérdida de cobertura vegetal en esta área fue entre 1975 y 1988 con la pérdida del 89,2% del total de los bosques de la zona como consecuencia de la implementación de sistemas agropecuarios (Catalán 1992). La reducción del bosque húmedo del Sur del Lago de Maracaibo ha quedado limitada sólo a la presencia de fragmentos boscosos en medio de una matriz transformada con menos del 2% de su cobertura boscosa original (Romero 2002). Actualmente existe una desaparición casi absoluta de los bosques de las tierras bajas, así como la mayoría de los bosques de la región Sur del Lago de Maracaibo en el estado Zulia (Pacheco *et al.* 2011b).

La pérdida de esta cobertura forestal sitúa los bosques húmedos del Sur del Lago de Maracaibo como uno de los ecosistemas donde estaría amenazada la biodiversidad, debido a los procesos de fragmentación y consecuentemente a la desaparición de especies. Por esto, es necesario realizar estudios de inventarios y diversidad florística que permitan identificar y esclarecer las especies vegetales presentes y su funcionalidad dentro de los pocos relictos existentes, donde las Fabaceae aparecen como el grupo con mayor diversificación (Veillón 1989, Rondón 1995).

Las Fabaceae podrían ser empleadas como indicadores de estados sucesionales, porque se han encontrado especies puntuales asociadas a los distintos estados de sucesión y también muestran un

comportamiento de variación en su abundancia relativa en relación a dichos estados, lo que permitiría dar respuestas a procesos de conservación-perturbación (Dorado *et al.* 2005) con posibles aplicaciones en programas de conservación, como aquellos que involucren restauración ecológica, y en el diseño de estrategias orientadas a pastizales y bosques (UNESCO, PNUMA & FAO, 1980). Es por esto el interés de este trabajo en conocer el comportamiento de las Fabaceae en los diferentes fragmentos relictuales de los bosques húmedos del Sur del Lago por categoría de tamaño (grande, mediano y pequeño) y sectorización (borde e interior), analizando la abundancia, composición y diversidad florística.

Este estudio también tiene un enfoque funcional, que permite entender las relaciones entre biodiversidad, factores abióticos y procesos ecosistémicos de una forma diferente que las clasificaciones taxonómica clásica y filogenética, por sí solas, no pueden (Díaz *et al.* 2002). Esta diversidad funcional es el mecanismo que mejor explica los efectos de la biodiversidad en los bienes y servicios vitales para el bienestar humano, sean éstos de regulación, abastecimiento o incluso culturales (Díaz *et al.* 2006).

En el presente estudio se utilizaron rasgos funcionales de área foliar, área foliar específica, altura, el diámetro a la altura del pecho, fenología foliar, presencia o ausencia de glándulas extraflorales, tricomas en la lámina foliar para inferir cambios en las propiedades ecosistémicas y el suministro de servicios ecosistémicos como la regulación hídrica, alimento para herbívoros y fijación-almacenamiento de carbono, así como la conformación de tipos funcionales asociado a estos servicios.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo General

Evaluar la diversidad florística y funcional de las Fabaceae leñosas en fragmentos boscosos del suroeste del Sur del Lago de Maracaibo, con miras a la restauración ecológica.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Estimar y comparar los parámetros estructurales, de composición y diversidad florística de las Fabaceae leñosas en las diferentes categorías de fragmentos de bosque, asociados a diferentes grados de fragmentación.
- Generar un listado de las especies de Fabaceae leñosas presentes en el área de Madre Vieja km 21.
- Identificar los rasgos funcionales de las Fabaceae leñosas asociados a los servicios ecosistémicos considerados (alimento disponible para herbívoros, regulación hídrica y fijación-almacenamiento de carbono) presentes en fragmentos de bosque.
- Identificar tipos funcionales de Fabaceae leñosas, con rasgos asociados a servicios ecosistémicos.
- Determinar y comparar la composición de los fragmentos de los tipos funcionales de las Fabaceae leñosas en relación a las categorías de fragmentos y por servicio ecosistémico.

## 1.2 Hipótesis de trabajo

La perturbación asociada a los bordes de fragmentos boscosos favorece el establecimiento de las Fabaceae leñosas, esperándose que la abundancia y riqueza de especies incremente en los bordes respecto al interior y que exista una variación de estos parámetros con relación al tamaño de los fragmentos.

Existen diferencias en la composición de tipos funcionales de las Fabaceae leñosas por cada servicio ecosistémico debidas al grado de fragmentación.

## 2. MARCO TEÓRICO

La principal causa de la pérdida de vegetación en los ecosistemas tropicales es la deforestación, que repercute en la destrucción de estos bosques y la inevitable fragmentación del hábitat. La fragmentación de un bosque es la pérdida de su continuidad, quedando parches o relictos aislados de tamaño y formas variables inmersos en una matriz de hábitats transformados (Kattan & Alvarez 1996). Esto es debido a los usos de la tierra por parte de las comunidades urbanas y rurales, influenciadas por factores económicos, sociales, culturales, institucionales y tecnológicos (Viara *et al.* 1997).

Cuando ocurre la fragmentación y empiezan a formarse parches boscosos las especies propias del bosque quedan aisladas y su supervivencia depende de la dinámica poblacional a nivel de fragmento, de la distancia entre fragmentos, del tipo de matriz y de la forma como estas especies hacen uso del hábitat (Kattan 2002). Como consecuencia de la reducción del área y por lo tanto de sus hábitats empieza la reducción de la diversidad, que incluso puede llegar a la extinción de algunas especies, según el grado de la fragmentación y la susceptibilidad de las especies a los cambios (Hill & Curran 2001).

Los mayores cambios ecológicos en las comunidades fragmentadas se presentan en sus alrededores o bordes, extendidos como membranas moduladoras de interacciones abióticas o biológicas entre el bosque fragmentado y la matriz que rodea el fragmento (Murcia 1995). El efecto borde que interviene en los límites de los fragmentos puede ser de tipo abiótico, biológico directo y el biológico indirecto. El abiótico está relacionado con cambios físicos en las condiciones del medio ambiente, como la circulación del viento, la variabilidad de la temperatura (en el suelo y el aire), la penetración lateral de la luz y una reducida humedad. Los factores biológicos directos están relacionados con cambios en la distribución y abundancia de las especies, como la proliferación de la vegetación secundaria a lo largo del margen del bosque, invasiones arbóreas o de plantas y de animales generalistas (Turton & Freiburger 1997).

La variación en la composición de especies vegetales es evidente entre el interior de los remanentes de bosque y los bordes, por lo que especies pertenecientes al bosque tropical se encuentran de forma más abundante dentro de los fragmentos que hacia la zona influenciada por el borde donde existe un pico en la riqueza de especies colonizadoras mientras que por el contrario fuera de las áreas más perturbadas se observa un pico en la riqueza de especies herbáceas (Tabarelli *et al.* 1999); por lo

tanto, la estructura vegetal en los fragmentos de los bosques tropicales hacia el interior, tiende a estar constituida por especies más tolerantes a la sombra, consideradas como especies persistentes, que permanecen en el bosque como plantas maduras por largos periodos de tiempo, a diferencia de las especies que se encuentran en la zona de borde que son demandantes de luz consideradas como pioneras (Martínez-Ramos 1985), que completan su ciclo de vida únicamente en los claros, estimuladas por las condiciones ambientales (alta iluminación y temperatura), las cuales influyen en la alta velocidad de crecimiento en comparación con los árboles persistentes (Martínez-Ramos 1994). Finalmente, los efectos de borde biológicos indirectos son causados por los cambios en el ambiente y estructura del bosque, afectando la dinámica de interacciones de especies en el borde como la alta herbivoría y baja postdispersión de predadores de semillas (Murcia 1995). Autores como Laurance *et al.* (2000), consideran que los efectos de borde conducirán a una degradación y simplificación del bosque en esas áreas, expuestas a efectos como la invasión de especies pioneras, disminución y pérdida de la diversidad, mortalidad de árboles de gran porte característicos de la vegetación original y reducción de la biomasa.

Cuando existe un aumento en el grado de contraste de la estructura entre dos hábitats, los flujos biológicos (el movimiento de organismos entre hábitats) disminuyen y los flujos físicos aumentan (como la penetración de luz lateral dentro del bosque) (Laurence *et al.* 2001). Las variaciones de flujos de materia y energía en el borde se denomina permeabilidad de bordes y esta se puede clasificar en: borde impermeable cuando se refiere al contraste entre bosque/pastizal (borde abrupto), semipermeable comparando bosque/cultivo y permeable comparando bosque/matorral (borde suave) (López-Barrera 2003).

La fragmentación del paisaje también contribuye a la interrupción del ciclo del carbono, lo cual deja libre gran cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera que no se incorpora al ciclo (Chacón *et al.* 2003). El IPCC (2000) sugiere que para la disminución de estas emisiones e incremento de su captura en los suelos y en la biomasa terrestre deben desarrollarse nuevas estrategias y políticas apropiadas para el manejo de la agricultura y los bosques Robert (2002) señala que uno de los planes de acción para recuperar áreas degradadas o sobrepastoreadas y así aumentar la captura de carbono en el suelo, es introduciendo Fabaceae. Otros servicios ecosistémicos que brinda este grupo de plantas es el control de la erosión, escorrentía, humedad y fertilidad del suelo (Dorado *et al.* 2005); además, son potencialmente facultativas para los procesos de fitorremediación por la estimulación de la actividad microbiológica que vive en la rizosfera de las plantas, para eliminar, contener o disminuir la toxicidad de los contaminantes ambientales (Hutchinson *et al.* 2001; Ferrera *et al.* 2007;

Maldonado *et al.* 2010) y como indicadores de toxicidad por hidrocarburos en el suelo (Vázquez *et al.* 2010), midiendo el crecimiento de la planta, longitud radicular, biomasa aérea, biomasa radicular, poblaciones microbianas radiculares la desaparición cualitativa de hidrocarburos en el suelo entre otras. También las Fabaceae son utilizadas en diferentes regiones del mundo como forraje por su alto valor alimenticio (Shelton 2000).

En general las Fabaceae son empleadas para iniciar procesos de restauración ecológica dirigida de pastizales a bosques, en donde se ve AFEPctada y disminuida la diversidad, productividad y habilidad de recuperación hacia el estado original (UICN, PNUMA & WWF 1991), a menos que se apliquen medidas de rehabilitación especiales como la restauración ecológica, que tiene la intencionalidad de brindar una recuperación asistida y acelerada en estos casos, además de prestar ayuda a los ecosistemas dañados y destruidos. Esta familia debe ser tomada en cuenta en el momento de diseñar estrategias de restauración, por ser un grupo con muchas especies pioneras de crecimiento rápido que forman un primer dosel cerrado, promoviendo la eliminación de los pastos (UNESCO, PNUMA & FAO, 1980), además de presentar especies resistentes que pueden sobrevivir a un gran impacto generado (Dorado *et al.* 2005).

Las Fabaceae constituyen un aporte importante al componente arbóreo del ecosistema. Beer *et al.*, (2003) señalan que los sistemas agroforestales presentan cuatro servicios ambientales fundamentales: el mejoramiento del suelo del sistema productivo, donde interviene el ciclaje de nutrientes y aporte de materia orgánica (Esquivel *et al.* 1998); el almacenamiento, calidad y cantidad del agua (Mahecha 2002, Río *et al.* 2008); la regulación climática con la fijación del CO<sub>2</sub> de la atmósfera (Ávila *et al.* 2001); y la conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados (Harvey *et al.* 2006, Pérez *et al.* 2006). Por otro lado, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2003), propone que la biodiversidad es la fuente de varios servicios ecosistémicos, clasificados en cuatro grandes grupos: *de base* (como ciclaje de nutrientes y protección del suelo), *de regulación* (como purificación de agua y regulación climática), *de provisión* (como agua, recursos genéticos y alimentos) y *cultural* (como los servicios estéticos y educacionales), entendiendo este último como una consecuencia del bienestar ecosistémico general. Los servicios de los ecosistemas pueden ser influenciados por las propiedades ecológicas de los ecosistemas, cuando éstas son impactadas por cambios ambientales globales, como el uso del suelo y los cambios de cobertura del suelo (Díaz *et al.* 2007a). Los efectos del cambio global sobre las propiedades ecosistémicas pueden ser directas, AFEPctando los procesos físicos y químicos, tanto en el metabolismo como en el comportamiento de los organismos (Díaz *et al.* 2007b)

Para valorar estos servicios, primero deben escogerse los caracteres funcionales o rasgos funcionales que son características morfológicas, fisiológicas y fenológicas que pueden ser medibles a distintas escalas desde el nivel celular hasta un individuo (Violle *et al.* 2007). En una misma especie los rasgos funcionales, continuos o categóricos, podrían manifestar distintos valores a lo largo de gradientes ambientales o en el tiempo (Violle *et al.* 2007). Los mejores caracteres o rasgos son los más informativos desde un enfoque ecológico y pueden ser medidos más fácilmente y a un menor costo, para un número representativo de individuos dentro de una población de acuerdo a los objetivos de la investigación (Cornelissen *et al.* 2003).

Para evaluar los efectos de la diversidad de especies en el funcionamiento ecosistémico y para establecer comparaciones entre ecosistemas es necesario agruparlas en una jerarquía más amplia que la de especies (Vilà 1998). Es por esto que los tipos funcionales de plantas son considerados como la formación de grupos de especies, frecuentemente polifiléticos, que tienen un papel semejante en el funcionamiento del ecosistema (como productividad, ciclado de nutrientes, transferencia trófica, etc.) o generan respuestas similares a factores ambientales (Díaz *et al.* 2002). Cuando las especies se agrupan conformando un tipo funcional, estas pueden tener un efecto similar en un proceso pero no en otro y una misma especie puede pertenecer a diferentes tipos funcionales según el proceso al que se haga referencia; estos tipos funcionales no tienen existencia independiente, sino que están definidos de acuerdo con los objetivos del investigador (Polania *et al.*, 2011)

Anteriormente, la diversidad funcional era definida como el número de grupos funcionales representados por las especies en una comunidad (Naeem & Li 1997). Posteriormente, se introduce el término de la abundancia relativa de los caracteres como un componente crucial de la diversidad funcional, definiéndose como el valor y variedad de los rasgos funcionales de las especies presentes en un determinado ecosistema (Díaz & Cabido 2001, Petchey & Gaston 2006). El valor hace referencia a la presencia y abundancia relativa de caracteres como tamaño de la hoja, contenido de nitrógeno foliar, altura del dosel, características de dispersión, de semillas, fenología vegetativa y reproductiva (Cornelissen *et al.* 2003). La variedad se refiere a la diferencia entre valores dentro de los mismos rasgos, como la gama de tamaños de hojas, los estratos de altura y las diferentes profundidades de enraizamiento (Díaz & Cabido 2001).

Para medir la diversidad funcional está la medición discontinua, que corresponde a la riqueza de tipos funcionales de plantas (FGR) en una comunidad determinada y la medición continua, que

consiste en evaluar la diversidad funcional a partir de índices que resumen la información de la diversidad de rasgos en una medida de diversidad funcional a través del análisis estadístico (Petchey & Gaston 2006). Los dos métodos son aplicables, puesto que se basan en caracteres ecológicamente significativos de relaciones entre la planta con su entorno biótico y abiótico, reflejando la acción de diferentes presiones selectivas (Díaz *et al.* 2002).

La diversidad funcional no intenta remplazar el concepto de diversidad de hábitats, es un enfoque que permite explicar cómo varían los caracteres entre los grupos o tipos funcionales, su influencia y respuesta en los procesos ecosistémicos (Díaz *et al.* 2002).

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los bosques del norte de Sudamérica exhiben una gran diversidad de especies arbóreas, aportando un gran número a la flora vascular total. Estos bosques húmedos presentan una innegable funcionalidad y biodiversidad aportando cerca del 50% de las especies descritas en el mundo (Gentry 1993) y contribuyen con más de la mitad de la riqueza mundial, cuando apenas abarcan el 7% de la superficie de la Tierra (Wilson 1988). En estos bosques tropicales bajos, se destacan especies de la familia Fabaceae como uno de los grupos más diversificados y mejor representados (Gentry 1993b); sin embargo, existen grandes amenazas a las que se someten como producto de la fragmentación, afectándose la funcionalidad de la flora y la fauna, así como también generándose pérdida de la biodiversidad, de intensidad y de la calidad de las interacciones biológicas (Bustamante & Grez 1995).

En Venezuela la región del Sur del Lago de Maracaibo correspondiente a los bosques del Catatumbo era una formación selvática húmeda impenetrable (De Booy 1918) por su vegetación exuberante y gran diversidad, descrita por Steyermark (1979) como un refugio pleistocénico e importante resguardo y centro de dispersión de los bosques de tierras bajas del país. Sin embargo, estos bosques han sufrido una gran transformación en dos periodos relacionados con la historia económica del país: una primera etapa de deforestación en menor escala, en el siglo XVII producida por la destinación de tierras para el cultivo de cacao, tabaco y café para exportación y a partir de los años 50 se da un segundo período de transformación que originó un gran impacto, y tuvo lugar con la deforestación postpetrolera, sujeta al establecimiento e incremento de la actividad ganadera que convirtieron el Sur del Lago de Maracaibo en el mayor parque agroindustrial lechero de Venezuela (Romero & Monasterio 1996).

Como consecuencia, en la región se fue incrementando cada vez más la deforestación realizada por particulares, alcanzando para el período 1975-1988 una tasa anual de 7,43% (Catalán 1992) con una reducción de los bosques de hasta un 20% de su extensión original; sin embargo un poco más reciente Dinerstein (*et al.* 1995) informa en su estudio que las selvas del Catatumbo se encuentran en un estado crítico de conservación, con solo un 4% de su vegetación original, transformándose las selvas inundables del Sur del Lago de Maracaibo en un conjunto de parches boscosos que según Romero (2002) corresponden al 2% de la vegetación original, dispersos e inmersos en una extensa matriz de pastizales con áreas menores de cultivos. Las mayores pérdidas de vegetación en esta área coinciden cuando el Estado implementó acciones políticas que transformaron el territorio, mediante la modernización de la agricultura, inversiones en los sistemas de riego, vialidad, saneamiento

ambiental, vivienda, salud y educación (Rojas 2008). Según Pacheco *et al.* (2011b), de las áreas del país más AFEPctadas por la deforestación en el periodo evaluado (1920-2008), la región Sur del Lago de Maracaibo ocupa el segundo lugar, después de los llanos occidentales. Un trabajo más reciente en esta área es el de Portillo *et al.* (2012), quienes analizaron la deforestación de la ecoregión del Catatumbo tomando tanto el territorio Colombiano que lo conforma en su mayor parte con un 78 % como el área de la frontera venezolana, por un periodo de 15 años (1985-2010). Dichos autores encontraron que la ecoregión comprende 14736 km<sup>2</sup>, que corresponde a un 53% de área boscosa. La minoría de dicha área boscosa, corresponde a la subcuenca del Catatumbo venezolana, la cual está en peligro crítico, a diferencia de la subcuenca colombiana del Catatumbo, que tiene una mayor extensión y presentó el mayor porcentaje de bosques.

Venezuela se encuentra entre los diez países megadiversos del mundo (MARN 2001), lo que conlleva a tener grandes responsabilidades para conservar esta biodiversidad, ya que tan sólo en plantas vasculares nativas se estiman 15353 especies en donde las Fabaceae ocupan un segundo lugar con 993 especies, después de las Orchidaceae con 1632 (Huber *et al.* 1998). Sin embargo la fitodiversidad total aún es desconocida en el país (Dunno *et al.* 2003), en especial en los bosques tropicales de tierras bajas, que además han sido descuidados por la legislación ambiental y algunos no cuentan con la designación de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAES), debido a que son considerados más con fines productivos que de conservación (Hernández & Demartino 2003). Tal es el caso de la región Sur del Lago de Maracaibo que tiene un gran desarrollo ganadero y agrícola, actividades que deben ir acompañadas mancomunadamente de la conservación, en donde existan tanto áreas productivas como zonas de bosque nativo para orientarse hacia un desarrollo sustentable.

Autores como Aymard (2011) dejan ver su preocupación por esta área del país, puesto que es única y su vegetación natural de origen ha sido eliminada en los últimos 40 años. Este autor sugiere la necesidad de estudiar detalladamente y preservar las pequeñas extensiones de bosques remanentes que todavía permanecen en sectores bajo propiedad privada. Hace acotación en la protección de los bosques húmedos con suma urgencia y el requerimiento de un plan nacional de conservación y reconstrucción de lo que todavía existe, para que no se siga viendo AFEPctada la vegetación y la biodiversidad y pueda ser aprovechada por las siguientes generaciones, que cada vez más son demandantes de servicios que prestan los ecosistemas al hombre.

En esta área es un hecho la problemática de deforestación y la transformación del paisaje en sistemas agropecuarios donde las Fabaceae cobran mucha importancia (Escalante 1993), y son el

grupo más diversificado en las áreas naturales que aún permanecen (Veillón 1989, Rondón 1995), éstas podrían ser indicadores de procesos de conservación-perturbación (Dorado *et al.* 2005) y ser aplicadas en programas de restauración ecológica (UNESCO, PNUMA & FAO 1980), que podrían desarrollarse en un futuro en la zona de estudio. De este hecho se deriva la necesidad primaria de desarrollar e implementar investigaciones que permitan contribuir de alguna forma a la conservación de estos relictos surlaguenses. Este trabajo además pretende dar un aporte al conocimiento de la flora del bosque húmedo del sur oeste del Sur del Lago de Maracaibo y generar información que sirva como base para la ejecución de trabajos afines y con miras a la restauración ecológica.

Este estudio también abarca el análisis de las áreas de borde y de interior de los fragmentos, lo que permite evaluar la conservación de los bosques fragmentados (Fox *et al.* 1997), debido a que estos bosques remanentes sirven como bancos de semillas, para la regeneración de ecosistemas cercanos pobres en especies arbóreas, en donde la distancia respecto a estos influye en la recuperación de las zonas perturbadas adyacentes, que generalmente se encuentran ocupadas por pastizales (Mesquita *et al.* 1999).

Otro componente importante en este trabajo es la diversidad funcional, que permite el estudio del funcionamiento de un ecosistema a partir de los rasgos funcionales de las especies presentes (Hooper & Vitousek 1997), constituyéndose la diversidad funcional como el factor más influyente para el funcionamiento de un ecosistema (Díaz *et al.* 2007), en donde las especies aportan un grado de contribución potencial diferente de acuerdo al funcionamiento del ecosistema y como consecuencia también a los servicios ambientales; lo cual puede ser inferido indirectamente por sus rasgos funcionales (Quetier *et al.* 2007).

## 4. ANTECEDENTES

### 4.1. Florísticos

La importancia de las Fabaceae en los bosques tropicales de tierras bajas ha sido documentado por numerosos estudios florísticos y ecológicos en diferentes localidades. Uno de los factores al parecer relacionados con la abundancia y dominancia de este grupo florístico parece ser las perturbaciones. Entre los diversos estudios, Balee & Campbell (1990) evidencian el estatus sucesional de dos áreas de bosque de lianas del Amazonas brasileiro, destacando la presencia de las Fabaceae como la familia más “importante” en las dos zonas, además que especies como *Acacia polyphylla* y *Cassia singuensis* y algunas del género *Inga*, son consideradas especies asociadas a procesos de sucesión, dejando ver que estas áreas posiblemente en el pasado fueron sometidas a disturbios por fuego.

Estudios un poco más recientes donde se ha evaluado la composición florística y diversidad del bosque húmedo se remontan al área del Este, Oeste y Central del Amazonas y el Escudo Guayanés realizado por Steege *et al.* (2000), estudiando la vegetación asociada a cuatro tipos de suelos en estas cuatro regiones; resultando el grupo de las Fabaceae el más dominante de estos bosques neotropicales, aportando el 16% de todos los individuos de las parcelas muestreadas y el grupo más abundante especialmente en la Guayana y el Amazonas de planicie inundable y suelos de arenas blancas podzólicas. De igual manera Steege & Hammond (2001), adelantaron estudios de diversidad y disturbios en la Guayana, encontrando la familia Caesalpiniaceae como la más abundante, contribuyendo con un 8% de las especies totales y un 30 % de todos los individuos. Dentro de las Fabaceae *Swartzia* spp. fueron las más importantes y señaladas como especies clímax de estos bosques. Otras géneros de las subfamilia Caesalpinioideae, Faboideae y Mimosoideae fueron registradas como especies pioneras del estrato emergente y como especies clímax.

Forero & Finegan (2002) estudiaron la estructura, composición y diversidad de cinco relictos del bosque húmedo de Costa Rica en el borde, zona intermedia e interior, encontrando que las especies heliófitas durables asociadas a los bordes, presentan el mayor índice de valor de importancia (IVI) promedio significativamente mayor que en las parcelas intermedias y del interior; encontraron además grupos de heliófitas durables y generalistas más abundantes en el borde que en las zonas intermedias y del interior. Así mismo señalan que la fragmentación del bosque en el inicio, disminuye el número de árboles de mayor tamaño, pero este es contrarrestado por la regeneración de especies heliófitas durables generalistas como *Pentaclethra macroloba* (Fabaceae).

Macía & Svening (2005) reportaron estudios de dominancia a nivel de especies y familia en dos localidades del oeste Amazónico de Ecuador (Yasuní) y Bolivia (Madidi) con topografías similares; en la localidad de Madidi las Fabaceae ocuparon el sexto puesto en relación a una lista jerárquica de las 10 familias más dominantes, mientras que para la localidad de Yasuní esta familia ocupa el primer lugar, siendo los géneros y especies más comunes *Inga* y en un cuarto puesto el género *Zygia* y la especie *Machaerium cuspidatum* ocupa el tercer puesto de 10 especies; en Madidi no están representadas las Fabaceae.

También Dorado *et al.* (2005) realizaron estudios de la composición florística de 4 estadios sucesionales y el bosque seco maduro en la cuenca del río Balsas en México, reportando la familia Fabaceae como la más dominante del área, dejando ver su gran potencial como indicadora de procesos de perturbación y conservación; con especies herbáceas de los géneros *Aeschynomene*, *Chamaecrista*, *Zornia* y *Desmodium*, fueron atribuidas como indicadoras por su presencia en los primeros estadios de sucesión, por lo que la presencia o ausencia denotarían perturbación o conservación respectivamente. Por otra parte, Gehring *et al.* (2008) estudiaron específicamente las Fabaceae, analizando el cambio en la composición florística del bosque de sucesión secundaria a lo largo de 25 años después de la sesga y quema originada por actividades agrícolas, comparada con un bosque maduro del Amazonas central. Obtuvieron una mayor biomasa en el bosque maduro y una gran diferencia en la composición de especies en los dos bosques, prevaleciendo las lianas como un componente importante en el bosque sucesional.

Stevenson & Rodríguez (2008), estudiaron los determinantes de la composición florística y efecto de borde en un fragmento de bosque en el Guaviare, en la Amazonía colombiana. Según los resultados de composición florística, la familia Fabaceae ocupa un tercer lugar en el valor de importancia después de la familia Moraceae y Arecaceae; además encontraron que las especies con mayor índice de importancia incluyen bastantes especies de plantas pioneras como *Jacaranda copaia*.

Stevenson & Cano (2009), trabajaron la diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la estación biológica Caparú, Vaupés, área correspondiente a la Amazonía colombiana, obteniendo que la familia más importante en los tres tipos de bosques fueron las Fabaceae por su dominancia, frecuencia y densidad.

En el área del Catatumbo el único trabajo reportado fue realizado por Dueñas *et al.* (2007) en la reserva de bosque húmedo tropical del nororiente colombiano, correspondiente al Parque Nacional Barí, en donde evaluaron la estructura y composición florística de este bosque. Se destacó el grupo de las Fabaceae en especial las Caesalpinioideae, que fueron señaladas como la familia más importante y las especies *Erythrina poeppigiana* y *Brownea ariza* con mayor dominancia relativa, siendo esta última de mayor importancia ecológica

En la región del Sur del Lago de Maracaibo es muy precario el conocimiento que se tiene de la vegetación. Solo se cuenta con un estudio florístico realizado por Rondón (1995) de las especies arbóreas de una región específica del Sur del Lago, en donde se estableció a las Fabaceae como la familia más importante, representadas por las Caesalpinioideae (11 spp.), Mimosoideae (15 spp.) y Papilionoideae (14 spp.), resultando este grupo el más dominante y diversificado del Sur del Lago de Maracaibo con 40 especies, seguido de las Rubiaceae con 33 especies de un total de 360 spp.

#### 4.2. Funcionales

Otro enfoque complementario es el estudio de la diversidad funcional, donde se destacan trabajos de autores como Fernández (2007), quien estudió la diversidad funcional en los bosques muy húmedos tropicales del noreste de Costa Rica a partir de rasgos que tienen efectos sobre las funciones ecosistémicas de reciclaje de nutrientes y captura y almacenamiento de carbono (rasgos foliares y densidad de la madera, entre otros). El trabajo arrojó 5 tipos funcionales entre los cuales las Fabaceae se agrupan por tener mayor contenido de N y P y mayor área específica de las hojas, aportando para este tipo funcional el mayor número de especies los géneros *Inga* y *Pentaclethra*.

Asimismo, Bouroncle (2008) trabajó los efectos de la fragmentación en la ecología reproductiva de especies y grupos funcionales del bosque húmedo tropical de la costa atlántica de Costa Rica.

El estudio se realizó en tres sectores (borde, intermedio e interior) en cinco fragmentos de bosque húmedo en Sarapiquí, para estudiar los efectos bordes en los patrones de abundancia y riqueza. En este estudio las Fabaceae fueron la familia más dominante con 32 especies, destacándose la especie leñosa emergente *Pentaclethra maculosa* como la más abundante aportando un 7% y ocupando un tercer lugar de importancia de especies (IVIs). También realizó el agrupamiento de especies siguiendo criterios que pudieran evidenciar patrones de respuesta a efectos de borde, analizando la abundancia de individuos en las formas de vida, tamaño adulto (rangos de alturas por estratos), velocidad de crecimiento y gremios forestales. El estudio de ecología reproductiva la realiza en

frutos y semillas de las especies amenazadas *Lecythis ampla* (Lecythidaceae) y *Vitex cooperi* (Verbenaceae).

Otro trabajo es el realizado por Marinidou (2009), quien mide el valor de estimación del aporte de la cobertura arbórea a la regulación climática y la conservación de la biodiversidad en Chiapas, México, resultando la familia Fabaceae la de mayor abundancia y riqueza de los árboles muestreados. La medición del servicio ecosistémico de regulación climática, está relacionado con la fijación-almacenamiento de carbono de las especies, obteniendo entre los mayores valores las especies de la familia Fabaceae específicamente, *Dialium guianense* e *Hymenaea courbaril*, también fueron importantes dentro de las primeras diez especies *Acosmium panamense*, *Dalbergia glabra* y *Lonchocarpus eriocarinalis*. Para medir el servicio ecosistémico de la conservación de la biodiversidad consideró los componentes de provisión de alimento (períodos secos), hábitat, y valor de la existencia, denotando la gran importancia de esta familia en contribuir a la conservación de la biodiversidad, resultando en un tercer lugar la especie *Hymenaea courbaril*; también se destacaron otras especies de la familia Fabaceae entre las diez más importantes como *Ormosia isthmensis*, *Vatairea lundellii* y *Andira inermis*.

Aquino (2009) determinó los impactos de la perturbación humana en la diversidad funcional de bosques tropicales muy húmedos de Costa Rica, y las implicaciones en la provisión de servicios ecosistémicos de fijación-almacenamiento de carbono y regulación hídrica. Estableció 4 tipos de bosques según el grado de perturbación, tomando en consideración rasgos funcionales para el servicio de captura de carbono (contenido foliar de materia seca, contenido foliar de nitrógeno y fósforo, densidad de la madera, tasa de crecimiento, fuerza tensil foliar, área foliar específica, área foliar, altura y fenología foliar) y para el servicio de la regulación hídrica (textura de la corteza, textura de la hoja, ángulo de rama, capacidad de carga de epífitas, densidad de copas, fuerza tensil foliar, área foliar específica, área foliar, altura y fenología foliar); se obtuvo 4 tipos funcionales para cada servicio ecosistémico, de los cuales las Fabaceae se agrupan en 3 tipos funcionales para cada servicio.

Por su parte, Chan (2010) realizó un estudio de la diversidad florística y funcional en bosques sucesionales y primarios de la selva subperennifolia de Campeche en México, denotando en su investigación la dominancia y riqueza de las Fabaceae tanto para bosques perturbados por actividades de la agricultura regional como para bosques más conservados, con un valor de 25 especies de un total de 113 spp. En la parte funcional se obtuvieron 6 tipos funcionales para las 113

especies en 16 parcelas de 0.25 ha, a partir de rasgos reproductivos, fenológicos, altura máxima y densidad de madera a través de una cronosecuencia, en donde las Fabaceae se agruparon en 5 tipos funcionales.

En el mismo contexto, Cardoza (2011) analizó la diversidad y composición florística y funcional en 4 tipos de bosques del parque nacional Montecristo de El Salvador, denotando la dominancia y riqueza de las Fabaceae con 27 especies y 20 géneros de un total de 186 especies registradas en 128 géneros y 66 familias. La familia Fabaceae estuvo bien representada en el bosque seco con 17 especies en 15 géneros, dentro de las cuales destacó *Enterolobium cyclocarpum* por un mayor IVI. Las Fabaceae se agruparon en su mayoría en el grupo funcional “conservativas altas con estrato arbóreo emergente” con una representación de 6 especies de los géneros *Gliricidia*, *Lonchocarpus*, *Cajoba* y *Lysiloma*.

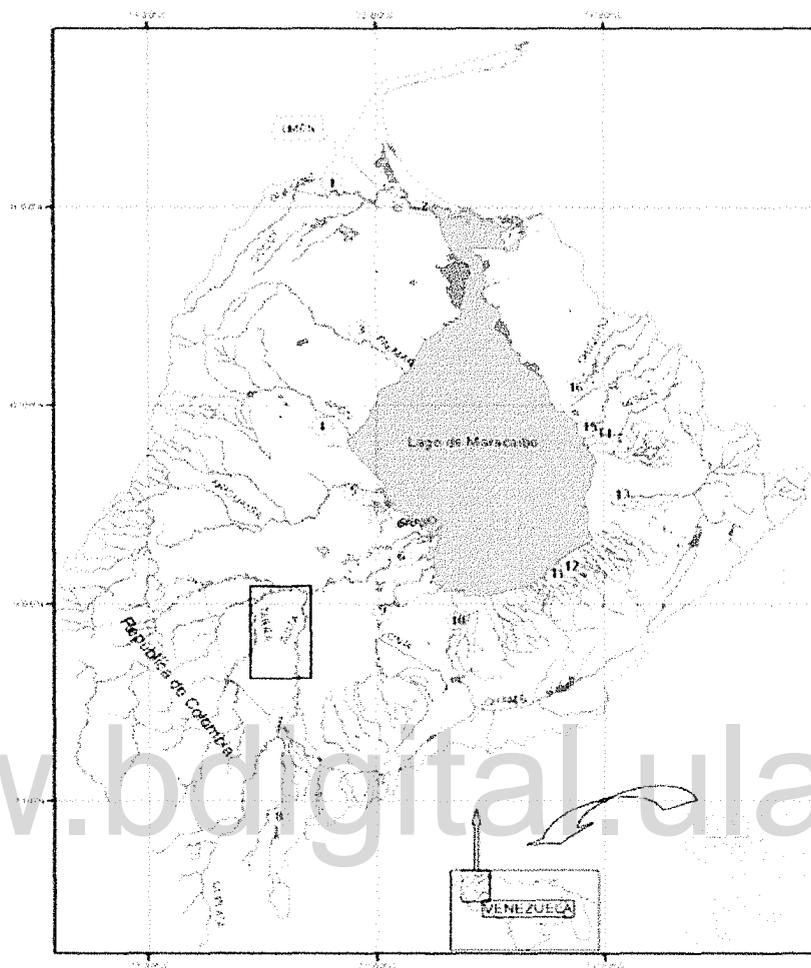
www.bdigital.ula.ve

## 5. METODOLOGÍA

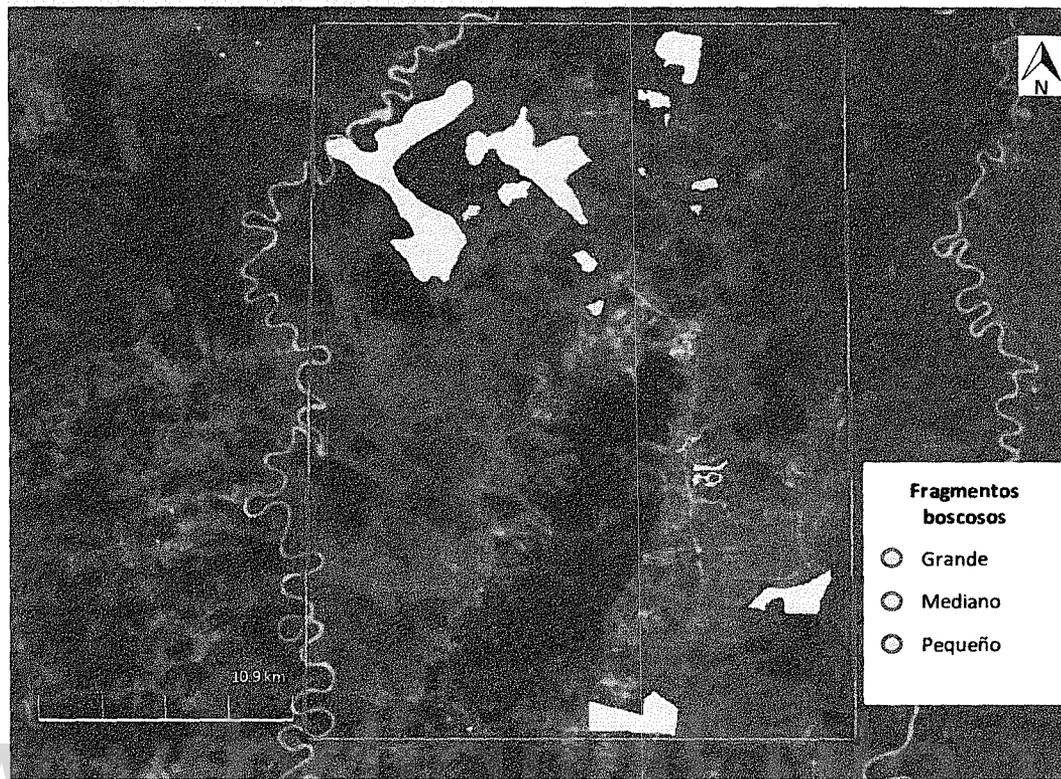
### 5.1. Área de estudio.

La circunscripción espacial del área de estudio se encuentra ubicada al Sur-oeste del Lago de Maracaibo, entre los afluentes de los ríos Catatumbo, Tarra y Zulia, correspondiente a la Bioregión Caribe, Región de Llanuras Bajas, Subregión Depresión de Maracaibo (Huber 1997); se sitúa en un polígono que corresponde a las coordenadas comprendidas entre latitud 9° 3'14.17"N/longitud 72°31'53.37"W, latitud 9°3'4.22"N/longitud 72°21'41.14"W, latitud 8°48'52.82"N/longitud 72°32'1.97"W y latitud 8°48'44.53"N/longitud 72°21'56.48"W, abarcando una franja del estado Zulia (Figuras 1 y 2).

Los bosques tropicales bajos se desarrollan bajo un clima caracterizado por un régimen isotérmico con una temperatura promedio generalmente mayor a 24° C y precipitaciones anuales sobre los 1.800 mm, con un número de meses climáticamente secos al año que varían entre 0-2,5 meses (Veillón 1989) o entre 0-4 meses (Huber & Alarcón 1988). Datos más recientes, concernientes al área del Catatumbo colombiano en la reserva Bari, en el municipio Tibu, departamento de Norte de Santander, es el área más próxima hacia el lugar de estudio, reportando para esta área una temperatura media de 27.3°C y una precipitación media anual de 2304 mm (Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2005). La distribución de las precipitaciones varía por los vientos alisios y el desplazamiento latitudinal de la zona de convergencia intertropical que determinan los periodos de bajas precipitaciones y la orografía del área (Veillón 1989).



**Figura. 1.** Distribución de las principales cuencas hidrográficas y los principales ríos dentro del sistema del Lago de Maracaibo, señalando en un recuadro el área de estudio, donde los ríos más cercanos al área de interés son: 6- Río Catatumbo, Río Tarra y Río Zulia (Rivas *et al.* 2009).



**Figura. 2.** Ampliación detallada de la vía Madre Vieja (río Tarra), km 21, señalando los fragmentos en colores. (Ojeda & Santos 2014).

El clima es muy húmedo, en las áreas de los ríos Catatumbo, Zulia y Escalante en el Sur del Lago (Comerma 2009). La precipitación es la principal fuente de humedad relativa cuyos valores promedio varían entre 82 y 93% (Veillón 1989). La humedad relativa puede descender hasta un 70% en el dosel, mientras que en el interior del bosque oscila entre un 90% en el día y un 95% en la noche (Marbeley 1992).

El suelo del área de estudio corresponde a la cuenca sedimentaria del lago de Maracaibo, formada por una depresión estructural rellena de sedimentos recientes, que en su mayoría provienen de la Cordillera de los Andes. Son tierras planas, húmedas, calientes y están sujetas a inundación (Comerma 2009).

La formación del suelo es del tipo llanuras coluvioaluviales de los afluentes inferiores que se originan en la Sierra del Perijá y en los Andes, con tipos de suelo oxisoles e inceptisoles inundables (Veillón 1985), con un mal drenaje (Coplanarh 1975)

En las áreas boscosas de sectores de la Cuenca del Lago de Maracaibo se reporta la presencia de zuros o tatucos, que corresponden a un microrelieve de montículos cónicos elevándose desde varios centímetros hasta varios decímetros de altura, en los bordes de bajíos y esteros. La formación de estos tatucos es atribuida a un proceso de erosión provocado por un nuevo nivel de base, causado por factores climáticos (precipitaciones durante casi todo el año) o tectónico o el juego de ambos. Otros factores que influyen es la vegetación boscosa que permite el desarrollo y estructura reticular de este tipo de erosión (aunque probablemente no interviene en su origen) y a esto se le suma la actividad de deposición por lombrices. La presencia de este microrelieve se da tanto en áreas con alta pluviometría como las planicies de los ríos Catatumbo y Santa Ana, entre otros, como en áreas con periodos secos de 3 meses pero con pluviometría de 1.300 mm anual como en el Guayabo y Encontrados, en estas últimas la presencia de tatucos es evidente con un pedoclima húmedo debido a la posición fisiográfica deprimida del área (Stagno & Steegmayer 1972).

La formación vegetal de la zona suroccidental del Lago de Maracaibo corresponde a bosques ombrófilos siempreverdes, que presentan un dosel generalmente entre 30-40 m de altura, y crecen generalmente en tierras bajas de 0-500 msnm, con un clima isotérmico húmedo o muy húmedo. Principalmente son de carácter siempreverde, pero los árboles pierden el 25% de sus hojas en la estación seca cuando disminuyen las precipitaciones (Huber & Alarcón 1988). La Flora es muy diversa y variada destacándose algunas familias como Bignoniaceae, Malvaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Lauraceae, Vochysiaceae, Sapotaceae, Lecythidaceae, Fabaceae, Combretaceae, Anacardiaceae y Rubiaceae (Huber & Riina 1997, Huber 2008). El área del Catatumbo colombiano, cuenta con árboles de hasta 30 m de altura, en donde se destacan las raíces fulcreas y con zancos como en representantes de la familia Moraceae tales como *Trophis racemosa* y el género *Ficus* en donde también se observa el estrangulamiento en algunas especies. Se destacan en el estrato emergente el género *Ceiba* (Malvaceae) y la presencia de trepadoras en el estrato arbustivo y herbáceo como el género *Aphelandra* y la especie *Mendoncia bivalvis* (Acanthaceae). Se pueden observar en los claros de bosques y áreas húmedas, la familia heliconiaceae. También conforman un componente importante en la composición florística, la familia Rubiaceae, Fabaceae con especies del género *Inga*, *Brownea ariza* y *Mucuna altissima*, la familia Malvaceae con el género *Sloanea* (Tiliaceae), las especies *Guazuma ulmifolia* y *Herrania albiflora*, la familia Apocynaceae, la familia Piperaceae con el género Piper, la familia Melastomateceae, Myrsinaceae y Lecythidaceae (Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2005).

## 5.2. Muestreo.

Basado en la caracterización de los fragmentos realizada por Egermman (2011), se estratificaron los fragmentos en tres categorías de tamaño: grande ( $\geq 100$  ha), mediano (20-80 ha) y pequeño ( $\leq 10$  ha). Para el muestreo se seleccionaron 2 fragmentos de la categoría de mayor tamaño, 6 fragmentos para la categoría mediano y 9 fragmentos en la categoría pequeño, que corresponden a los bosques húmedos de la zona, el número de fragmentos seleccionados se debió principalmente a la accesibilidad y disponibilidad de fragmentos en cada categoría. Para la ubicación exacta de los relictos se hicieron recorridos teniendo como referencia una imagen LANDSAT ETM del 2.010 en la cual se realizó una clasificación de cobertura vegetal (Egermman, 2011) y usando un sistema de posicionamiento global (GPS). En cada categoría de tamaño de fragmento se establecieron parcelas de borde, en los primeros 30 m y paralelo a este (William *et al.*, 1998, Forero & Finegan 2002, Stevenson & Rodríguez 2008) de interior a partir de los 50 m (sectorizaciones del fragmento) según el tamaño y forma del fragmento visitado. Estas parcelas se realizaron con el método Gentry (1995), estableciéndose 10 transectas o subparcelas de 50 x 2 m (0,1 ha), en donde se midieron todos los individuos (incluyendo lianas ubicadas dentro de la parcela) con un diámetro a la altura del pecho (DAP)  $\geq 2,5$  cm a 1,30 m del suelo, con la respectiva estimación de la altura. Las 10 transectas, fueron distribuidas en las diferentes categorías por tamaño y sector de borde e interior hasta completar el muestreo de 0,1 ha, para cada una de ellas. En total se muestrearon 0,6 hectáreas, distribuidas en 0,2 ha para cada categoría de tamaño del fragmento grande, mediano y pequeño, de las cuales 0,1 ha corresponden al sector interior y 0,1 ha al sector borde. De los individuos no identificados se recolectó un mínimo de tres ejemplares para ser procesadas e identificadas posteriormente. Para estar seguro de abarcar la riqueza total de las Fabaceae leñosas en el área de Madre Vieja y generar un listado de las especies presentes se realizaron colectas directas por recorrido tanto en los fragmentos de bosque como por fuera de estos.

Las muestras fueron colectadas y procesadas según las metodologías tradicionales de colectas botánicas y herborización, y serán depositadas en los herbario MERC (Facultad de Ciencias), MER (Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales) y MERF (Facultad de Farmacia) de la Universidad de Los Andes.

### 5.3. Estructura y composición florística

#### 5.3.1. Diversidad

Para estimar la diversidad se calcularon dos aspectos:

##### 5.3.1.1. Riqueza

Se determinó la riqueza específica (número de especies por sitio de muestreo) y se realizaron curvas de acumulación de especies para cada tamaño de fragmento y por sector de borde e interior con el software EstimateSWin 9.0 (Colwell 2006), para evaluar la eficacia del muestreo. Este método además permite realizar cálculos del número de especies observado y esperado a través de estimadores, considerando las desviaciones estándar provenientes del proceso de aleatorización (Álvarez *et al.* 2006).

Para comparar la riqueza de las Fabaceae leñosas por categoría de tamaño y sector borde e interior de los remanentes de bosque se realizaron curvas de rarefacción, que permiten hacer comparaciones de números de especies entre comunidades cuando el tamaño de las muestras no son iguales, calculando el número esperado de especies de cada muestra si todas las muestras fueran reducidas a un tamaño estándar (Moreno 2001). Estas fueron construidas con la ayuda del software EcoSim versión 7 (Gotelli & Entsminger 2010) a partir de una matriz, que muestra el número de individuos de cada especie presente en cada subparcela de 2 x 50 m para cada sector borde e interior de las categorías de fragmentos.

##### 5.3.1.2. Índices de Diversidad

Para establecer la diversidad por sectores y por categoría de tamaño de los fragmentos se calcularon los siguientes índices de diversidad mediante el software EstimateSWin 9 (Colwell 2006).

-Índice de Shannon-Wiener (H): asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas (Álvarez *et al.* 2006). Normalmente toma valores entre 1 y 4,5, los valores por encima de 3 son interpretados como "diversos".

$$H' = - \sum p_i \ln p_i \quad \text{y} \quad \sum p_i = 1$$

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

-Índice de Simpson ( $\lambda$ ): Muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie (Álvarez *et al.* 2006). Es un índice basado en la dominancia, inverso al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin tener en cuenta la contribución del resto de las especies (Moreno 2001). Toma valores entre 0 y 1; valores cercanos a 0 son considerados con menos dominancia, es decir comunidades más equitativas.

$$\lambda = \sum (n^2/N^2) = \sum p_i^2$$

$p_i$ = abundancia proporcional de la especie  $i$ , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Dado que es más fácil interpretar un índice que aumente con la diversidad en vez de disminuir en una forma directa, es común usar el recíproco o el inverso del índice de Simpson.

$$\lambda = 1/D$$

Las variables de abundancia, dominancia, riqueza y diversidad, fueron sometidas a tests de normalidad, pero no cumplieron los supuestos, denotando un comportamiento no normal de los datos, por lo que se procedió a emplear métodos no paramétricos. Para los análisis estadísticos se empleó el test de Kruskal-Wallis, para evaluar las diferencias entre pares de fragmentos por categoría de tamaño o sector se aplicó la prueba de Mann-Whitney con una significancia de  $p < 0,05$ . Para estas pruebas estadísticas se empleó el programa PAST (Paleontological Statistics) versión 2.10 (Hammer *et al.* 2011).

### 5.3.2. Estructura vertical

Se realizará una descripción de la distribución florística de estratos presente en las diferentes categorías de fragmentos.

### 5.3.3. Abundancia

También llamada densidad, hace referencia al número de individuos en un área determinada (Matteucci & Colma 1982).

La Abundancia absoluta ( $A$ ) se define como el número total de individuos por unidad de superficie pertenecientes a una determinada especie.

$$A = N_i/S$$

$N_i$  = número de individuos de la especie  $i$ .

$S$  = superficie (ha).

#### 5.3.4. Índice de valor de importancia

Este índice de valor de importancia (I.V.I), fue Formulado por Curtis & Mc Intosh (1951), se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa.

$$(IVI) = Ar\% + Fr\% + Dr\%$$

$Ar\%$  = la abundancia relativa, indica la proporción de los individuos de cada especie respecto al total de los individuos del ecosistema. (Lamprecht 1990)

$$Ar\% = (A_i / \sum A_i) \times 100$$

$A_i$  = Abundancia absoluta de la  $i$ ésima especie

$A_i$  = Total de la Abundancia absoluta de todas las especies presentes.

$Fr\%$  = la frecuencia relativa, es la proporción de las parcelas de los individuos de cada especie respecto al total de los individuos del ecosistema.

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

$F_i$  = frecuencia absoluta de la especie  $i$

$F_i$  = Total de las frecuencias en el muestreo

$D\%$  = La dominancia relativa es la relación expresada en porcentaje entre la dominancia absoluta de una especie y el total de las dominancias absolutas de las especies consideradas en el área inventariada.

$$Dr\% = (D_i / \sum D_i) \times 100$$

$D_i$  = Dominancia absoluta de una especie

$D_i$  = Dominancia absoluta de todas las especies

### 5.3.5. Comparación de la composición por categorías de fragmentos

Para realizar las respectivas comparaciones de la composición de especies por tamaño de fragmentos y por sectores de borde e interior se calculó el índice de similitud de Jaccard (coeficiente de similitud  $I_j$ ), que expresa la semejanza entre dos muestras sólo considerando la composición de especies, relacionando el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies y toma valores que van desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies (Álvarez *et al.* 2006).

$$I_j = c/a+b-c$$

a= número de especies en el sitio A.

b= número de especies en el sitio B.

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir, especie compartidas.

Posteriormente se calculó el índice de similitud de Morisita Horn, ( $I_{M-H}$ ) que relaciona la abundancia de las especies compartidas con la abundancia total en las dos muestras, expresando la semejanza entre dos muestras considerando la composición de especies y sus abundancias (Álvarez *et al.* 2006). Este índice presenta características que lo hacen útil, como el hecho que no es fuertemente influenciado por la riqueza de especies y el tamaño de la muestra. Sin embargo, está fuertemente influenciado por la abundancia de la especie más común (Badii *et al.* 2007).

$$I_{M-H} = 2 \sum (a_i b_i) / (d a + d b) a N b N$$

$a_i$  = número de individuos de la  $i$ ésima especie en el sitio A.

$b_i$  = número de individuos de la  $i$ ésima especie en el sitio B.

$$d a = \sum a_i^2 / a N^2$$

$$d b = \sum b_i^2 / b N^2$$

aN = número total de individuos en el sitio A

bN = número total de individuos en el sitio B

La matriz de similitud empleada fue el listado de especies de Fabaceae totales registradas en las parcelas realizadas confrontada con las abundancias de cada una de ellas presentes en las seis categorías de tamaño y respectivos sectores de borde e interior para las 60 transectas tanto para Jaccard como para Morisita Horn; el análisis de éstos índices se realizó con la ayuda del software EstimateSWin versión 9 (Colwell 2006).

Para observar gráficamente la diferencia en la composición de Fabaceae por las 6 categorías de fragmentos se realizó un análisis de ordenamiento del tipo escalamiento multidimensional no-métrico (Non-metric MDS), con base en distancias de similitud con el índice de Morisita Horn, de tal forma que se puedan representar los fragmentos por categoría de tamaño y sector a través de puntos en un espacio que representa la composición florística, la distancia entre puntos refleja una similitud florística por medio de valores de abundancia. La ordenación se realizó con el programa Past versión 2 (Hammer *et al.* 2011), por medio de la misma matriz empleada para el cálculo de los índices de similitud antes mencionados.

Posteriormente, se realizó el análisis no paramétrico denominado análisis de similitud (ANOSIM, una vía), para detectar si existían diferencias estadísticamente significativas entre la composición florística de las 6 categorías de fragmentos, por comparación de pares, y con un nivel de significancia de  $p < 0,05$  (Clarke 1993). Este análisis se realizó con el software Past 2 (Hammer *et al.* 2011), empleando de nuevo el índice de similitud de Morisita Horn. Para tal fin se construyó una matriz que incluye las 60 transectas correspondientes a las seis categorías de fragmentos por tamaño y sector con los valores de suma de área basal por cada especie de Fabaceae.

Finalmente se realizó el análisis de porcentaje de similitud (SIMPER), es un método sencillo para evaluar cuales son las especies principalmente responsables para una diferencia observada entre los grupos de muestras (Clarke 1993). La medida de similitud de Bray-Curtis es más comúnmente utilizada con SIMPER, pero también pueden ser empleadas otras medidas de similitud, en este caso se tomó el índice de similitud de Morisita Horn. El SIMPER compara por pares de grupos, en este caso entre pares de fragmentos o sectores, generando una tabla de las especies ordenadas por el grado de contribución de manera descendente junto con tres columnas que muestran una el acumulado en porcentaje y la abundancia media en cada uno de los grupos (Hammer *et al.* 2011).

## 5.4. Cálculos funcionales

### 5.4.1. Rasgos funcionales

Para la valoración de servicios ecosistémicos como alimento para la fauna herbívora, regulación hídrica y fijación-almacenamiento de carbono proporcionado por las Fabaceae leñosas, para establecer relaciones con la restauración ecológica, se utilizaron rasgos relacionados a estos.

Los caracteres funcionales fueron seleccionados según la literatura consultada, debido a que brindan una adecuada información, para la medición de la provisión de los servicios ecosistémicos (Cornelissen *et al.* 2003, Casanoves *et al.* 2008, Aquino 2009, Marinidou 2009).

Los rasgos foliares considerados fueron el área foliar específica (AFEP), área foliar (AF), fenología foliar (FF), herbivoría de la lámina foliar (H), tricomas en el envés de la lámina foliar (IELF), tricomas en el haz de la lámina foliar (IHLF) y densidad de la madera (DMP). Otros rasgos fueron la altura promedio (relacionado con la ubicación en los estratos), glándulas en el raquis (GR), glándulas en el peciolo (GP) y diámetro a la altura del pecho (DAPP) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Relación de los servicios ecosistémicos potenciales que brindan las Fabaceae leñosas en la restauración ecológica con sus respectivos rasgos y estados de caracteres a medir, procedencia de datos y medición de los caracteres con sus respectivos criterios.

Servicio	Rasgos Funcionales	Estados	Fuente del dato	Medición	Criterio
Alimento para herbívoros	Herbivoría en la lámina foliar	presente/ausente	Campo.	Observación directa	La herbivoría foliar deja ver directamente su potencial como fuente de alimento. Pero esta, depende de aspectos como la mirmecofilia (Ek Del Val & Dirzo 2004), edad de la hoja, compuestos químicos acumulados (Schaller 2008). Sucesivos eventos de herbivoría pueden promover una mayor síntesis de compuestos químicos en la hoja aumentando la resistencia (Lambers <i>et al.</i> 2008). En especies heliófilas de crecimiento rápido la herbivoría es mayor que en las especies tolerantes a la sombra de crecimiento lento. (Cebrian & Duarte 1994).
	Área foliar específica	Valor cuantitativo	Laboratorio	Relación Área foliar/Peso (mm <sup>2</sup> /g)	Especies con área foliar específica menor (generalmente con hojas más gruesas y/o más densas) tienden a tener, al menos parcialmente, una mayor longevidad de las hojas, debido

					a que el reforzamiento estructural las hace menos susceptibles a la herbivoría (Westoby <i>et al.</i> 2000).
	Glándula en el raquis	presente/ ausente	Laboratorio	Observación directa	Disponibilidad de secreciones alimenticias, principalmente para hormigas y pájaros en áreas tropicales (Elias 1981).
	Glándula en el peciolar	presente/ ausente	Laboratorio	Observación directa	Disponibilidad de secreciones alimenticias, principalmente para hormigas y pájaros en áreas tropicales (Elias 1981).
Regulación Hídrica	Fenología foliar caducifolia	presente/ ausente	Campo y Bibliografía.	Observación directa	- La condición fenológica foliar es esencial, para la cantidad de agua retenida (Nakardani & Sumera 2004). -La fenología foliar se relaciona con la regulación hídrica ecosistémica; disminuye la capacidad de almacenamiento de la copa con la senescencia simultánea de las hojas de algunas especies de plantas (Pypker <i>et al.</i> 2005).
	Fenología foliar perennifolia	presente/ ausente	Campo y Bibliografía.	Observación directa	La condición fenológica foliar es esencial, para la cantidad de agua retenida (Nakardani & Sumera 2004). -La fenología foliar se relaciona con la regulación hídrica ecosistémica; disminuye la capacidad de almacenamiento de la copa con la senescencia simultánea de las hojas de algunas especies de plantas (Pypker <i>et al.</i> 2005).
	Tricomas en el haz de la lámina foliar	presente/ ausente	Laboratorio	Observación directa o a través de un estereoscopio	-La presencia o ausencia de estructuras como tricomas o rugosidad en la lámina foliar permiten la captación o pérdida del agua en la hoja por intercepción de las precipitaciones. (Brewer & Smith 1997, Wohlfahrt <i>et al.</i> 2006)
	Tricomas en el envés de la lámina foliar	presente/ ausente	Laboratorio	Observación directa o a través de un estereoscopio	-La presencia o ausencia de estructuras como tricomas o rugosidad en la lámina foliar permiten la captación o pérdida del agua en la hoja por intercepción de las precipitaciones. (Wohlfahrt <i>et al.</i> 2006)
	Área foliar específica	Valor cuantitativo	Laboratorio	Relación Área foliar/Peso foliar (mm <sup>2</sup> /g)	El área foliar específica es una medición que tiene mucha correspondencia con el abastecimiento energético y el balance hídrico de la planta (Kunzmann 2005). Ésta se relaciona positivamente con la tasa de absorción de agua y nutrientes que presentan las raíces (Osone 2008).
	Área foliar	Valor cuantitativo	Laboratorio	Equipo Lycor LI-	-El área foliar tiene un gran aporte en la redistribución de la precipitación

		vo		3100C (mm <sup>2</sup> )	pluvial y a su vez influye en la regulación hídrica (Park & Cameron 2008). -Entre mayor área foliar mayor intercepción de agua.
	Altura promedio	Valor cuantitativo	Campo y bibliografía	Observación directa	-El agua de las precipitaciones circula a través de la corteza desde la copa hasta llegar al suelo, es decir que recorre toda la altura de la planta (Aboal <i>et al.</i> 1999), influyendo la rugosidad de la corteza, en el flujo caulinar (Huber e Iroume 2001).
Fijación- almacenamiento de Carbono.	Altura promedio	Valor cuantitativo	Campo y bibliografía	Observación directa	-La altura de la planta se relaciona con la densidad de madera, jugando un importante rol global en el almacenamiento de carbono (Cornelissen <i>et al.</i> 2003). Es un factor de expansión de la biomasa (Díaz <i>et al.</i> 2006)
	Fenología foliar caducifolia	presente/ausente	Campo y Bibliografía	Observación directa	-Indicador de la relación positiva entre el tiempo de vida de la hoja y el almacenamiento de C. (Barajas <i>et al.</i> 1997)
	Fenología foliar perennifolia	presente/ausente	Campo y bibliografía	Observación directa	Indicador de la relación positiva entre el tiempo de vida de la hoja y el almacenamiento de C. (Barajas <i>et al.</i> 1997)
	Área foliar específica	Valor cuantitativo	Laboratorio	Relación Área foliar/Peso foliar (mm <sup>2</sup> /g)	Relaciona la inversión de C para el crecimiento de la planta y su almacenamiento (Díaz <i>et al.</i> 2001).
	Diámetro	Valor cuantitativo	Campo	Medida del DAP a $\geq 2,5$ cm. a 1.30 m de altura del suelo con calibrador vernier y cinta métrica	-El crecimiento secundario es un indicador directo de fijación de carbono (Díaz <i>et al.</i> 2002). - El fuste representa al menos entre el 50-70% de la biomasa aérea total del árbol y la biomasa aérea está fuertemente correlacionada con el DAP (Chacón <i>et al.</i> 2007, Cárcamo 2006)
	Densidad de la madera	Valor cuantitativo	Base de datos	g/cm <sup>3</sup>	La densidad de madera se relaciona negativamente con la tasa de crecimiento (Cornelissen <i>et al.</i> 2003). Especies con mayor TC y baja DMP, podrían tener mayor capacidad en la fijación de carbono (Deyn <i>et al.</i> 2008).

Para realizar las mediciones de los distintos caracteres funcionales a medir como el área foliar específica se tomaron 3 réplicas de hojas para cada individuo colectado, a las hojas de las Fabaceae medidas se les quitó su peciolo excepto en especies del género *Inga* de peciolo alado, por tener área fotosintética en esta estructura. Seguidamente se determinó el área foliar mediante el equipo Licor LI 3100, estas mismas hojas fueron pesadas con una balanza digital. El área foliar específica está dada por la relación área foliar/peso seco de la hoja cuyas unidades son mm<sup>2</sup>/g. Las especies se clasificaron por tamaño de hoja según las categorías empleadas por Fernández (2007) las cuales fueron: nanófilas (25-225 mm<sup>2</sup>), micrófilas (225-2025 mm<sup>2</sup>), notófilas (2025-4500 mm<sup>2</sup>), mesófilas (4500-18225 mm<sup>2</sup>), macrófilas (18225-164025 mm<sup>2</sup>) y megáfilas (>164025 mm<sup>2</sup>). Posteriormente se les hicieron a las hojas las anotaciones pertinentes de caracteres como la presencia o ausencia de tricomas en la lámina, nervio medio, la presencia de herbivoría y la presencia de nectarios extraflorales en el peciolo y en el raquis.

Los rasgos como fenología foliar fueron observados en campo pero también fueron corroborados con referencias bibliográficas, porque en el tiempo de visita al fragmento sólo se podían observar caracteres sol de la estación en ese momento, algo muy puntual, lo que podía concurrir en algún error porque no se podía llevar un seguimiento de la fenología, entendiéndola como el estudio de los cambios en un ciclo anual de la caída de hojas y producción de hojas nuevas (fenofase de foliación, Linera & Meave 2002) relacionados principalmente con los cambios climáticos y microclimáticos periódicos (Riera 1991).

Para la clasificación fenológica se emplearon los conceptos de Ramia & Ortiz (2001) basados en patrones fenológicos de los árboles de acuerdo a la presencia de las hojas en los mismos. Se tiene el concepto de árbol caducifolio, referido a los que pierden anualmente la totalidad del follaje permaneciendo completamente sin hojas por dos o más meses; los árboles semiperennifolios donde la pérdida de hojas es simultánea con la producción de nuevas hojas, y cuyo follaje disminuye del 20 – 40% del total por uno o dos meses y el perennifolio que conserva el follaje durante todo el año, en donde las pérdidas y el desarrollo de las hojas es paulatino a través del tiempo.

Para la densidad de la madera (DMP), se tomaron los rangos propuestos por Chan (2010). Las especies se clasificaron en tres grupos: de densidad de la madera: baja a intermedia ( $\leq 0.59$  g/cm<sup>3</sup>), alta (0.60-0.73 g/cm<sup>3</sup>) y muy alta ( $\geq 0.74$  g/cm<sup>3</sup>) y se utilizó la global wood density database.

#### 5.4.2. Abundancia relativa de los rasgos.

Se realizó un análisis de la distribución de los rasgos en cada categoría de fragmento, tanto para los caracteres cuantitativos como para los cualitativos para las Fabaceae presentes en Madre Vieja. Posteriormente se determinó si existían diferencias estadísticamente significativas para la distribución de los rasgos cuantitativos en las categorías de fragmentos.

#### 5.4.3. Tipos funcionales

Para identificar los tipos funcionales (TFPs) se empleó el método *a posteriori* basado en la toma de información de un conjunto de caracteres funcionales que precisan los tipos funcionales con el análisis simultáneo de rasgos que se relacionan con un servicio ecosistémico considerado (Fernández 2007). Primero se creó la matriz tomando como variables todos los caracteres funcionales antes descritos, ésta fue relativizada para igualar las unidades, tomando cada valor de los caracteres entre la desviación estándar, así los datos fueron homogenizados quedando en rangos de valores entre 1 y 0. Para la agrupación de los rasgos de las especies y formar los tipos funcionales en relación a los servicios prestados por las Fabaceae leñosas se realizó primero un análisis de componentes principales (PCA) para detectar cuales eran los caracteres más informativos para cada servicio ecosistémico, en este caso se realizó para el servicio hídrico, del carbono y servicio de alimentación. Posteriormente, se aplicó un análisis de clúster clásico a una matriz con todas las especies de Fabaceae censadas y los caracteres funcionales con mayor aporte identificados por el PCA, generando un agrupamiento (dendograma) de las especies de acuerdo a rasgos medidos. Para el agrupamiento se seleccionó el algoritmo de Ward y la distancia euclidiana que es inherente a este algoritmo con el software Past 2 (Hammer *et al.* 2011).

Para el servicio de fijación-almacenamiento de carbono se utilizaron las estrategias de especies “conservativas” y “adquisitivas” empleadas por Aquino (2009)

Las “conservativas” están conformadas por especies con hojas pequeñas, perennes y esclerófilas, raíces profundas, poseen AFEP baja, con bajo contenido de nutrientes, alta fuerza tensil foliar, alto contenido de lignina, bajo contenido de proteínas, bajo contenido de nutrientes en las hojas, alta DMP, de crecimiento lento y sucesión tardía y alta inversión en protección física/química.

Las “adquisitivas” están conformada por especies con hojas de mayor tamaño, caducifolias de lámino foliar muy fina, raíces profundas, poseen AFEP alta, con alto contenido de nutrientes, baja fuerza tensil foliar, bajo contenido de lignina, alto contenido de proteínas, alto contenido de

nutrientes en las hojas, baja DMP, de rápido crecimiento, se caracterizan por ser especies pioneras y con baja inversión en protección física/química.

Para los grupos funcionales relacionados al servicio de regulación hídrica se utilizó la clasificación de Aquino (2009), en especies “interceptoras” y “captadoras”.

Las especies “interceptoras” están relacionadas con caracteres que les permiten mantener un porcentaje de la precipitación en sus copas y posteriormente se evapora hacia la atmósfera (Bonan 2002) como: alta área foliar, baja área foliar específica, presencia de indumentos, fenología foliar perennifolia y mayores alturas (dosel, emergentes).

Las especies “captadoras”, se relacionan con caracteres que reducen la capacidad de retención de precipitaciones en el dosel como: baja área foliar, alta área foliar específica, ausencia de indumentos, fenología foliar caducifolia y menores alturas (sotobosque).

#### **5.4.4. Descripción y composición de tipos funcionales de plantas (TFPs)**

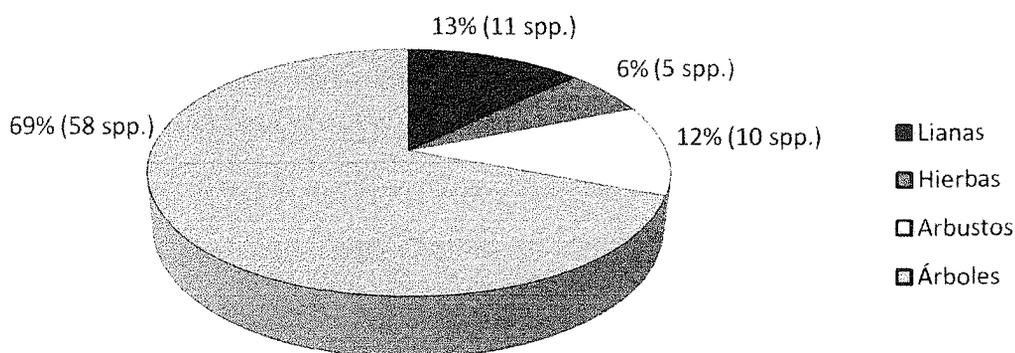
Para cada TFP relacionado con los servicios ecosistémicos (alimento para la fauna herbívora, captura de agua y fijación-almacenamiento de carbono), se describió de acuerdo al número de especies que lo conforma y a la distribución de los rasgos funcionales. Habiendo realizado el agrupamiento para los 3 servicios ecosistémicos se le asignó a cada especie de Fabaceae el tipo funcional al cual se agrupó. Posteriormente, para determinar la importancia relativa de cada tipo funcional en cada categoría de fragmento se generó una matriz de datos de las 6 categorías de fragmentos por tamaño y sector, para las 60 transectas realizadas contra los tipos funcionales (TFP1, TFP2, TFP3....) presentes en los censos y se determinaron los valores de área basal (AB) por tipo, es decir, la sumatoria de los valores correspondientes a todos los individuos de las especies que pertenecen a cada TFP. De esta manera se determinó la composición de tipos funcionales por las 6 categorías de fragmentos por tamaño y sector borde e interior, posteriormente, se realizó el análisis del ANOSIM para detectar si existían diferencias en la distribución y dominancia de los TFP por fragmentos con una significancia de  $p < 0,05$ . Posteriormente se aplicó el análisis de SIMPER para observar la contribución de cada tipo funcional a posibles diferencias entre pares de fragmentos (Clarke 1993).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la zona de Madre Vieja se registraron 85 especies de Fabaceae, de las cuales 43 se recolectaron fuera de los fragmentos y 54 dentro de éstos (**Anexo 10.1**). Además dicho grupo está representado por cuatro hábitos, donde el 67% corresponden a árboles, el 13% a lianas, el 12% arbustos y el 7 % hierbas (**Figura 3**). En el estudio de composición florística realizado en el área de Madre Vieja para la vegetación con DAP  $\geq 2,5$  cm para un área muestreada de 0,6 ha, se registró un total de 350 individuos repartidos en 186 para la subfamilia Caesalpinioideae, 118 para la subfamilia Mimosoideae y 46 individuos para la subfamilia Faboideae, pertenecientes a 42 especies, incluidas en 30 géneros (**Anexo 10.1**). Este resultado coincide con los planteamientos propuestos por Gentry (1992) acerca de la dominancia de algunas familias de plantas entre las que se destacan las Fabaceae en los bosques húmedos de diferentes regiones. Estos resultados son también hallados por otros estudios florísticos en bosques amazónicos de Colombia, Brasil, Perú y Ecuador (Balee & Campbell 1990, Steege *et al.* 2000, Macía & Svenning 2005, Cano & Stevenson 2009), en donde la familia Fabaceae se ha registrado como una de las más ricas en especies y con mayor abundancia de individuos.

www.bdigital.ula.ve

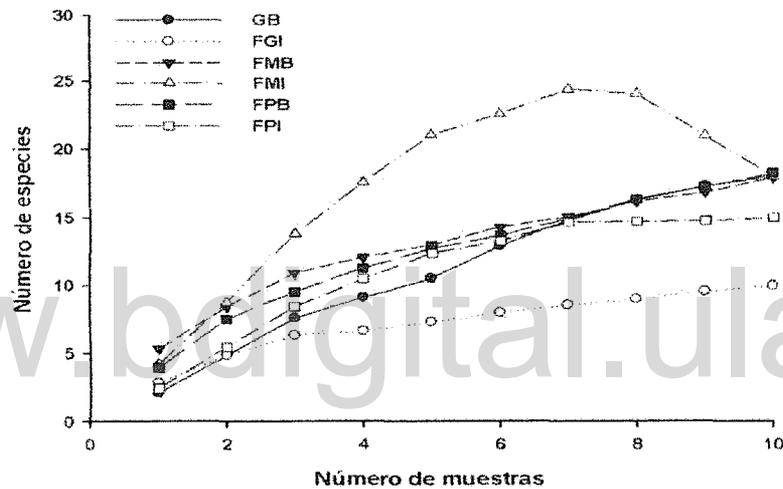
**Figura 3.** Gráfico del porcentaje de hábito de las Fabaceae leñosas para el área de Madre Vieja, Zulia.



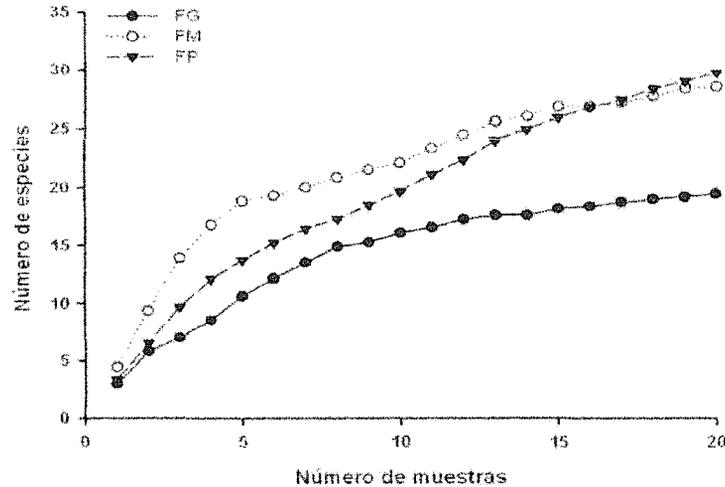
## 6.1 Florística

### 6.1.1. Diversidad

Las curvas de acumulación de especies de Fabaceae estimadas (**Figura 4**) para las 6 categorías de tamaño con sus respectivos sectores de borde e interior, y para las tres categorías por tamaño, muestran como se van agregando las especies a medida que va incrementando el área de muestreo. Sin embargo; Condit *et al.* (1996), demostraron que el número de especies se va incrementado en la medida en que se acumula un mayor número de individuos y no necesariamente por el incremento del área.



**Figura 4.** Curvas de acumulación de especies de Fabaceae leñosas para los muestreos realizados en las 6 categorías de tamaño con sus respectivos sectores de borde e interior en los fragmentos boscosos del área de Madre Vieja.



**Figura 5.** Curvas de acumulación de especies Fabaceae leñosas para los muestreos realizados en tres categorías de tamaño y dos categorías por sector borde e interior en los fragmentos boscosos del área de Madre Vieja.

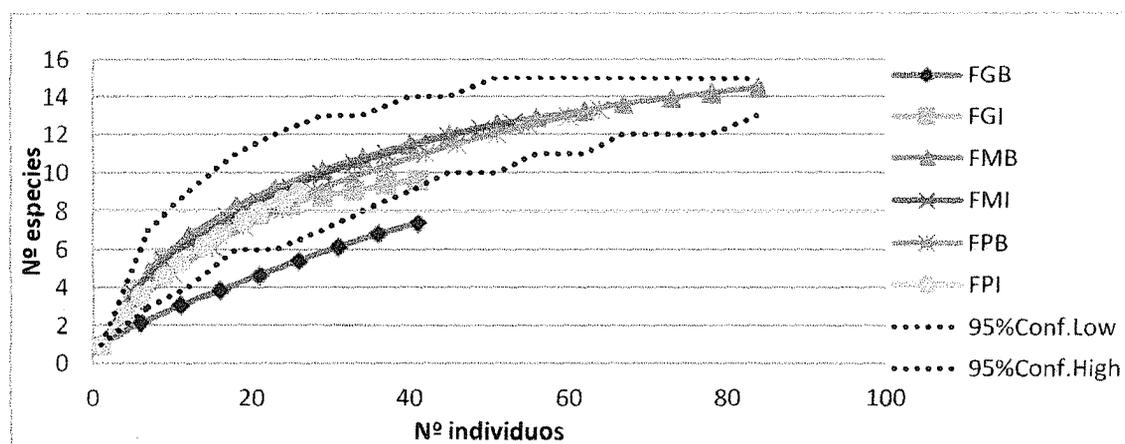
De acuerdo a este gráfico (**Figura 4**), el FMI es la que muestra la pendiente más pronunciada, lo que corresponde a una mayor riqueza, relacionada con una distribución equitativa entre las especies y el área de estudio. El comportamiento que presenta la acumulación de las especies entre FGB, FMB FPB y FPI son muy similares y la curva de la categoría FGI muestra un comportamiento en el cual se acumulan las especies en poca superficie y tiende a mantenerse a medida que incrementa el área. Según el gráfico obtenido por el estimador ACE (**Figura 5**), la curva de los FM, parecen tener una mayor pendiente y acumulación de especies en comparación con la categoría FP, aunque al finalizar las curvas alcanzan a acumular el mismo número de especies, mientras que la categoría FG, obtuvo una menor acumulación de especies por el área muestreada. En general, las curvas muestran que aún no se alcanza la saturación, pero se acerca a ella, al comparar el número de especies observado con el esperado vemos que la eficiencia de muestreo está entre el 63% y 83%, sin embargo, para el fragmento grande borde los valores son relativamente bajos logrando cerca del 50% de eficiencia en el muestreo, esto puede indicar que estos sitios son muy heterogéneos y que es necesario un esfuerzo de muestreo mucho mayor para conocer todas las especies (**Tabla 2**). Resultados similares obtuvieron Cano & Stevenson (2009), en Caparú Amazonía colombiana, donde la pendiente de la curva se nota muy pronunciada, con la posibilidad de incrementar las especies a medida que se realice un mayor muestreo, no logrando la asíntota. Quisbert & Macía (2005) obtuvieron curvas de acumulación de especies en dos áreas del Amazonas de tierra firme en Bolivia, las cuales presentaron un perfil ascendente sin lograr la asíntota. Autores como

Duivenvoorden *et al.* (2001), hacen la acotación que en ocasiones una mayor intensidad de muestreo no garantiza en su totalidad la estabilidad de la curva de acumulación de especies.

**Tabla 2.** Comparación de la diversidad de las Fabaceae leñosas por categorías en los fragmentos de bosque de Madre Vieja.

Fragmentos	Riqueza observada (N°.sp.)	Riqueza promedio transectas	Riqueza esperada (ACE)	Porcentaje eficiencia %	Índice Shannon	Índice Inverso Simpson
FGB	8	4,6	17	47	0,86	1,53
FGI	10	4,6	10	83	2,02	6,41
FMB	15	9,5	18	83	2,22	6,93
FMI	13	5,8	18	78	2,12	6,01
FPB	14	7,3	18	76	1,72	2,97
FPI	10	3,2	15	67	1,67	3,2
FG	15	4,6	19	77	1,8	3,25
FM	20	7,65	29	73	2,3	6,75
FP	20	5,25	30	67	1,88	3,09

Las curvas de rarefacción (**Figura 6**) y los valores de riqueza observada (**Tabla 2**), para las seis categorías de tamaño con sus bordes e interiores, muestran que los valores de riqueza de especies es mayor en la medida en que aumenta el número de individuos, las pendientes de las curvas generadas para las diferentes categorías es similar, excepto para la categoría fragmento grande borde (FGB). La riqueza de especies parece ser mayor en las categorías fragmento mediano borde (FMB), con 15 especies, el fragmento pequeño borde (FPB) con 14 especies y el fragmento mediano interior (FMI) con 13 especies. La única categoría que tuvo una menor riqueza fue la del fragmento grande borde (FGB) con 8 especies que quedó por fuera del intervalo de confianza.



**Figura 6.** Curvas de rarefacción para comparar la riqueza de especies de seis categorías por tamaño y sector borde e interior en los fragmentos boscosos del área de Madre Vieja, Zulia, a partir de levantamientos de vegetación de 0,1 ha para cada uno.

Por su parte, se encontraron diferencias significativas (**Tabla 3**) para la riqueza en los 6 categorías con sus respectivas áreas de borde e interior ( $H$  ( $\chi^2$ )= 15,69 y  $p=0,005172$ ), observándose las diferencias a través de la prueba de Mann-Whitney (**Tabla 4**) entre el FMB que presenta una mayor riqueza con respecto al FGI, el FPI y el FGB, en tanto el FMI, mostró mayor riqueza comparado con el FGB, aunque este último fragmento no presentó una gran eficiencia de muestreo por lo que sus valores de riqueza pueden estar subestimados.

**Tabla 3.** Significancia entre medianas para la riqueza en las 6 categorías de fragmentos.

**Kruskal-Wallis test for equal medians**

H ( $\chi^2$ ):	15.69
Hc (tie corrected):	16.67
p (same):	0.005172

**Tabla 4.** Diferencias significativas para la riqueza entre las 6 categorías de fragmentos.

	FGB	FGI	FMB	FMI	FPB	FPI
FGB		0.07734	0.0006024	0.01438	0.1648	0.3847
FGI	0.07734		0.04081	0.4966	0.8154	0.07516
FMB	0.0006024	0.04081		0.1273	0.1848	0.004073
FMI	0.01438	0.4966	0.1273		0.9688	0.05589
FPB	0.1648	0.8154	0.1848	0.9688		0.1454
FPI	0.3847	0.07516	0.004073	0.05589	0.1454	

Por categoría de tamaño, los fragmentos medianos y pequeños presentaron la mayor riqueza observada, sin embargo teniendo en cuenta la riqueza promedio por transectas, la categoría FM tendría un mayor valor comparado con la categoría FP y FG (Tabla 2). Corroborándose este resultado con las significancia estadística encontrada para la riqueza en las 3 categorías de tamaño de fragmento ( $H(\chi^2) = 9,019$  y  $p = 0,008$ ) (Tabla 5), obteniéndose diferencias de riqueza entre los FM que presentan un mayor valor comparado con los FG y con los FP (Tabla 6).

**Tabla 5.** Significancia entre medianas para la riqueza de las 3 categorías de fragmentos por tamaño.

<b>Kruskal-Wallis test for equal medians</b>	
H (chi2):	9,019
Hc (tie corrected):	9,581
p (same):	0,00831

**Tabla 6.** Diferencias significativas para la riqueza entre las 3 categorías de fragmentos.

	<b>FGB</b>	<b>FGI</b>	<b>FMB</b>
<b>FGB</b>		0,001872	0,7348
<b>FGI</b>	0,001872		0,02541
<b>FMB</b>	0,7348	0,02541	

La mayor diversidad mostrada por el índice de Shannon-Wiener fue para la categoría FMB en primer lugar, seguido de la categoría FMI (Tabla 2). Estadísticamente se obtuvieron diferencias significativas entre las categorías de fragmento analizadas ( $H(\chi^2) = 15,87$  y  $p = 0,006055$ ) (Tabla 7). Tales diferencias se encontraron entre el FMB con el FGB, FGI, FMI y FPI, también entre el FMI y el FPI (Tabla 8). El índice de Simpson señaló que los valores más altos de diversidad estuvieron en el FMB (Tabla 2). El índice inverso de Simpson mostró diferencias significativas en las categorías ( $H(\chi^2) = 17,06$  y  $p = 0,003903$ ) (Tabla 9). Hallándose entre el FGB de menor diversidad comparado con las categorías FGI, FMB y FMI, también se encontraron diferencias entre el FGI de mayor diversidad comparado con el FPI. El FMB presentó una mayor diversidad comparado con el FPI y por último el FMI tiene una mayor diversidad comparado con el FPI (Tabla 10).

**Tabla 7.** Significancia entre medianas para el índice de diversidad de Shannon en las 6 categorías.

<b>Kruskal-Wallis test for equal medians</b>	
H (chi2):	15,87
Hc (tie corrected):	16,29
p (same):	0,006055

**Tabla 8.** Diferencias significativas para la diversidad de Shannon entre las 6 categorías de fragmentos.

	<b>FGB</b>	<b>FGI</b>	<b>FMB</b>	<b>FMI</b>	<b>FPB</b>	<b>FPI</b>
<b>FGB</b>		0,2809	0,0004077	0,0513	0,2463	0,3623
<b>FGI</b>	0,2809		0,04049	0,731	0,9087	0,1027
<b>FMB</b>	0,0004077	0,04049		0,0372	0,1393	0,004799
<b>FMI</b>	0,0513	0,731	0,0372		0,9393	0,04164
<b>FPB</b>	0,2463	0,9087	0,1393	0,9393		0,1151
<b>FPI</b>	0,3623	0,1027	0,004799	0,04164	0,1151	

**Tabla 9.** Significancia entre medianas para el índice inverso de diversidad de Simpson entre las 6 categorías.

<b>Kruskal-Wallis test for equal medians</b>	
H (chi2):	15,87
Hc (tie corrected):	16,29
p (same):	0,006055

**Tabla 10.** Diferencias significativas para el índice inverso de diversidad de Simpson entre las 6 categorías de fragmentos.

	<b>FGB</b>	<b>FGI</b>	<b>FMB</b>	<b>FMI</b>	<b>FPB</b>	<b>FPI</b>
<b>FGB</b>		0,02754	0,006184	0,01495	0,1252	0,3609
<b>FGI</b>	0,02754		0,1943	0,3802	1	0,01358
<b>FMB</b>	0,006184	0,1943		0,8494	0,3247	0,002565
<b>FMI</b>	0,01495	0,3802	0,8494		0,3431	0,0143
<b>FPB</b>	0,1252	1	0,3247	0,3431		0,07463
<b>FPI</b>	0,3609	0,01358	0,002565	0,0143	0,07463	

El mayor valor de diversidad de Shannon e inverso de Simpson en categorías por tamaño fue para los FM (Tabla 2). Las tres categorías por tamaño mostraron diferencias significativas entre los fragmentos para el índice de Shannon ( $H(\chi^2)= 8,648$  y  $p=0,01181$ ) y Simpson ( $H(\chi^2)= 9,785$  y  $p=0,006932$ ) (Tablas 11 y 13). Las diferencias fueron detectadas para la categoría FM con mayor valor comparado con el FG y con la categoría FP (Tablas 12 y 14).

**Tabla 11.** Significancia entre medianas para el índice de diversidad de Shannon en las 3 categorías.

<b>Kruskal-Wallis test for equal medians</b>	
H (chi2):	8,648
Hc (tie corrected):	8,877
p (same):	0,01181

**Tabla 12.** Diferencias significativas para el índice de Shannon entre las 3 categorías de fragmentos.

	<b>FGB</b>	<b>FGI</b>	<b>FMB</b>
<b>FGB</b>		0,004305	0,6846
<b>FGI</b>	0,004305		0,02576
<b>FMB</b>	0,6846	0,02576	

**Tabla 13.** Significancia entre medianas para el índice inverso de diversidad de Simpson en las 3 categorías.

<b>Kruskal-Wallis test for equal medians</b>	
H (chi2):	9,785
Hc (tie corrected):	9,943
p (same):	0,006932

**Tabla 14.** Diferencias significativas para el índice inverso de Simpson entre las 3 categorías de fragmentos.

	<b>FGB</b>	<b>FGI</b>	<b>FMB</b>
<b>FGB</b>		0,007691	0,5158
<b>FGI</b>	0,007691		0,007414
<b>FMB</b>	0,5158	0,007414	

La riqueza de las Fabaceae presente en este trabajo estuvo en un rango comprendido entre 10-13 en las áreas de interior de los fragmentos a través del método de 0,1 ha de Gentry, resultados muy semejantes dentro del rango, obtuvo el autor (Gentry 1982) en el estudio florístico de los bosques húmedos del río Palenque (Ecuador) y camino a Pipeline (Panamá), encontrando para cada localidad una riqueza de 8 y 10 especies de Fabaceae respectivamente. También mediante el mismo método Dueñas *et al.* (2007), reportó 7 especies de la familia Fabaceae en el área del Catatumbo colombiano, valores que están por debajo del rango comparado con el obtenido en las categorías de fragmentos, aunque no están muy alejados.

En este trabajo la mayor riqueza fue obtenida por el género *Inga* con 11 especies, coincidiendo con el patrón general observado en diferentes bosques amazónicos (Gehring *et al.* 2008, Gentry 1982). Por otra parte, Schulz (1960) indica que varias de las especies del género *Inga* son conocidas como sucesionales, los fragmentos están sometidos a constantes intervenciones (fuego, saca de madera, etc.) que mantiene activa la dinámica sucesional de estos sitios explicando en cierta medida la presencia de especies sucesionales.

Es complicado calcular el nivel de presión antrópica en estos bosques, sin embargo en las diferentes categorías se observaron perturbaciones por extracción de maderas, deforestación resultante de la necesidad de aumentar la accesibilidad dentro del relicto o simplemente para ampliar el área de pastoreo y en ocasiones estos relictos son sometidos a la perturbación por quema provocada por los mismos pobladores, lo que al final posiblemente haya repercutido en los valores de diversidad.

En general, los bosques continuos presentan una mayor diversidad que los pequeños fragmentos de bosque (Leigh *et al.* 1993). Sin embargo, el comportamiento de la diversidad de especies de la familia Fabaceae parece no coincidir con el comportamiento general, pues en este caso los fragmentos medianos y pequeños contienen la mayor diversidad.

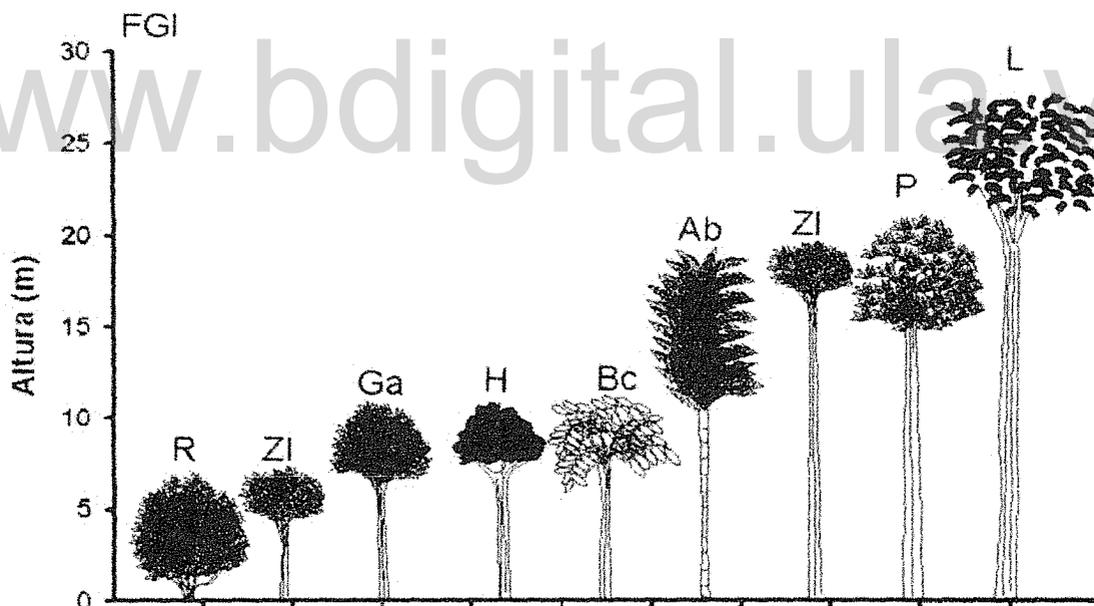
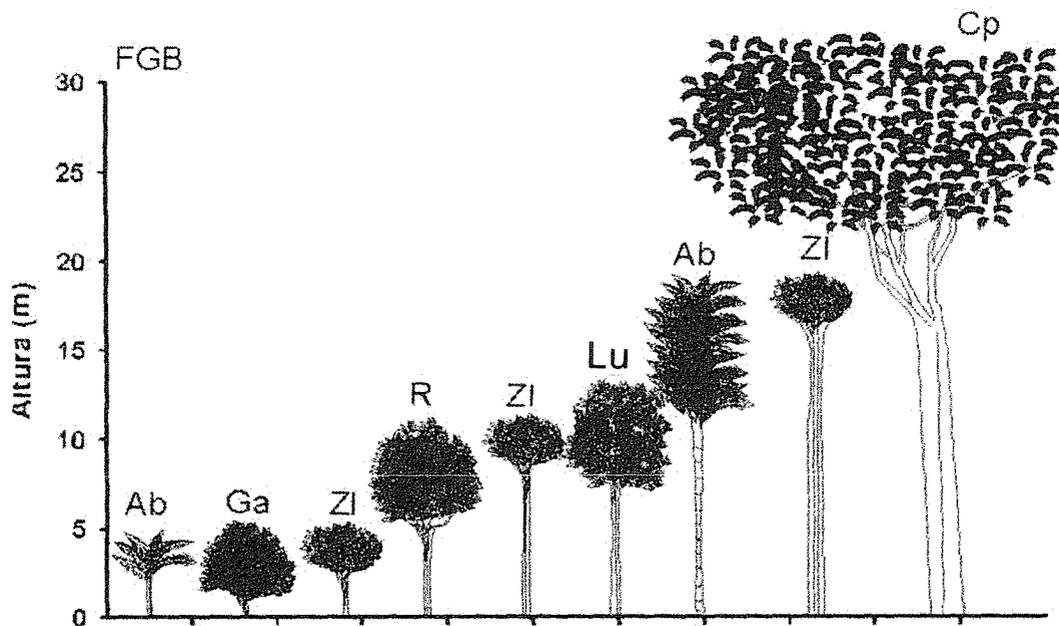
En los bosques naturales, las perturbaciones juegan un papel fundamental en el mantenimiento de la dinámica estructural y funcional de los ecosistemas (Asquith 2002). En el caso de los fragmentos pequeños de bosque, estos fragmentos se han reducido tanto, que quedan muy expuestos a la colonización de especies sucesionales, ruderales del exterior y especies de lianas que incrementan la diversidad a lo largo de las áreas de borde debido a las mismas perturbaciones (Laurance *et al.* 2000, 2001).

La alta diversidad observada en los FM en el área de Madre Vieja se deba posiblemente al continuo cambio en la composición de las especies debido a perturbaciones frecuentes con intensidad del disturbio moderadas, tal y como ha sido propuesto por Connell (1978) en la teoría de disturbio intermedio para explicar la alta diversidad. Esto permite explicar la coexistencia de las especies en las comunidades ecológicas a través de diferentes mecanismos de convivencia como la recolonización de las especies por la dispersión y competencia que permiten se mantenga una alta diversidad (Roxgurgh *et al.* 2004). Otro factor que interviene son las condiciones propias del fragmento, debido a que las plantas se distribuyen a lo largo de gradientes hídricos, lumínicos, térmicos y edáficos relacionados con nutrientes, minerales y humedad. Estos factores abióticos, pueden estar influyendo a escalas geográficas pequeñas y pueden controlar el número y el tipo de especies que pueden establecerse en un bosque local (Connell 1978, Cano & Stevenson 2009).

### 6.1.2. Estructura vertical

En general los fragmentos boscosos grandes sector borde, presentan una vegetación entre 2 a 65 m de altura, mostrando 4 estratos que en algunas partes han sido alteradas por la antropización. Un primer estrato está constituido por muy pocas especies emergentes como *Ficus sp.1.*, *Protium sp.2.*, *Ceiba pentandra* y *Guazuma ulmifolia* con alturas que oscilan entre 20 a 25 m. Un segundo estrato compuesto por especies como *Attalea Butyracea*, *Palicourea crocea* y *Guazuma ulmifolia* con alturas entre 11 a 18 m. El tercer estrato arbóreo, predominan especies secundarias como *Rinorea pubiflora*, *Luehea cymulosa*, *Licania apétala* y *Strychnos sp.2* entre otras, con alturas que van de 6 a 10 m. El sotobosque conformado por arbusto y árboles pequeños como *Attalea butyracea*, *Gustavia augusta*, *Stylogyne venezuelana*, *Rinorea pubiflora* y *Myrcia sp.1.*, con alturas entre 2 a 5 m. En esta categoría de fragmento la familia Fabaceae está representada en la estratificación vertical por 8 especies arbóreas (100%) distinguidas en 3 estratos; de dosel, arbóreo y sotobosque en donde la especie *Zygia longifolia* es la más dominante (Figura 7) (Anexo 10.2).

En el interior de la categoría fragmento grande, la vegetación presenta una altura entre 2 a 25 m, conformando 4 estratos, que no son continuos en algunas zonas. El primero constituido por unos pocos árboles emergentes de las especies *Ficus sp.2.*, *Pouteria caimito* y *Talisia sp.1* que llegan hasta 25 m. El dosel conformado por la copa de los árboles más dominantes como *Astronium graveolens*, *Attalea butyracea*, *Oxandra venezuelana*, y *Triplaris sp.1.*, con una altura que va de 15 a 20 m. Por su parte en el estrato arbóreo, se encuentran elementos naturales mezclados con los de bosques secundarios; los árboles característicos son *Oxandra venezuelana*, *Rinorea pubiflora*, *Gustavia augusta*, *Senefeldera testiculata* y especies de palmas como *Bactris setulosa* y *Attalea butyracea*, con alturas entre 6 a 14 m de altura. El sotobosque está conformado por árboles, arbustos entre 2 a 5 m, como *Rinorea pubiflora*, *Senefeldera testiculata*, y arbustos escandentes de áreas perturbadas, como *Connarus panamensis* y *Strychnos panamensis* entre otras. En esta categoría de fragmento las Fabaceae obtuvieron 10 especies de las cuales 9 corresponden a árboles (90%) y sólo 1 especie es una liana (10%), *Clitoria sp.1.* En el estrato emergente se encuentra *Lonchocarpus sp.2.* En el estrato de dosel se destaca *Copaifera officinalis* y *Zygia longifolia*. En el estrato arbóreo fue dominante *Hymenaea courbaril*, *Zygia longifolia* y *Brownea macrophylla* y en el sotobosque *Zygia longifolia* fue la especie mayor representada junto a la trepadora *Clitoria sp.1* (Figura 7) (Anexo 10.2).

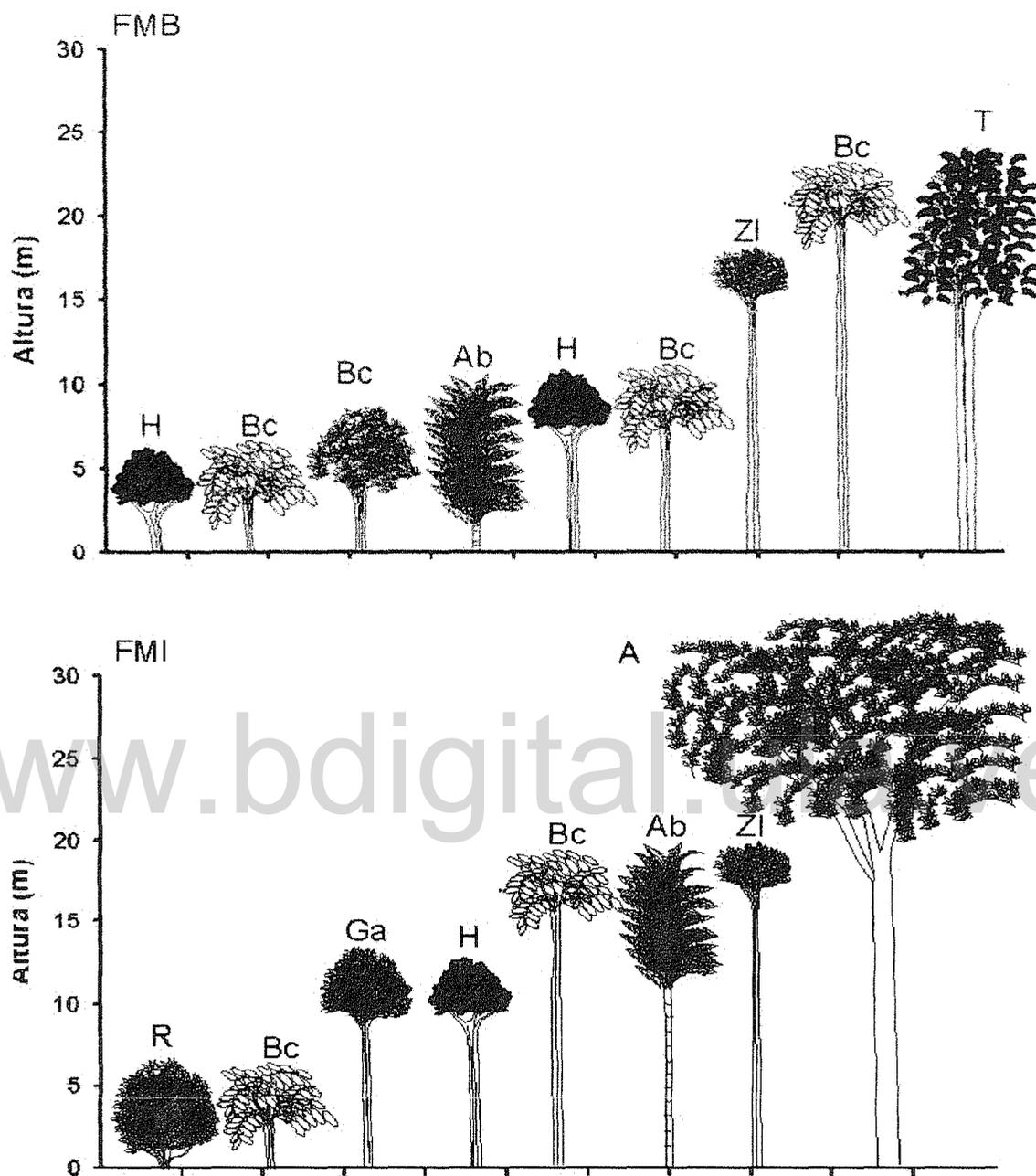


**Figura 7.** Estructura vertical de los Fragmentos Grandes. **Cp**= *Ceiba pentandra* **ZI** = *Zygia longifolia*, **Ab**= *Attalea butyracea*, **Bc**= *Brownea coccinea*, **H**= *Hymenaea courbari*, **Ga**= *Gustavia augusta*, **L**= *Lonchocarpus sp.2*, **Lu**= *Luehea cymulosa*, **P** = *Pouteria caimito*, **R**= *Rinorea pubiflora*.

En los bordes de los fragmentos boscosos medianos la vegetación mide de 2 a 22 m de altura, en cuyo perfil se observaron 4 estratos que en ciertas áreas han sido modificadas por la antropización.

El primero es el estrato emergente conformado por árboles que llegan entre los 20 y 22 m, entre estos se destacan especies secundarias como *Guazuma ulmifolia* y otros elementos naturales como *Ficus aff. Amazónica*, y *Triplaris sp.2*. El dosel, está constituido por árboles de áreas abiertas como *Cecropia sp.1* y otros elementos naturales entremezclados como *Astronium graveolens*, *Chrysophyllum sp.1* y *Senefeldera testiculata* que alcanzan alturas entre 12 a 18 m. En un tercer estrato arbóreo las especies representativas fueron *Attalea butyracea*, y especies secundarias como *Psychotria sp.1* y *Psychotria sp.4*, con alturas entre 6 a 11 m. El sotobosque estuvo compuesto por arbustos y árboles como *Stylogyne turumiquensis*, *Genipa americana*, *Senefeldera testiculata* y *Guazuma ulmifolia* con alturas entre 2 a 5 m. En esta categoría de fragmento, la familia Fabaceae obtuvo 15 representantes de los cuales 14 (93%) son árboles y sólo 1 especie es arbusto (6%). En los estratos emergente y de dosel *Brownea coccinea* ocupa el primer lugar, otras especies importantes en el dosel fueron *Zygia longifolia*, *Hymenaea courbaril* y *Lonchocarpus sp.1*. El estrato arbóreo estuvo representado por *Brownea coccinea*, *Hymenaea courbaril*, *Ormosia sp.1* e *Inga laurina*. En el sotobosque se destaca la presencia de especies como *Hymenaea courbaril* que es la más dominante seguida de *Brownea coccinea*, *Copaifera officinalis*, *Inga laurina* y *Zygia longifolia* (**Figura 8**) (**Anexo 10.2**).

El sector interior de los fragmentos medianos presentan una vegetación con alturas desde los 2 a 30 m, con un perfil que muestra 4 estratos, que en algunas partes no son continuos. En el estrato emergente se destacan árboles como *Ceiba samauna*, *Astronium graveolens*, *Ficus aff. amazónica* y *Coccoloba sp.3*, que llegan desde los 22 a 30 m de altura. El dosel comprendido por palmas como *Attalea butyracea* y árboles como *Couratari aff. Macrosperma*, *Quararibea sp.1* y *Citronella sp.1*, con alturas entre 15 a 20 m. Un tercer estrato arbóreo con especies como *Gustavia augusta*, *Myrcia sp.3* y *Senefeldera testiculata*, con alturas que van desde 6 a 14 m. El sotobosque está constituido por arbustos y árboles como *citronella sp.1*, *Rinorea pubiflora* y *senefeldera testiculata*, con alturas entre 2 a 5 m. En esta categoría de fragmento todas las especies presentes de la familia Fabaceae son árboles (100%). El estrato emergente estuvo representado en su mayoría por *Copaifera officinalis*. En el dosel la especie *Brownea coccinea* y *Zygia longifolia* son las más dominantes. En el estrato arbóreo se encontró *Hymenaea courbaril*, en segundo lugar *Brownea coccinea* y *Zygia longifolia*. El estrato de sotobosque estuvo caracterizado principalmente por *Brownea coccinea* (**Figura 8**) (**Anexo 10.2**).



**Figura 8.** Estructura vertical de los Fragmentos Medianos. A= *Astronium graveolens*, Ab= *Attalea butyracea*, Bc= *Brownea coccinea*, Ga= *Gustavia augusta*, H= *Hymenaea courbaril*, IL= *Inga laurina*, R= *Rinorea pubiflora*, T= *Triplaris sp.2*, ZI= *Zygia longifolia*.

La vegetación de los fragmentos pequeños de borde exhibieron alturas entre los 2 a 30 m, mostrando un perfil conformado por 4 estratos que se encuentran en ciertas partes modificados por actividades humanas. El primero corresponde a árboles emergentes como *Ficus palida*, *Ficus sp.3* y *Protium sp.1*, llegando a alturas de 25 a 30 m. En el segundo estrato se destaca la palma *Attalea butyracea* y árboles como *Rollinia sp.1*, *Talissia sp.1* y *Guazuma ulmifolia*, con alturas que van de 15 a 20 m. El tercer estrato arbóreo está comprendido por especies secundarias como *Quararibea sp.1*, *Trophis sp.1*, *Xilopia aromatica* y *Vismia baccifera* con alturas que van desde 6 a 14 m. El sotobosque se caracterizó por presentar palmas como *Bactris setulosa* y árboles como *Oxandra venezuelana*, *Senefeldera testiculata* y *Tapirira guianensis* con alturas que van de 2 a 5 m. En esta categoría de fragmento las especies representadas para la familia Fabaceae fueron 14 de las cuales 12 especies tienen un porte arbóreo (85,71%) y 2 son lianas del género *Bauhinia* (14,28%). En la estratificación vertical de las Fabaceae, se puede distinguir en el dosel superior *Hymenaea courbaril*, como el árbol más dominante y en segundo lugar *Bauhinia coronata*, *Copaifera officinales* y *Zygia longifolia*. En el segundo estrato *Hymenaea courbaril* es la especie con mayor dominancia seguida de *Copaifera officinalis*, *Inga multijuga* y la liana *Bauhinia coronata*. En el nivel de sotobosque se encontró en primer lugar *Hymenaea courbaril* y en segundo lugar *Albizia pistaciifolia* y *Copaifera officinalis* (Figura 9) (Anexo 10.2).

En el interior de los fragmentos pequeños la vegetación presenta alturas entre 2 a 30 m, cuyo perfil está conformado por 4 estratos que en algunas áreas han sido alteradas por la antropización. El estrato emergente está constituido por palmas como *Attalea butyracea* y árboles como *Clarisia biflora*, *Xilopia aromatica* y *Coccoloba padiformis*, llegando desde los 21 a 30 m de altura. En el dosel se destacan palmas como *Roystonea oleracea*, árboles como *Quararibea sp.1*, *Androanthus sp.1* y *Casearia sp.2*, llegando entre los 15 a 20 m. El estrato arbóreo está representado por palmas como *Attalea butyracea*, *Bactris macana* y *Bactris setulosa* y árboles como *Protium heptaphyllum*, *Theobroma sp.1* y *Sloanea sp.2*, que alcanzan entre 6 a 12 m de altura. En el sotobosque se destacan nuevamente especies de palmas como *Bactris macana* y *Bactris setulosa*, también se encontraron árboles como *Senefeldera testiculata* y *Gustavia augusta* con alturas entre 2 y 5 m. En esta categoría de fragmento la familia Fabaceae está representada por 10 especies, de las cuales 7 son especies de porte arbóreo (70%) y 3 son especies de liana del género *Bauhinia* (30%). Entre las Fabaceae en el estrato más alto se encuentra *Copaifera officinalis*. En el dosel se destaca en primer lugar *Lonchocarpus aff. sericeus*, seguido por *Copaifera officinalis* y *Bauhinia rubuginosa*. En el estrato arbóreo *Hymenaea courbaril* es la especie más dominante y en segundo lugar se encuentra la

trepadora *Bauhinia coronata*, seguido de *Inga alba*. En el estrato inferior del sotobosque se distingue *Hymenaea courbaril* y *Copaifera officinalis* (Figura 9) (Anexo 10.2).

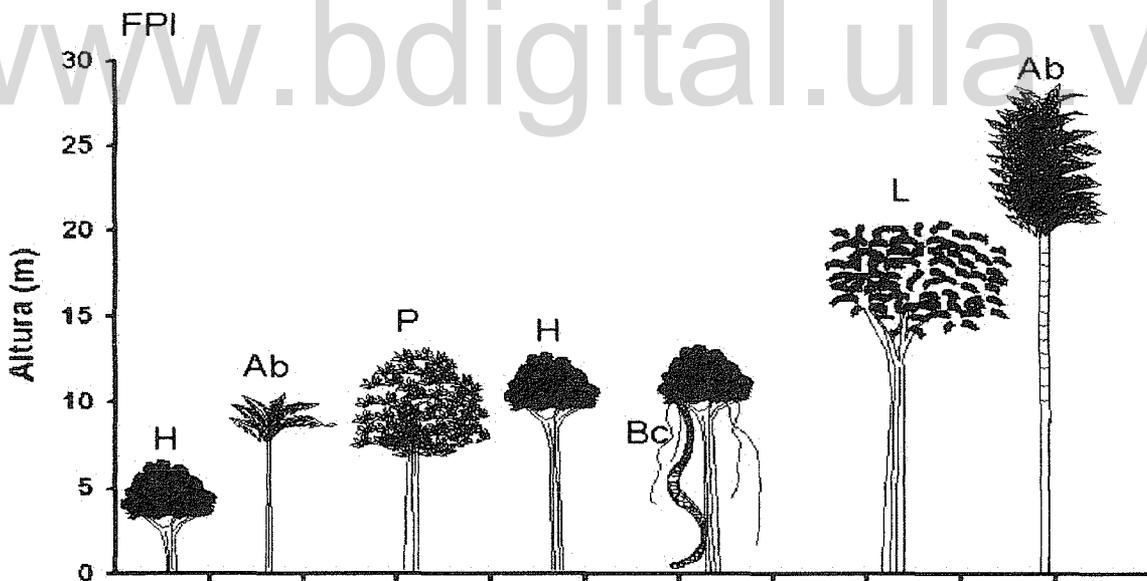
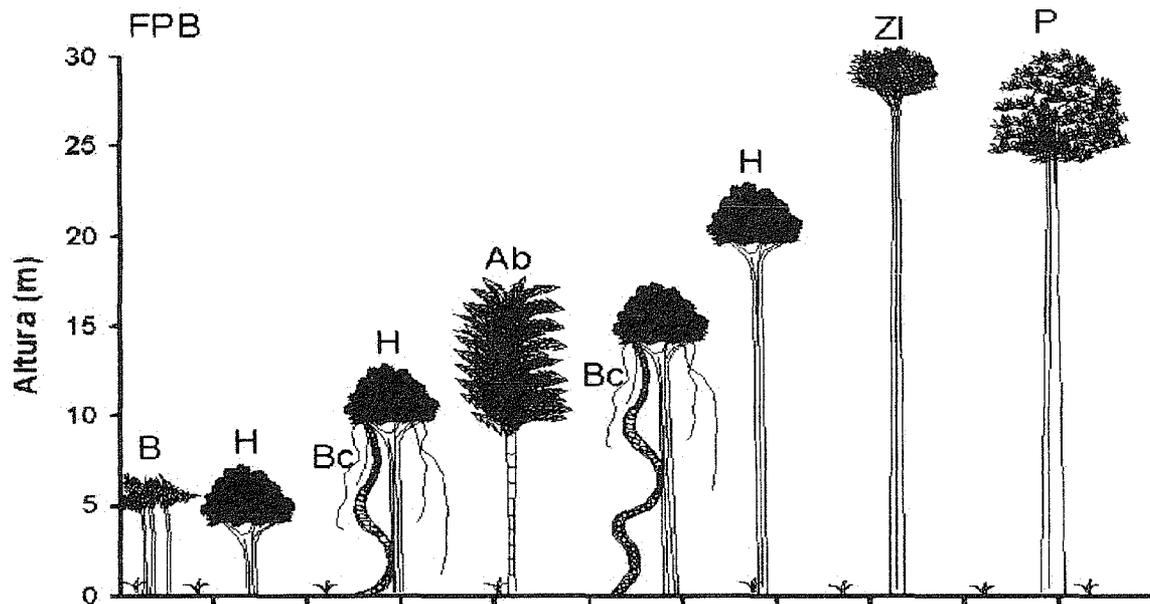


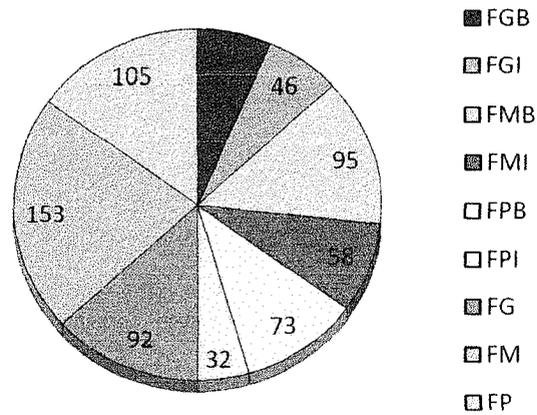
Figura 9. Estructura vertical de los Fragmentos Pequeños. Ab= *Attalea butyracea*, B= *Bactris setulosa*, Bc= *Bauhinia coronata*, H= *Hymenaea courbaril*, L= *Lonchocarpus aff. sericeus*, P= *Protium sp.1*, Ph= *Protium heptaphyllum*, R= *Rinorea pubiflora*, Zl = *Zygia longifolia*.

Las especies de Fabaceae más dominantes en este estudio como *Zygia longifolia*, *Hymenaea courbaril*, *Copaifera officinalis* y *Brownea coccinea* son intolerantes a la sombra cuando se encuentran en la madurez, tienen crecimiento lento bajo sombra leve y pueden permanecer bajo una sombra considerablemente densa por varios años, pero necesitan de luz vertical plena o casi plena para un desarrollo completo (Marrero 1949, Angulo *et al.* 1996, Delgado *et al.* 2005, Proyecto ecológico Azuero 2014), por lo que fácilmente pueden observarse en los diferentes estratos. La especie *Zygia longifolia* es catalogada como riparia (Geron *et al.* 2002), encontrándose cerca a las orillas de los caños que atraviesan los fragmentos y en general dispersa en la gran mayoría de fragmentos, pero su mayor dominancia se encuentra en los fragmentos grandes. La especie *Hymenaea courbaril* es también una especie dominante en los diferentes estratos y fragmentos, pero cobra mayor importancia en los fragmentos medianos y pequeños. La especie *Copaifera officinalis* también se hizo presente en los diferentes fragmentos, cobrando mayor importancia en los fragmentos grandes. *Brownea coccinea*, es la especie con mayor dominancia vertical solo en los fragmentos medianos.

www.bdigital.ula.ve

### 6.1.3. Abundancia

Se observa una diferenciación respecto a la abundancia de los bordes con los interiores de las categorías excepto para los fragmentos grandes, que tienen similar número de individuos. La categoría que presentó mayor número de individuos fue el FMB, seguido de la categoría FPB.



**Figura 10.** Número de individuos totales por categorías de fragmentos en el área de Madre Vieja.

Con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis se obtuvo diferencias significativas entre las abundancias de Fabaceae para las seis categorías de tamaño con sus bordes e interiores ( $H(\chi^2) = 13,73$  y  $p = 0,01658$ ) (Tabla 15). Con la prueba Mann-Whitney resaltaron diferencias entre la categoría FMB con mayores valores de abundancia comparado con el FGI, el FPI y el FGB (Tabla 16).

**Tabla 15.** Significancia entre medianas para la abundancia en las 6 categorías de fragmentos.

<b>Kruskal-Wallis test for equal medians</b>	
H (chi2):	13,73
Hc (tie corrected):	13,85
p (same):	0,01658

**Tabla 16.** Diferencias significativas para la abundancia entre las 6 categorías de fragmentos.

	<b>FGB</b>	<b>FGI</b>	<b>FMB</b>	<b>FMI</b>	<b>FPB</b>	<b>FPI</b>
<b>FGB</b>		0,6465	0,006788	0,62	0,4253	0,3781
<b>FGI</b>	0,6465		0,003524	0,7323	0,6469	0,1679
<b>FMB</b>	0,006788	0,003524		0,06828	0,1016	0,001798
<b>FMI</b>	0,62	0,7323	0,06828		0,79	0,1829
<b>FPB</b>	0,4253	0,6469	0,1016	0,79		0,1378
<b>FPI</b>	0,3781	0,1679	0,001798	0,1829	0,1378	

Por tamaño de categorías, los FM obtuvieron el mayor valor de abundancia seguido de los FP (Figura 10). El análisis de Kruskal-Wallis corroboró las diferencias significativas entre las tres tipos de fragmento por tamaño ( $H(\chi^2) = 6,637$  y  $p = 0,03512$ ) (Tabla 17) y con la prueba de Mann-Whitney se detectaron diferencias entre la categoría FM con mayores valores de abundancia comparado con la categoría FG y FP (Tabla 18).

**Tabla 17.** Significancia entre medianas para la abundancia entre las 3 categorías de fragmentos.

**Kruskal-Wallis test for equal medians**

H ( $\chi^2$ ):	6,637
Hc (tie corrected):	6,698
p (same):	0,03512

**Tabla 18.** Diferencias significativas para la abundancia entre las 3 categorías de fragmentos.

	<b>FGB</b>	<b>FGI</b>	<b>FMB</b>
<b>FGB</b>		0,01934	0,7333
<b>FGI</b>	0,01934		0,03666
<b>FMB</b>	0,7333	0,03666	

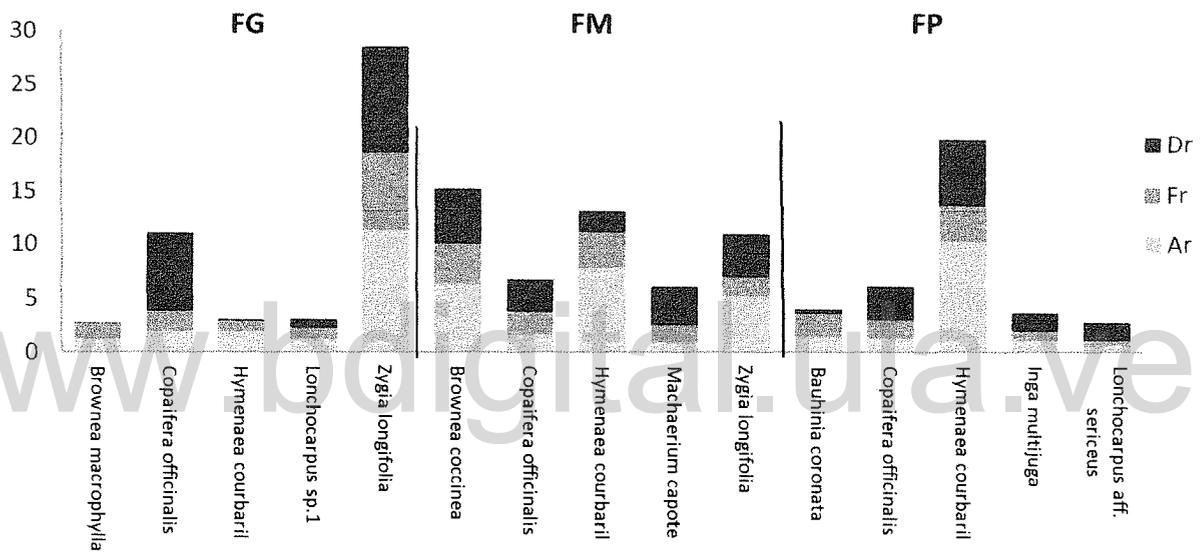
Gentry (1982), encontró que para áreas de bosque húmedo en el Río Palenque (Ecuador), los valores de abundancias fueron de 12 individuos para esta familia, similares resultados obtuvo en Pipeline (Panamá), con 16 individuos, en general fueron valores bajos comparados con un rango de 43 -58 individuos en áreas de interior en 0,1 ha. Por otra parte Dueñas *et al.* 2007, reporta 33 individuos para la familia de las Fabaceae, para el mismo tamaño de área muestreada, sin embargo, a pesar que el DAP empleado por los autores es menor no alcanzaron a registrar un mayor número

de individuos o valores similares comparados con este estudio. Araujo-Murakami *et al.* (2005) obtuvo una abundancia de 128 individuos para la familia Fabaceae en el área de Madidi de la Amazonía boliviana, valores más altos comparado con el estudio realizado en Madre Vieja. Dechner & Diazgranados (2007) obtuvieron una abundancia de 27 individuos para un área muestreada de 1,5 ha y  $DAP \geq 10$  cm en un bosque húmedo de la Sierra Nevada de Santa Marta, lo cual resulta un valor bajo comparado con el estudio realizado en Madre Vieja, aunque se debe tener en cuenta que el DAP utilizado en esta investigación, el área muestreada y el método empleado para los levantamientos, hace que se reflejen esas diferencias en sus resultados.

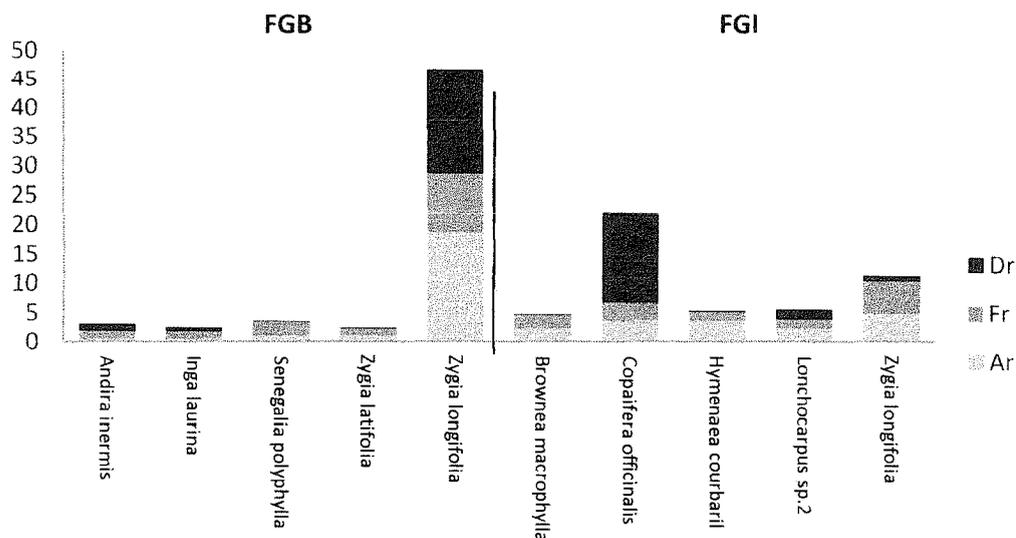
La diferencia en las abundancias observadas en las categorías de fragmentos, posiblemente se deba a la influencia del grado de intervención y la tala selectiva de estos bosques en el pasado (Rangel-Ch. & Velázquez 1997). En los bosques neotropicales fragmentados, parece ser una característica de condiciones de borde, especialmente cuando la formación de este es reciente, aparece una mayor abundancia de especies intolerantes a la sombra, incluyendo la proliferación de árboles pioneros de vida corta, lianas y trepadoras, (Benítez Malvido 1998). Este comportamiento parece verse en general en los fragmentos boscosos del área de Madre Vieja, especialmente en las áreas de borde de los fragmentos pequeños, que empiezan a incrementar el número de individuos de especies de lianas, pero muchas de ellas no entraron dentro de los valores de DAP empleados en este estudio.

#### 6.1.4. Valor de importancia

En los fragmentos grandes, *Zygia longifolia* se destaca como la especie con mayor valor de importancia relativa, por la presencia de muchos individuos con áreas basales pequeñas (Figura 11), tomando mayor importancia en el borde que en el interior de las categorías de fragmento (Figura 12), en segundo lugar se encuentra la especie *Copaifera officinalis*, la cual es una especie muy dominante con un considerable aporte de grandes áreas basales (Figura 11), atribuidas a la categoría FGI, donde toma mayor importancia (Figura 12). En las áreas de borde de los fragmentos grandes se destacan además *Andira inermis*, que es una especie rara, con muy pocos individuos pero con grandes áreas basales (Figura 12).



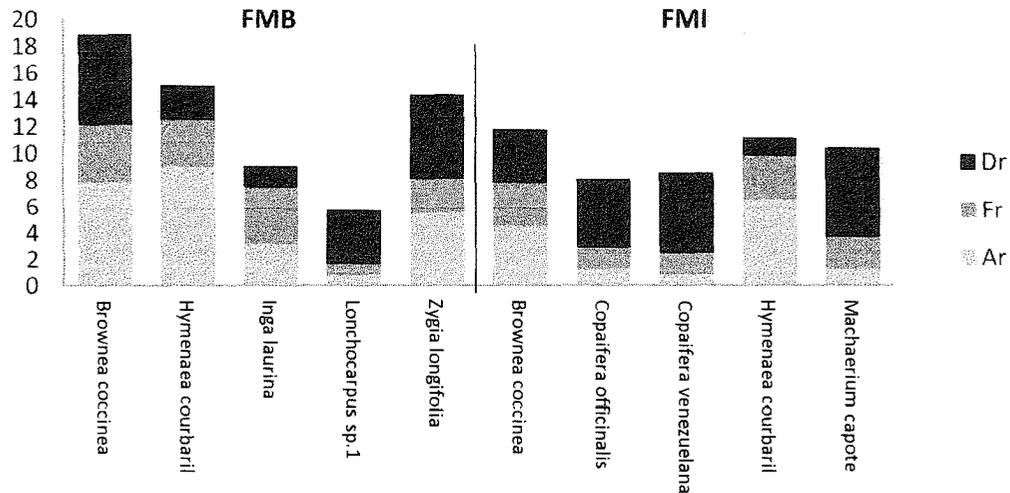
**Figura 11.** Valor de importancia de las primeras cinco especies de Fabaceae leñosas para las 3 categorías por tamaño fragmentos grandes (FG), fragmentos medianos (FM) y fragmentos pequeños (FP) en el área de Madre Vieja, con los respectivos aportes de abundancia (Ar), frecuencia (Fr) y dominancia relativa (Dr).



**Figura 12.** Valor de importancia de las primeras cinco especies de Fabaceae leñosas de la categoría fragmento grande borde (FGB) y fragmento grande interior (FGI), en el área de Madre Vieja, con los respectivos aportes de abundancia (Ar), frecuencia (Fr) y dominancia relativa (Dr).

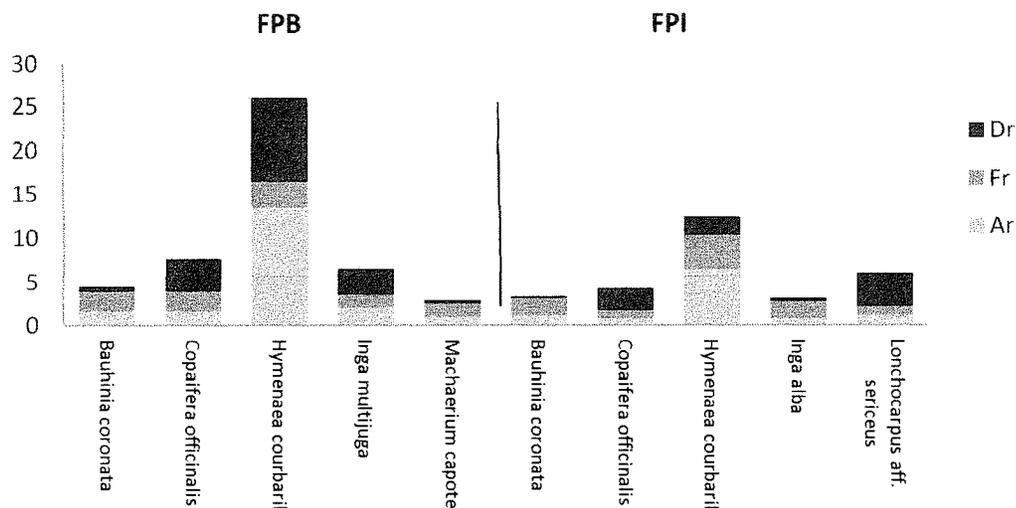
www.bdigital.ula.ve

En los fragmentos medianos se destacan los valores más altos de importancia relativa para *Brownea coccinea* por exhibir gran cantidad de individuos con altos valores de área basal (**Figura 11**), tomando valores más altos en las áreas de borde que en el interior (**Figura 13**), en segundo lugar de importancia se observó *Hymenaea courbaril* por presentar muchos individuos en pocas parcelas y con pequeñas áreas basales (**Figura 11**), mostrando valores mayores hacia los bordes que hacia el interior (**Figura 13**). Otras especies con gran importancia relativa en los bordes son *Zygia longifolia* en tercer lugar por presentar muchos individuos presentes en pocas parcelas con áreas basales moderadas (**Figura 13**). Hacia el interior de los fragmentos medianos se destacaron también en importancia *Machaerium capote* en tercer lugar con pocos individuos, dispersos en las parcelas realizadas con grandes áreas basales (**Figura 13**).



**Figura 13.** Valor de importancia de las primeras cinco especies de Fabaceae leñosas de la categoría fragmento mediano borde (FMB) y fragmento mediano interior (FMI), en el área de Madre Vieja, con los respectivos aportes de abundancia (Ar), frecuencia (Fr) y dominancia relativa (Dr).

En los fragmentos pequeños la especie con mayor valor de importancia relativa fue *Hymenaea courbaril* resultante principalmente por el gran número de individuos presentes en pocas parcelas y de pequeñas áreas basales (Figura 11), con mayor participación en las áreas de borde contrastado con las áreas del interior de los fragmentos (Figura 14), en segundo lugar se encuentra *Copaifera officinalis* con la presencia de muy pocos individuos en pocas parcelas pero con grandes áreas basales (Figura 11), distribuyéndose con valores un poco más altos en las áreas de borde comparado con el interior del fragmento (Figura 14). Otra especie que también sobresale por su alto valor de importancia relativa en los bordes, además de ser una especie rara *Inga multijuga*, la cual presenta pocos individuos distribuidos en pocas parcelas pero con grandes áreas basales (Figura 14). En el área interior de los fragmentos pequeños se destacan *Lonchocarpus aff. sericeus* en segundo lugar por grandes áreas basales representadas en unos pocos individuos presentes en muy pocas parcelas. Un grupo que sobresale, que es propio de los fragmentos pequeños es el género *Bauhinia*, que marca su alto valor de importancia por la presencia de pocos individuos de pequeñas áreas basales pero bien distribuidos en las parcelas tanto del borde como del interior (Figuras 11 y 14).



**Figura 14.** Valor de importancia de las primeras cinco especies de Fabaceae leñosas de la categoría fragmento pequeño borde (FPB) y fragmento pequeño interior (FPI), en el área de Madre Vieja, con los respectivos aportes de abundancia (Ar), frecuencia (Fr) y dominancia relativa (Dr).

La composición florística de las áreas de referencia son diferentes por lo que es muy difícil realizar comparaciones con relación al valor de importancia a nivel de especies, porque en ocasiones para el caso de las Fabaceae no existen especies en común. Sin embargo, las Fabaceae se han destacado por su valor de importancia en diferentes áreas de bosque húmedo, entre estos se encuentran el trabajo de Chacón *et al.* (2008), en un bosque muy húmedo ribereño de Costa Rica, donde *Zygia longifolia* es una de las especies con mayor IVI, lo que coincide con los resultados obtenidos en las categorías de fragmentos de Madre Vieja, convirtiéndose en la especie de mayor importancia relativa.

Estudios similares como el de Dueñas *et al.* (2007) en el Catatumbo colombiano reserva de Barí y Díaz (2007) en unas localidades del estado Bolívar, Venezuela, resaltan el valor de importancia de la familia, coincidiendo que la especie *Brownea coccinea* presenta un alto valor de importancia, semejantes a los resultados obtenidos en este estudio.

La dominancia de algunas especies en un bosque puede ocurrir porque han evolucionado con mejores adaptaciones que permitan tolerar condiciones ambientales como suelos pobres (Whitmore 1975). Así, las especies y familias que dominan bosques tropicales en grandes escalas deberían tender a combinar la alta inversión reproductiva y el éxito, capacidad de dispersión a larga distancia, tolerancia a una amplia gama de condiciones ambientales y la capacidad para reclutar en

espacios reducidos y próximos con los adultos de la misma especie, lo que contribuye a la abundancia de la especie a nivel local y a grandes escalas (Connell 1971).

Es así como especies de mayor importancia en este estudio entre las cuales se encuentra *Zygia longifolia*, *Hymenaea courbaril*, *Copaifera officinalis* y *Brownea coccinea*, tienen la capacidad de incrementar su área basal en espacios reducidos con vegetación circundante, debido a que son tolerantes a la sombra en su estado juvenil (Angulo *et al.* 1996, Proyecto ecológico Azuero 2014, Delgado *et al.* 2005, Chacón *et al.* 2008, Zuba *et al.* 2010). Un factor también influyente en el valor de importancia de las especies, son las actividades de extracción de maderas, las cuales pueden propiciar que las especies extraídas, como ocurre en los fragmentos del área de Madre Vieja, presenten un menor área basal que las especies no utilizadas de menor valor maderable (Rojas *et al.* 2008). Esto coincide con lo observado de manera general en la especie *Hymenaea courbaril*, por su uso maderero en la zona, sin embargo, sus altos valores de importancia se deben principalmente a la gran abundancia de la especie en las categorías de fragmentos. Esta selectividad de las especies por extracción, ocasiona que especies de bajo valor, se mantengan (Valverde, 1998), es el caso observado en el área donde árboles dominantes como *Copaifera officinalis* o cabima, no tiene importancia maderable, sino de uso medicinal, para lo cual no es necesario la tala del árbol sino simplemente la realización de unas incisiones en la corteza para obtener el resina, de igual forma no se conoce de algún uso maderable para *Zygia longifolia* en el área, por lo que podría ser una razón por la cual estas especies se mantienen en estratos superiores, logrando gran acumulación de área basal.

Otro factor importante para que dichas especies hayan mantenido su alto valor de IVI, se debe posiblemente a la presencia en este caso de buenos dispersores, como mamíferos, entre estos se destacan los primates que contribuyen a la dispersión de grandes cantidades de semillas de diversas especies lejos de sus árboles parentales (Chapman 1989). Se pueden encontrar especies como los monos cariblanco (*Cebus albifrons versicolor*), pueden ayudar a la dispersión de *Zygia longifolia* (De La Cadena 2012), el saki barbudo negro (*Chiropotes satanas*) que contribuye a la dispersión de *Brownea coccinea*, *Copaifera officinalis* e *Hymenaea courbaril*, el saki cariblanco (*Pithecia pithecia*) puede dispersar las semillas de *Copaifera officinalis* (Norconk & Veres 2011), también los monos capuchinos (*Cebus spp.*) son dispersores de *Hymenaea courbaril* (Oliveira *et al.* 1995). Entre otros dispersores se encuentra paca (*Agouti paca*), peccaries (*Pecari spp.*) tapir (*Tapirus spp.*) caballos (*Equus caballus*) (Hallwachs 1986) y los agoatí (*Dasyprocta spp.*) que son

reconocidos como los más eficientes dispersores de la especie *Hymenaea courbaril*, (Asquith et al. 1999), lo que puede haber influenciado en la alta abundancia presentada en este estudio.

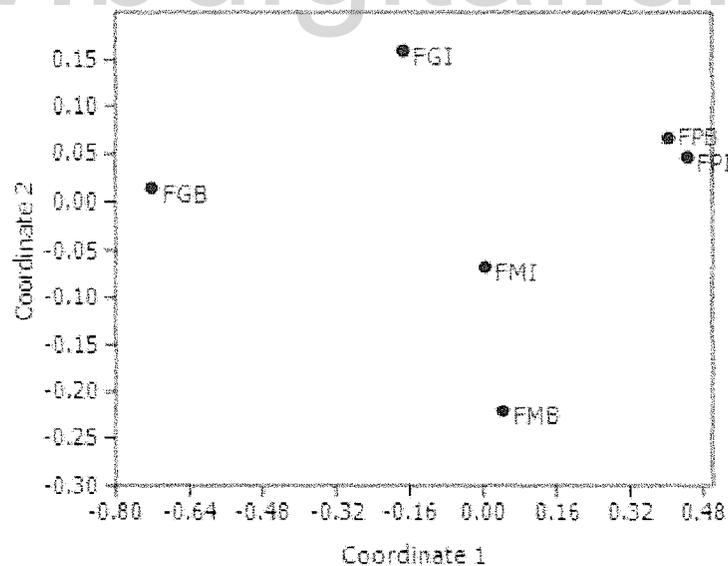
Adaptaciones presentes en la familia como tolerancia a suelos ácidos con alta concentración de aluminio y bajos niveles de calcio y otros nutrientes (Argel & Maass 1994), pueden contribuir a su establecimiento en el área, mostrando altos valores de IVI. Es importante hacer mención aunque no sea objeto de estudio en este trabajo, que se realizaron análisis de suelos para todas las parcelas muestreadas en el área de Madre Vieja, mostrando un pH ácido y poca materia orgánica presente, es decir un suelo pobre en nutrientes, lo que puede conducir a que especies comunes como *Zygia longifolia*, e *Hymenaea courbaril*, pueden haber dominado estos bosques en parte por dicha adaptación.

www.bdigital.ula.ve

### 6.1.5. Composición

El índice de similitud de Morisita Horn representado a través de una ordenación Non-metric MDS de las 60 transectas para las 6 categorías de fragmentos (**Figura 15**), mostró una relación estrecha entre las áreas de borde e interior relacionado con el tamaño de su fragmento correspondiente, resultando distancias más cortas entre el FPB con el FPI, obteniendo un valor de similitud entre éstas de 0,953 indicando que son iguales, en segundo lugar el FMB presenta una mediana distancia con el FMI obteniendo valores de 0,935, indicando que son similares entre sí y se observó una mayor distancia entre el FGB y el FGI con valores de 0,481, lo que indica que también se asemejan pero en casi un 50% (**Tabla 19**).

El índice de similitud de Jaccard cualitativo, con base en la presencia y ausencia de especies entre pares de fragmentos, mostró que los tamaños de fragmentos y sus respectivas áreas de borde e interior, presentan de baja a mediana similitud, la comparación entre el FGB con el FGI se obtuvo un valor de 0,2 al igual que entre FPB con el FPI, indicando que comparten muy pocas especies entre cada par de fragmentos y la similitud entre el FMB con el FMI, presentó un valor de 0,4, indicando que comparten el 40% de las especies (**Tabla 19**).



**Figura 15.** Ordenación de las 6 categorías de fragmentos boscosos, a partir de las Fabaceae leñosas presentes en las 60 subparcelas (2 x 50 m), basadas en distancias de similitud con el índice de Morisita Horn, en el área de Madre Vieja, Zulia.

**Tabla 19.** Composición florística de las categorías de fragmentos boscosos en la región de Madre Vieja, Zulia con las comparaciones sombreadas donde se establecieron las diferencias significativas. Morisita Horn ( $I_{M-H}$ ) en la sección de arriba de la tabla y el índice cualitativo de Jaccard ( $I_j$ ) en la sección inferior de la tabla, donde FGB es la categoría fragmento grande borde, FGI es la categoría fragmento grande interior, FMB es la categoría fragmento mediano borde, FMI es la categoría fragmento mediano interior, FPB es la categoría fragmento pequeño borde y FPI es la categoría fragmento pequeño interior.

Morisita Jaccard	FGB	FGI	FMB	FMI	FPB	FPI
FGB		0,481	0,303	0,41	0,046	0
FGI	0,2		0,64	0,729	0,478	0,444
FMB	0,211	0,316		0,935	0,598	0,577
FMI	0,167	0,438	0,4		0,662	0,624
FPB	0,1	0,2	0,16	0,227		0,953
FPI	0	0,111	0,087	0,095	0,2	

El análisis de similitud permitió confirmar lo observado en el diagrama Non-metric MDS, es decir, la composición de Fabaceas fueron diferente significativamente ( $p= 0,0001$ ) para la categoría FGB con las demás categorías de fragmentos, mientras que el FGI solo se diferencia de los FPI y FPB, al igual que el FMB con las categorías FPB y FPI (Tablas 20 y 21).

Las diferencias significativas encontradas se deben en su mayoría a la contribución de unas pocas especies por su alta dominancia en algunos sectores y la ausencia en otros. Entre estas se destacan: *Zygia longifolia*, *Copaifera officinalis*, *Hymenaeae courbaril* y *Brownea coccinea*. Tal es el caso de la diferencia observada entre el FGB con el FGI, se establece principalmente por la alta dominancia de *Zygia longifolia* en los FGB y a la ausencia de *Copaifera officinalis* en esta categoría, presente en la categoría FGI, llegando casi a un 70% de contribución. Es importante destacar también las especies raras como *Andira inermis* que es propia de la categoría FGB, *Inga multijuga* de la categoría FPB y *Lonchocarpus aff. sericeus* entre otros, que también aportan a que se establezcan dichas diferencias entre categorías (Tabla 22).

**Tabla 20.** Diferencias significativas para la composición florística entre las 6 categorías de fragmentos, con la distancia de similitud de Morisita.

	<b>FGB</b>	<b>FGI</b>	<b>FMB</b>	<b>FMI</b>	<b>FPB</b>	<b>FPI</b>
<b>FGB</b>		0,046	0,0049	0,0004	0,0004	0,0001
<b>FGI</b>	0,046		0,1621	0,1117	0,0403	0,0102
<b>FMB</b>	0,0049	0,1621		0,2962	0,006	0,0034
<b>FMI</b>	0,0004	0,1117	0,2962		0,5833	0,1897
<b>FPB</b>	0,0004	0,0403	0,006	0,5833		0,6009
<b>FPI</b>	0,0001	0,0102	0,0034	0,1897	0,6009	

**Tabla 21.** Diferencias significativas para la composición florística entre las 6 categorías de fragmentos, con la distancia de similitud de Jaccard.

	<b>FGB</b>	<b>FGI</b>	<b>FMB</b>	<b>FMI</b>	<b>FPB</b>	<b>FPI</b>
<b>FGB</b>		0,0215	0,0019	0,0003	0,0003	0
<b>FGI</b>	0,0215		0,0998	0,0508	0,0186	0,0077
<b>FMB</b>	0,0019	0,0998		0,4202	0,0065	0,0026
<b>FMI</b>	0,0003	0,0508	0,4202		0,4133	0,1586
<b>FPB</b>	0,0003	0,0186	0,0065	0,4133		0,5751
<b>FPI</b>	0	0,0077	0,0026	0,1586	0,5751	

**Tabla 22.** Listado de las 5 primeras especies y su contribución en la diferencia significativa de la composición florística entre categorías. Donde FGB es la categoría fragmento grande borde, FGI es la categoría fragmento grande interior, FMB es la categoría fragmento mediano borde, FMI es la categoría fragmento mediano interior, FPB es la categoría fragmento pequeño borde y FPI es la categoría fragmento pequeño interior.

Categoría	Especie	Contribución	Acumulado %	Promedio abund. 1	Promedio abund. 2
FGB/FGI	<i>Zygia longifolia</i>	45,17	48,37	0,105	0,0045
	<i>Copaifera officinalis</i>	17,7	67,33	0	0,0797
	<i>Inga laurina</i>	7,498	75,36	0,00403	0,00296
	<i>Lonchocarpus sp.1</i>	6,273	82,08	0	0,0093
	<i>Andira inermis</i>	5,596	88,07	0,00707	0
FGB/FMB	<i>Zygia longifolia</i>	39,3	42,54	0,105	0,0351
	<i>Brownea coccinea</i>	13,05	56,66	0	0,0377
	<i>Inga laurina</i>	8,812	66,2	0,00403	0,00886
	<i>Hymenaea courbaril</i>	6,208	72,92	0	0,0144
	<i>Andira inermis</i>	4,186	77,45	0,00707	0
FGB/FMI	<i>Zygia longifolia</i>	35,41	36,66	0,105	0,0135
	<i>Machaerium capote</i>	14,03	51,19	0,000196	0,0432
	<i>Brownea coccinea</i>	8,278	59,76	0	0,0258
	<i>Copaifera officinalis</i>	8,23	68,28	0	0,0335
	<i>Copaifera venezuelana</i>	6,797	75,31	0	0,0395
FGB/FPB	<i>Zygia longifolia</i>	40,97	41,78	0,105	0,00333
	<i>Hymenaea courbaril</i>	14,12	56,18	0	0,0396
	<i>Inga multijuga</i>	9,294	65,66	0	0,0129
	<i>Copaifera officinalis</i>	7,916	73,73	0	0,0156
	<i>Andira inermis</i>	4,981	78,81	0,00707	0
FGB/FPI	<i>Zygia longifolia</i>	50,32	50,32	0,105	0
	<i>Hymenaea courbaril</i>	8,379	58,7	0	0,00706
	<i>Lonchocarpus aff. sericeus</i>	6,449	65,15	0	0,0133
	<i>Andira inermis</i>	6,214	71,36	0,00707	0
	<i>Albizia subdimidiata</i>	5,676	77,04	0,00227	0
FGI/FPB	<i>Copaifera officinalis</i>	27	27,96	0,0797	0,0156
	<i>Hymenaea courbaril</i>	19,1	47,74	0,00149	0,0396
	<i>Inga multijuga</i>	11,69	59,85	0	0,0129
	<i>Zygia longifolia</i>	9,322	69,5	0,0045	0,00333
	<i>Lonchocarpus sp.1</i>	7,238	77	0,0093	0
FGI/FPI	<i>Copaifera officinalis</i>	29	29,9	0,0797	0,00849
	<i>Hymenaea courbaril</i>	15,65	46,03	0,00149	0,00706

Categoría	Especie	Contribución	Acumulado %	Promedio abund. 1	Promedio abund. 2
	<i>Zygia longifolia</i>	12,04	58,44	0,0045	0
	<i>Lonchocarpus sp.1</i>	9,813	68,56	0,0093	0
	<i>Lonchocarpus aff. sericeus</i>	7,57	76,36	0	0,0133
<b>FMB/FPB</b>	<i>Hymenaea courbaril</i>	18,21	18,87	0,0144	0,0396
	<i>Brownea coccinea</i>	14,04	33,43	0,0377	0
	<i>Zygia longifolia</i>	13,3	47,21	0,0351	0,00333
	<i>Copaifera officinalis</i>	9,008	56,55	0,00234	0,0156
	<i>Inga multijuga</i>	8,464	65,33	0	0,0129
<b>FMB/FPI</b>	<i>Brownea coccinea</i>	16,57	16,91	0,0377	0
	<i>Zygia longifolia</i>	14,96	32,18	0,0351	0
	<i>Hymenaea courbaril</i>	13,33	45,78	0,0144	0,00706
	<i>Inga laurina</i>	10,14	56,13	0,00886	0
	<i>Copaifera officinalis</i>	8,874	65,18	0,00234	0,00849

La diferenciación en la composición florística mostrada por las categorías de fragmentos en el área de Madre Vieja, tal vez se deba a que la similitud florística entre las parcelas disminuye con el aumento de la distancia geográfica, esto fue lo que se observó entre la categoría FGB con la categoría FGI, porque la distancia espacialmente limita la dispersión, por lo tanto este factor varía o es diferente entre grupos de plantas, por sus modos de dispersión, también la similitud florística disminuye cuando aumenta la distancia del medio ambiente (factores abióticos), aunque esto no puede medirse en el estudio por la falta de equipos, también puede estar interviniendo en la similitud de las diferentes categorías de fragmento. Otros factores que también intervienen en la similitud florística son los de tipo histórico, en la cual cuentan los disturbios y factores ambientales como el drenaje y la estructura del bosque entre otras. (Tuomisto *et al.* 2003, Condit *et al.* 2002).

La caída frecuente de los árboles, en este caso en el área de Madre Vieja se observó más la tala y extracción de maderas, lo que ocasiona un dosel discontinuo, que según Gentry (1991) esto, parece favorecer el crecimiento de lianas y hierbas, que ocasionan cambios en la composición florística, esto se observó mucho en los fragmentos pequeños del área de Madre Vieja. Dado que el área de estudio es inundable, la duración y la frecuencia del anegamiento, pueden generar patrones en la composición de especies a lo largo del gradiente de inundación (Brinson 1990, Wittmann *et al.* 2004). Para Huber (1986), cuando los bosques macrotérmicos están sujetos a prolongadas inundaciones en época de lluvias, exhiben un alto número de especies de Fabaceae, tal es caso en el área de Madre Vieja.

Según Svenning *et al.* (2004), el pasado del uso humano de la tierra, ocasiona un fuerte impacto en la composición de especies a pesar de haber transcurrido entre 100 y 200 años. También los claros en el dosel y el efecto de borde todos tenían impactos únicos en la variabilidad dentro de paisaje en la composición de especies.

En las categorías FPB y FPI, que corresponden a fragmentos pequeños (menores a 10 ha), se observó que la similitud florística es mayor, debido a que pueden tener componentes florísticos totalmente de borde y en un momento dado puede no ser estructural y florísticamente distinguibles el borde del interior del bosque (Kapos, 1989; Zuidema *et al.*, 1996). Según Tabarelli *et al.* (1999), los pequeños fragmentos de bosque montano Atlántico en Brasil, se caracterizaron por un irregular dosel, una alta densidad de claros generados por árboles caídos muertos y abundantes lianas, lo que indica que el tamaño del fragmento es el principal determinante de los cambios en la composición de plantas leñosas y la estructura. Encontraron además que en los 5 fragmentos estudiados, la riqueza de especies ruderales entre estas las Fabaceae, aumentaban cada vez más en los fragmentos pequeños, posiblemente debido a las condiciones favorecedoras para la dispersión, al reclutamiento de semillas de especies dispersadas por el viento en los pequeños fragmentos, o la dispersión y la regeneración inadecuada en sitios por especies de vertebrados dispersores.

Las especies de árboles más dominantes observados en los relictos boscosos de Madre Vieja, pueden comportarse como especies pioneras que crecen con gran demanda de luz solar, creciendo en áreas abiertas como los bordes o en claros de las áreas de borde e interior, tal es el caso de *Zygia longifolia*, *Machaerium capote*. También existen otras especies que pueden comportarse como nómadas que son tanto tolerantes (crecen a la sombra, en áreas más cerradas como los interiores de los fragmentos de bosque) como pioneras al mismo tiempo, entre estas se destacan especies del género *Brownea* e *Inga* y las especies *copaifera officinalis* e *Hymenaea courbaril* (Anexo 10.12).

Sin embargo la composición de Fabaceae a nivel de género difieren sustancialmente entre la selva secundaria y una selva madura, según Gehring *et al.* (2008), señalando que los géneros *Inga*, *Swartzia*, *Machaerium* y lianas del género *Bauhinia*, fueron característicos tanto de sucesión secundaria, como de la madurez de la selva tropical. Especies de gran importancia en este estudio como *Brownea coccinea* se encontraron en los fragmentos más conservados del área de estudio, con una gran dominancia en la categoría FMB y FMI, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Lárez *et al.* (2005), donde esta especie fue una de las más dominantes en los fragmentos más conservados del bosque húmedo premontano en un área de Caripe, Monagas. Especies como

*Hymenaea courbaril*, *Inga ingoides*, *Inga sapindoides* y *Zygia longifolia* encontradas en las diferentes categorías de fragmentos, según el estudio realizado por Vargas 2012) están relacionadas con estados sucesionales tardíos. Sin embargo la especie *Hymenaea courbaril* además de ser del grupo sucesional, también es considerada como especie clímax (Zuba *et al.* 2010). Otra especie que coincide con una de las Fabaceae halladas en este trabajo es *Machaerium capote*, presente en casi todas las categorías y *Calliandra pittieri*, presente sólo en la categoría FMB, las cuales se les atribuye como pionera intermedia en los bosques secos del Valle del Cauca (Vargas 2012).

Al comparar la composición florística de Fabaceae en los fragmentos de bosque húmedo del área de Madre Vieja con la de otros bosques húmedos de Venezuela, de la zona Sur del Lago de Maracaibo (Veillón 1986, Rondón 1995), Reserva forestal de Imataca (Lozada *et al.* 2007), Cuenca baja del río Cuaao (Guevara *et al.* 2009) y Cuenca del río Caura (Díaz *et al.* 2012), se encontró que existe poca afinidad florística a nivel de especies, compartiendo entre 3 a 4 especies por localidad, entre éstas se encuentran las siguientes *Andira inermis*, *Brownea coccinea*, *Brownea macrophylla*, *Copaifera officinalis*, *Hymenaea courbaril*, *Inga alba*, *Inga cocleensis*, *Inga edulis*, *Inga laurina* e *Inga nobilis* (Anexo 10.13), por lo cual se hacen difícil las comparaciones de la composición florística con otros bosques húmedos del país, tal vez presente mayor semejanza a las áreas del Catatumbo colombiano que presenta una mayor extensión de bosque, sin embargo existe muy poca información acerca de la composición florística en esta área, para los diferentes municipios que abarca, en especial en Tibú, que corresponde a la región de bosque húmeda más cercana al área de Madre Vieja y que tal vez debido a los problemas de conflicto social y cultivos ilícitos, el acceso en esta zona sea muy difícil.

## 6.2. Funcionalidad

### 6.2.1. Abundancia relativa de los rasgos funcionales

En total se evaluaron 11 rasgos funcionales, de los cuales 4 se utilizaron para evaluar el servicio ecosistémico (SE) alimento para herbívoros, 5 rasgos para la fijación-almacenamiento de carbono y 6 para el servicio ecosistémico de regulación hídrica, de los caracteres evaluados, 3 son rasgos compartidos entre los servicios ecosistémicos (Tabla 23).

Para las 6 categorías por tamaño y sectores borde e interior y para las 3 categorías por tamaño de fragmento se realizaron pruebas de Kruskal Wallis para los caracteres cuantitativos funcionales de las Fabaceae, no encontrándose diferencias significativas, por lo que se consideran los valores de los rasgos cuantitativos muy similares entre las categorías.

Sin embargo, pueden observarse ciertas tendencias de los caracteres funcionales con relación a las diferentes categorías (Anexos 10.14, 10.15 y 10.16). Para los rasgos cuantitativos (Tabla 24) en las categorías de fragmentos, el rasgo del diámetro a la altura del pecho promedio (DAPP) tiende a ser mayor en el FMI 13,58 (cm) y el FGB 13,46 (cm), se observó también esta tendencia de incremento para la categoría por tamaño de los FG 12,09 (cm). La altura promedio (AP) en las diferentes categorías para las Fabaceae, denota la presencia de este grupo generalmente en el estrato arbóreo, con una tendencia a ser mayor en la categoría FGB 11,14 (m), lo que contribuye a que la categoría FG 9,88 (m), se mantenga con valores un poco más altos comparado con los FM y FP, debido a que muchos individuos presentes se encuentran concentrados en valores mayores de altura, comparado con el resto. El área foliar promedio (AFP) para las diferentes categorías es un tipo de hoja mesófila, observándose una leve tendencia algo mayor en el FGB 17.172,74 (mm<sup>2</sup>) y el FMI 17.084,56 (mm<sup>2</sup>), con rangos del carácter muy similares entre sí. Para el área foliar específica promedio (AFEPP), también se observó una ligera tendencia de aumento en el FMB 152,69 (mm<sup>2</sup>/g), comparado con las otras 5 categorías. El carácter densidad de la madera promedio (DMPP), mostró que la familia presenta en forma general un 62% de especies con altas densidades, por lo que se presume que en su mayoría corresponden a especies también con crecimiento lento como lo reporta Verburg & Van Eijk-Bos (2003). En general la categoría de los FP, fueron las que presentaron mayor riqueza de especies con baja DMP, sin embargo, se observa un mayor promedio, debido a que dentro de la poca riqueza y abundancia de especies presentes, *Hymenaea courbaril* y *Lonchocarpus aff. sericeus* contribuyeron con muchos individuos de alta DMP, llegando casi al 80% del valor aportado al promedio para el carácter en la categoría, lo que influyó en este alto resultado, a diferencia de la categoría de los FG que presentaron pocas especies de baja densidad,

pero sus valores promedios son los más bajos, debido a que el valor de densidad registrado para sus especies eran menores comparados con las otras categorías. En parte este comportamiento se observa por la extracción de especies que tienen uso maderable, es decir que presentan un crecimiento lento y una alta densidad de la madera.

**Tabla 23.** Rasgos morfológicos utilizados para evaluar los servicios ecosistémicos de Fijación-almacenamiento de carbono, alimento para herbívoros y regulación hídrica.

VARIABLE	SE
Diámetro a la altura del pecho	C
Altura	C/H
Área foliar	H
Área foliar específica	H/A/C
Densidad de la madera	C
Indumento en el ház foliar	H
Indumento en el envés foliar	H
Herbivoría	A
Glándula en el peciolo	A
Glándula en el raquis	A
FF perennifolia	C/H

**Tabla 24.** Abundancia relativa de los rasgos cuantitativos funcionales de las Fabaceae leñosas en las categorías de fragmentos. TF = Tipo de Fragmento, DAPP = Diámetro a la Altura del Pecho Promedio (cm), AP = Altura Promedio (m), AFP = Área Foliar Promedio (mm<sup>2</sup>), AFEPP = Área Folia Específica Promedio (mm<sup>2</sup>/g), DMPP = Densidad de la Madera Promedio (g/cm<sup>3</sup>).

Rasgos Cuantitativos										
TF	DAPP	Rango DAPP	AP	Rango AP	AFP	Rango AFP	AFEPP	Rango AFEPP	DMP P	Rango DMP
FGB	13,46	2,50 - 68,43	11,14	2,00- 18,00	17.172,74	2.965,31- 110.436,73	140,49	98,12- 666,37	0,70	0,54-0,84
FGI	10,71	2,50 - 49,97	8,62	1,50- 25,00	16.239,63	2.119,14- 64.487,06	143,28	57,00- 205,79	0,75	0,57-1,21
FMB	9,34	2,50- 54,11	8,72	2,00- 22,00	13.936,40	2.156,55- 51.400,86	152,69	58,12- 524,20	0,84	0,57-1,21
FMI	13,58	2,50- 70,00	9,94	2,00- 30,00	17.084,56	2.662,67- 109.032,63	144,52	5.6,50 - 321,62	0,85	0,57-1,21
FPB	9,28	2,60- 47,30	8,71	2,00- 20,00	13.339,76	1.893,36 - 76.876,23	132,32	79,37 - 321,56	0,74	0,54-0,81
FPI	8,61	2,50- 32,80	8,70	3,00 - 25,00	10.014,30	2.319,53- 58.438,30	144,66	39,84 - 196,55	0,99	0,57-3,52
FG	12,09	2,50 - 68,44	9,88	1,50 25,00	16.706,18	2.119,14 - 110.436,73	141,88	57,00 - 666,37	0,72	0,54-1,21
FM	10,95	2,50 70,00	9,18	2,00 - 30,00	15.129,82	2.156,55 - 109.032,63	149,59	56,50 - 524,20	0,84	0,57-1,21
FP	9,07	2,50 - 47,30	8,71	2,00 - 25,00	11.792,21	1.893,36 - 76.876,23	136,08	39,84 - 321,56	0,86	0,54-3,52

En el caso de los caracteres cualitativos (Tabla 25), la mayor cantidad de individuos con indumentos en el haz de la lámina foliar (IHLF) (3,71%) e indumentos en el envés de la lámina foliar (IELF) (5,71%) fue para la categoría FPB, lo que permite que los valores de la categoría FP se mantengan altos en relación a las otras categorías por tamaño. En las Fabaceae reportadas en el área de Madre Vieja, realmente fueron pocas las especies e individuos que contribuyeron a la presencia de indumentos, sin embargo, las especies presentan tricomas esparcidamente en la haz y envés de la hoja tanto en las áreas de borde como en las de interior, pero tienden a ser mayor en el borde, lo que

concuenda con lo reportado por Brewer & Smith (1997) y Wohlfahrt *et al.* (2006) consideran las hojas con mucha densidad de tricomas no son típicas de bosques tropicales húmedos. Por otra parte Aquino (2009), considera que la presencia de muchas especies con estructuras especiales en las hojas como tricomas en los bosques secundarios, permiten una mejor adaptación a las presiones externas (factores externos bióticos y abióticos como herbivoría, patógenos y sequía entre otras) a las que están expuestos, disminuyendo estas especies que presentan estotipo de estructuras a través del tiempo, haciéndose estos sistemas mucho más estables. Este comportamiento es semejante al observado en las categorías de fragmentos, puesto que en los FP se pueden encontrar mayor número de especies con tricomas, dado que son áreas muy expuestas e inestables, que se han reducido debido a la fragmentación, pero dichas especies disminuyen en las categorías de mayor tamaño, donde el efecto borde es menor.

El caracter herbivoría (H) (17,71%) y fenología foliar perennifolia (FFP) (24%) fue mayor para el FMB, esta contribución de individuos hizo que los FM obtuvieran mayores valores para los caracteres cualitativos de H (29,71%) y FFP(40%). En el caso de la herbivoría en las diferentes categorías, se observa cierto incremento en las áreas de borde, comparado con las áreas de interior, como lo reportado por Murcia (1995), la cual es considerada una consecuencia biológica indirecta del borde, igual a lo reportado por Sork (1983), en donde el borde causa el incremento de la herbivoría comparada con el interior del bosque, debido a que en esta área se producen cambios en la estructura y ambiente, lo que puede AFEPctar la dinámica de las interacciones entre especies cerca del borde. Las especies vegetales en el área de borde quedan más expuestas a la herbivoría que en el interior del bosque, en donde el color que toma la hoja con la incidencia de la luz, puede atracr a los insectos herbívoros (Murcia 1995).

En general se registró valores bajos de herbivoría esto puede deberse a estrategias de defensa presente en la familia. Un ejemplo de ello es el género *Inga*, que utiliza la atracción de hormigas, mediante la presencia de nectarios entre los pares de foliolos (Koptur 1994), y la producción de metabolitos secundarios con propiedades anti-herbivoría (Pennington 1997). Otra estrategia es la presencia de metabolitos secundarios en las hojas también, como en el caso de *Hymenaea courbaril*, *Copaifera officinalis* y *Copaifera venezuelana*, estos se componen principalmente de sesquiterpenos, entre estos el cariofileno. Altas concentraciones de estos compuestos, según Langenheim *et al.* (1986) junto con la variabilidad de otros sesquiterpenos en la resina de la hoja madura se correlacionan con un menor nivel de daño causado por la herbivoría de los ocoforidos.

En general hay un predominio de especies perennifolias en todas las categorías de fragmentos (tabla 16), algo de esperarse pues estos ecosistemas corresponden al bosque húmedo. Estos bosques siempreverdes se caracterizan por una pérdida gradual foliar a lo largo del año y los árboles dominantes nunca están desprovistos de sus hojas y menos del 25% de los individuos pierde su follaje durante la estación de sequía (Rodríguez *et al.* 2010). La presencia del carácter GP (3) y GR (38) se observó en individuos del FGB, quedando los valores más altos en la categoría FG como una alternativa de alimentación para insectos que defienden su alimento de otros, como sucede en muchos representantes de la subfamilia Mimosoideae (Elias 1981), en este estudio tal es el caso del género *Inga*, *Zygia* y *Senegalia* que fueron los que contribuyeron a la presencia de glándulas. En el análisis de los caracteres cualitativos en general se puede decir que los valores de FB tienden a ser más altos que los FI.

**Tabla 25.** Abundancia relativa de los rasgos cualitativos funcionales de las Fabaceae leñosas en las categorías de fragmentos. TF = Tipo de Fragmento, IHLF = Indumento en el Haz de la Lámina Foliar, IELP = Indumento en el envés de la Lámina Foliar, H = Herbivoría, GP = Glándula en el Pecíolo, GR = Glándula en el Raquis, FFC = Fenología foliar caducifolia, FFP = Fenología Foliar Perennifolia, P = Presencia, A = Ausencia.

**Rasgos Cualitativos**

TF	IHLF	% IHLF	IELF	% IELF	H	% H	GP	% GP	GR	% GR	FFC	% FFC	FFP	% FFP
FGB	0	0	0	0	32	9,14	3	0,85	38	10,85	4	1,14	42	12
FGI	5	1,42	6	1,71	28	8	0	0	10	2,85	5	1,42	41	11,71
FMB	7	2	13	3,71	62	17,71	0	0	24	6,85	11	3,14	84	24
FMI	1	0,28	3	0,85	42	12	0	0	15	4,28	2	0,57	56	16
FPB	13	3,71	20	5,71	8	2,28	0	0	10	2,85	11	3,14	62	17,71
FPI	3	0,85	6	1,71	2	0,57	0	0	4	1,14	10	2,85	22	6,28
FG	5	1,42	6	1,71	70	20	3	0,85	48	13,71	9	2,57	83	23,71
FM	8	2,28	16	4,57	104	29,71	0	0	39	11,14	13	3,71	140	40
FP	16	4,57	26	7,42	10	2,85	0	0	14	4	21	6	84	24

Se generó una matriz para los caracteres funcionales general de las especies de Fabaceae leñosas (Tabla 9), para a partir de ella poder realizar el análisis de componentes principales y la agrupación de los tipos funcionales para los tres servicios ecosistémicos de carbono, hídrico y alimento para herbívoros.

En la matriz no aparece el rasgo FFC, porque se consideró que era un rasgo mutuamente excluyente con la FFP, por lo cual se consideró dejar la FFP, porque la mayoría de especies presentaba este comportamiento fenológico.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## 6.2.2. Análisis de componentes principales

### 6.2.2.1. Servicio carbono

Para realizar el análisis de componentes principales para el servicio de carbono se tomaron 5 caracteres de la matriz (**Anexo 10.14**) el AFEPP, AP, DAPP, DMPP y FFP, con el fin de eliminar información repetitiva encontrada en los datos iniciales. Los resultados muestran, que los parámetros que más contribuyen al agrupamiento de las especies son la altura en el primer componente, el diámetro (DAPP) en el segundo componente, en el tercer componentes se destaca el área foliar específica (AFEPP) y el cuarto componente la fenología foliar perennifolia (FFP) (**Tabla 26 y 27**).

**Tabla 26.** Análisis de 5 componentes para el servicio carbono en las Fabaceae.

Rasgos	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC5
DAPP =Diámetro (cm)	0,49	0,70	-0,48	-0,10	-0,07
AP = Altura (m)	0,70	-0,01	0,65	0,25	-0,08
AFEPP = Área foliar específica (mm <sup>2</sup> /g)	-0,49	0,70	0,51	0,06	-0,03
DMPP= Densidad de la madera	0,12	0,05	0,17	-0,52	0,82
FFP =Fenología foliar perennifolia	-0,03	0,06	-0,19	0,80	0,55

**Tabla 27.** Porcentajes de contribución de agrupamiento de cada componente para los 5 rasgos involucrado en el servicio del carbono.

PC	Valor propio	% varianza
1	1,43	41,80
2	1,00	29,14
3	0,62	18, 14
4	0,21	6,22
5	0,16	4,68

### 6.2.2.2. Servicio alimento.

En el análisis de componentes principales para el servicio de alimento se tomaron 4 caracteres de la matriz (Anexo 10.14) el AFEPP, H, GP y GR, los cuales todos fueron informativos. Los caracteres que más contribuyeron al agrupamiento de las especies son en primer lugar el área foliar específica (AFEPP), la herbivoría (H) en el segundo componente, en el tercer componente agrupa el rasgo glándula en el raquis (GR) y el cuarto componente la glándula en el peciolo (GP) (Tabla 28 y 29).

**Tabla 28.** Análisis de 4 componentes para el servicio de alimento en las Fabaceae.

Rasgos	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4
AFEPP = Área foliar específica (mm <sup>2</sup> /g)	0,98	0,08	0,15	0,02
H = Herbivoría	-0,13	0,91	0,34	0,16
GP = Glándula en el peciolo	0,004	-0,11	-0,15	0,98
GR = Glándula en el raquis	-0,11	-0,37	0,91	0,09

**Tabla 29.** Porcentajes de contribución de agrupamiento de cada componente para los 4 rasgos involucrado en el servicio de alimento.

PC	Valor propio	% Varianza
1	1,02	67,98
2	0,23	15,70
3	0,20	13,66
4	0,03	2,64

### 6.2.2.3. Servicio hídrico

En el análisis de componentes principales para el servicio de regulación hídrica se tomaron 6 caracteres de la matriz (Anexo 10.14) el AF, AFEP, A, IHLF, IELF y FFC, los cuales todos fueron informativos. El primer caracter que más contribuyó al agrupamiento de las especies fue el área foliar (AF), en el segundo componente se destacó el área foliar específica (AFEP), en un tercer componente se encuentra agrupando la altura (A), en el cuarto componente se encuentra el rasgo indumento en el haz de la lámina foliar (IHLF), en el quinto componente se encuentra el carácter fenología foliar perennifolia (FFP), por último en el sexto componente se encuentra el rasgo indumento en el envés de la lámina foliar (IELF) (Tabla 30 y 31).

**Tabla 30.** Análisis de 4 componentes para el servicio regulación hídrica en las Fabaceae.

Rasgos	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 4	PC 5
AP= Altura (m)	-0,57	0,03	0,81	0,04	0,07	-0,009
FFP= Fenología foliar perennifolia	0,08	0,10	-0,04	0,33	0,88	0,28
AFP= Área foliar (mm <sup>2</sup> )	0,57	0,67	0,39	-0,24	-0,01	-0,02
AFEPP = Área foliar específica (mm <sup>2</sup> ) /g	0,55	-0,71	0,42	0,02	0,03	0,01
IHLF= Indumento en el haz	0,09	0,10	0,02	0,64	-0,02	-0,74
IELF= Indumento en el envés	0,09	0,12	0,07	0,64	-0,45	0,59

**Tabla 31.** Porcentajes de contribución de agrupamiento de cada componente para los 4 rasgos involucrado en el servicio de regulación hídrica.

PC	Valor propio	% Varianza
1	1,60	43,55
2	0,73	19,95
3	0,70	19,05
4	0,41	11,24
5	0,18	5,14
6	0,03	1,04

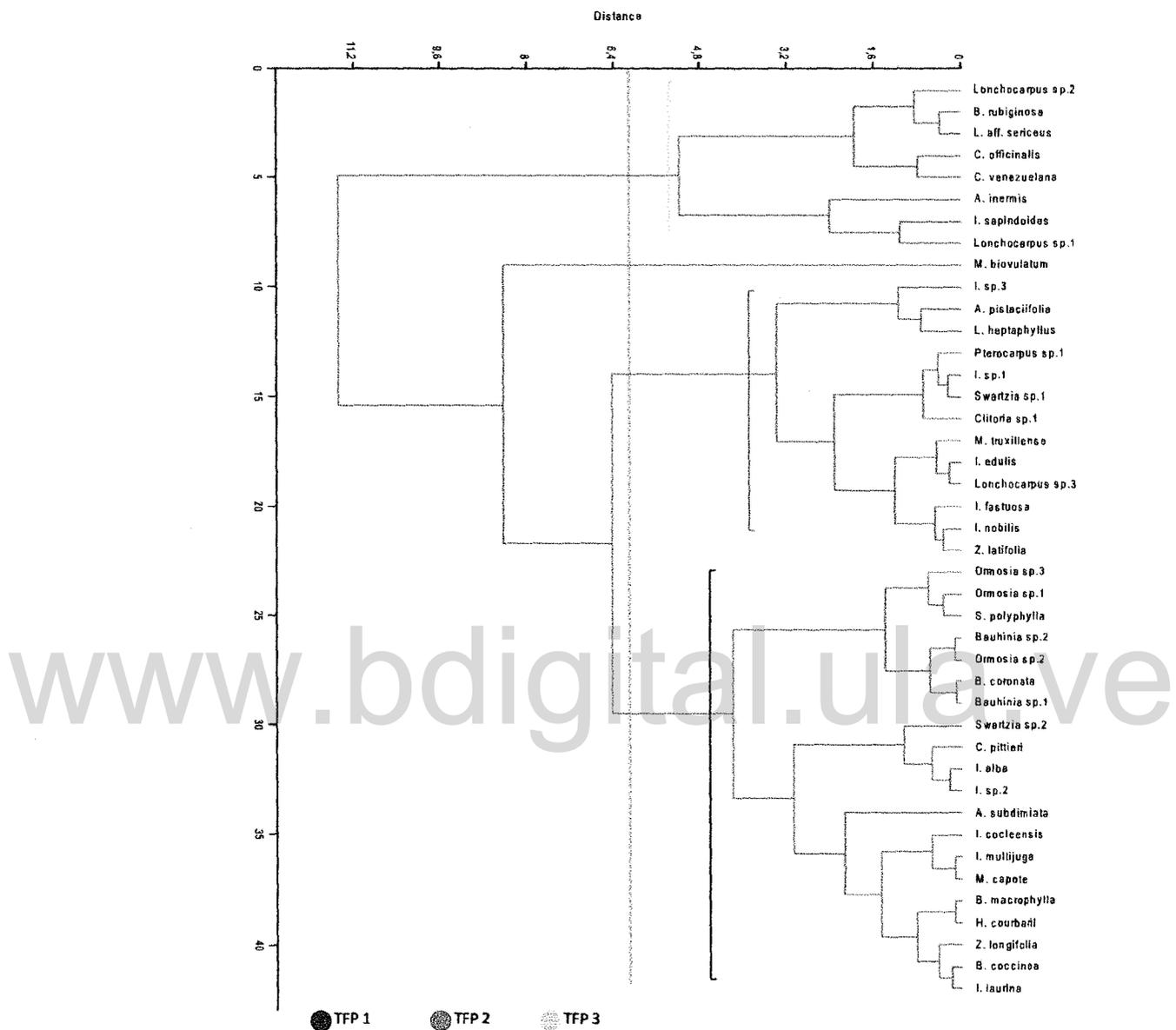
### 6.2.3. Formación de tipos funcionales

#### 6.2.3.1. Servicio carbono

En este estudio 42 especies de la familia Fabaceae leñosas presentes fueron agrupadas en cuatro tipos funcionales de plantas (TFP) conforme a caracteres relacionados con el servicio ecosistémico de alimentación para herbívoros (Figura 16), obteniendo una correlación cofenética de 0,64; que indica la correlación de las distancias verdaderas entre especies con la distancia de similitud euclidiana, que definirá mejor el agrupamiento de los datos al tomar valores altos.

El TFP 1 es el grupo más grande conformado por 20 especies de la familia Fabaceae (Figura 16); 1 pertenece al sotobosque (5 m) y 19 especies están concentradas en el estrato arbóreo (7-12,75 m). 8 de las especies presentan un D intermedio (10,93-17 cm) y 12 presentan un D pequeño (4,78-9,52 cm). Para el AFEP 18 especies presentaron valores bajos (65,90-178,22 mm<sup>2</sup>/g) y 2 especies con valores altos (265,48-321,62 mm<sup>2</sup>/g). Respecto a la DMP, este tipo funcional, presenta especies con valores de baja a intermedia, alta y muy alta DMP (0,54-1,21 g/cm<sup>3</sup>), sin embargo se considera que los valores en general son altos. El rasgo FFP presentó 12 especies que corresponde a esta fenología y 8 son caducifolias (Anexo 10.14). Este TFP fue clasificado como “conservativas de estrato arbóreo”.

El TFP 2 es un grupo mediano compuesto de 13 especies (Figura 16); 5 especies hacen parte del sotobosque (2,25-5 m) y los 8 restantes pertenecen al estrato arbóreo (6-10 m). Todas las especies presentan un D bajo (2,90-7 cm). Para el AFEP 7 especie presenta un bajo valor (64,93-177,94mm<sup>2</sup>/g) y otras 6 especies presentan valores altos de AFEP (186,23-524,20mm<sup>2</sup>/g). Este grupo funcional presenta la mayoría de especies concentradas en valores de bajos a intermedios de densidad (0,54-0,84 g/cm<sup>3</sup>). Para la FFP 11 especies presentan este carácter y solo 2 son de comportamiento fenológico caducifolio (Anexo 10.14). Este TFP fue denominado como “adquisitivas intermedias de estrato sotobosque-arbóreo”.



**Figura 16.** Tipos Funcionales (TFP) de acuerdo a su comportamiento con relación al servicio ecosistémico de fijación-almacenamiento de carbono a partir de los rasgos; AFEP, A, D, DMP y FFP.

El TFP 3 es el grupo más pequeño, conformado por 8 especies (**Figura 16**); en el rasgo de altura se destacan 1 especie para el sotobosque (2 m), 3 especies para el estrato arbóreo (8-11,39 m) y 4 especies pertenecen al dosel (14-15,67 m). Sólo 1 especie presenta D bajo (12,65 cm), el resto que corresponde a 7 especies presentan un D alto (19,10-30 cm). En este grupo 9 especies tienen una baja AFEP (69,59-173,01 mm<sup>2</sup>/g) y 3 especies presentan un valor alto (180,78-666,37 mm<sup>2</sup>/g). La DMP en este grupo funcional fue en general alta (0,58-3,52 g/cm<sup>3</sup>) Para 5 especies el comportamiento fenológico es perennifolio, pero para 3 son fenología caducifolia (**Anexo 10.14**). Este TFP fue clasificado como “conservativas arbóreo-dosel”.

Los valores bajos de AFEP observados en la mayoría de especies del TFP 1 y TFP3, manifiestan generalmente que son de crecimiento lento, debido a la alta densidad foliar (Pooter & Garnier 1999). La alta DMP mostrada por especies de estos grupos como *Hymenaea courbaril* (0,79) y *Zygia longifolia* (0,71) perteneciente al TFP1 son las especies comunes de este grupo, aunque los valores más altos fueron mostrados por *Brownea coccinea* y *Brownea macrophylla* (1,21). En el TFP3 se destacan por su alto valor de DMP el género *Lonchocarpus* especialmente *L. aff. sericeus* (3,52), que presentó los mayores valores en este grupo. Los valores de alta AFEP y la mayoría de especies con DMP de valores intermedios observada en el grupo TFP2, podría estar indicando, que son especies importante en etapas sucesionales, con tasa intermedia de crecimiento, entre estas se destacan *Albizia pistaciifolia* y especies del género *Inga*.

En el servicio ecosistémico del carbono aparece una tendencia de aumento de las especies conservativas, en estos fragmentos boscosos, lo que les permite jugar un mejor rol como almacenadores de biomasa y carbono, sin embargo las dos estrategias conservativas y adquisitivas están presentes en este bosque. Los fragmentos boscosos tienen ciertas áreas conservadas relacionadas con el interior y otras perturbadas relacionadas con las áreas de borde, por lo que las especies agrupadas en los tipos funcionales muestra una mezcla de todos los casos, sin embargo se nota una cierta tendencia a la presencia de especies conservativas esto podría estar relacionado a la presencia de especies características de bosque maduro que aún se conservan en los fragmentos. Según Aquino (2009) en su investigación, encontró mayor presencia de especies “adquisitivas”, para los bosques intervenidos especialmente en el bosque secundario y mayor proporción de especies “conservativas” en los bosques primarios. Las Fabaceae en su trabajo fueron agrupadas en 3 tipos funcionales para el servicio del carbono: “conservativas de dosel superior”, “adquisitivas emergentes” y “adquisitivas dosel inferior”. También Bermeo (2010) utilizó la misma clasificación, para la fijación-almacenamiento de carbono, obteniendo 6 grupos funcionales con predominio de

grupos de especies adquisitivas, para bosques secundarios, agrupándose las Fabaceae en 2 TFPs, uno de especies adquisitivas intermedias y otro de especies conservativas.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

### 6.2.3.2. Servicio alimento

Las 42 especies correspondientes a las Fabaceae leñosas presentes en este estudio fueron agrupadas en tres tipos funcionales de plantas (TFP) de acuerdo a su comportamiento con el servicio ecosistémico de alimento (Figura 17), con una buena correlación cofenética de 0,76

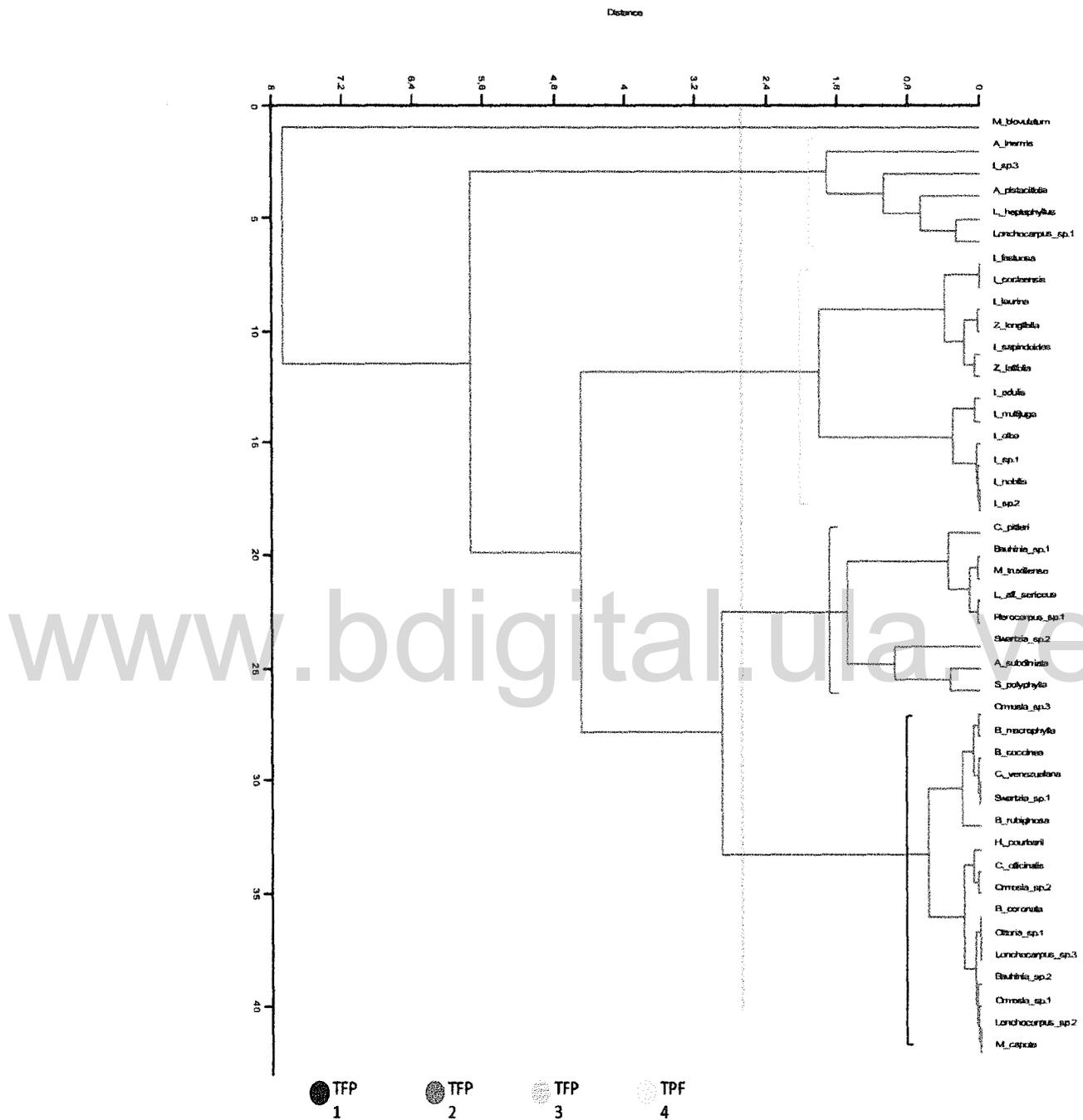
El TFP 1 fue el grupo más grande conformado por 16 especies de Fabaceae (Figura 17), respecto al área foliar específica (AFEP), predominan 8 especies de valores intermedios (122,38-178,72 mm<sup>2</sup>/g) y 5 especies presentaron valores bajos (69,59-117,96mm<sup>2</sup>/g ). Este grupo no presentó glándulas en el raquis (GR) ni en el peciolo (GP) y mostró un 100% de las especies con herbivoría (Anexo 10.14). Este Tipo funcional fue clasificado de “muy alta susceptibilidad comestible”.

El TFP 2 resultó un grupo pequeño que constó de 8 especies (Figura 17). Presentó una mezcla de valores de área folia específica (AFEP), 1 especie con valores bajos (90,89), 4 especies con valores intermedios (124,27-166,59) y 4 especies con valores altos (180,77-321,62). En este grupo sólo 2 especies presentaron glándula en el peciolo (GP), en general existe ausencia de glándulas en el raquis (GR) y de herbivoría (H) (Anexo 10.14). Este TFP se denominó de “baja susceptibilidad comestible”.

EL TFP 3 es un un grupo grande con 12 especies (Figura 17). Se agruparon especies con área foliar específica (AFEP) variable, 4 especies fueron valores bajos (64,93-113,27), 7 especies presentaron valores intermedios (122,42-168,19) y 1 especie obtuvo valor alto (186,23). Este TFP agrupó la gran mayoría de especies con glándulas en el raquis como el género Inga, y algunas especies con presencia de herbivoría y ausencia de glándulas en el peciolo (Anexo 10.14). Este TFP se clasificó como especies de “moderada susceptibilidad comestible”.

El TFP 4 fue el grupo más pequeño con 5 especies (Figura 17), agrupado principalmente por los valores altos de área foliar específica (AFEP) (321,56-666,37) y la ausencia de glándulas en el peciolo (GL), por otra parte sólo una especie presentó glándulas en el raquis y alta herbivoría presente en 4 especies (Anexo 10.14). Este grupo se le clasificó como de “alta susceptibilidad comestible”.

La susceptibilidad de las plantas a ser comestibles, está relacionada con muchos factores, entre los cuales se encuentra el AFEP, la cual tienen una correlación negativa con la fuerza tensil foliar



**Figura 17.** Tipos Funcionales (TFP) de acuerdo a su comportamiento con relación al servicio ecosistémico de alimento para herbívoros a partir de los rasgos; AFEP, A, D y FFP.

(Cornelissen 2003). En general, valores altos del AFEP indican una mayor susceptibilidad a la herbivoría, por el contrario valores bajos hacen las hojas más resistentes a la herbivoría y a otros factores ambientales (Cornelissen 2003). Como se mencionó anteriormente, la presencia de metabolitos secundarios como los sesquiterpénicos en las hojas de especies como *Hymenaea courbaril*, *Copaifera officinalis* y *Copaifera venezuelana* (Langenheim *et al.* 1986), pueden ayudar a reducir la herbivoría de estas especies agrupadas en el TFP 1. Sin embargo se observó que estas especies no están excluidas del ataque por herbívoros, debido a que las hojas jóvenes son más consumidas por los herbívoros, debido a que representan un recurso más nutritivo y no están tan defendidas por sustancias químicas, especialmente por los compuestos que reducen su digestibilidad (Coley 1980, Turner 2001). Estos daños causados en las hojas jóvenes pueden acumularse hasta llegar a la edad madura de la hoja (Stanley 2010). Por otra parte posibles factores interrelacionados tales como, sustancias químicas secundarias, nutrientes, contenido de agua y dureza de la hoja y cambios generados en estos, puede AFEPctar a la herbivoría de insectos de manera significativa en diversas maneras (Krischik & Denno. 1983). Otros mecanismos de defensa presentes en las subfamilias Mimosoideae y Caesalpinioideae son las asociaciones con hormigas (mirmecofilia) (Polhill *et al.* 1981), las cuales son atraídas por las glándulas o nectarios extraflorales que son importantes en su dieta (Elias 1981). Por lo que la presencia de nectarios extroflorales, se convierten en una estrategia para mantener a raya la herbivoría, es decir que entre más el TFP presente especies con elevada incidencia de nectarios, se traduce en una baja incidencia de daños causados por la herbivoría. Este comportamiento en este estudio se observó en el género *Inga* perteneciente al TFP 3, sin embargo Pennington (1997) reporta que las especies del género *Inga* también producen gran variedad de metabolitos secundarios con propiedades anti-herbivoría, pero deben tenerse en cuenta también otros factores como los ya mencionados que también pueden favorecer la herbivoría y palatabilidad de la hoja. También es importante tener en cuenta la abundancia de la colonia de hormigas, debido a que al perderse una o más especies, existe una interrupción parcial o total de los flujos de energía y materia del ecosistema (De Leo & Levin 1997), repercutiendo sobre los niveles de herbivoría al interior del bosque (Insuasty *et al.* 2010). Otros mecanismos de defensa presentes en la familia Fabaceae específicamente la subfamilia Faboideae son las defensas químicas, como alcaloides e isoflavenoides (Polhill *et al.* 1981).

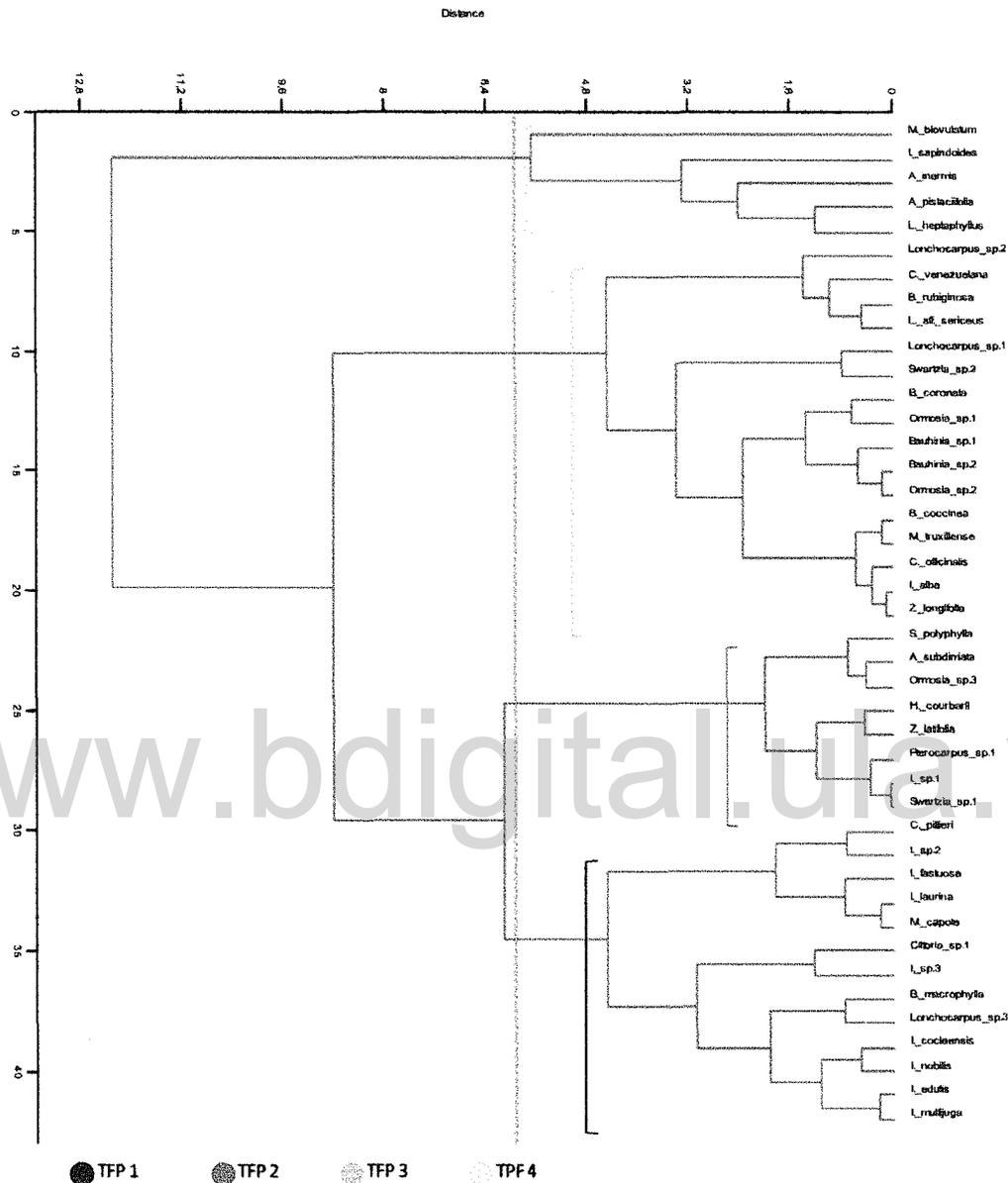
### 6.2.3.3. Servicio Hídrico.

Los rasgos funcionales considerados para el servicio ecosistémico de regulación hídrica permitieron la conformación de cuatro grupos funcionales de las especies de Fabaceae leñosas (**Figura 18**), con una correlación cofenética de 0,65.

El TFP 1 es un grupo grande con 13 especies (**Figura 18**). AFEP agrupó 11 especies con valores bajos ( $64,93-177,93\text{mm}^2/\text{g}$ ) y 2 especies con valores altos ( $186,23-429,06\text{mm}^2/\text{g}$ ). El AF agrupó especies con variable tamaño de hoja, 1 especie con hojas notófilas ( $2156,54\text{ mm}^2$ ), 3 especies presentaron hojas mesófilas ( $9104,99-11038,30\text{ mm}^2$ ) y 9 especies con hojas macrófilas ( $18595,37-66502,05$ ). La mayoría de especies agrupadas pertenecen al estrato arbóreo (6-12,75 m) y 1 especie de sotobosque (2,25 m). El rasgo IELF lo presentaron 12 especies, el rasgo IHLF estuvo en 10 especies y todas las especies fueron agrupadas con la FFP (**Anexo 10.14**). Este TFP fue clasificado como “interceptoras de estrato arbóreo”.

El TFP 2 es un grupo pequeño conformado por 8 especies (**Figura 18**). Respecto al AFEP, 6 especies, que corresponde a la mayoría que conforman este grupo son de valores bajos ( $111,86-159,71\text{mm}^2/\text{g}$ ) y 2 especies presentan valores altos ( $189,91-265,47\text{mm}^2/\text{g}$ ). El carácter AFP presentó variabilidad en el carácter, sin embargo, la mayoría de especies están agrupadas en la categoría mesófila ( $10635,02-17719,01\text{ mm}^2$ ), 1 especie en la categoría notófila (2674) y 1 especie en la categoría macrófila ( $20601,16\text{ mm}^2$ ). Las alturas de las especies presentes permiten agruparlas, la mitad en el sotobosque y la otra mitad en el estrato arbóreo. Todas las especies agrupadas en este TFP carecen de IHLF y de IELF. En este grupo 3 especies son perennifolias y 5 son caducifolias (**Anexo 10.14**). Este grupo fue clasificado como “captadoras de estrato sotobosque-arbóreo”.

El TFP 3 está conformado por 16 especies que representan la mayoría de las especies totales de Fabaceae en este estudio (**Figura 18**). El AFEP agrupó 13 especies con valores bajos, ( $69,59-178,72$ ) y 3 especies con valores altos ( $180,77-442,77$ ). El AFP agrupó a las especies en mesófilas ( $8526,13-18090,42$ ) con 11 especies y 5 especies macrófilas ( $18362,50-42424,95$ ). La altura agrupó 11 especies en el estrato arbóreo (7,83-12,25) y 5 especies en el dosel (14-15,66). El IHLF agrupó a todas las especies por ausencia de este carácter y el IELF, sólo estuvo presente en 3 especies. Las especies presentes en este grupo funcional la mitad son perennifolias y la otra mitad caducifolia (**Anexo 10.14**). Este TFP fue clasificado como “captadoras de estrato arbóreo-dosel”



**Figura 18.** Tipos Funcionales (TFP) de acuerdo a su comportamiento con relación al servicio ecosistémico de regulación hídrica a partir de los rasgos; AFEP, AF, A, IHLF, IELF y FFP.

El TFP 4 es el grupo más pequeño, conformado por 5 especies (**Figura 18**). El AFEP agrupó en su mayoría a las especies con valores altos (321,56-1380,23mm<sup>2</sup>/g) y sólo 1 especie obtuvo un valor intermedio (159,63 mm<sup>2</sup>/g). El AF agrupó a todas las especies como la categoría macrófila, por sus altos valores (19653,94-109032,62). En la altura predominan tanto las de estrato arbóreo (5,75-8 m) con 3 especies como 2 especies del sotobosque (2-4,5 m). Respecto a los indumentos hay 2 especies con el carácter IHLF y 3 especies con IELF. Según la fenología 3 de las especies presentaron FFP y 2 FFC (**Anexo 10.14**). Este grupo se definió como de “interceptoras sotobosque-arbóreo”.

En este estudio resultó la mayoría de especies agrupadas en el TFP 2 y TFP 3 como “captadoras”, las cuales son características de bosque secundario, donde existe una mayor entrada de agua lluvia que llega al suelo del bosque obtenida por la precipitación por goteo de la cobertura y directa que es drenada a los afluentes (Brooks *et ál.* 2003). Estos relictos de bosque húmedo han pasado por un proceso de fragmentación y además presentan un alto grado de intervención antrópica, lo que conlleva a procesos de sucesión cada vez que se produce una perturbación. Semejantes resultados fueron obtenidos por Aquino (2009), en la agrupación de las Fabaceae en 3 TFPs diferentes respecto al servicio ecosistémico hídrico como: “captadoras del dosel superior”, “captadoras del dosel medio” e “interceptoras emergentes”, obteniendo mayor presencia de especies “captadoras”, en los bosques secundarios en comparación de los bosques primarios donde reporta mayor presencia de “interceptoras”.

## 6.2.4. Composición de tipos funcionales.

### 6.2.4.1. Servicio carbono

En general la presencia de especies conservativas con mayores AP, DAPP, baja AFE, alta DMP y con mayor tendencia a perennifolia son las que predominan en las diferentes categorías de fragmentos. Se encontró que el TFP1 clasificado como “conservativas de estrato arbóreo” es el más dominante para las diferentes categorías de fragmentos excepto para el FPI. El TFP1, es el grupo más grande que agrupa la mayoría de especies con mayores áreas basales como *Brownea coccinea* y *Brownea macrophylla* entre otras, y especies comunes como *Hymenaea courbaril* y *Zygia longifolia* con intermedios valores, pero presentan el mayor número de individuos en las diferentes categorías. En el FPI se destacó con mayor área basal el TFP3 que corresponde a especies “consecutivas arbóreo-dosel”, donde *Lonchocarpus aff. sericeus* y *Copaifera officinalis* son las especies con mayor dominancia en esa categoría (Tabla 32).

La categoría que tuvo mayor acumulación de área basal por TFPs en el servicio del carbono fue el FGB (1,12 m<sup>2</sup>) seguido del FMB (1,08 m<sup>2</sup>) (Tabla 32). Se encontraron diferencias significativas con el ANOSIM ( $p=0,0492$ ), para los categorías de pares de fragmentos FGB de mayor valor de área basal de TFPs comparado con las categorías FGI y FPI. Otras diferencias se encontraron entre la categoría FGI de menor valor de área basal de TFPs comparada con el FMB y FMI, por último entre la categoría FMB de mayor valor de área basal de TFPs comparada con la categoría FPI (Tabla 33).

El porcentaje de contribución de los tipos funcionales en las diferencias significativas detectadas entre cada par de fragmentos se realizaron con el SIMPER; obteniendo que estas diferencias se establecieron por una contribución del TFP 1, cambiando sólo el porcentaje de contribución (Tabla 34). Las diferencias significativas encontradas entre las categorías de fragmentos es debido al aporte de área basal que permite la alta o baja dominancia de los TFPs en algunas categorías comparadas con otras. Es así como el FGB que presenta una mayor área basal almacenada en las especies que conforman el TFP1 (especies conservativas de estrato arbóreo), son diferenciadas de los valores bajos obtenidos por este mismo TFP en el FGI y FPI, a su vez que el TFP3 (especies conservativas arbóreo- dosel) presenta una menor dominancia en la categoría FGB pero una alta dominancia en los FGI y FPI (Tabla 32 y 34). Los cambios en el área basal por intervención antrópica en el bosque ya sea por extracción de recursos, quema y otras actividades como el manejo forestal generan un impacto en la fijación y almacenamiento de carbono (Cheng *et al.* 2005, Putz *et al.* 2008) y se ha encontrado además, que después de un período de 13 años posterior a una

perturbación los bosques pueden incrementar y recuperar el volumen de carbono almacenado antes de que esta sucediera (Fang et ál. 2001).

**Tabla 32.** Totales de área basal de los tipos funcionales generados en el servicio de carbono En relación a las categorías de fragmentos.

Categorías fragmentos	Área basal acumulada			Área basal promedio			Desviación Estándar		
	TFP1	TFP2	TFP3	TFP1	TFP2	TFP3	TFP1	TFP2	TFP3
FGB	1,12	0,00	0,07	0,11	0,00	0,01	0,14	0,00	0,02
FGI	0,10	0,01	0,89	0,01	0,00	0,09	0,01	0,00	0,19
FMB	1,08	0,01	0,25	0,11	0,00	0,03	0,10	0,00	0,07
FMI	1,03	0,00	0,82	0,10	0,00	0,08	0,11	0,00	0,17
FPB	0,64	0,01	0,18	0,06	0,00	0,02	0,08	0,00	0,04
FPI	0,10	0,00	0,25	0,01	0,00	0,02	0,02	0,00	0,05

**Tabla 33.** Diferencias significativas para la composición de TFPs entre las 6 categorías de fragmentos, para el servicio de fijación -almacenamiento de carbono con la distancia de similitud de Bray Curtis.

	FGB	FGI	FMB	FMI	FPB	FPI
<b>FGB</b>	0	0,0078	0,9444	0,3774	0,3037	0,0376
<b>FGI</b>	0,0078	0	0,0085	0,0315	0,1662	0,8651
<b>FMB</b>	0,9444	0,0085	0	0,6119	0,597	0,02
<b>FMI</b>	0,3774	0,0315	0,6119	0	0,8838	0,1772
<b>FPB</b>	0,3037	0,1662	0,597	0,8838	0	0,4755
<b>FPI</b>	0,0376	0,8651	0,02	0,1772	0,4755	0

**Tabla 34.** Tipos Funcionales y su porcentaje de contribución en la diferencia significativa de áreas basales entre pares de categorías de fragmentos, empleando el índice de similitud de Bray Curtis.

<b>Categoría fragmento</b>	<b>Tipos Funcionales</b>	<b>Contribución</b>	<b>% Acumulado</b>	<b>Promedio abund. 1</b>	<b>Promedio. abund. 2</b>
<b>FGB/FGI</b>	TFP 1	50,88	63,63	0,112	0,00984
	TFP 3	27,78	98,36	0,00707	0,089
	TFP 2	1,309	100	0,000437	0,00094
<b>FGB/FPI</b>	TFP 1	60,7	74,91	0,112	0,0104
	TFP 3	19,16	98,55	0,00707	0,0246
	TFP 2	1,178	100	0,000437	6,60E-05
<b>FGI/FMB</b>	TFP 1	51,04	63,77	0,00984	0,108
	TFP 3	26,59	96,99	0,089	0,0251
	TFP 2	2,408	100	0,00094	0,0012
<b>FGI/FMI</b>	TFP 1	48,64	57,11	0,00984	0,103
	TFP 3	35,67	98,99	0,089	0,083
	TFP 2	0,8586	100	0,00094	7,06E-05
<b>FMB/FPI</b>	TFP 1	59,1	72,32	0,108	0,0104
	TFP 3	20,14	96,97	0,0251	0,0246
	TFP 2	2,474	100	0,0012	6,60E-05

www.bdigital.ula.ve

#### 6.2.4.2. Servicio alimento

En las diferentes categorías de fragmentos dominan las especies de media-alta susceptibilidad correspondiente al TFP1, excepto para el FGB que se destacan como las especies de baja susceptibilidad de ser comestible correspondiente al TFP3. La alta dominancia del TFP1, es debido a que se encuentra agrupadas variedades de especies con grandes áreas basales como *Copaifera officinalis*, *Copaifera venezuelana*, *Brownea coccinea* y *Brownea macrophylla* entre otras y especies comunes como *Hymenaea courbaril* que presenta gran cantidad de individuos pero con áreas basales pequeñas. La alta dominancia del TFP3 en la categoría FGB es debida principalmente a la alta dominancia de especies como *Zygia longifolia*, no tanto por el tamaño de las áreas basales sino por la gran abundancia de esta especie (Tabla 35).

Se observó la mayor dominancia del TFP1 en el FMI (1,68 m<sup>2</sup>) seguido por la alta dominancia generado por el TFP3 en la categoría FGB (1,10 m<sup>2</sup>) (Tabla 35). Con el ANOSIM se establecieron diferencias significativas ( $p = 0,0006$ ), en la composición de los TFPs generados en el servicio de alimentación para herbívoros, basado en la sumas de áreas basales entre pares de fragmentos, fueron detectadas para la categoría FGB de mayor valor de área basal acumulada por los TFPs comparado con las categorías FGI, FMB, FMI, FPB y FPI. También se denotaron diferencias entre la categoría FGI con la categoría FMI de TFPs con valores más altos de área basal (Tabla 36).

Con el SIMPER se estimaron los porcentajes de contribución de cada TFP donde se establecieron las diferencias significativas. Así, entre los pares de categorías FGB con las categorías FGI, FMB, FPB y FPI el mayor porcentaje de contribución fue dado por el TFP 3, con variación en los porcentajes entre cada par de fragmentos. Las diferencias marcadas entre el FGB con la categoría FMI y entre la categoría FGI con el FMI se obtuvo por la contribución del TFP 1, variando el porcentaje de contribución entre estos (Tabla 35). En general las diferencias mostradas están directamente relacionadas con la proporción de área basal presente en las especies que conforman los de los tipos funcionales en las categorías de fragmentos. Por lo que, la diferencia entre el FGB que presenta una mayor área basal almacenada en las especies que conforman el TFP3 (especies de baja susceptibilidad comestible), se diferencian de los bajos valores obtenidos por este mismo TFP en el resto de categorías, pero también el TFP1 (especies de alta susceptibilidad comestible) presenta una menor dominancia en la categoría FGB pero una alta dominancia en los FMI, a su vez el TFP4 (especies de media-alta susceptibilidad comestible) acumula mayor área basal en el FMB, comparado con los menores valores del FGB (Tabla 35 y 37).

**Tabla 35.** Totales de área basal de los tipos funcionales generados en el servicio de alimento, en relación a las categorías de fragmentos.

Categorías fragmentos	Área basal acumulada				Área basal promedio				Desviación Estándar			
	TFP1	TFP2	TFP3	TFP4	TFP1	TFP2	TFP3	TFP4	TFP1	TFP2	TFP3	TFP4
FGB	0,00	0,03	1,10	0,07	0,00	0,00	0,11	0,01	0,00	0,01	0,14	0,02
FGI	0,92	0	0,08	0	0,09	0	0,01	0	0,19	0	0,01	0
FMB	0,62	0,05	0,44	0,23	0,06	0,00	0,04	0,02	0,10	0,01	0,08	0,07
FMI	1,68	0,04	0,14	0,00	0,17	0,00	0,01	0,00	0,17	0,01	0,04	0,00
FPB	0,63	0,00	0,20	0,00	0,06	0,00	0,02	0,00	0,09	0,00	0,03	0,00
FPI	0,19	0,14	0,02	0	0,02	0,01	0,00	0	0,03	0,04	0,00	0

**Tabla 36.** Diferencias significativas para la composición de TFPs entre las 6 categorías de fragmentos, para el servicio de alimento para herbívoros con la distancia de similitud de Bray Curtis.

	FGB	FGI	FMB	FMI	FPB	FPI
FGB	0	0,0013	0,0144	0,0004	0,0031	0,007
FGI	0,0013	0	0,4124	0,0325	0,4231	0,3978
FMB	0,0144	0,4124	0	0,1474	0,993	0,4455
FMI	0,0004	0,0325	0,1474	0	0,2677	0,0967
FPB	0,0031	0,4231	0,993	0,2677	0	0,2863
FPI	0,007	0,3978	0,4455	0,0967	0,2863	0

**Tabla 37.** Tipos Funcionales y su porcentaje de contribución en la diferencia significativa de áreas basales entre pares de categorías de fragmentos, empleando el índice de similitud de Bray Curtis.

<b>Categoría fragmento</b>	<b>Tipos Funcionales</b>	<b>Contribución</b>	<b>% Acumulado</b>	<b>Promedio abund. 1</b>	<b>Promedio. abund. 2</b>
<b>FGB/FGI</b>	TFP 3	49,51	55,87	0,11	0,00769
	TFP 1	27,77	87,21	0,000425	0,0921
	TFP 2	5,739	93,68	0,00267	0
	TFP 4	5,596	100	0,00707	0
<b>FGB/FMB</b>	TFP 3	41,71	49,71	0,11	0,044
	TFP 1	27,67	82,68	0,000425	0,0617
	TFP 4	8,712	93,07	0,00707	0,0235
	TFP 2	5,819	100	0,00267	0,00472
<b>FGB/FMI</b>	TFP 1	47,98	50,38	0,000425	0,168
	TFP 3	37,81	90,09	0,11	0,0136
	TFP 4	4,814	95,15	0,00707	0,000407
	TFP 2	4,621	100	0,00267	0,00443
<b>FGB/FPB</b>	TFP 3	45,51	53,48	0,11	0,0197
	TFP 1	28,92	87,46	0,000425	0,0627
	TFP 2	5,38	93,79	0,00267	0,000212
	TFP 4	5,286	100	0,00707	0,000328
<b>FGB/FPI</b>	TFP 3	55,6	58,62	0,11	0,002
	TFP 1	18,03	77,62	0,000425	0,019
	TFP 2	15,01	93,45	0,00267	0,0141
	TFP 4	6,214	100	0,00707	0
<b>FGI/FMI</b>	TFP 1	63,36	77,91	0,0921	0,168
	TFP 3	15,33	96,76	0,00769	0,0136
	TFP 4	1,845	99,03	0	0,000407
	TFP 2	0,7888	100	0	0,00443

### 6.2.4.3. Servicio hídrico

En general la presencia de especies captadoras con baja A, mayor AF, ausencia de indumentos y la tendencia a perennifolia son las que predominan en las diferentes categorías de fragmentos. Se encontró que el TFP3 clasificado como “captadoras de estrato arbóreo” es el más dominante para las diferentes categorías de fragmentos. El TFP1, es el grupo que incluye las especies con mayores áreas basales, entre estas especies del género *Copaifera* y *Brownea*, y especies comunes como *Zygia longifolia* que presenta gran cantidad de individuos, con valores variables de área basal (Tabla 38).

En el servicio de regulación hídrica, la categoría de fragmento que se destacó con valores altos de acumulación de área basal fue el FMI (1,17 m<sup>2</sup>), seguido del FGB (1,05m<sup>2</sup>) por la contribución del TFP3 (Tabla 38). Sin embargo con el ANOSIM no se establecieron diferencias significativas ( $p = 0,7977$ ), en la composición de los TFPs generados en el servicio de regulación hídrica, basado en la sumas de áreas basales entre pares de fragmentos. Es decir que los valores de composición de TFPs funcionales son muy similares entre categorías. La no significancia entre categorías puede indicar, que la distribución de los TFPs es equitativa en las categorías, por lo que todos los grupos funcionales presentan similar dominancia e importancia en todas ellas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la reducción drástica del área basal en las especies de un bosque, por diferentes actividades como construcción de caminos e infraestructuras, o aprovechamiento forestal tienen efectos en la regulación hídrica, específicamente en la redistribución de la precipitación dentro del ecosistema forestal, afectando procesos como la escorrentía superficial y la erosión (Huth & Ditzer 2001). También se ve afectada la calidad del agua, debido a una mayor presencia de sedimentos suspendidos en el agua que sale de los bosques aprovechados (Chappell *et al.* 2004).

**Tabla 38.** Totales de área basal de los tipos funcionales generados en el servicio hídrico, en relación a las categorías de fragmentos.

Categorías fragmentos	Área basal acumulada				Área basal promedio				Desviación Estándar			
	TFP1	TFP2	TFP3	TFP4	TFP1	TFP2	TFP3	TFP4	TFP1	TFP2	TFP3	TFP4
FGB	0,04	0,03	1,05	0,07	0,00	0,00	0,11	0,01	0,01	0,01	0,14	0,02
FGI	0,05	0,02	0,94	0	0,00	0,00	0,09	0	0,01	0,00	0,20	0
FMB	0,17	0,17	1,00	0,00	0,02	0,02	0,10	0,00	0,03	0,04	0,16	0,00
FMI	0,51	0,09	1,17	0,09	0,05	0,01	0,12	0,01	0,10	0,01	0,16	0,03
FPB	0,18	0,40	0,25	0,00	0,02	0,04	0,02	0,00	0,03	0,08	0,04	0,00
FPI	0,01	0,07	0,27	0	0,00	0,01	0,03	0	0,00	0,01	0,05	0

## 7. CONCLUSIONES

- Las Fabaceae leñosas fueron la familia más abundante, dominante y diversa de los relictos de bosque húmedo del área de Madre Vieja, encontrándose mayor riqueza de especies dentro de los fragmentos que fuera de ellos.
- En los fragmentos boscosos del área de Madre Vieja se encontraron diferencias significativas en la abundancia, riqueza y diversidad de especies entre categorías de fragmentos. Reportándose los mayores valores para la categoría FM, posiblemente debido a la presencia de perturbaciones de grado e intensidad intermedia que permiten que se establezcan condiciones diferentes en un fragmento de bosque, haciendo que las leguminosas colonicen los diferentes espacios por sus diversas adaptaciones, generando una mayor diversidad y complejidad florística.
- Entre las especies con mayor valor de importancia para las diferentes categorías de fragmentos se destacaron *Zygia longifolia* e *Hymenaea courbaril* como las especies más comunes y otras especies también importantes, aunque muy poco destacadas son las especies raras como *Albizia pistaciifolia*, *Albizia subdimiata*, *Andira Inermis*, *Inga multijuga*, *Lonchocarpus aff. sericeus*, *Machaerium truxillense*, *Swartzia sp.1* y *Zygia latifolia* entre otras que permitieron establecer las diferencias en la composición florística.
- En la composición florística entre categorías de fragmentos, mostraron diferencias significativas, encontrándose que al aumentar el tamaño del fragmento, incrementaba la distancia de similitud entre las áreas de bordes e interiores y cuando disminuía el tamaño de los fragmentos la composición de las áreas de borde e interior se hacían cada vez más similares hasta incluso no encontrar una gran diferenciación entre ellas.
- Se identificaron 3 grupos funcionales de plantas diferentes respecto a su composición florística y estructura para el servicio de carbono, basado en 4 caracteres morfológicos (A, D, AFEP, DMP y FFP); estos se denominaron “conservativas de estrato arbóreo”, “adquisitivas intermedias de estrato sotobosque-arbóreo” y “conservativas arbóreo-dosel”. También se definieron 4 grupos para el servicio de alimento, teniendo en cuenta 4 caracteres (AFEP, H, GR y GP), los cuales se denominaron como “media-alta susceptibilidad comestible”, “alta susceptibilidad comestible”, “baja susceptibilidad comestible” y “moderada susceptibilidad comestible”. En el servicio de regulación hídrica se conformaron 4 grupos funcionales a partir de 6 rasgos morfológicos (AF, AFEP, A, IHLF, IELF y FFP), los cuales se denominaron altas interceptoras de

estrato arbóreo”, “captadoras de estrato sotobosque-arbóreo”, “captadoras de estrato arbóreo-dosel” y “baja intercepción sotobosque-arbóreo”.

- La composición de los TFPs a través del área basal permitió detectar las diferencias existentes entre las categorías de fragmentos, relacionados con los servicios de carbono alimento e hídrico, permitiendo detectar la dominancia de las especies agrupadas en los TFP1 y TFP3 haciendo que las categorías FMI y FGB presentaran los mayores valores, en los diferentes servicios ecosistémicos mencionados. Se encontraron diferencias entre la dominancia de los TFPs de las diferentes categorías relacionadas con los servicios de carbono y alimento.
- La dominancia de los TFPs se deben a las proporciones del área basal y de la abundancia, de pocas especies dominantes como *Copaifera officinalis*, *Zygia longifolia*, *Hymenaea courbaril* y *Brownea coccinea* entre otras, que contribuyen con estos altos valores, determinando el funcionamiento de los fragmentos de bosque húmedo del área de Madre Vieja.
- La familia Fabaceae puede llegar a ser un buen indicador de las condiciones de perturbación y conservación en las que se encuentre un bosque, puesto que su abundancia y riqueza pueden variar a lo largo del proceso de sucesión de bosques secundarios, hasta llegar a etapas más estables de un bosque maduro. Lo cual conlleva a implicaciones para la elaboración de estrategias de restauración en el bosque húmedo con especies de la familia Fabaceae, como el género *Inga*, presente tanto en áreas de borde como interior al igual que *Copaifera officinalis*, *Hymenaea courbaril* y *Zygia longifolia* entre otras, así como pioneras del género *Machaerium*.

## 8- RECOMENDACIONES.

- Para descartar o corroborar la influencia de condiciones ambientales en las diferencias observadas en la composición florística, sería conveniente la toma de datos de intensidad lumínica, temperatura, humedad relativa y nubosidad.
- Continuar los estudios de restauración en esta área de bosque húmedo, para poner en práctica estrategias de restauración en fragmentos que hayan sido degradados y la conexión de éstos con el establecimiento de corredores.
- Realizar un estudio en donde se analice el tamaño real de los fragmentos y su distancia de conexión entre éstos para establecer con mayor claridad la similitud florística.
- Sería interesante un estudio de fructificación y floración de las diferentes especies que hacen parte de estos fragmentos para esclarecer los ciclos fenológicos y que también permitan contribuir a la determinación de la colección que no se pudo determinar en esta investigación.
- Desarrollar investigaciones biogeográficas para esclarecer de donde provienen muchas de las especies de estos fragmentos boscosos, puesto que conforman una composición florística compleja que es muy disímil comparado con bosques húmedos de otras partes del país.
- Sería de gran importancia el estudio de los dispersores de especies de gran importancia en el trabajo, para esclarecer con certeza cuáles son las especies implicadas en la dispersión de semillas en los fragmentos de bosque húmedo.
- Es necesario continuar con la caracterización de rasgos funcionales, para los diferentes servicios ecosistémicos, que ayuden a afianzar los tipos funcionales encontrados.
-

## 9. BIBLIOGRAFÍA

ABOAL J., D. MORALES, HERNÁNDEZ M & M. JIMÉNEZ. 1999. The measurement and modelling of the variation of stem flow in a laurel forest in Tenerife, Canary Islands. *Journal of Hydrology* 221(3-4):161-175.

ÁLVAREZ M., S. CÓRDOBA, F. ESCOBAR, G. FAGUA, F. GAST, H. MENDOZA, M. OSPINA, UMAÑA A. & H. VILLARREAL. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 210.

AQUINO S. 2009. Impactos humanos en la provisión de servicios ecosistémicos por bosques tropicales muy húmedos: un enfoque de ecología funcional. CATIE. Escuela de Posgrado. Turrialba, Costa Rica. 113.

ARAUJO-MURAKAMI A., F. BASCOPE, V. CARDONA-PEÑA, D. DE LA QUINTANA, A. FUENTES, P. JØRGENSEN, C. MALDONADO, T. MIRANDA, PANIAGUA-ZAMBRANA N. & S. RENATE. 2005. Composición florística y estructura del bosque amazónico preandino en el sector del Arroyo Negro, Parque Nacional Madidi, Bolivia. *Ecología en Bolivia*. 40(3): 281-303

ARGEL P. & B. MAASS. 1994. Evaluación y adaptación de leguminosas arbustivas en suelos ácidos infértiles de América tropical. Trabajo presentado en Taller Internacional sobre Árboles Fijadores de Nitrógeno en Suelos Ácidos, Turrialba, Costa Rica. Agrónomos del Programa de forrajes Tropicales (CIAT). Cali, Colombia.

ASQUITH N., J. TERBORGH, A. ELIZABETH ARNOLD, & C. MAILEÁN RIVEROS. 1999. The fruits the agouti ate: *Hymenaea courbaril* seed fate when its disperser is absent. *Journal of Tropical Ecology* (1999) 15:229-235.

ASQUITH N. 2002. La dinámica del bosque y la diversidad arbórea. En Guariguata, M; Kattan, G. (Eds.) *Ecología y conservación de los Bosques neotropicales*. 275-406 p. Editorial LUR, Cartago, Costa Rica.

ÁVILA G., F. JIMÉNEZ, J. BEER, GÓMEZ M. & M. IBRAHIM. 2001. Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales en Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 8(30):32-35.

AYMARD G. 2011. Bosques húmedos macrotérmicos de Venezuela. *BioLlania Edición Esp.* 10:33-46

BADII M., LANDEROS J. & E. CERNA. 2007. Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. *Daena: International Journal of Good Conscience.* 3(1) : 632-660.

BALEE W. & D. CAMPBELL. 1990. Evidence for the successional status of Liana Forest (Xingu River Basin, Amazonian Brazil). *Biotropica.* 22 (1): 36-47.

BARAJAS J., ÁNGELES A. & S. SOLÍS. 1997. Anatomía de maderas de México: especies de una selva alta perennifolia I. *Publicaciones especiales del IB 16, UNAM.* 126.

BENÍTEZ-MALVIDO J. 1998. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. *Conservation Biology* 12(2):380-389.

BEER J., C. HARVEY, M. IBRAHIM, J. HARMAND, SOMARRIBA E. & F. JIMÉNEZ. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas* 10(37-38):80-87.

BONAN G. 2002. *Ecological climatology: concepts and applications.* New York, United States, Cambridge University Press. 690

BOURONCLE C. 2008. Efectos de la fragmentación en la ecología reproductiva de especies y grupos funcionales del bosque húmedo tropical de la zona atlántica de Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 99.

BRINSON M. 1990. Riverine forests. En: Lugo., M.M., Brinson y S. Brown (eds.). *Ecosystems of the world* 15. Forested wetlands. Elsevier. Amsterdam. 87-141.

BROOKS K.; FFOLLIOT P.; GREGERSEN H. & L. DEBANO. 2003. *Hydrology and the management of watersheds* Tercera Edición. USA. Wiley-Blackwell. 574

BUSTAMANTE R. & A. GREZ. 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y desarrollo*. 11(2): 58 -63.

CANO Á. & P. STEVENSON. 2009. Diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la estación biológica Caparú, Vaupés. *Revista Colombia Forestal*. 12: 63-80.

CÁRCAMO M. 2006. Simulación de cortas intermedias para la captura de carbono en un renoval de lenga de la Reserva Forestal Coyhaique, XI Región, Chile. Congreso Internacional Servicios Ecosistémicos en los Neotrópicos. *Bosque* 27(2):163-217.

CARDOZA F. 2011. Diversidad y composición florística y funcional de los bosques del parque nacional Montecristo, El Salvador Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 127 p.

CASANOVES F. DI RIENZO J. & L. PLA 2008. User Manual f-Diversity: Statistical software for the analysis of functional diversity. Primera Edición. Argentina. 54.

CASLER C. & A. CASTELLANO. 2008. Preservando la fauna en el sistema del Lago de Maracaibo. - Z. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 42: 281 – 298.

CATALÁN A. 1992. El proceso de deforestación en Venezuela entre 1975-1988. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR). Caracas.

CHACÓN P., LEBLANC H. & R. RUSSO. 2007. Fijación de carbono en un bosque secundario de la región tropical húmeda de Costa Rica. *Tierra Tropical* 3(1):1-11.

CEBRIAN J. & M. DUARTE. 1994. The dependence of herbivory on growth rate in natural plant communities. *Functional Ecology*. 8: 518-525.

CHACÓN M., HARVEY C. & D. DELGADO. 2008. Diversidad arbórea y almacenamiento de carbono en un paisaje fragmentado del bosque húmedo de la zona atlántica de Costa Rica *Recursos Naturales y Ambiente*. *Recursos Naturales y Ambiente*. 51(52):19-32.

CHAN A. 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 Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 162.

CHAPMAN C. 1989. Primate seed dispersal: the fate of dispersed seeds. *Biotropica*, 21, 341-356.

CHAPPELL N., I. DOUGLAS, HANAPI J. & W. TYCH. 2004. Sources of suspended sediment within a tropical catchment recovering from selective logging. *Hydrological Processes* 18:685-701.

CHENG X., WEI X. & R. SCHERER. 2005. Influence of wildfire and harvest on biomass, carbon pool, and decomposition of large woody debris in forested streams of southern interior British Columbia. *Forest Ecology and Management* 208:101-114.

CLARKE K. 1991. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure *Australian Journal of Ecology*. 18: 117-143

COLEY P. 1980. Effects of leaf age and plant life history patterns of herbivory. *Nature*. 284: 545-546.

COLWELL R. 2006. EstimateSWin: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Persistent URL <[purl.oclc.org/EstimateSWin](http://purl.oclc.org/EstimateSWin).

COMITÉ TÉCNICO INTERAGENCIAL DEL FORO DE MINISTROS DE MEDIO AMBIENTE DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. 2000. XII Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe Conservación y aprovechamiento sustentable de los bosques tropicales húmedos de América Latina y el Caribe. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Bridgetown, Barbados.

COMERMA J. 2009. suelos mal drenados en Venezuela poorly drained soils in Venezuela *Agronomía Tropical*. 59(1): 25-32.

CONDIT R., S. HUBBEL, J. LAFRANKIE, R. SUKUMAR, N. MANOKARAN, FOSTER R. & P. ASHTON. 1996. Species-area and species-individual relationships for tropical trees: a comparison

of three 50-ha plots. 86 p. En: : M. Guariguata & G. Kattan, editores. Ecología y conservación de bosques neotropicales. Edit. tecnológica de Costa Rica. Costa Rica.

CONDIT R. N. PITMAN, G. EGBERT, J. LEIGH, J. CHAVE, J. TERBORGH, R. FOSTER, P. NUÑEZ, AGUILAR, R. VALENCIA, G. VILLA, H. MULLER-LANDAU, LOSOS E. & S. HUBBELL. 2002. Beta-Diversity in Tropical Forest Trees. *Science* 295: 666

CONNELL J. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. In: Den Boer, P. J. and Gradwell, G. (eds), *Dynamics of populations*. PUDOC. 298–312.

CONNELL J. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199:1302–1310.

COPLANARH. 1975. Atlas inventario nacional de tierras .Ministerio de agricultura y cría, CENIAT.

CORNELISSEN J., S. LAVOREL, E. GARNIER, S. DÍAZ, N. BUCHMANN, DE GURVICH, P. REICH, H. STEEGE, H. MORGAN, M. HEIJDEN, PAUSAS J. & H. POORTER. 2003. A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 51(4):335-380.

CURTIS J. & R. MCINTOSH. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-496.

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

DE LA CADENA A. 2012. Patrones de actividad, dieta y dispersión de semillas por los monos cariblancos (*Cebus albifrons versicolor*) en un fragmento de bosque en San Juan de Carare, Santander- Colombia. Trabajo de tesis para optar al título de Bióloga. Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima.

DE LEO G. & S. LEVIN. 1997. The multifaceted aspects of ecosystem integrity. *Conservation Ecology* 1: 3.

DELGADO L., M. ACEVEDO, H. CASTELLANOS, RAMÍREZ H. & J. SERRANO. 2005. Relaciones alométricas y patrones de crecimiento para especies de árboles de la reserva forestal imataca, Venezuela. *Interciencia*. 30(5).

DEL VAL E. & R. DIRZO. 2004. Mirmecofilia: las plantas con ejército propio *Interciencia*. 29 (12).

DEYN G., CORNELISSEN J & R. BARDGETT. 2008. Plant functional traits and soil carbon sequestration in contrasting biomes. *Ecology Letters* 11:516–531.

DÍAZ S. & M. CABIDO. 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution* 16 (11): 646-655.

DÍAZ S., DE GURVICH H. & M. CABIDO. 2002. ¿Quién necesita tipos funcionales de plantas? *Boletín de la Sociedad Botánica de Argentina*. 37(1-2): 135-140.

DÍAZ S., FARGIONE J., CHAPIN S & D. TILMAN. 2006. Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biology* 4 (8): e277. DOI: 10.1371/journal.pbio.0040277.

DÍAZ W. 2007. Composición florística y estructura de bosques en los asentamientos campesinos las delicias, el guamo y lechozal, estado bolívar, Venezuela. *Ernestia* 17(1) 2007: 1-24.

DÍAZ S., S. LAVOREL, F. QUÉTIER, GRIGULIS K. & M. ROBSON. 2007a. Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 20684-20689.

DÍAZ S., S. LAVOREL, F. CHAPIN, P. TECCO, GURVICH D. & K. GRIGULIS. 2007b. In *Terrestrial Ecosystem in a Changing World*. Eds. Canadell J., Pataki D. & L. Pitelka Springer, 79–91.

DÍAZ W., DAZA F. & W. SARMIENTO. 2012. Composición florística, estructura y diversidad del bosque ribereño del Río Kakada, Cuenca del Río Caura, estado Bolívar, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola* 12 (2): 275-289.

DINERSTEIN E., D. OLSON, D. GRAHAM, A. WEBSTER, S. PRIMM, BOOKBINDER M. & G. LEDEC. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones terrestres de América Latina y el Caribe. The World Bank, The World Wildlife Found. Washington D.C. 135.

DIRZO R. 2001. Tropical forests. in Global biodiversity in a changing environment. Scenarios for the 21st century. Ecological Studies 152. Eds. Chapin III F., Sala O. & E Huber-Sannwald. Springer, New York. 251-276.

DORADO O. ET AL. 2005. Las Fabaceae como indicadores conservación-perturbación (en línea). Cuba. ISBN 959-250-156-4. Consultado en Jul. 2011. Disponible en: [www.dama.gov.co](http://www.dama.gov.co).

DUEÑAS A., BETANCUR J. & R. GALINDO. 2007. Estructura y Composición Florística de un Bosque Húmedo Tropical del Parque Nacional Natural Catatumbo Barí, Colombia. Revista Colombia Forestal Vol. 10 (20): 26 – 39.

DUIVENVOORDEN J., H. BALSLEV, J. CAVALIER, C. GRÁNDEZ, TUOMISTO H. & R. VALENCIA. (2001) Evaluación de recursos vegetales no maderables en la Amazonia noroccidental. Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam

DUNNO R., O. HUBBER, RIINA R. & F. STAUFFER. 2003. I Flora Venezolana. 15-30 p. EN: LLAMOZAS S., R. DUNO, W. MEIER, R. RIINA, F. STAUFER, G. AYMARD, HUBER O. & R. ORTIZ. Libro rojo de la flora de Venezuela. Edit. PROVITA, Fundación Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela “Dr Tobias Lasser” & Conservación Internacional. Venezuela.

EGERMMAN M. 2011. GIS- basierte Analyse von Fragmenten eines saisonalen tropischen Feuchtwaldes in der Region Sudlich des Maracaibo Sees (Venezuela) und Evaluierung ihrer floristischen Artenvielfalt und -zusammensetzung. Tesis pregrado. Technisch Universitat Dresden. Alemania. 96 p.

ELIAS T. 1981. Mimosoideae. En : Polhill, R. M. & P. H. Raven (eds.), Advances in legume Systematics, Part 1: 143-151. Royal Botanic Gardens, Kew.

ESCALANTE, E. 1993. Pasado, Presente y Futuro de la Investigación Agroforestal en Venezuela. Ponencia presentada en el II Taller Nacional de Agroforestería. Barinas, Venezuela, 16 al 19 de junio de 1993.

ESQUIVEL Q, M. IBRAHIM, JIMÉNEZ F. & D. PEZO. 1998. Distribución de Nutrientes en el suelo en asociaciones de poró (*Erythrina berteroana*), madero negro (*Gliricidia sepium*) o *Arachis pintoi* con *Brachiaria brizantha*. Agroforestería en las Américas 5(17-18):39-43.

FANG J., A. CHENG, PENG C. & S. ZHAO. 2001. Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998. Science 292:2320-2322.

FERNANDEZ 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 Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 114 p.

FERRERA R., A. ALARCÓN, M. MENDOZA, W. SANGABRIEL, D. TREJO, J. CRUZ, LÓPEZ C. & J. DELGADILLO. 2007. Fitorremediación de un suelo contaminado con combustóleo utilizando *phaseolus coccineus* y fertilización orgánica e inorgánica. Agrociencia. 41: 817-826.

FINOL H. 1971. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. Revista Forestal Venezolana. 13(21): 29-42

FORERO M. & B. FINEGAN. 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.

FOX B., J. TAYLOR, MARILYN D. FOX B & W. CAROLE. 1997. Vegetation changes across edges of rainforest remnants. *Biological Conservation* 82 (1997) 1 13

FRANCIS J. 1990. *Hymenaea courbaril* L. Algarrobo, locust. SO-ITF-SM-27. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5.

GEHRING C., MUNIZ F. & L. GOMES. 2008. Leguminosae along 2-25 Years of Secondary Forest Succession after Slash-and-Burn Agriculture and in Mature Rain Forest of Central Amazonia. 135(3):, *Journal of the Torrey Botanical Society*. 388-400.

GENTRY A. 1982. Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. *Evolutionary Biology*. 1-84

GENTRY A. 1991. The distribution and evolution of climbing plants. *en*: Putz, F. & R. Mooney. (eds.). *The biology of vines*. Cambridge University Press, Cambridge. 3-42.

GENTRY A. 1992. Tropical forest biodiversity distributional patterns and their conservational significance. *Oikos* 63: 19-28.

GENTRY A. 1993. El Significado de la Biodiversidad. *en*: S. Cárdenas & H. Correa (eds.), *Nuestra diversidad Biológica*. Colección María Restrepo de Angel & CEREC, Fundación Alejandro Escobar. Bogotá, Colombia.

GENTRY A. 1993b. A field guide to the families, and genera of woody plants of northwest south America (Colombia Ecuador y Perú) with supplementary notes on herbaceous taxa. Ed. Conservation International. Washington DC. 895

GLOBAL WOOD DENSITY DATABASE <http://datadryad.org/repo/handle/10255/dryad.235>. Consultada 7 de abril de 2014.

GOTELLI N. & G. ENTSMINGER. 2010. EcoSim: Null Models Software for Ecology. Version 7. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear, Jericho, VT 05465, <http://garventsminger.com/ecosim/index.htm>.

GUEVARA J., C. OMAR, F. MOLINA, A. TORRES, BALZA D. & M. MUÑOZ. 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 Edición Especial No. 9*. 276-296.

HALLWACHS, W. 1986. Agoutis (*Dasyprocta punctata*): the inheritors of guapinol (*Hymenaea courbaril*: Leguminosae). in Estrada A. & T Fleming editoresd. *Frugivores and seed dispersal*. W. Junk. Publishers, Dordrecht, Netherlands. 285-304

HAMMER Ø., HARPER D. & P RYAN 2001. PAST: Paleontological Statistics Software. Versión 2.10. Natural History Museum. University of Oslo

HARSTON G. 2002. Biogeografía de los bosques tropicales. 59-81 p. En: M. Guariguata & G. Kattan, editores. Ecología y conservación de bosques neotropicales. Edit. tecnológica de Costa Rica. Costa Rica.

HARVEY C., A. MEDINA, S. MERLO, S. VÍLCHEZ, B. HERNÁNDEZ, SÁENZ, J. MAES, CASANOVES F. & F. SINCLAIR. 2006. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. Ecological Society of America. Ecological Applications 16(5):1986–1999

HERNÁNDEZ L. & A. DEMARTINO. 2003. Bosques y selvas (ombrófilos) tierras bajas. 746-761p. En: Aguilera M., Azocar A & E. Gonzalez. Biodiversidad en Venezuela (editores). Tomo II. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia Y Tecnología, Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología e innovación (FONACIT).

HILL J. & P.CURRAN. 2001. Species composition in fragmented forest: conservation implications of changing forest area. Applied Geography. 21, 152-174.

HOOPER D, & P.VITOUSEK. 1997. The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes. Science 277:1302-1305.

HUBER J. 1909. Mattas e madeiras amazónicas. Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi, Ethnografica 6: 91-225.

HUBER O. 1986. La vegetación de la Cuenca del Caroní. Interciencia 11(6): 301–310.

HUBER, O. & C. ALARCÓN. 1988. Mapa de Vegetación de Venezuela. Escala 1:2.000.000. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARN), Tehe Nature Conservancy, Fundación Bioma.

HUBER O. 1997. Ambientes fisiogeográficos y Vegetales de Venezuela En: Vertebrados actuales y fósiles de Venezuela. E. Lamarca (ed.) Museo de Ciencia y Tecnología de Mérida. Mérida. 279-298 p.

HUBER O. & RIINA R. 1997. Glosario Fitoecológico de las Américas. Vol. 1. América del Sur: países hispanoparlantes. UNESCO. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas.

HUBER O., R. DUNO, R. RIINA, F. STAUFER, L. PAPPATERRA, A. JIMÉNEZ LLAMOZAS S. & G. ORSINI. 1998. Estado actual del conocimiento de la flora en Venezuela. Documentos Técnicos de la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica N°1. FIBV-MARN- ENDIBIO, Caracas. 153 p.

HUBER A & A IROUME. 2001. Variability of annual rainfall partitioning for different sites and forest covers in Chile. *Journal of Hydrology* 248:78-92.

HUBER O. 2008. Breve síntesis de los grandes paisajes de Venezuela. In. Nuevo Catálogo de la Flora Vasculare de Venezuela (Hocke, O., P. E. Berry, O. Huber, eds.). Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

HUTCHINSON S., SCHWAB A. & M. BANKS. 2001. Phytoremediation of aged petroleum sludge. Effect of irrigation techniques and scheduling. *J. Environ. Qual.* 30: 1516-1522.

HUTH A. & A. DITZER. 2001. Long-term impacts of logging in a tropical rain forest - a simulation study. *Forest Ecology and Management.* 142:33-51.

INSUASTY-TORRES J., ROJAS-ZAMORA O. & D. CASALLAS-PABÓN. 2010. Herbivoría diferencial en plántulas y juveniles de dos especies de Leguminosas con y sin Mirmecofilia. En: C.Sandoval, Ramírez M. & Diego Casallas-Pabón editores. *Interacciones planta-animal: Ecología evolutiva y conservación* Universidad Nacional de Colombia. 35

IPCC. 2000. Land use, land-use change, and forestry special report. Cambridge University Press 377 p.

KAPOS V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* 5, 173-185.

KATTAN G. & H. ALVAREZ. 1996. Preservation and management of biodiversity in fragmented landscapes in the Colombian Andes. Pp 3-18 En: J. Schelhas & R. Greenberg. Edit. Forest patches in tropical landscapes Island Press. USA.

KATTAN G. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. 562-590 p. En: M. Guariguata & G. Kattan, editores. Ecología y conservación de bosques neotropicales. Edit. tecnológica de Costa Rica. Costa Rica.

KENT M. & P. COKER. 1994. Vegetation description and analysis. John Wiley and Sons Inc., Chichester.

KUNZMANN D. 2005. Leaf traits. In Knevel, C; Bekker, RM; Kunzmann, D; Stadler, M. & Thompson K. editors. The LEDA traitbase collecting and measuring standards of Livehistory traits of the northwest european flora. LEDA traitbase project. University of Croningen. Netherlands.

KOPTUR S. 1994 Floral and extrafloral nectarines of Costa-rican *Inga* trees: a comparison of their constituents and composition. Biotropica 26: 276-284.

KRISCHIK V. & R. DENNO. 1983. in Variable Plants and Herbivores in Natural and Managed Systems. Denno R. & M. McClure. eds. Academic Press, New York. 463.

KUHNER A. & M. KLEYER 2008. A parsimonious combination of functional traits predicting plant response to disturbance and soil fertility. Journal of Vegetation. Science 19, 681-692.

LAMBERS H. CHAPIN III F. & T. PONS. 2008. Plant physiological ecology. Springer, New York.

LAMPRECHT H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). República Federal Alemana.

LANGENHEIM J., C. MACEDO, M. ROSS & W. STUBBLEBINE. 1986. Leaf Development in the Tropical Leguminous Tree *Copaifera* in Relation to Microlepidopteran Herbivory. Biochemical Systematics and Ecology. 14(1):51-59.

LÁREZ A., MAYZ J. & NILDA ALCORCÉS DE GUERRA. 2005. Fenología reproductiva de árboles y otros biotipos en el municipio Caripe del estado Monagas. *ERNSTIA* 15(1-4) 107-128

LAURANCE W., VASCONCELOS H. & T. LOVEJOY. 2000. Forest loss and fragmentation in the Amazon: implications for wildlife conservation. *Oryx*.34:39-45.

LAURENCE W., DIDHAM R. & M. POWER. 2001. Ecological boundaries: a search for synthesis. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 70-71.

LEIGH E.Jr., S. WRIGHT, HERRE E. & F. PUTZ. 1993. The decline of tree diversity on newly isolated tropical islands: a test of a null hypothesis and some implications. *Evolutionary Ecology* 7:76-102.

LINERA G. & J. MEAVE. 2002. Patrones fenológicos. 408-431. En: M. Guariguata & G. Kattan, editores. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Edit. tecnológica de Costa Rica. Costa Rica.

LÓPEZ-BARRERA F. 2004. Estructura y función en bordes de bosques. *Ecosistemas* 13 (1): 67-77.

LOZADA J., J. GUEVARA, SORIANO P. & M. COSTA. 2007. Bosques de Colinas y Lomas, en la Zona Central de la Reserva Forestal Imataca, Venezuela.. *Revista Forestal.Latinoamericana*.42/2007. 105-131

MACÍA M. & J. SVENNING. 2005. Oligarchic Dominance in Western Amazonian Plant Communities. *Journal of Tropical Ecology*. 21:(6): 613-626

MAGURRAN A. 1998. *La diversidad ecológica y su medición*. London University press. Cambridge.

MAHECHA L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina (en línea) *Revista colombiana de ciencias pecuarias* 102 15(2):226-231. Consultado en jul. 2011. Disponible en <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Foros/DOCUMENTO.pdf>

MALDONADO E., M. RIVERA, IZQUIERDO F. & D. PALMA. 2010. Efectos de rizosfera, microorganismos y fertilización en la biorremediación y fitorremediación de suelos con petróleos crudo nuevo e intemperizado. *Uciencia*. 26(2):121-136.

MARBELEY D. 1992. *Tropical rain forest ecology. tertiary level biology series*. Second edition. Blackie and Son limitada. Glasgow y London.

MARINIDOU E. 2009. Estimación del aporte de la cobertura arbórea a la regulación climática y la conservación de la biodiversidad: diseño y aplicación de una metodología. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 184

MARN 2001. Estrategia nacional para la diversidad biológica y su plan de acción. (Szeplaki E. et al editores). Caracas. Venezuela.

MARRERO J. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 10(1): 11-36.

MARTÍNEZ-RAMOS M. 1985. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selva altas perennifolias. En: Gómez-Pompa A. & R. Del Amo, editores. *Investigación sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*. 191-239.

MARTÍNEZ-RAMOS M. 1994. Regeneración natural y diversidad de especies arbóreas en selvas húmedas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 54: 179-224

MATTEUCCI, D. S. & A. COLMA. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados americanos, Washington, D. C. 168

MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2003. *Ecosystems and Human Well-being: A framework for Assessment* (en línea). Consultado en oct. 2011. Disponible en [http://www.epa.gov/sab/pdf/millennium\\_assessment\\_ch6.pdf](http://www.epa.gov/sab/pdf/millennium_assessment_ch6.pdf)

MESQUITA R., DELAMO NICA P. & W. LAURANCE. 1999. Effects of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments. *Biol. Conserv.* 91, 129–134.

MORENO, C. E. 2001. Métodos para Medir la Biodiversidad. Volumen I. Manuales y Tesis. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España. 84.

MURCIA C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 5862.

NAEEM S. & S. LI. 1997. Biodiversity enhances ecosystem reliability. *Nature* 390: 507-509.

NAKARDANI N. & M. SUMERA 2004. Old-growth forest canopy structure and its relationship to throughfall interception. *Forest Science* 50 (3):290-298.

NORCONK M. & M. VERES. 2011. Physical properties of fruit and seeds ingested by primate Seed predators with emphasis on Sakis and bearded Sakis. *The Anatomical record*. 294(12): 2092-2111.

OEA (Organización de los Estados Americanos).1975. Región Zuliana. Washington. D.C.

OLIVEIRA P., M. GALETTI, PEDRONI F. & L. MORELLATO. 1995. Seed cleaning by *Mycocepurus goeldii* ants (Attini) facilitates germination in *Hymenaea courbaril* (Caesalpinaceae). *Biotropica* 27:518-522.

OSONE Y., ISHIDA A. & M. TATENO 2008. Correlation between relative growth rate and specific leaf area requires associations of specific leaf area with nitrogen absorption rate of roots. *New Phytologist* 179(2): 217-427.

PACHECO C, AGUADO I. & D. MOLLICONE 2011. Las causas de la deforestación en Venezuela: Un Estudio Retrospectivo. *Biollania* 10: 281-292.

PACHECO C., I. AGUADO & D. MOLLICONE. 2011b. Dinámica de la deforestación en Venezuela : análisis de los cambios a partir de mapas históricos. *Interciencia*. 36: 8.

PARK A. & J. CAMERON. 2008. The influence of canopy traits on throughfall and stemflow in

five tropical trees growing in a Panamanian plantation. *Forest Ecology and Management*. 255(5-6):1915-1925.

PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA. 2005. Plan de Manejo Parque Nacional Natural Catatumbo Bari. Colombia. Consultado en Agosto 2014 Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/PlandeManejoPNN-CatatumboBari.pdf>

PENNINGTON T. 1997. The genus *Inga*: botany, The Royal Botanical Garden, Kew.

PÉREZ R. 1985. Nota sobre el hábitat, los hábitos alimentarios y los depredadores del lagarto *Anolis cuvieri* (Iacertilia: iguanidae) de Puerto Rico. (en línea) *Caribbean Journal of Science* 21(3-4):101-103. Consultado en Jul. 2011. Disponible en <http://academic.uprm.edu/publications/cjs/VOL21/P101-104.PDF>

PEÑA J., A. MONROY, F. ÁLVAREZ & M. OROZCO. 2005. Uso del efecto de borde de la vegetación para la restauración ecológica del bosque tropical. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*. 8(2):91-98

PÉREZ A., M. SOTELO, F. RAMÍREZ, I. RAMÍREZ, LÓPEZ A & I. SIRIA. 2006. Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Río Blanco (Matagalpa, Nicaragua) (en línea). *Ecosistemas* 15(3):125-141. Consultado en oct. 2011. Disponible en <http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/429.pdf>

PETCHY O. & K. GASTON. 2006. Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology Letters* 9: 741-758.

POLANIA C., PLA L. & F. CASANOVES. 2011. Diversidad funcional y servicios ecosistémicos En: CASANOVES F. DI RIENZO J. & L. PLA (Editores). Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 108 p. Consultado en oct. 2011. Disponible en [http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/recursos\\_naturales\\_3/Valoracion%20v%20 analisis%20 de%20la%20DF%20\(para%20edicion\).pdf](http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/recursos_naturales_3/Valoracion%20v%20 analisis%20 de%20la%20DF%20(para%20edicion).pdf)

POLHILL, R. & P. RAVEN (eds) 1981. *Advances in legume systematics*, Part 1: 1-425. Royal

Botanics Gardens, Kew.

POORTER H. & E. GARNIER. 1999. Ecological significance of inherent variation in relative growth rate and its components. *Handbook of Functional Plant Ecology*. editores. Pugnaire F & F Valladares. Marcel Dekker. Inc. New York. 81–120.

PORTILLO-QUINTERO C., A. SANCHEZ, C. VALBUENA, GONZALEZ Y. & J. LARREAL. 2012. Forest cover and deforestation patterns in the Northern Andes (Lake Maracaibo Basin): A synoptic assessment using MODIS and Landsat imagery a *Applied Geography*. 35: 152-163

PROYECTO ECOLÓGICO AZUERO. Panamá Consultado en enero 2014.  
<http://proecoazuero.org/trees/zygia-longifolia-2/>.

PUTZ F., P. ZUIDEMA, M. PINARD, R. BOOT, J. SAYER, D SHEIL, ELIAS P. & J. VANCLAY. 2008. Improved Tropical Forest Management for Carbon Retention. *PLoS Biology* 6(7):e166.

PYPKER, T., B. BOND, T. LINK, MARKS D. & M. UNSWORTH. 2005. The importance of canopy structure in controlling the interception loss of rainfall: Examples from a young and an old-growth Douglas-fir forest. *Agricultural and Forest Meteorology* 130:113–129.

QUÉTIER, F; LAVOREL, S; THUILLER, W; DAVIES, I. 2007. Plant-trait-based modeling assessment of ecosystem service sensitivity to land-use change. *Ecological Applications* 17(8): 2377-2386.

RAMIA M. & R. ORTÍZ. 2001. Notas Ecológicas de la Región Las Mercedes-Cabruta, estado Guárico. Informe CONICIT. Universidad Central de Venezuela y Fundación Instituto Botánico. Caracas, Venezuela. 224 p.

RANGEL-CH O. & A.VELÁZQUEZ. Métodos de estudio de la vegetación, en: Rangel-Ch O. Lowy P. & M. Aguilar. Colombia, diversidad biótica II: tipos de vegetación en Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales —IDEAM—, Bogotá, DC. 1997, 59-87.

RIERA V. 1991. Fenología de las especies más importantes y dinámica del comportamiento de hojarasca, en la Selva Decidua del jardín Botánico Universitario de Maracay. Tesis de grado. Facultad de Agronomía Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 69.

RÍO N., ANDRADE H. & M. IBRAHIM. 2008. Evaluación de la recarga hídrica en sistemas silvopastoriles en paisajes ganaderos (en línea). *Zootecnia Tropical* 26(3):183-186. Consultado en oct. 2011. Disponible en [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692008000300004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692008000300004&script=sci_arttext)

RIVAS Z., J. SANCHEZ, F. TRONCONE, R. MARQUEZ, H. MEDINA, COLINA M. & E. GUTIERREZ. 2009. Nitrógeno y fósforo totales de los ríos tributarios al sistema lago de Maracaibo, Venezuela. *Interciencia* 34: 308 - 314.

ROBERT M. 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Informes sobre recursos mundiales de suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. 83.

ROJAS J. 2008 Venezuela. Cambios y desafíos territoriales desde la geodiversidad de la agricultura. Medio humano, establecimientos y actividades. En *Geo Venezuela*. Tomo 3 Fundación Polar. Caracas Venezuela. 302-381.

ROJAS W., ESTÉVEZ J. & N. RONCANCIO. 2008. Estructura y composición florística de remanentes de bosque húmedo tropical en el oriente de Caldas, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*. 12:24 – 37

ROMERO L. & M. MONASTERIO. 1996. El ecosistema selvático del Sur del Lago de Maracaibo y sus sistemas de reemplazo.. En: *El enfoque de sistemas de producción y la incorporación de criterios de políticas*. Rivera. B.; Aubad, R. (eds) Santa Fe de Bogotá. Colombia. CORPOICA. 208-218 .

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.

RONDÓN M. 1995. Arboretum Zona Sur del Lago de Maracaibo. Fase 1. Universidad de los Andes. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida. 54.

ROXBURGH S., KATRIONA S. & W. BASTOW. 2004. The intermediate disturbance hypothesis: patch dynamics and mechanisms of species coexistence. *Ecology*, 85(2) 359–371.

SALGADO B. 2007. Definición de tipos funcionales de especies arbóreas y caracterización de su respuesta a diferentes intensidades de perturbación en un Bosque muy Húmedo Tropical Mesoamericano. Tesis MSc. CATIE. CR. 136 p.

SCHALLER A. 2008. *Induced plant resistance to herbivory*. Springer, New York.

SCHULZ N. 1960. *Ecological studies on rain forest in northern Surinam*. N. V. Noord-Hollandsche Uitgevers Maatschappij. Amsterdam.

SHELTON M. 2000. Fabaceae forrajeras tropicales en los sistemas agroforestales. *Unasyuva* 200.(51): 25-32 p.

SORK V. 1983. Distribution of pignut hickory (*Carya glabra*) along a forest to edge transect and factors affecting seedling establishment. *Bull. Torrey Bot. Club*, 110: 491–506.

STAGNO P. & P. STEEGMAYER. 1972. La erosión reticular en el Sur del Lago de maracaibo. *Agronomía Tropical* 22(2): 99-118.

STANLEY E. 2010. Herbivoría y características foliares em función de la edad en hojas de *Piper* sp. (Piperaceae). Em: Livro do curso de campo “Ecologia. da Mata Atlântica” Machado G., P. Prado & A. Oliveira, editores. Universidade de São Paulo, São Paulo.

STEEGE H., D. SABATIER, H. CASTELLANOS, T. VAN ANDEL, J. DUIVENVOORDEN, A. ADALARDO, E. RENSKE, R. LILWAH, MAAS P. & S. MORI. 2000. An Analysis of the Floristic Composition and Diversity of Amazonian Forests Including Those of the Guiana Shield. *Journal of Tropical Ecology*. 16 (6): 801-828.

STEEGE H. & D. HAMMOND. 2001. Character Convergence, Diversity, and Disturbance in Tropical Rain Forest in Guyana. *Ecology* 82 (11): 3197-3212

STEVENSON P. & M. RODRÍGUEZ. 2008. Determinantes de la composición florística y efecto de borde en un fragmento de bosque en el Guaviare, Amazonia colombiana *Revista Colombia Forestal* Vol. 11: 5-17 / Diciembre

STEYERMARK J. 1979. Plant refugie and dispersal centres in Venezuela: their relict and endemic element. In. *Tropical Botany*. (Larsen, K. & L. B. Holm – Nielsen, eds.) pp. 185-121. Academic Press. London.

STILES F. & A. SKUTCH. 1989. A guide to the birds of Costa Rica. Cornell University. 297.

SVENNING J., D. KINNER, R. STALLARD, B. ENGELBRECHT & S. WRIGHT. 2004. Ecological determinism in plant community structure across a tropical forest landscape. *Ecology*. 85(9):2526–2538

TABARELLI M., MANTOVANI W. & C. PERES. 1999. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. *Biological Conservation*. 91: 119-127

THIFFAULT E., D PARÉ, N. BÉLANGER, MUNSON A. & F. MARQUIS. 2006. Harvesting intensity at clear-felling in the boreal forest: impact on soil and foliar nutrient status. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70(2): 691–701.

THIOLLAY J. 1995. The Role of Traditional Agroforests in the Conservation of Rain Forest Bird Diversity in Sumatra. *Conservation Biology* 9(2): 335-353

TUOMISTO H. K. RUOKOLAINEN & M. YLI-HALLA. 2003. Dispersal, environment and floristic variation of western Amazonian Forests *Science* 299, 241.

TURNER I. 2001. The ecology of trees in the tropical rain forest. Cambridge University Press, Cambridge.

TURTON S. & H. FREIBURGER. 1997. Edge and aspect effects on the microclimate of a small tropical forest remnant on the Atherton Tableland, Northeastern Australia. in Tropical forest remnants. Ecology, management and conservation of fragmented communities. Laurance W. & Bierregaard R. Jr., editors. University of Chicago Press. Chicago.. 45-54.

UICN, PNUMA & WWF. 1991. Cuidar la tierra: Estrategia para el futuro de la vida. Gland, Suiza. 258 p.

UNESCO, PNUMA & FAO. 1980. "Ecosistemas de los Bosques Tropicales". Madrid, España.

VALVERDE B. 1998.- Estructura forestal y patrones florísticos de dos bosques tropicales húmedos de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. *Brenesia*, 49 (50): 39-60.

VARGAS W. Los bosques secos del Valle del Cauca, Colombia: una aproximación a su flora actual *Biota Colombiana* 13 (2) 2012. 102-163

VÁZQUEZ D., M. CASTELÁN, M. RIVERA, ORTIZ A. & F. IZQUIERDO. 2010. *Crotalaria incana* L. y *Leucaena leucocephala* Lam. (Leguminosae): especies indicadoras de toxicidad por hidrocarburos de petróleo en el suelo. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 26 (3): 183-191,

VEILLÓN J. 1985. El crecimiento de algunos bosques naturales de Venezuela en relación con los parámetros del medio ambiente. *Rev. For. Venez.* XII (29): 123

VEILLÓN 1986. Especies forestales autóctonas de los bosques naturales de Venezuela. Instituto forestal latinoamericano IFLA. Mérida. 199 pp.

VEILLÓN J. 1989. Los bosques Naturales de Venezuela. Instituto de Silvicultura. Universidad de los Andes. Mérida.

VERBURG R. & C. VAN EIJK-BOS. 2003. Effects of selective logging on tree diversity, composition and plant functional type patterns in a Bornean rain forest. *Journal of Vegetation Science* 14(1):99-110.

VIANA V., TABANEZ A. & J. BATISTA. 1997. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic Moist Forest. in Tropical forest remnants. Ecology, management

and conservation of fragmented communities. Laurance W. & R. Jr Bierregaard, editors. University of Chicago Press, Chicago. 351-365.

VILLÉGER S., MASON N. & D. MOUILLOT. 2008. New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology* 89(8):2290-2301.

VIOLLE C., M. NAVAS, D. VILE, E. KAZAKOU, C. FORTUNEL, HUMMEL I. & E. GARNIER 2007. Let the concept of trait be functional. *Oikos* 116: 882-892.

WESTOBY M., WARTON D. & R. REICH. 2000. The Time Value of Leaf Area *The American Naturalist*. 155: 649-656.

WHITMORE, T. C. 1975. Tropical forests of the far east. Clarendon Press, Oxford

WILLIAM-LINERA G., DOMÍNGUEZ-GASTELÚ V. & M. GARCÍA-ZURITA. 1998. Microenvironment and floristic of different edges in a fragmented tropical rainforest. *Conservation Biology*. 12: 1091-1102.

WILSON E. 1988. The current state of biological diversity. En: Wilson editor. *Biodiversity*. National Academy Press, USA. 3-18

WITTMANN F., JUNK W. & M. PIEDADE. 2004. The várzea forest in Amazonia: flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. *Forest Ecology and Management* 196: 199-212.

WITMORE T. 1997. Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. in: *Tropical forest remnants. Ecology, management and conservation of fragmented communities*. eds. Laurance, W.F. & Bierregaard, R.O. Jr. University of Chicago Press, Chicago. 3-12.

WOHLFAHRT G; BIANCHI K. & A. CERNUSCA. 2006. Leaf and stem maximum water storage capacity of herbaceous plants in a mountain meadow. *Journal of Hydrology* 319(1-4):383-390.

WRIGHT I. & M. WESTOBY. 2000. Cross-species relationships between seedling relative growth rate, nitrogen productivity and root vs leaf function in 28 Australian woody species. *Functional Ecology* 14: 97-107.

ZUBA G. JR., R. ARRUDA, C. DA MOTA, F. BARBOSA DE SOUZA, L. FERNANDES, I. ALMEIDA. 2010. Crescimento do jatobá e de leguminosas arbóreas em diferentes espaçamentos, em área degradada. *Revista Caatinga, Mossoró*. 23 ( 4):63-68.

ZUIDEMA P. SAYER J & W. DIJKMAN. 1996. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate-sized conservation areas. *Environmental Conservation* 23:290-297.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## 10. ANEXOS

**Anexo 10.1.** Listado total de géneros y especies de la familia Fabaceae, con sus respectivos hábitos y sector de colecta en el área de Madre Vieja, Zulia. FF = Fuera de los Fragmentos, FP = Fuera de las Parcelas (en los Fragmentos), P = Parcelas realizadas en los fragmentos.

Subfamilia	Género	Especie	Nombre común	Hábito	Sector colecta
Mimosoideae	1. Albizia Durazz.	1. <i>Albizia niapoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart		Árbol	FF
		2. <i>Albizia pistaciifolia</i> (Willd.) Barneby & J.W. Grimes		Árbol	FF / P
		3. <i>Albizia subdimidiata</i> (Splitg.) Barneby & J.W. Grimes	tribunal	Árbol	FF / P
Faboideae	2. Andira Lam.	1. <i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.		Árbol	FF / P
		2. <i>Andira aff. Surinamensis</i> (Bondt) Splitg. ex Pulle		Árbol	FF
Caesalpinioideae	3. Bauhinia L.	1. <i>Bauhinia coronata</i> Benth.	bejuco cadena	Liana	P
		2. <i>Bauhinia emarginata</i> Mill.		Liana	FP
		3. <i>Bauhinia heterophylla</i> Kunth		Liana	FP
		4. <i>Bauhinia rubiginosa</i> Bong.		Liana	P
		5. <i>Bauhinia sp.1</i>		Liana	FF
		6. <i>Bauhinia sp.2</i>		Liana	P
		7. <i>Bauhinia sp.3</i>		Liana	P
Caesalpinioideae	4. Brownea Jacq.	1. <i>Brownea coccinea</i> Jacq.	chupón / guamaraco	Árbol	FF / P
		2. <i>Brownea macrophylla</i> hort. ex Mast.	palo de cruz	Árbol	P
Mimosoideae	5. Calliandra Benth.	1. <i>Calliandra pittieri</i> Standl.		Arbusto	FF / P
Caesalpinioideae	6. Cassia L.	1. <i>Cassia grandis</i> L. F.		Árbol	FF
		2. <i>Cassia moschata</i> Kunth		Arbusto	FF
Faboideae	7. Clitoria L.	1. <i>Clitoria sp.1</i>		Liana	P
Caesalpinioideae	8. Copaifera L.	1. <i>Copaifera officinalis</i> (Jacq.) L.	cabima	Árbol	FF / P
		2. <i>Copaifera venezuelana</i> Harms & Pittier	cabima	Árbol	P
Faboideae	9. Dalbergia L. F.	1. <i>Dalbergia sp.1</i>		Liana	FP
Caesalpinioideae	10. Delonix Raf.	1. <i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.		Árbol	FF
Mimosoideae	11. Desmanthus Willd.	1. <i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.		Hierba	FF
Mimosoideae	12. Entada Adans.	1. <i>Entada polystachya</i> (L.) DC.		Liana	FP
Mimosoideae	13. Enterolobium Mart.	1. <i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.		Árbol	FP
Faboideae	14. Erythrina L.	1. <i>Erythrina variegata</i> L.		Árbol	FF
Caesalpinioideae	15. Hymenaea L.	1. <i>Hymenaea courbaril</i> L.	aracico	Árbol	FF / P
Mimosoideae	16. Inga Mill.	1. <i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	guamo	Árbol	P

Subfamilia	Género	Especie	Nombre común	Hábito	Sector colecta
		2. <i>Inga cocleensis</i> Pittier	guamo	Árbol	P
		3. <i>Inga edulis</i> Mart.	guamo	Árbol	FF / P
		4. <i>Inga aff. Fastuosa</i> (Jacq.) Willd.	guamo	Árbol	P
		5. <i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	guamo	Árbol	FF
		6. <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	guamo	Árbol	FF / P
		7. <i>Inga marginata</i> Kunth	guamo	Árbol	FP
		8. <i>Inga multijuga</i> Benth.	guamo	Árbol	P
		9. <i>Inga nobilis</i> Willd.	guamo	Árbol	P
		10. <i>Inga sapindoides</i> Willd.	guamo	Árbol	P
		11. <i>Inga sp.1</i>	guamo	Árbol	P
		12. <i>Inga sp.2</i>	guamo	Árbol	P
		13. <i>Inga sp.3</i>	guamo	Árbol	P
		14. <i>Inga vera</i> Willd.	guamo	Árbol	FP
Mimosoideae	17. <i>Leucaena</i> Benth.	1. <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit		Árbol	FF
Faboideae	18. <i>Lonchocarpus</i> Kunth	1. <i>Lonchocarpus domingensis</i> (Turpin ex Pers.) DC.		Árbol	FF
		2. <i>Lonchocarpus heptaphyllus</i> (Poir.) DC.		Árbol	P
		3. <i>Lonchocarpus aff. Sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.		Árbol	P
		4. <i>Lonchocarpus sp.1</i>		Árbol	P
		5. <i>Lonchocarpus sp.2</i>		Árbol	P
		6. <i>Lonchocarpus sp.3</i>		Árbol	FP
		7. <i>Lonchocarpus sp.4</i>		Árbol	P
Faboideae	19. <i>Machaerium</i> Pers.	1. <i>Machaerium arboreum</i> (Jacq.) Benth.		Árbol	FP
		2. <i>Machaerium biovulatum</i> Micheli		Árbol	FF / P
		3. <i>Machaerium capote</i> Triana ex Dugand	siete cueros	Árbol	FF / P
		4. <i>Machaerium humboldtianum</i> Vogel		Arbusto	FF
		5. <i>Machaerium isadelphum</i> (E. Mey.) Amshoff		Árbol	FF
		6. <i>Machaerium seenmannii</i> Benth. ex Seem.		Arbusto	FP
		7. <i>Machaerium truxillense</i> Pittier		Árbol	P
		8. <i>Machaerium sp.1</i>		Arbusto	FP
Mimosoideae	20. <i>Mimosa</i> L.	1. <i>Mimosa dormiens</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		Hierba	FF
		2. <i>Mimosa myriadenia</i> (Benth.) Benth.		Liana	FP / FF
		3. <i>Mimosa pellita</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		Hierba	FF
		4. <i>Mimosa pudica</i> L.		Hierba	FF
		5. <i>Mimosa quadrivalvis</i> L.		Hierba	FF
Faboideae	21. <i>Ormosia</i> Jacks.	1. <i>Ormosia macrocalyx</i> Ducke		Árbol	FF
		2. <i>Ormosia sp.1</i>		Árbol	P

Subfamilia	Género	Especie	Nombre común	Hábito	Sector colecta
		3. <i>Ormosia sp.2</i>		Árbol	P
		4. <i>Ormosia sp.3</i>		Árbol	P
Mimosoideae	22. PiptadeniaBenth.	1. <i>Piptadenia flava</i> (Spreng. ex DC.) Benth.		Arbusto	FF
		2. <i>Piptadenia pittieri</i> Harms		Arbusto	FF
Faboideae	23. Pterocarpus Jacq.	1. <i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq.		Árbol	FF
		2. <i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl		Árbol	FF
		3. <i>Pterocarpus sp.1</i>		Árbol	FF / P
Mimosoideae	24. Pseudosamanea Harms	1. <i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms	asmon	Árbol	FF
Mimosoideae	24. Samanea(Benth.) Merr.	1. <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	lara	Árbol	FF
Caesalpinioideae	25. Schizolobium Vogel	1. <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake		Árbol	FP
Caesalpinioideae	26. Sclerolobium Vogel	1. <i>Sclerolobium sp.1</i>		Árbol	FF
Mimosoideae	27. Senegalia Raf.	1. <i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton		Árbol	P
Caesalpinioideae	28. Senna Mill.	1. <i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	mocote	Arbusto	FF
		2. <i>Senna occidentalis</i> (L.) Link		Arbusto	FF
		3. <i>Senna quinquangulata</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby		Arbusto	FF
		4. <i>Senna sp.1</i>		Árbol	FF
Faboideae	29. Swartzia Schreb.	1. <i>Swartzia sp.1</i>		Árbol	P
		2. <i>Swartzia sp.2</i>		Árbol	P
		3. <i>Swartzia sp.3</i>		Árbol	FF
Mimosoideae	30. Zygia P. Browne	1. <i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle		Árbol	P
		2. <i>Zygia longifolia</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose	guamo cacho	Árbol	FP / P

**Anexo 10.2.** Estructura vertical de las Fabaceae en las seis categorías de fragmentos por tamaño con sus respectivas áreas de borde e interior, en el área de Madre Vieja, Zulia. FGB = Fragmento Grande Borde, FGI = Fragmento Grande Interior, FMB = Fragmento Mediano Borde, FMI = Fragmento Mediano Interior, FPB = Fragmento Pequeño Borde, FPI = Fragmento Pequeño Interior. 1 = Estrato Emergente, 2 = Estrato Dosel, 3 = Estrato arbóreo, 4 = Estrato de sotobosque.

Tipo de Fragmentos	Especies	Estratos
FGB	<i>Albizia subdimidiata</i>	4
FGB	<i>Andira inermis</i>	4
FGB	<i>Inga laurina</i>	2
FGB	<i>Senegalia polyphylla</i>	3, 4
FGB	<i>Zygia latifolia</i>	3
FGI	<i>Brownea macrophylla</i>	3, 4
FGI	<i>Clitoria sp.1</i>	4
FGI	<i>Inga aff. fastuosa</i>	3
FGI	<i>Inga laurina</i>	2, 3
FGI	<i>Inga sp.1</i>	4
FGI	<i>Lonchocarpus sp.2</i>	1, 3
FMB	<i>Brownea coccinea</i>	1, 2, 3, 4
FMB	<i>Brownea macrophylla</i>	1, 2, 3, 4
FMB	<i>Calliandra pittieri</i>	2
FMB	<i>Copaifera officinalis</i>	3, 4
FMB	<i>Hymenaea courbaril</i>	2, 3, 4
FMB	<i>Inga sp.3</i>	4
FMB	<i>Lonchocarpus heptaphyllus</i>	3
FMB	<i>Lonchocarpus sp.1</i>	2
FMB	<i>Machaerium truxillense</i>	3
FMB	<i>Ormosia sp.1</i>	3, 4
FMB	<i>Ormosia sp.3</i>	4
FMI	<i>Brownea coccinea</i>	2, 3, 4
FMI	<i>Brownea macrophylla</i>	2, 3, 4
FMI	<i>Copaifera venezuelana</i>	2
FMI	<i>Inga sapindoides</i>	3
FMI	<i>Lonchocarpus sp.1</i>	4
FMI	<i>Lonchocarpus sp.2</i>	4
FMI	<i>Lonchocarpus sp.3</i>	3
FMI	<i>Machaerium capote</i>	2, 3
FMI	<i>Swartzia sp.2</i>	2, 4

Tipo de Fragmentos	Especies	Estratos
FMI	<i>Zygia longifolia</i>	3, 4
FPB	<i>Albizia pistaciifolia</i>	4
FPB	<i>Bauhinia coronata</i>	3
FPB	<i>Bauhinia sp.3</i>	3
FPB	<i>Copaifera officinalis</i>	1, 3, 4
FPB	<i>Copaifera venezuelana</i>	3
FPB	<i>Hymenaea courbaril</i>	2, 3, 4
FPB	<i>Inga multijuga</i>	3
FPB	<i>Inga nobilis</i>	3
FPB	<i>Machaerium biovulatum</i>	3
FPB	<i>Machaerium capote</i>	4
FPB	<i>Ormosia sp.2</i>	3
FPB	<i>Pterocarpus sp.1</i>	3
FPB	<i>Zygia longifolia</i>	1
FPI	<i>Bauhinia coronata</i>	3
FPI	<i>Bauhinia rubiginosa</i>	2
FPI	<i>Bauhinia sp.2</i>	3
FPI	<i>Copaifera officinalis</i>	1, 4
FPI	<i>Inga alba</i>	3
FPI	<i>Inga edulis</i>	3
FPI	<i>Inga sp.2</i>	3
FPI	<i>Lonchocarpus aff. sericeus</i>	2, 3
FGB/FGI	<i>Machaerium capote</i>	4
FGB/FGI/FMB	<i>Zygia longifolia</i>	2, 3, 4
FGB/FMB	<i>Swartzia sp.1</i>	4
FGI/ FMI	<i>Copaifera officinalis</i>	2, 3, 4/1, 2, 4
FGI/FMI/FPI	<i>Hymenaea courbaril</i>	3, 4
FMB/FMI	<i>Inga laurina</i>	3, 4
FPB/FPI	<i>Inga cocleensis</i>	3

**Anexo 10.3.** Listado de especies de la familia Fabaceae pertenecientes a la categoría fragmento grande borde (FGB) en un área de 0,1 ha en la región de Madre Vieja, Zulia. A = Abundancia absoluta, Ar = Abundancia relativa, F = Frecuencia, Fr = Frecuencia relativa, D = Dominancia, Dr = Dominancia relativa. IVI = Índice de Valor de Importancia absoluto, IVIr = Índice de Valor de Importancia relativo.

Especies	A	Ar	F	Fr	D	Dr	IVI	IVIr
<i>Albizia subdimiata</i>	1	0,51	1	1,23	0,0227	0,39	2,02	2,13
<i>Andira inermis</i>	1	0,51	1	1,23	0,0707	1,22	2,07	2,96
<i>Inga laurina</i>	1	0,51	1	1,23	0,0403	0,69	2,04	2,43
<i>Machaerium capote</i>	1	0,51	1	1,23	0,0020	0,03	2,00	1,77
<i>Senegalia polyphylla</i>	2	1,01	2	2,47	0,0040	0,07	4,00	3,55
<i>Swartzia sp.1</i>	1	0,51	1	1,23	0,0023	0,04	2,00	1,78
<i>Zygia latifolia</i>	2	1,01	1	1,23	0,0021	0,04	3,00	2,28
<i>Zygia longifolia</i>	37	18,69	8	9,88	1,0545	18,15	46,05	46,71
<b>Total Fabaceae</b>	<b>46</b>	<b>23,23</b>	<b>16</b>	<b>19,75</b>	<b>1,20</b>	<b>20,63</b>	<b>63,20</b>	<b>63,62</b>
<b>Total Fragmento</b>	<b>198</b>	<b>100</b>	<b>81</b>	<b>100</b>	<b>5,80</b>	<b>100</b>	<b>284,80</b>	<b>300</b>

**Tabla 10.4.** Listado de especies de la familia Fabaceae pertenecientes a la categoría fragmento grande interior (FGI) en un área de 0,1 ha en la región de Madre Vieja, Zulia. A = Abundancia absoluta, Ar = Abundancia relativa, F = Frecuencia, Fr = Frecuencia relativa, D = Dominancia, Dr = Dominancia relativa. IVI = Índice de Valor de Importancia absoluto, IVIr = Índice de Valor de Importancia relativo.

Especies	A	Ar	F	Fr	D	Dr	IVI	IVIr
<i>Brownea macrophylla</i>	5	2,19	3	2,34	0,0083	0,16	8,01	4,70
<i>Clitoria sp.1</i>	4	1,75	1	0,78	0,0071	0,14	5,01	2,67
<i>Copaifera officinalis</i>	8	3,51	4	3,13	0,7974	15,36	12,80	22,00
<i>Hymenaea courbaril</i>	8	3,51	2	1,56	0,0149	0,29	10,01	5,36
<i>Inga aff. fastuosa</i>	1	0,44	1	0,78	0,0013	0,02	2,00	1,24
<i>Inga laurina</i>	2	0,88	1	0,78	0,0296	0,57	3,03	2,23
<i>Inga sp.1</i>	1	0,44	1	0,78	0,0011	0,02	2,00	1,24
<i>Lonchocarpus sp.2</i>	5	2,19	2	1,56	0,0930	1,79	7,09	5,55
<i>Machaerium capote</i>	1	0,44	1	0,78	0,0006	0,01	2,00	1,23
<i>Zygia longifolia</i>	11	4,82	7	5,47	0,0450	0,87	18,04	11,16
<b>Total Fabaceae</b>	<b>46</b>	<b>20,18</b>	<b>23</b>	<b>17,97</b>	<b>1,00</b>	<b>19,23</b>	<b>70,00</b>	<b>57,37</b>
<b>Total Fragmento</b>	<b>228</b>	<b>100</b>	<b>128</b>	<b>100</b>	<b>5,19</b>	<b>100</b>	<b>361,19</b>	<b>300</b>

**Anexo 10.5.** Listado de especies de la familia Fabaceae pertenecientes a la categoría fragmento mediano borde (FMB) en un área de 0,1 ha en la región de Madre Vieja, Zulia. A = Abundancia absoluta, Ar = Abundancia relativa, F = Frecuencia, Fr = Frecuencia relativa, D = Dominancia, Dr = Dominancia relativa. IVI = Índice de Valor de Importancia absoluto, IVIr = Índice de Valor de Importancia relativo.

<b>Especies</b>	<b>A</b>	<b>Ar</b>	<b>F</b>	<b>Fr</b>	<b>D</b>	<b>Dr</b>	<b>IVI</b>	<b>IVIr</b>
<i>Brownea coccinea</i>	20	7,81	5	4,31	0,3769	6,74	25,38	18,86
<i>Brownea macrophylla</i>	4	1,56	2	1,72	0,0227	0,41	6,02	3,69
<i>Calliandra pittieri</i>	4	1,56	2	1,72	0,0460	0,82	6,05	4,11
<i>Copaifera officinalis</i>	5	1,95	3	2,59	0,0234	0,42	8,02	4,96
<i>Hymenaea courbaril</i>	23	8,98	4	3,45	0,1441	2,58	27,14	15,01
<i>Inga laurina</i>	8	3,13	5	4,31	0,0886	1,58	13,09	9,02
<i>Inga sp.3</i>	2	0,78	1	0,86	0,0061	0,11	3,01	1,75
<i>Lonchocarpus heptaphyllus</i>	1	0,39	1	0,86	0,0007	0,01	2,00	1,27
<i>Lonchocarpus sp.1</i>	2	0,78	1	0,86	0,2281	4,08	3,23	5,72
<i>Machaerium capote</i>	1	0,39	1	0,86	0,0068	0,12	2,01	1,37
<i>Machaerium truxillense</i>	1	0,39	1	0,86	0,0011	0,02	2,00	1,27
<i>Ormosia sp.1</i>	6	2,34	1	0,86	0,0177	0,32	7,02	3,52
<i>Ormosia sp.3</i>	3	1,17	2	1,72	0,0214	0,38	5,02	3,28
<i>Swartzia sp.1</i>	1	0,39	1	0,86	0,0041	0,07	2,00	1,33
<i>Zygia longifolia</i>	14	5,47	3	2,59	0,3515	6,28	17,35	14,34
<b>Total Fabaceae</b>	<b>95</b>	<b>37,11</b>	<b>33</b>	<b>28,45</b>	<b>1,34</b>	<b>23,94</b>	<b>129,34</b>	<b>89,50</b>
<b>Total Fragmento</b>	<b>256</b>	<b>100</b>	<b>116</b>	<b>100</b>	<b>5,59</b>	<b>100</b>	<b>377,59</b>	<b>300</b>

**Anexo 10.6.** Listado de especies de la familia Fabaceae pertenecientes a la categoría fragmento mediano interior (FMI) en un área de 0,1 ha en la región de Madre Vieja, Zulia. A = Abundancia absoluta, Ar = Abundancia relativa, F = Frecuencia, Fr = Frecuencia relativa, D = Dominancia, Dr = Dominancia relativa. IVI = Índice de Valor de Importancia absoluto, IVIr = Índice de Valor de Importancia relativo.

<b>Especies</b>	<b>A</b>	<b>Ar</b>	<b>F</b>	<b>Fr</b>	<b>D</b>	<b>Dr</b>	<b>IVI</b>	<b>IVIr</b>
<i>Brownea coccinea</i>	11	4,47	4	3,23	0,2582	4,01	15,26	11,70
<i>Brownea macrophylla</i>	3	1,22	1	0,81	0,0721	1,12	4,07	3,15
<i>Copaifera officinalis</i>	3	1,22	2	1,61	0,3351	5,20	5,34	8,03
<i>Copaifera venezuelana</i>	2	0,81	2	1,61	0,3950	6,13	4,39	8,55
<i>Hymenaea courbaril</i>	16	6,50	4	3,23	0,0886	1,37	20,09	11,10
<i>Inga laurina</i>	2	0,81	2	1,61	0,0011	0,02	4,00	2,44
<i>Inga sapindoides</i>	1	0,41	1	0,81	0,0934	1,45	2,09	2,66
<i>Lonchocarpus sp.1</i>	1	0,41	1	0,81	0,0041	0,06	2,00	1,28
<i>Lonchocarpus sp.2</i>	1	0,41	1	0,81	0,0021	0,03	2,00	1,25
<i>Lonchocarpus sp.4</i>	1	0,41	1	0,81	0,0007	0,01	2,00	1,22
<i>Machaerium capote</i>	3	1,22	3	2,42	0,4316	6,70	6,43	10,34
<i>Swartzia sp.1</i>	2	0,81	2	1,61	0,0443	0,69	4,04	3,11
<i>Zygia longifolia</i>	12	4,88	1	0,81	0,1351	2,10	13,14	7,78
<b>Total Fabaceae</b>	<b>58</b>	<b>23,58</b>	<b>25</b>	<b>20,16</b>	<b>1,86</b>	<b>28,88</b>	<b>84,86</b>	<b>72,62</b>
<b>Total Fragmento</b>	<b>246</b>	<b>100</b>	<b>124</b>	<b>100</b>	<b>6,44</b>	<b>100</b>	<b>376,44</b>	<b>300</b>

**Anexo 10.7.** Listado de especies de la familia Fabaceae pertenecientes a la categoría fragmento pequeño borde (FPB) en un área de 0,1 ha en la región de Madre Vieja, Zulia. A = Abundancia absoluta, Ar = Abundancia relativa, F = Frecuencia, Fr = Frecuencia relativa, D = Dominancia, Dr = Dominancia relativa. IVI = Índice de Valor de Importancia absoluto, IVIr = Índice de Valor de Importancia relativo.

<b>Especies</b>	<b>A</b>	<b>Ar</b>	<b>F</b>	<b>Fr</b>	<b>D</b>	<b>Dr</b>	<b>IVI</b>	<b>IVIr</b>
Albizia pistaciifolia	2	0,65	1	0,75	0,0017	0,04	3,00	1,45
Bahuinia sp.3	1	0,33	1	0,75	0,0029	0,07	2,00	1,15
Bauhinia coronata	5	1,63	3	2,26	0,0240	0,57	8,02	4,46
Copaifera officinalis	5	1,63	3	2,26	0,1560	3,73	8,16	7,62
Copaifera venezuelana	2	0,65	2	1,50	0,0273	0,65	4,03	2,81
Hymenaea courbaril	41	13,40	4	3,01	0,3961	9,47	45,40	25,88
Inga codeensis	1	0,33	1	0,75	0,0311	0,74	2,03	1,82
Inga multijuga	6	1,96	2	1,50	0,1287	3,08	8,13	6,54
Inga nobilis	1	0,33	1	0,75	0,0038	0,09	2,00	1,17
Machaerium biovulatum	2	0,65	1	0,75	0,0016	0,04	3,00	1,44
Machaerium capote	3	0,98	2	1,50	0,0160	0,38	5,02	2,87
Ormosia sp.2	1	0,33	1	0,75	0,0044	0,11	2,00	1,18
Pterocarpus sp.	1	0,33	1	0,75	0,0021	0,05	2,00	1,13
Zygia longifolia	2	0,65	1	0,75	0,0333	0,80	3,03	2,20
<b>Total Fabaceae</b>	<b>73</b>	<b>23,86</b>	<b>24</b>	<b>18,05</b>	<b>0,83</b>	<b>19,82</b>	<b>97,83</b>	<b>61,72</b>
<b>Total Fragmento</b>	<b>306</b>	<b>100</b>	<b>133</b>	<b>100</b>	<b>4,18</b>	<b>100</b>	<b>443,18</b>	<b>300</b>

**Anexo 10.8.** Listado de especies de la familia Fabaceae pertenecientes al fragmento pequeño interior (FPI) en un área de 0,1 ha en la región de Madre Vieja, Zulia. A = Abundancia absoluta, Ar = Abundancia relativa, F = Frecuencia, Fr = Frecuencia relativa, D = Dominancia, Dr = Dominancia relativa. IVI = Índice de Valor de Importancia absoluto, IVIr = Índice de Valor de Importancia relativo.

<b>Especies</b>	<b>A</b>	<b>Ar</b>	<b>F</b>	<b>Fr</b>	<b>D</b>	<b>Dr</b>	<b>IVI</b>	<b>IVIr</b>
Bauhinia coronata	3	1,14	2	1,92	0,0064	0,19	5,01	3,25
Bauhinia rubiginosa	1	0,38	1	0,96	0,0286	0,85	2,03	2,19
Bauhinia sp.2	1	0,38	1	0,96	0,0028	0,08	2,00	1,43
Copaifera officinalis	2	0,76	1	0,96	0,0849	2,52	3,08	4,24
Hymenaea courbaril	17	6,46	4	3,85	0,0706	2,09	21,07	12,40
Inga alba	2	0,76	2	1,92	0,0118	0,35	4,01	3,03
Inga cocleensis	1	0,38	1	0,96	0,0075	0,22	2,01	1,56
Inga edulis	1	0,38	1	0,96	0,0007	0,02	2,00	1,36
Inga sp.2	1	0,38	1	0,96	0,0050	0,15	2,01	1,49
Lonchocarpus aff. sericeus	3	1,14	1	0,96	0,1327	3,94	4,13	6,04
<b>Total Fabaceae</b>	<b>32</b>	<b>12,17</b>	<b>15</b>	<b>14,42</b>	<b>0,35</b>	<b>10,41</b>	<b>47,35</b>	<b>37,00</b>
<b>Total Fragmento</b>	<b>263</b>	<b>100</b>	<b>104</b>	<b>100</b>	<b>3,37</b>	<b>100</b>	<b>370,37</b>	<b>300</b>

www.bdigital.ula.ve

**Anexo 10.9.** Listado de especies de la familia Fabaceae pertenecientes a la categoría fragmento grande (FG) en un área de 0,2 ha en la región de Madre Vieja, Zulia. A = Abundancia absoluta, Ar = Abundancia relativa, F = Frecuencia, Fr = Frecuencia relativa, D = Dominancia, Dr = Dominancia relativa. IVI = Índice de Valor de Importancia absoluto, IVIr = Índice de Valor de Importancia relativo.

<b>Especies</b>	<b>A</b>	<b>Ar</b>	<b>F</b>	<b>Fr</b>	<b>D</b>	<b>Dr</b>	<b>IVI</b>	<b>IVIr</b>
<i>Albizia subdimiata</i>	1	0,23	1	0,48	0,0227	0,21	2,02	0,72
<i>Andira inermis</i>	1	0,23	1	0,48	0,0707	0,64	2,07	0,72
<i>Brownea macrophylla</i>	5	1,17	3	1,44	0,0083	0,08	8,01	2,61
<i>Clitoria sp.1</i>	4	0,94	1	0,48	0,0071	0,06	5,01	1,42
<i>Copaifera officinalis</i>	8	1,88	4	1,91	0,7974	7,25	12,80	3,86
<i>Hymenaea courbaril</i>	8	1,88	2	0,96	0,0149	0,14	10,01	2,84
<i>Inga aff. fastuosa</i>	1	0,23	1	0,48	0,0013	0,01	2,00	0,71
<i>Inga laurina</i>	3	0,70	2	0,96	0,07	0,64	5,07	1,67
<i>Inga sp.1</i>	1	0,23	1	0,48	0,0011	0,01	2,00	0,71
<i>Lonchocarpus sp.1</i>	5	1,17	2	0,96	0,0930	0,85	7,09	2,14
<i>Machaerium capote</i>	2	0,47	2	0,96	0,00	0,02	4,00	1,43
<i>Senegalia polyphylla</i>	2	0,47	2	0,96	0,0040	0,04	4,00	1,43
<i>Swartzia sp.1</i>	1	0,23	1	0,48	0,0023	0,02	2,00	0,71
<i>Zygia latifolia</i>	2	0,47	1	0,48	0,0021	0,02	3,00	0,95
<i>Zygia longifolia</i>	48	11,27	15	7,18	1,10	9,99	64,10	18,54
<b>Total Fabaceae</b>	<b>92</b>	<b>21,60</b>	<b>39</b>	<b>18,66</b>	<b>2,20</b>	<b>19,97</b>	<b>133,20</b>	<b>40,46</b>
<b>Total Fragmento</b>	<b>426</b>	<b>100</b>	<b>209</b>	<b>100</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>646</b>	<b>300</b>

**Anexo 10.10.** Listado de especies de la familia Fabaceae pertenecientes a la categoría fragmento mediano (FM) en un área de 0,2 ha en la región de Madre Vieja, Zulia. A = Abundancia absoluta, Ar = Abundancia relativa, F = Frecuencia, Fr = Frecuencia relativa, D = Dominancia, Dr = Dominancia relativa. IVI = Índice de Valor de Importancia absoluto, IVIr = Índice de Valor de Importancia relativo.

<b>Especies</b>	<b>A</b>	<b>Ar</b>	<b>F</b>	<b>Fr</b>	<b>D</b>	<b>Dr</b>	<b>IVI</b>	<b>IVIr</b>
<i>Brownea coccinea</i>	31	6,18	9	3,75	0,6351	5,28	40,64	15,20
<i>Brownea macrophylla</i>	7	1,39	3	1,25	0,0949	0,79	10,09	3,43
<i>Calliandra pittieri</i>	4	0,80	2	0,83	0,0460	0,38	6,05	2,01
<i>Copaifera officinalis</i>	8	1,59	5	2,08	0,3584	2,98	13,36	6,65
<i>Copaifera venezuelana</i>	2	0,40	2	0,83	0,3950	3,28	4,39	4,51
<i>Hymenaea courbaril</i>	39	7,77	8	3,33	0,2327	1,93	47,23	13,04
<i>Inga laurina</i>	10	1,99	7	2,92	0,0897	0,75	17,09	5,65
<i>Inga sapindoides</i>	1	0,20	1	0,42	0,0934	0,78	2,09	1,39
<i>Inga sp.3</i>	2	0,40	1	0,42	0,0061	0,05	3,01	0,87
<i>Lonchocarpus heptaphyllus</i>	1	0,20	1	0,42	0,0007	0,01	2,00	0,62
<i>Lonchocarpus sp.1</i>	3	0,60	2	0,83	0,2322	1,93	5,23	3,36
<i>Lonchocarpus sp.2</i>	1	0,20	1	0,42	0,0021	0,02	2,00	0,63
<i>Lonchocarpus sp.4</i>	1	0,20	1	0,42	0,0007	0,01	2,00	0,62
<i>Machaerium capote</i>	4	0,80	4	1,67	0,4384	3,64	8,44	6,11
<i>Machaerium truxillense</i>	1	0,20	1	0,42	0,0011	0,01	2,00	0,63
<i>Ormosia sp.1</i>	6	1,20	1	0,42	0,0177	0,15	7,02	1,76
<i>Ormosia sp.3</i>	3	0,60	2	0,83	0,0214	0,18	5,02	1,61
<i>Swartzia sp.1</i>	1	0,20	1	0,42	0,0041	0,03	2,00	0,65
<i>Swartzia sp.2</i>	2	0,40	2	0,83	0,0443	0,37	4,04	1,60
<i>Zygia longifolia</i>	26	5,18	4	1,67	0,4866	4,04	30,49	10,89
<b>Total Fabaceae</b>	<b>153</b>	<b>30</b>	<b>58</b>	<b>24</b>	<b>3,20</b>	<b>26,59</b>	<b>214,20</b>	<b>81,23</b>
<b>Total Fragmento</b>	<b>502</b>	<b>100</b>	<b>240</b>	<b>100</b>	<b>12,04</b>	<b>100</b>	<b>754,04</b>	<b>300</b>

Anexo 10.11. Listado de especies de la familia Fabaceae pertenecientes a la categoría fragmento pequeño (FP) en un área de 0,2 ha en la región de Madre Vieja, Zulia. A = Abundancia absoluta, Ar = Abundancia relativa, F = Frecuencia, Fr = Frecuencia relativa, D = Dominancia, Dr = Dominancia relativa. IVI = Índice de Valor de Importancia absoluto, IVIr = Índice de Valor de Importancia relativo.

Especies	A	Ar	F	Fr	D	Dr	IVI	IVIr
<i>Albizia pistaciifolia</i>	2	0,35	1	0,42	0,0017	0,02	3,00	0,80
<i>Bahuinia</i> sp.3	1	0,18	1	0,42	0,0029	0,04	2,00	0,64
<i>Bauhinia coronata</i>	8	1,41	5	2,11	0,0303	0,40	13,03	3,92
<i>Bauhinia rubiginosa</i>	1	0,18	1	0,42	0,0286	0,38	2,03	0,98
<i>Bauhinia</i> sp.2	1	0,18	1	0,42	0,0028	0,04	2,00	0,64
<i>Copaifera officinalis</i>	7	1,23	4	1,69	0,2409	3,19	11,24	6,11
<i>Copaifera venezuelana</i>	2	0,35	2	0,84	0,0273	0,36	4,03	1,56
<i>Hymenaea courbaril</i>	58	10,19	8	3,38	0,4667	6,18	66,47	19,75
<i>Inga alba</i>	2	0,35	2	0,84	0,0118	0,16	4,01	1,35
<i>Inga cocleensis</i>	2	0,35	2	0,84	0,0386	0,51	4,04	1,71
<i>Inga edulis</i>	1	0,18	1	0,42	0,0007	0,01	2,00	0,61
<i>Inga multijuga</i>	6	1,05	2	0,84	0,1287	1,70	8,13	3,60
<i>Inga nobilis</i>	1	0,18	1	0,42	0,0038	0,05	2,00	0,65
<i>Inga</i> sp.2	1	0,18	1	0,42	0,0050	0,07	2,01	0,66
<i>Lonchocarpus</i> aff. <i>sericeus</i>	3	0,53	1	0,42	0,1327	1,76	4,13	2,71
<i>Machaerium capote</i>	5	0,88	3	1,27	0,0176	0,23	8,02	2,38
<i>Ormosia</i> sp.2	1	0,18	1	0,42	0,0044	0,06	2,00	0,66
<i>Pterocarpus</i> sp.1	1	0,18	1	0,42	0,0021	0,03	2,00	0,63
<i>Zygia longifolia</i>	2	0,35	1	0,42	0,0333	0,44	3,03	1,21
<b>Total Fabaceae</b>	<b>105</b>	<b>18,45</b>	<b>39</b>	<b>16,46</b>	<b>1,18</b>	<b>15,62</b>	<b>145,18</b>	<b>50,53</b>
<b>Total Fragmento</b>	<b>569</b>	<b>100</b>	<b>237</b>	<b>100</b>	<b>7,55</b>	<b>100</b>	<b>813,55</b>	<b>300</b>

Anexo 10.12. Listado de especies de la familia Fabaceae presentes en los fragmentos boscosos de Madre Vieja, con sus respectivos gremios ecológicos. P= Pionera, N = Nómada, T = Tolerantes (Gámez 2014).

Subfamilia	Especie	Nombre común	Gremios ecológicos
	<i>Albizia pistaciifolia</i> (Willd.) Barneby & J.W. Grimes		P/N
	<i>Albizia subdimidiata</i> (Splitg.) Barneby & J.W. Grimes	tribunal	P/N
Faboideae	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.		P
Caesalpinioideae	<i>Bauhinia coronata</i> Benth.	bejuco cadena	T
	<i>Bauhinia rubiginosa</i> Bong.		T
	<i>Bauhinia sp.2</i>		T
	<i>Bauhinia sp.3</i>		T
Caesalpinioideae	<i>Brownea coccinea</i> Jacq.	chupón / guamaraco	N
	<i>Brownea macrophylla</i> hort. ex Mast.	palo de cruz	N
Mimosoideae	<i>Calliandra pittieri</i> Standl.		P
Faboideae	<i>Clitoria sp.1</i>		P
Caesalpinioideae	<i>Copaifera officinalis</i> (Jacq.) L.	cabima	P/N
	<i>Copaifera venezuelana</i> Harms & Pittier	cabima	P/N
Caesalpinioideae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	aracico	P/N
Mimosoideae	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	guamo	P
	<i>Inga cocleensis</i> Pittier	guamo	N/T
	<i>Inga edulis</i> Mart.	guamo	P/N
	<i>Inga aff. Fastuosa</i> (Jacq.) Willd.	guamo	P/N
	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	guamo	P/N
	<i>Inga multijuga</i> Benth.	guamo	
	<i>Inga nobilis</i> Willd.	guamo	P/N
	<i>Inga sapindoides</i> Willd.	guamo	P/N
	<i>Inga sp.1</i>	guamo	
	<i>Inga sp.2</i>	guamo	
	<i>Inga sp.3</i>	guamo	
	<i>Lonchocarpus heptaphyllus</i> (Poir.) DC.		P
	<i>Lonchocarpus aff. Sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.		P
	<i>Lonchocarpus sp.1</i>		P
	<i>Lonchocarpus sp.2</i>		P
	<i>Lonchocarpus sp.3</i>		P
Faboideae	<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli		P

Subfamilia	Especie	Nbre común	Gremios ecológicos
	<i>Machaerium capote</i> Triana ex Dugand	siete cueros	P
	<i>Machaerium truxillense</i> Pittier		N
Faboideae			N
	<i>Ormosia sp.1</i>		N
	<i>Ormosia sp.2</i>		P/N
	<i>Ormosia sp.3</i>		P
Faboideae	<i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq.		N
			N
	<i>Pterocarpus sp.1</i>		P
Mimosoideae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton		P
Faboideae	<i>Swartzia sp.1</i>		P
	<i>Swartzia sp.2</i>		P
Mimosoideae	<i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle		P
	<i>Zygia longifolia</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose	guamo cacho	P

www.bdigital.ula.ve

**Anexo 10.13.** Comparación de la Composición florística de las Fabaceae en los fragmentos boscosos de Madre Vieja con otros estudios. P= Presente.

Especie	Veillon (1986)	Rondón (1995)	Lozada <i>et al</i> (2007)	Guevara <i>et al.</i> (2009)	Díaz <i>et al.</i> (2012)
<i>Albizia pistaciifolia</i> (Willd.) Barneby & J.W. Grimes					
<i>Albizia subdimidiata</i> (Splitg.) Barneby & J.W. Grimes					
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	P		P	P	
<i>Bauhinia coronata</i> Benth.					
<i>Bauhinia rubiginosa</i> Bong.					
<i>Bauhinia sp.2</i>					
<i>Bauhinia sp.3</i>					
<i>Brownea coccinea</i> Jacq.		P			
<i>Brownea macrophylla</i> hort. ex Mast.		P			
<i>Calliandra pittieri</i> Standl.					
<i>Clitoria sp.1</i>					
<i>Copaifera officinalis</i> (Jacq.) L.		P			
<i>Copaifera venezuelana</i> Harms & Pittier					
<i>Hymenaea courbaril</i> L.			P	P	
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.			P		
<i>Inga cocleensis</i> Pittier		P			
<i>Inga edulis</i> Mart.				P	
<i>Inga aff. Fastuosa</i> (Jacq.) Willd.					
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.					P
<i>Inga multijuga</i> Benth.					
<i>Inga nobilis</i> Willd.	P				
<i>Inga sapindoides</i> Willd.					
<i>Inga sp.1</i>					
<i>Inga sp.2</i>					
<i>Inga sp.3</i>					
<i>Lonchocarpus heptaphyllus</i> (Poir.) DC.					
<i>Lonchocarpus aff. Sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.					
<i>Lonchocarpus sp.1</i>					
<i>Lonchocarpus sp.2</i>					
<i>Lonchocarpus sp.3</i>					
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli					
<i>Machaerium capote</i> Triana ex Dugand					

<b>Especie</b>
<i>Machaerium truxillense</i> Pittier
<i>Ormosia</i> sp.1
<i>Ormosia</i> sp.2
<i>Ormosia</i> sp.3
<i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq.
<i>Pterocarpus</i> sp.1
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton
<i>Swartzia</i> sp.1
<i>Swartzia</i> sp.2
<i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle
<i>Zygia longifolia</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose

www.bdigital.ula.ve

**Anexo 10.14.** Matriz funcional de las Fabaceae leñosas en el área de Madre Vieja. IHLF = Indumento en el Haz de la Lámina Foliar, IELP = Indumento en el envés de la Lámina Foliar, H = Herbivoría, GP = Glándula en el Pecíolo, GR = Glándula en el Raquis, FFC = Fenología foliar caducifolia, FFP = Fenología Foliar Perennifolia, P = Presencia, A = Ausencia.

Especies	DAPP (cm)	AP (m)	AFP (mm <sup>2</sup> )	AFEP (mm <sup>2</sup> /g)	DMP (g/cm <sup>3</sup> )	H	IHLF	IELF	GLP	GLR	FFP
<i>A. pistaciifolia</i>	3,25	4,50	76841,23	321,57	0,54	1	0	1	0	0	0
<i>A. subdimidiata</i>	17,00	5,00	12717,85	159,71	0,54	0	0	0	1	0	0
<i>A. inermis</i>	30,00	2,00	110436,73	666,37	0,64	0	0	0	0	0	1
<i>Bauhinia sp.2</i>	6,05	9,00	8676,77	166,60	0,80	1	0	0	0	0	0
<i>B. coronata</i>	6,73	10,69	8526,13	178,72	0,80	1	0	1	0	0	0
<i>B. rubiginosa</i>	19,10	15,00	9881,85	69,59	0,80	1	0	0	0	0	0
<i>Bauhinia sp.1</i>	6,00	11,00	8676,77	166,60	0,80	0	0	0	0	0	0
<i>B. coccinea</i>	10,93	9,47	18090,43	122,38	1,21	1	0	0	0	0	1
<i>B. macrophylla</i>	8,10	8,00	46695,45	101,21	0,81	1	0	0	0	0	1
<i>C. pittieri</i>	11,78	12,75	2156,55	90,90	0,67	0	1	1	0	0	1
<i>Clitoria sp.1</i>	4,65	2,25	18595,38	176,59	0,62	1	1	1	0	0	1
<i>C. officinalis</i>	20,68	11,39	9745,28	150,05	0,61	1	0	0	0	0	1
<i>C. venezolana</i>	26,77	14,00	10407,70	117,96	0,79	1	0	0	0	0	1
<i>H. courbaril</i>	7,23	7,96	2674,50	135,49	0,58	1	0	0	0	0	1
<i>I. fastuosa</i>	4,00	6,00	11038,55	64,93	0,58	1	1	1	0	1	1
<i>I. alba</i>	8,45	11,00	17290,61	112,26	0,58	0	0	0	0	1	1
<i>I. cocleensis</i>	14,83	7,50	52602,29	65,90	0,58	1	1	1	0	1	1
<i>I. edulis</i>	2,90	9,00	58438,30	186,23	0,58	0	1	1	0	1	1
<i>I. laurina</i>	9,52	8,85	9476,95	113,27	0,66	1	1	1	0	1	1
<i>I. multijuga</i>	15,91	9,00	66502,05	168,20	0,58	0	1	1	0	1	1
<i>I. nobilis</i>	7,00	6,50	36481,55	122,42	0,56	0	1	1	0	1	1
<i>I. sapindoides</i>	34,50	8,00	109032,63	159,64	0,58	1	1	1	0	1	1
<i>I. sp.1</i>	3,70	4,00	14249,94	126,50	0,58	0	0	0	0	1	1
<i>I. sp.2</i>	8,00	12,00	28190,76	124,28	0,58	0	1	1	0	0	1
<i>I. sp.3</i>	6,20	6,00	36523,75	429,06	0,58	1	1	1	0	1	1
<i>L. aff. Sericeus</i>	20,20	14,50	21120,27	180,78	3,52	0	0	0	0	0	0
<i>L. heptaphyllus</i>	3,00	6,00	51400,86	524,20	0,68	1	0	0	0	0	0
<i>Lonchocarpus sp.1</i>	27,80	9,50	55261,72	442,78	0,74	1	0	0	0	0	1
<i>Lonchocarpus sp.2</i>	12,65	15,67	18362,50	173,01	0,74	1	0	1	0	0	0
<i>Lonchocarpus sp.3</i>	3,00	8,00	40747,38	177,94	0,74	1	0	1	0	0	1
<i>M. biovulatum</i>	3,20	5,75	19653,94	1380,23	0,81	0	1	1	0	0	1
<i>M. capote</i>	16,96	8,61	9105,00	171,00	0,81	1	1	1	0	0	1
<i>M. truxillense</i>	3,80	10,00	19001,99	161,51	0,81	0	0	0	0	0	1
					0,59						0
<i>Ormosia sp.1</i>	5,39	7,83	13279,04	175,62		1	0	1	0	0	

Especies	D (cm)	A (m)	ÁF (mm <sup>2</sup> )	AFEP (mm <sup>2</sup> /g)	DMP (g/cm <sup>3</sup> )	H	IHLF	IELF	GLP	GLR	FFP
<i>Ormosia sp.2</i>	7,50	9,00	14680,80	154,37	0,59	1	0	0	0	0	0
<i>Ormosia sp.3</i>	7,55	6,67	17484,31	111,86	0,59	1	0	0	0	0	0
<i>Pterocarpus sp.1</i>	5,20	5,00	10635,03	189,91	0,58	0	0	0	0	0	1
<i>S. polyphylla</i>	4,78	7,00	20601,16	265,48	0,67	0	0	0	1	0	0
<i>Swartzia sp.1</i>	6,30	4,00	12872,26	116,99	0,84	1	0	0	0	0	1
<i>Swartzia sp.2</i>	13,28	12,25	42424,96	321,62	0,84	0	0	0	0	0	1
<i>Z. latifolia</i>	3,50	7,00	17719,02	143,69	0,75	1	0	0	0	1	1
<i>Z. longifolia</i>	11,94	10,59	15701,26	120,24	0,75	1	0	0	0	1	1

www.bdigital.ula.ve

**Anexo 10.15.** Matriz de área basal de los TFPs en las categorías de fragmentos para el servicio de fijación-almacenamiento de carbono.

CF	Transectas	TFP 1	TFP 2	TF 3
FGB	63	0,06637747	0	0
FGB	62	0,02207813	0,00228906	0
FGB	61	0,05898224	0	0
FGB	60	0,024649	0	0
FGB	59	0,19297208	0,00208025	0
FGB	58	0,3213285	0	0
FGB	57	0,39463855	0	0
FGB	56	0,02276541	0	0
FGB	55	0,01885979	0	0,07065
FGB	54	0,00080384	0	0
FGI	53	0,00919445	0,00814124	0,08944394
FGI	52	0,02029144	0	0
FGI	51	0,00393678	0	0,00321536
FGI	50	0	0,001256	0,00352387
FGI	49	0,01290462	0	0
FGI	48	0,03157915	0	0
FGI	47	0,00517629	0	0,00788953
FGI	46	0,01232783	0	0,61910616
FGI	45	0,00113354	0	0
FGI	44	0,00180864	0	0,16722603
FMB	42	0,28980346	0	0
FMB	41	0,17935212	0,00113354	0,00049063
FMB	40	0,05846617	0	0
FMB	39	0,10075161	0	0
FMB	37	0,05284186	0	0
FMB	36	0,00620464	0	0
FMB	35	0,02190472	0,00406944	0,0189412
FMB	34	0,01176951	0,00613556	0,003925
FMB	33	0,25412413	0,0007065	0,22809274
FMB	32	0,10057146	0	0
FMI	31	0,28140837	0	0
FMI	30	0,0179765	0	0,33253523
FMI	29	0,0332526	0	0
FMI	28	0,08682023	0	0
FMI	26	0,32133645	0	0,00212264
FMI	25	0,00049063	0	0,00661991

CF	Transectas	TFP 1	TFP 2	TF 3
FMI	24	0,09694598	0	0,01030796
FMI	23	0,04355433	0	0,47808463
FMI	22	0	0	0
FMI	21	0,14910535	0,0007065	0
FPB	20	0	0	0,00934857
FPB	19	0	0	0
FPB	18	0,03106905	0,00379077	0,01988419
FPB	17	0,0038465	0	0
FPB	16	0,00161396	0,0038465	0,02444892
FPB	15	0,07699226	0	0
FPB	14	0,0744418	0	0
FPB	13	0,24500204	0	0
FPB	12	0,08880076	0	0,12958327
FPB	11	0,11629396	0	0
FPI	10	0	0	0,08487117
FPI	9	0	0,00066019	0
FPI	8	0	0	0
FPI	7	0,02128302	0	0,02863323
FPI	6	0,00331663	0	0
FPI	5	0	0	0,13274547
FPI	4	0,002826	0	0
FPI	3	0,04284908	0	0
FPI	2	0,00297269	0	0
FPI	1	0,03083911	0	0
<b>Total AB</b>		<b>4,07063469 m<sup>2</sup></b>	<b>0,03481554 m<sup>2</sup></b>	<b>2,47168964 m<sup>2</sup></b>

Anexo 10.16. Matriz de área basal de los TFPs en las categorías de fragmentos para el servicio de alimentación.

CF	Transectas	TFP 1	TFP 2	TFP 3	TFP 4
FGB	54	0	0,00080384	0	0
FGB	55	0	0	0,01885979	0,07065
FGB	56	0	0	0,02276541	0
FGB	57	0	0	0,39463855	0
FGB	58	0	0,00318147	0,31814703	0
FGB	59	0	0	0,19505233	0
FGB	60	0,0019625	0,0226865	0	0
FGB	61	0	0	0,05898224	0
FGB	62	0,00228906	0	0,02207813	0
FGB	63	0	0	0,06637747	0
FGI	44	0,16722603	0	0,00180864	0
FGI	45	0	0	0,00113354	0
FGI	46	0,62328943	0	0,00814456	0
FGI	47	0,0114762	0	0,00158963	0
FGI	48	0,00197899	0	0,02960016	0
FGI	49	0,01290462	0	0	0
FGI	50	0,00352387	0	0,001256	0
FGI	51	0,00378763	0	0,00336451	0
FGI	52	0,00053066	0	0,01976078	0
FGI	53	0,09651051	0	0,01026911	0
FMB	32	0,00678947	0	0,09378199	0
FMB	33	0	0	0,25412413	0,22879924
FMB	34	0,003925	0	0,01176951	0,00613556
FMB	35	0,04491537	0	0	0
FMB	36	0,00187851	0	0,00432614	0
FMB	37	0,05284186	0	0	0
FMB	39	0,02208318	0,01209754	0,06657089	0
FMB	40	0,01636019	0,03393885	0,00816714	0
FMB	41	0,17984275	0,00113354	0	0
FMB	42	0,28841872	0	0,00138474	0
FMI	21	0,01473678	0	0,13507507	0
FMI	22	0	0	0	0
FMI	23	0,47808463	0,04355433	0	0
FMI	24	0,10654744	0,0007065	0	0
FMI	25	0,00255047	0	0,00049063	0,00406944
FMI	26	0,32345909	0	0	0

CF	Transectas	TFP 1	TFP 2	TFP 3	TFP 4
FMI	28	0,08624796	0	0,00057227	0
FMI	29	0,0332526	0	0	0
FMI	30	0,35051173	0	0	0
FMI	31	0,28140837	0	0	0
FPB	11	0,08300996	0	0,033284	0
FPB	12	0,21838404	0	0	0
FPB	13	0,24500204	0	0	0
FPB	14	0,01007077	0	0,06437103	0
FPB	15	0,01262123	0	0,06437103	0
FPB	16	0,02444892	0	0,0038465	0,00161396
FPB	17	0,0038465	0	0	0
FPB	18	0,01988419	0,00212264	0,03106905	0,00166813
FPB	19	0	0	0	0
FPB	20	0,00934857	0	0	0
FPI	1	0,02334285	0	0,00749626	0
FPI	2	0,00297269	0	0	0
FPI	3	0,04284908	0	0	0
FPI	4	0	0,002826	0	0
FPI	5	0	0,13274547	0	0
FPI	6	0	0	0,00331663	0
FPI	7	0,03638746	0,005024	0,00850479	0
FPI	8	0	0	0	0
FPI	9	0	0	0,00066019	0
FPI	10	0,08487117	0	0	0
<b>Total AB</b>		<b>4,03637302 m<sup>2</sup></b>	<b>0,26082068 m<sup>2</sup></b>	<b>1,96700984 m<sup>2</sup></b>	<b>0,31293633 m<sup>2</sup></b>

**Anexo 10.17.** Matriz de área basal de los TFPs en las categorías de fragmentos para el servicio de regulación hídrica.

CF	Transectas	TFP 1	TFP 2	TFP 3	TFP 4
FGB	63	0	0	0,06637747	0
FGB	62	0	0,00228906	0,02207813	0
FGB	61	0,04032068	0	0,01866156	0
FGB	60	0,0019625	0,0226865	0	0
FGB	59	0	0,00208025	0,19297208	0
FGB	58	0	0,00318147	0,31814703	0
FGB	57	0	0	0,39463855	0
FGB	56	0	0	0,02276541	0
FGB	55	0	0	0,01885979	0,07065
FGB	54	0	0,00080384	0	0
FGI	53	0,00706657	0,00107467	0,09863838	0
FGI	52	0,00053066	0	0,01976078	0
FGI	51	0,00057227	0	0,00657987	0
FGI	50	0,001256	0	0,00352387	0
FGI	49	0	0,01290462	0	0
FGI	48	0,02960016	0,00197899	0	0
FGI	47	0,00358667	0	0,00947916	0
FGI	46	0,00418327	0	0,62725073	0
FGI	45	0	0	0,00113354	0
FGI	44	0	0	0,16903467	0
FMB	42	0,00138474	0,00145147	0,28696726	0
FMB	41	0	0,12903665	0,05193964	0
FMB	40	0,04589361	0,01122707	0,00134549	0
FMB	39	0,09760062	0	0,00315099	0
FMB	37	0	0	0,05284186	0
FMB	36	0,00075439	0,00187851	0,00357175	0
FMB	35	0	0,02597416	0,0189412	0
FMB	34	0,01790507	0	0,003925	0
FMB	33	0	0	0,48221687	0,0007065
FMB	32	0,00678947	0	0,09378199	0
FMI	31	0	0,04308787	0,23832051	0
FMI	30	0	0,01684296	0,33366877	0
FMI	29	0	0,02317791	0,01007469	0
FMI	28	0,07271142	0,00545418	0,00865463	0

CF	Transectas	TFP 1	TFP 2	TFP 3	TFP 4
FMI	27	0	0	0	0
FMI	26	0,32133645	0	0,00212264	0
FMI	25	0,00049063	0	0,00661991	0
FMI	24	0,09623948	0	0,01101446	0
FMI	23	0	0	0,42820433	0,09343463
FMI	21	0,01473678	0	0,13507507	0
FPB	20	0	0	0,00934857	0
FPB	19	0	0	0	0
FPB	18	0,03106905	0,00212264	0,01988419	0,00166813
FPB	17	0	0	0,0038465	0
FPB	16	0,0038465	0	0,02444892	0,00161396
FPB	15	0,06437103	0,00255047	0,01007077	0
FPB	14	0,06437103	0	0,01007077	0
FPB	13	0	0,24500204	0	0
FPB	12	0,01476872	0,07116077	0,13245455	0
FPB	11	0,00119399	0,07740035	0,03769963	0
FPI	10	0	0	0,08487117	0
FPI	9	0,00066019	0	0	0
FPI	8	0	0	0	0
FPI	7	0,005024	0,00775423	0,03713802	0
FPI	6	0	0	0,00331663	0
FPI	5	0	0	0,13274547	0
FPI	4	0	0	0,002826	0
FPI	3	0	0,04284908	0	0
FPI	2	0	0,00220516	0,00076753	0
FPI	1	0,00749626	0,01775738	0,00558547	0
<b>Total AB</b>		<b>0,95772217 m<sup>2</sup></b>	<b>0,77393226 m<sup>2</sup></b>	<b>4,67741221 m<sup>2</sup></b>	<b>0,16807321 m<sup>2</sup></b>