



**Universidad Nacional Agraria**  
**Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente**

**Por un Desarrollo  
Agrario Integral  
y Sostenible**

**Trabajo de graduación**

**Composición, estructura y dinámica de las especies  
arbóreas del bosque de galería de la Reserva Hídrica  
Forestal, Río Malacatoya, 2015-2016**

**Autor**

**Br. Ixpayacat Bustillo Tinoco**

**Asesores**

**Dr. Benigno González Rivas**  
**Ing. MSc. Edwin Alonzo Serrano**  
**Dr. Guillermo Castro Marín**

**Managua, Nicaragua**  
**Junio 2017**



“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

Universidad Nacional Agraria  
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

## **Trabajo de Graduación**

# **Composición, estructura y dinámica de las especies arbóreas del bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal, Río Malacatoya, 2015-2016**

Autor

Br. Ixpayacat Bustillo Tinoco

Asesores

Dr. Benigno González Rivas  
Ing. MSc. Edwin Alonzo Serrano  
Dr. Guillermo Castro Marín

Managua, Nicaragua  
Junio 2017

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura de la **Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente** como requisito parcial para optar al título profesional de:

**Ingeniero Forestal**

**Miembros del tribunal examinador**

---

**Ing. Claudio Calero**  
**Presidente**

---

**Ing. Francisco Reyes**  
**Secretario**

---

**Ing. Álvaro Noguera**  
**Vocal**

**Managua Nicaragua**

**13 de junio 2017**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
GLOSARIO DE SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I INTRODUCCIÓN.....	1
II OBJETIVOS.....	2
2.1 General.....	2
2.2 Específicos.....	2
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3.1 Descripción de la Reserva Hídrica Forestal.....	3
3.1.1 Localización.....	3
3.1.2 Descripción física.....	4
3.2 Etapas del estudio.....	5
3.2.1 Planificación.....	5
3.2.2 Campo.....	6
3.2.3 Análisis de datos.....	9

<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	15
4.1	Vegetación con un DN $\geq$ 10 cm.....	15
4.1.1	Composición florística.....	15
4.1.2	Estructura.....	18
4.1.3	Dinámica de la vegetación.....	22
4.2	Regeneración natural de latizales: vegetación con altura mayor a 1.5 m y un DN < 10 cm.....	29
4.2.1	Composición florística.....	29
4.2.2	Estructura.....	32
4.2.3	Dinámica de la vegetación.....	34
4.3	Regeneración natural de brinzales: vegetación con altura desde 0.3 m hasta 1.5 m.....	36
4.3.1	Composición florística.....	36
4.3.2	Estructura.....	38
4.3.3	Dinámica de la vegetación.....	40
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	42
<b>VI</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	43
<b>VII</b>	<b>LITERATURA CITADA</b> .....	44
<b>VIII</b>	<b>ANEXOS</b> .....	49

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de investigación académica a mi familia, en especial a mi padre, por ser una de las principales fuerzas que han ayudado a constituir mi forma de pensar, aceptando en cada momento, la dulce pero a la vez agria realidad, la que quizás nunca podrá ser vivida por algunos que se albergan disfrazados en otros flancos del sistema social, a los que tal vez, en lo absoluto, nunca pertenecerán; gracias papá.

También, al esfuerzo personal realizado durante el transcurso de la carrera, fruto principalmente de mi realidad y de las relaciones entre unos pocos amigos.

*Ixpayacat Bustillo Tinoco*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Asociación para el Desarrollo de los Pueblos (ADP), por el apoyo logístico brindado durante las etapas de campo. En especial a Don Santiago Martínez, sin su ayuda, el trabajo de identificación de las especies arbóreas, por su nombre local, y en cierta manera taxonómica, habría sido más complejo.

A los asesores: Guillermo Castro Marín, Benigno González Rivas y Edwin Alonzo Serrano, por haberme confiado la oportunidad de realizar este trabajo, y por haber brindado cada una de las sugerencias, que si bien requirieron de volver a redactar más de una vez una sección, dotaron de mayor tecnicidad al documento.

Al responsable del Arboretum Alain Meyrat: José Benito Quezada Bonilla y al director del Herbario de la Universidad Nacional Centroamericana: Alfredo Grijalva, por su apoyo en la identificación taxonómica de algunas de las especies arbóreas desconocidas.

Al profesor Claudio Calero, por su particular revisión del trabajo y por las sugerencias derivadas que permitieron mejorar y ajustar el documento.

A los amigos de la universidad, en especial a Mariann José Espinoza Acuña, Luis Enrique Cruz Torres y Jorge Isaac Jirón Armijo, por las luchas conjuntas.

## GLOSARIO DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

**ADP:** Asociación para el Desarrollo de los Pueblos

**Bg:** Bosque de Galería

**DN:** Diámetro normal (diámetro del árbol a 1.30 m sobre el nivel del suelo)

**G ha<sup>-1</sup>:** Área basal por hectárea

**ICA:** Incremento corriente anual

**IVI:** Índice de Valor de Importancia

**Msnm:** Metros sobre el nivel del mar

**N ha<sup>-1</sup>:** Número de árboles por hectárea

**PPM:** Parcela Permanente de Muestreo

**RHF:** Reserva Hídrica Forestal

**S.f.:** Sin fecha

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Variables del estudio y periodo de registro.....	9
2. Expresiones utilizadas para determinar los parámetros de la estructura horizontal.....	12
3. Expresiones utilizadas para la determinación de los parámetros demográficos.....	13
4. Taxones más representativos ( $DN \geq 10$ cm) para el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal, según un área acumulada de 0.75 ha....	15
5. Valores de riqueza y similitud florística obtenidos para la categoría de vegetación con $DN \geq 10$ cm, en función de las elevaciones de las PPM.....	17
6. Árboles $ha^{-1}$ y área basal ( $m^2$ ) $ha^{-1}$ , por clases diamétricas, en función del inventario general y por cada Parcela Permanente de Muestreo, bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.....	19
7. Índice de Valor de Importancia para las siete especies más abundantes ( $DN \geq 10$ cm) del bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.....	20
8. Índice de Valor de Importancia para las especies ( $DN \geq 10$ cm) con distribución en las tres Parcelas Permanentes de Muestreo.....	22
9. Dinámica poblacional para la vegetación con $DN \geq 10$ cm, según Parcelas Permanentes de Muestreo y área total muestreada en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.....	23
10. Parámetros poblacionales obtenidos para las especies ( $DN \geq 10$ cm) que presentaron mortalidad y/o reclutamiento de individuos.....	25
11. Incremento corriente anual para las especies ( $DN \geq 10$ cm) con los valores más altos de importancia en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.....	26
12. Grado de asociación lineal entre el incremento diamétrico y variables del árbol, en función del total de individuos analizados y para las especies con mayor incremento durante el periodo.....	28
13. Taxones más representativos en la categoría latizal para el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal, según un área acumulada de 0.015 ha.....	29

14.	Valores de riqueza y similitud florística obtenidos para la categoría latizal, en función de las elevaciones de las PPM.....	31
15.	Índice de Valor de Importancia modificado, para las cinco especies más abundantes de la categoría latizal en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.....	32
16.	Dinámica poblacional para la categoría latizal, de acuerdo al área acumulada de las dos subparcelas establecidas por Parcela Permanente de Muestreo y área total muestreada en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.....	34
17.	Parámetros poblacionales obtenidos para las especies que presentaron mortalidad y/o reclutamiento de individuos en la categoría latizal.....	35
18.	Taxones más representativos en la categoría brinzal para el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal, según un área acumulada de 0.0024 ha.....	36
19.	Valores de riqueza y similitud florística obtenidos para la categoría brinzal, en función de las elevaciones de las PPM.....	38
20.	Índice de Valor de Importancia modificado, para las cuatro especies más abundantes de la categoría brinzal en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.....	39
21.	Dinámica poblacional para la categoría brinzal, de acuerdo al área acumulada de las dos subparcelas establecidas por Parcela Permanente de Muestreo y área total muestreada en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.....	41
22.	Parámetros poblacionales obtenidos para las especies que presentaron mortalidad y/o reclutamiento de individuos en la categoría brinzal.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Localización geográfica de la Reserva Hídrica Forestal.....	3
2. Etapas de la investigación.....	5
3. Distribución de las Parcelas Permanentes de Muestreo en el área de estudio.....	7
4. Parcela Permanente de Muestreo: dimensión y divisiones para el registro de las categorías de vegetación evaluadas en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.....	8
5. Patrón de abundancia para las especies con $DN \geq 10$ cm, registradas en 2016, en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.....	16
6. Incremento corriente: a) en función de las categorías diamétricas; b) en función de las clases de presencia de liana: 1. sin lianas, 2. con lianas en el fuste, 3. con lianas en la copa, 4. con lianas en el fuste y copa; c) en función de las clases de iluminación de copa: 1. buena, 2. aceptable, 3. deficiente.....	27
7. Patrón de abundancia para las especies de la categoría latizal, registradas en 2016, en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.....	30
8. Especies con mayor importancia de la categoría latizal, según Parcelas Permanentes de Muestreo: a) parcela 1; b) parcela 2; c) parcela 3. Los valores son presentados en porcentaje.....	33
9. Patrón de abundancia para las especies de la categoría brinzal, registradas en 2016, en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.....	37
10. Especies con mayor importancia de la clase brinzal, según Parcelas Permanente de Muestreo: a) parcela 1; b) parcela 2; c) parcela 3. Los valores son presentados en porcentaje.....	40

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Características físicas de las Parcelas Permanentes de Muestreo establecidas en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.....	50
2. Especies registradas durante el estudio (julio 2015 – julio 2016), según categorías de vegetación evaluadas.....	50
3. Parámetros que caracterizan la estructura horizontal del bosque de galería, y grupos de especies (DN $\geq$ 10 cm) según la asociación de estos.....	53
4. Número de árboles y área basal ha <sup>-1</sup> , por categorías diamétricas: a) en base a todas las especies registradas; b y c) en base a las especies registradas en cada una de las Parcelas Permanentes de Muestreo establecidas en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.....	56
5. Índice de Valor de Importancia para las especies de la categoría latizal, según un orden decreciente de los % de importancia.....	57
6. Índice de Valor de Importancia para las especies de la categoría brinzal, según un orden decreciente de los % de importancia.....	58
7. Resultados del análisis de correlación (r de <i>Pearson</i> ) entre la abundancia de las especies con mayor Índice de Valor de Importancia y la altitud y, coeficientes de determinación.....	58
8. Resultados del análisis de correlación (r de <i>Spearman</i> ) entre variables del árbol y el incremento diamétrico y, coeficientes de determinación (r <sup>2</sup> ).....	59

## RESUMEN

Se estudió, a través de Parcelas Permanentes de Muestreo (50 x 50 m) la composición, estructura y dinámica de la vegetación arbórea de un bosque de galería. El estudio se basa en mediciones (julio 2015 – julio 2016) de individuos de tres categorías de tamaño (individuos con  $DN \geq 10$  cm, latizales: individuos con altura  $> 1.5$  m y  $DN < 10$  cm, brinzales: individuos con altura entre 0.3 – 1.5 m). La vegetación arbórea con  $DN \geq 10$  cm se encontró agrupada en 48 especies, los latizales en 22 y los brinzales en 14. La disimilitud florística entre PPM fue considerable, los valores más altos (hasta de un 100%) se obtuvieron para las categorías latizal y brinzal. Se encontraron 477.33 árboles  $ha^{-1}$  y un área basal de 15.18  $m^2 ha^{-1}$ , casi el 90% de los individuos y más del 60% del área basal se concentraron en las categorías de 10 y 20 cm. Las tasas de mortalidad y de reclutamiento fueron estimadas en 4.14% y 4.72% para la vegetación con  $DN \geq 10$  cm, en 3.57% y 12.00% para los latizales y, en 28.76% y 35.66% para los brinzales. El incremento corriente anual fue de 3 mm. Se concluye que la altitud es un factor que influye en las variaciones florísticas. A nivel espacial el bosque de galería posee diferentes estados sucesionales. La ausencia de regeneración y las altas tasas de mortalidad de *Lippia myriocephala* y *Guazuma ulmifolia* sugieren que sus poblaciones disminuirán en el futuro.

**Palabras claves:** Riqueza, estructura horizontal, dinámica poblacional, crecimiento.

## ABSTRACT

Permanent Sample Plots (50 x 50 m) were established to study the composition, structure and dynamic of the tree species of a gallery forest. The study was carried out during the period July 2015 to July 2016. The individuals were classified in three different size vegetation classes, mature trees (individuals with  $\geq 10$  cm dbh), sapling (individuals with  $> 1.5$  m in height and  $< 10$  cm dbh) and seedling (individuals with  $0.3$  and  $\leq 1.5$  m in height). A total of 48, 22 and 14 species were recorded respectively for the size categories  $\geq 10$  cm dbh, sapling and seedling. The floristic similarity was considerably low, the lowest values (up to 0%) were encountered for the categories of natural regeneration (sapling and seedling). In total 477.33 stems  $\text{ha}^{-1}$  with a basal area of 15.18  $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$  were recorded, the majority of individuals (almost 90%) and basal area (more than 60%) were concentrated in the first two diameter categories (10 and 20 cm). The mortality and recruitment rates were calculated respectively at 4.14% and 4.72% for individuals with  $\geq 10$  cm dbh, at 3.57% and 12.00% for saplings, and at 28.76% and 35.66% for seedlings. The increment in annual diameter was calculated at 03 mm. The study concludes that altitude is a factor responsible for the floristic variations. According to the spatial differences in the horizontal structure, different successional states exist. Probably the populations of *Lippia myriocephala* and *Guazuma ulmifolia* in the future will decrease owing to their regeneration patterns (regeneration absence) and owing to their high rates of mortality.

**Keywords:** Richness, horizontal structure, dynamic population, growth.

## I INTRODUCCIÓN

Desde la acepción menos rigurosa, los Bosques de Galería, se conciben como toda aquella vegetación boscosa que crece en los márgenes de los ríos o en las llanuras de inundación (Elosegi y Díez 2009); particularmente en zonas secas, por su carácter siempre verde, se diferencian fácilmente de la vegetación boscosa aledaña (Dezzeo *et al.* 2008).

Al igual que otros ecosistemas forestales, cumplen funciones particulares, entre las cuales: la oxigenación y regulación de las temperaturas del agua del río (como producto del efecto sombra de los árboles), proveen de recursos alimenticios a la fauna fluvial, y reducen los efectos de las crecidas sobre las estructuras construidas por la población (Elosegi y Díez 2009).

A nivel nacional, probablemente los bosques de galería, figuran dentro de los ecosistemas menos estudiados. En este sentido, actualmente la mayoría de las investigaciones han abordado descripciones florísticas y estructurales de la vegetación (Noguera *et al.* 2004, Pérez-Castellón *et al.* 2014), mientras que aquellas que describen los cambios demográficos que a su vez influyen en la composición y estructura del bosque son muy limitados (Castro *et al.* 2005).

Por otra parte, muchos de los bosques en cuestión, forman parte de áreas protegidas, para las cuales es significativamente necesario conocer aspectos sobre la vegetación y la flora arbórea local (González *et al.* 2006, Morales *et al.* 2012).

A demás el sitio de estudio, por su localización hidrográfica, posee una gran importancia en el mantenimiento de los cursos de agua que fluyen en las partes medias y bajas del Río Malacatoya, lo que hace aún más necesario originar información que hasta cierto punto contribuya con su conservación presente y futura.

La siguiente investigación pretende brindar un análisis que permita: contribuir al entendimiento de la variación espacial de la composición florística, identificar variaciones en la complejidad estructural del bosque, explicar el comportamiento demográfico de algunas especies, e identificar entre una serie de variables la más asociada al incremento diamétrico.

## **II OBJETIVOS**

### **2.1 General**

Analizar la composición florística, la estructura y dinámica de las especies arbóreas del bosque de galería, para brindar una base técnica y científica que contribuya con la conservación del sitio de estudio.

### **2.2 Específicos**

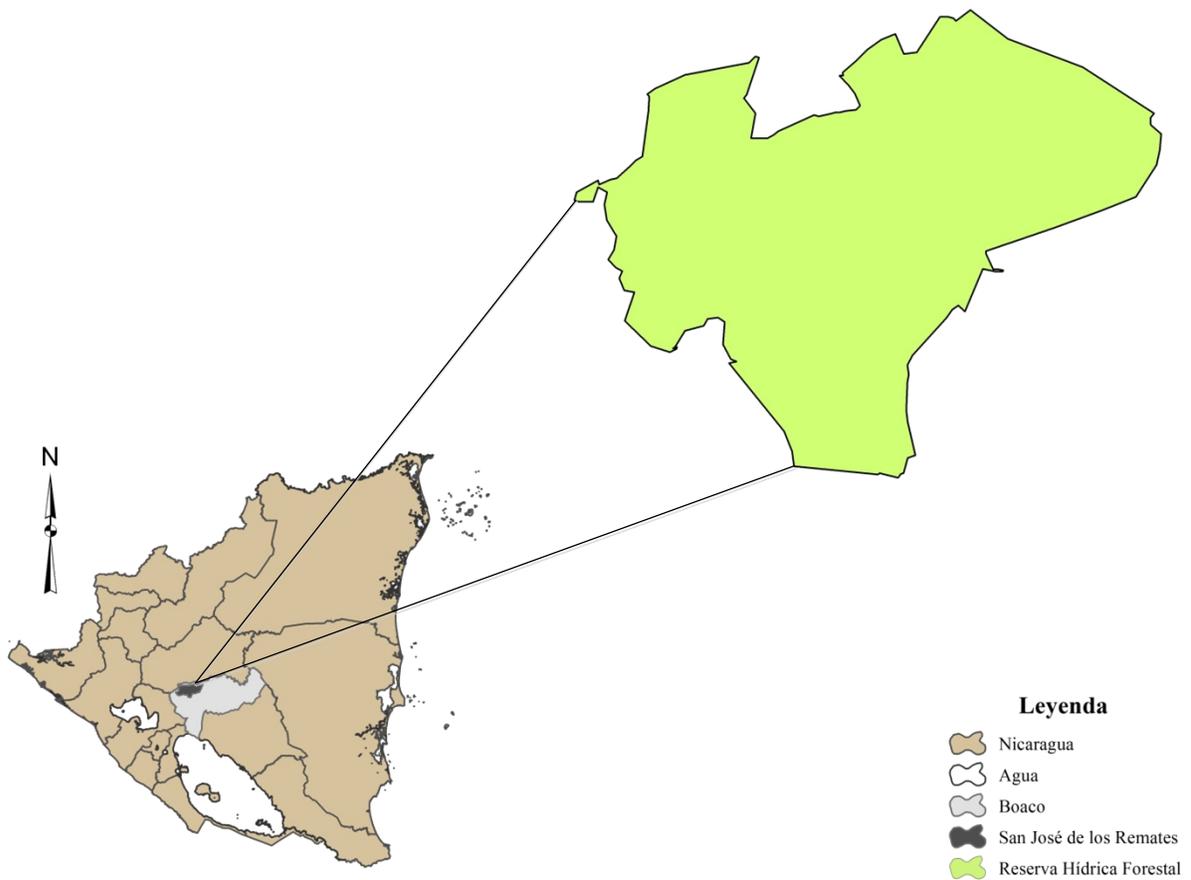
- ✓ Determinar la riqueza y el grado de similitud florística considerando diferentes altitudes del bosque de galería.
  
- ✓ Identificar diferencias espaciales en la estructura horizontal del bosque de galería.
  
- ✓ Calcular las tasas de mortalidad, reclutamiento y recambio para la vegetación arbórea del bosque de galería.
  
- ✓ Determinar el incremento diamétrico anual para el bosque de galería.

### III MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción de la Reserva Hídrica Forestal

##### 3.1.1 Localización

El sitio de estudio forma parte de las Áreas Protegidas: Cerro Cumaica y Cerro Alegre del departamento de Boaco y Matagalpa (MARENA 2011?). Administrativa y geográficamente ubicado en el Municipio de San José de los Remates (Figura 1), en las coordenadas: 12°36'674" latitud norte y 85°42'725" longitud este (ADP s.f.). Su extensión territorial aproximada es de 114.8 ha (ADP 2016).



**Figura 1.** Localización geográfica de la Reserva Hídrica Forestal

### **3.1.1 Descripción física**

#### ***A. Clima***

De acuerdo con la información del municipio de San José de los Remates (<https://es.climate-data.org/location/218065/>, última entrada 11 de mayo 2017), la precipitación alcanza valores anuales de 1288.00 mm y la temperatura media mensual es de 22.62 °C.

Bajo el sistema de clasificación climática de Köpen, el clima se clasifica como Aw (Tropical húmedo de Sabana). Según las zonas de vida, el sitio se encuentra dentro de un Bosque húmedo Tropical Premontano (BhTP) (MARENA 2011?).

#### ***B. Fisiografía***

El área de estudio pertenece a la Provincia de las Tierras Altas del Interior, forma parte específicamente de los Lomeríos de Pie de Monte, caracterizados por ubicarse altitudinalmente entre los 700 a 900 msnm, con una topografía fuertemente ondulada a quebrada (las pendientes varían de un 30 a un 50 %) (MARENA 2011?).

#### ***C. Suelos***

Geológicamente son suelos originados de rocas volcánicas terciarias, con una textura superficial franco arcillosa y sub-superficial arcillosa; su coloración es pardo rojiza; presentan un buen drenaje y generalmente son profundos; la acidez es media, con variaciones en el pH de 5.7 a 6.2 (MARENA 2011?).

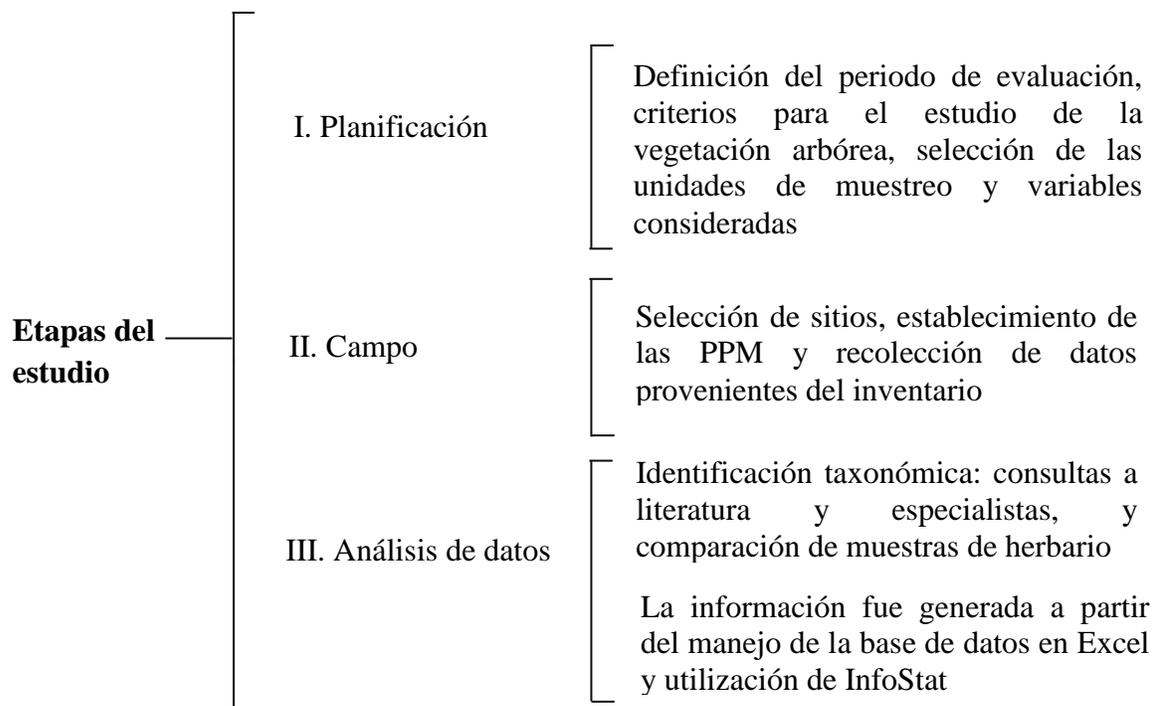
#### ***D. Hidrografía***

Hidrológicamente es parte integrante de la Microcuenca Comarca Malacatoya, Subcuenca Embalse Las Canoas, Cuenca del Río San Juan (MARENA 2011?).

El Río Malacatoya recorre la RHF desde su límite noreste hasta su límite suroeste (Figura 3), a lo largo de un tramo aproximado de 3 km lineales. En su recorrido, ocurren variaciones tanto en el ancho del espejo de agua, como en la profundidad a la que se encuentra el lecho; en época seca varía desde los 2.5 a 7 m, y 0.25 a 1.10 m, correspondientemente (ADP s.f.).

### 3.2 Etapas del estudio

La investigación se dividió en tres etapas (Figura 2). En los subsiguientes acápite se describe cada una.



**Figura 2.** Etapas de la investigación.

#### 3.2.1 Planificación

Se definieron los aspectos considerados en el estudio. Los componentes: composición, estructura y dinámica se definieron en conjunto con la ADP, y finalmente se realizó una búsqueda bibliográfica que permitió precisar la forma de llevar a cabo la investigación.

Para el estudio se definió un periodo de evaluación de un año, este comenzó en julio del 2015 y finalizó en julio del 2016. En bosques tropicales éstas evaluaciones son aparentemente escasas (Londoño y Jiménez 1999), probablemente porque no proporcionan información confiable sobre la dinámica del bosque; sin embargo, permiten dar una referencia del comportamiento poblacional, principalmente en términos de mortalidad y reclutamiento (Londoño y Jiménez 1999).

Basado en lo anterior, como criterio, se propuso estudiar al bosque de galería en sitios ubicados en diferentes altitudes (Anexo 1), estos fueron seleccionados durante la etapa de campo mediante un recorrido, ya que no se contaba en definitivo con información que permitiese una selección anticipada.

Considerando el escaso número de evaluaciones de la regeneración natural en bosques de galería a nivel nacional (Noguera *et al.* 2004), se decidió trabajar con tres categorías de vegetación, a continuación descritas:

- a) Vegetación con diámetro normal mayor o igual a 10 cm,
- b) Latizales: individuos con una altura mayor a 1.5 m y un diámetro normal menor a 10 cm (Comité técnico forestal 2012) y,
- c) Brinzales: individuos con una altura entre 0.3 y 1.5 m (Comité técnico forestal 2012).

En cuanto a las unidades de muestreo, basado en la experiencia de especialistas en manejo de bosques (Guillermo Castro y Benigno González, comunicación personal), se decidió utilizar Parcelas Permanentes de 50 x 50 m (0.25 ha).

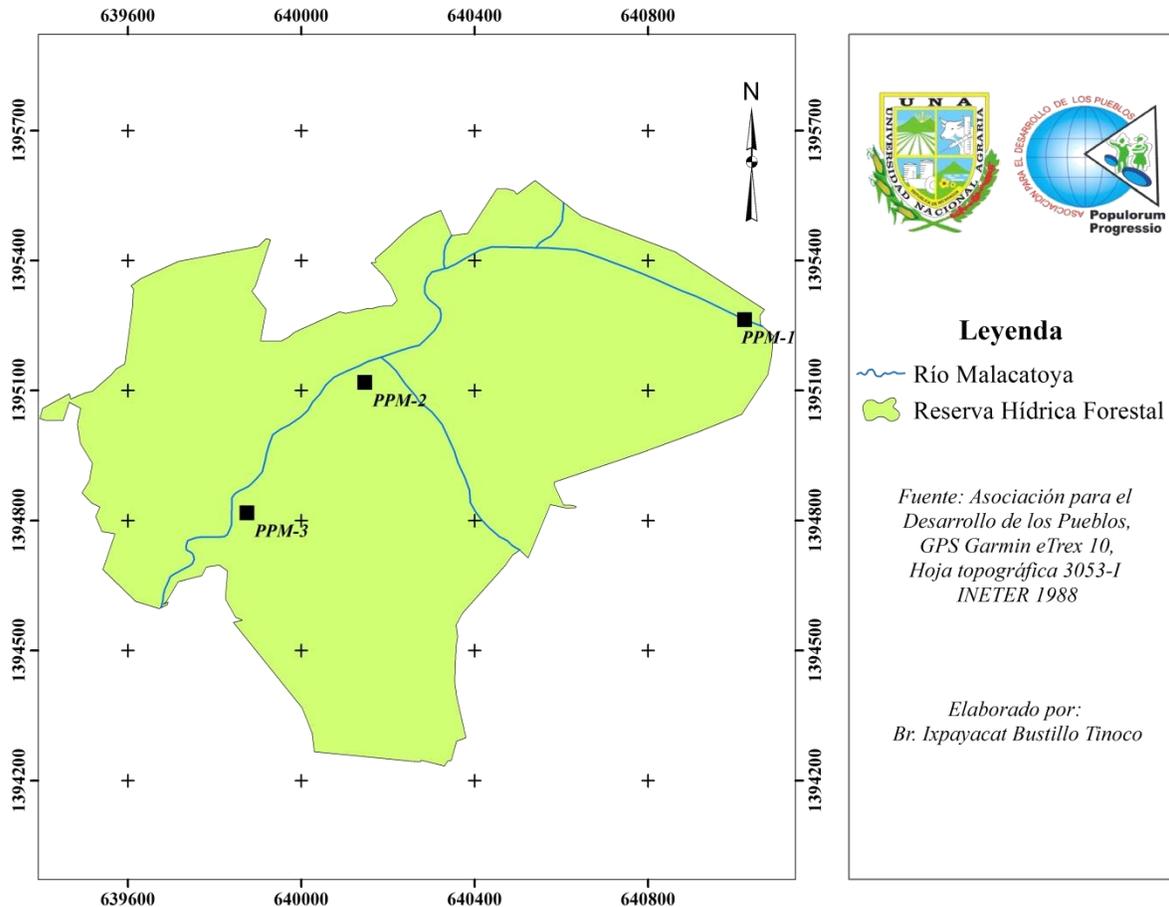
Para el inventario de cada una de las categorías aludidas las parcelas se subdividirían en cuatro cuadrantes de 25 x 25 m (625 m<sup>2</sup>), en estos se registrarían los individuos con un DN  $\geq$  10 cm. Para las otras clases de tamaño, dentro de la misma parcela y partiendo del centro se levantarían dos subparcelas de 5 x 5 m (25 m<sup>2</sup>) y dos de 2 x 2 m (4 m<sup>2</sup>).

Las variables propuestas de acuerdo a los objetivos del estudio fueron: nombre común de la especie, número de árboles vivos, diámetro normal, individuos no sobrevivientes, individuos reclutados. Adicionalmente se consideraron la infestación de lianas y la iluminación de copa. La descripción de estas se presenta en la etapa siguiente.

### **3.2.2 Campo**

Consistió en la selección de los sitios, en el establecimiento de las PPM y en la recolección de datos proveniente del inventario de la vegetación.

Siguiendo el criterio de la altitud, en total se seleccionaron tres sitios, de estos la mayoría están ubicados en una de las riberas del río Malacatoya, que recorre la Reserva Hídrica Forestal (Figura 3).

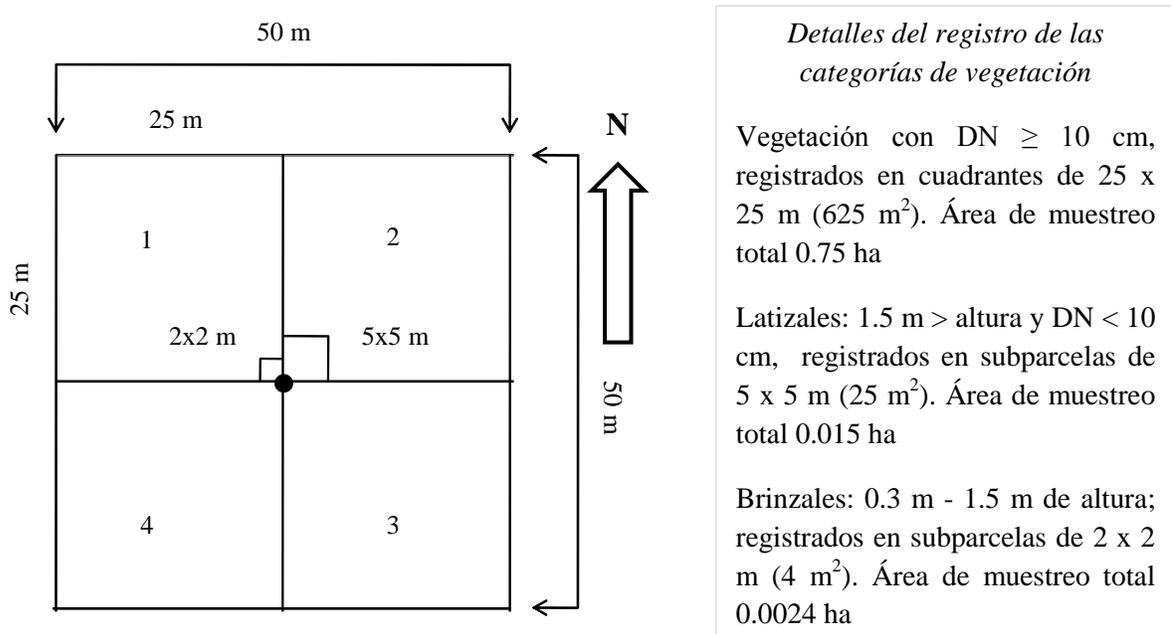


**Figura 3.** Distribución de las Parcelas Permanentes de Muestreo en el área de estudio.

Por cada uno de los sitios se estableció una parcela e internamente 4 subparcelas (dos de 5 x 5 m y dos de 2 x 2 m). El levantamiento de cada unidad se realizó con brújula, estacas señaladas con cinta biodegradable (para el reconocimiento en campo) y cinta métrica.

Inicialmente se definió el centro y luego a partir de éste se levantaron dos líneas: una en dirección este y otra en dirección oeste (Figura 4). Para formar los primeros dos cuadrantes, a partir del centro se levantó una línea en dirección norte franco (25 m) y al final de ésta dos perpendiculares (en dirección este [cuadrante 2] y oeste [cuadrante 1] franco). Para formar los últimos cuadrantes, partiendo nuevamente del centro se levantó una línea en dirección sur franco (25 m) y al final dos perpendiculares a ésta (en direcciones este y oeste franco).

En cuanto a las sub-parcelas, fueron seleccionados de forma aleatoria los dos cuadrantes en donde se establecerían. Cada sub-parcela se estableció partiendo del centro de la parcela (50 x 50 m) (Figura 4).



**Figura 4.** Parcela Permanente de Muestreo: dimensión y divisiones para el registro de las categorías de vegetación evaluadas en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.

Considerando el número total de parcelas (03 en total) y subparcelas de 05 x 05 m y de 02 x 02 m (06 para ambos casos), se tuvieron tres áreas de muestreo. El área total de las parcelas (50 x 50 m) fue de 0.75 ha y el área total muestreada a través de las subparcelas fue de 0.015 y 0.0024 ha, respectivamente.

El inventario se llevó de acuerdo con las categorías de vegetación (sección 3.2.1) y consistió en el registro de las variables. El Cuadro 1, describe a cada una, así como el periodo en que se tomaron en cuenta.

**Cuadro 1.** Variables del estudio y periodo de registro.

Variable y descripción	P	CV
<b>Nombre de la especie:</b> nombre vernáculo dado por el baqueano. Si este era desconocido, se les nombraba de tal manera. Para estos especímenes se tomaron fotografías y se recolectaron muestras botánicas.	Ap	Tc
<b>Número de árboles vivos:</b> número de individuos vivos. Para su reconocimiento en periodos sucesivos, a cada árbol con DN $\geq$ 10 cm se le asignó un número de forma correlativa, este fue pintado en el fuste a la misma altura del DN (Pinelo 2000). A los individuos de las categorías restantes se les colocó cinta biodegradable.	Ap	Tc
<b>*Diámetro normal:</b> diámetro del árbol a 1.30 m de altura a partir del nivel del suelo. Su determinación fue hecha con cinta diamétrica. Las bifurcaciones se tomaron como árboles independientes cuando se presentaban a una altura menor a la señalada.	Ap	V-L
<b>*Iluminación de copa:</b> cualitativamente, la condición de iluminación del árbol. Se utilizó la clasificación de Dawkins, modificada por Hutchinson, citado por Pinelo (2000): 1. Buena: toda la copa recibe luz en el día o solamente vertical al medio día; 2. Aceptable: parte de la copa recibe luz vertical al mediodía; 3. Deficiente: una parte de la copa en algún momento del día recibe luz lateral o la copa no recibe luz directa. Para la asignación de una clase, se inspeccionó de varios ángulos la copa del individuo hasta asignar la más adecuada.	Ap	V
<b>*Presencia de lianas:</b> presencia o ausencia de estas plantas en los árboles. Se consideraron las siguientes categorías: 1. Árbol sin lianas 2. Árbol con lianas en el fuste 3. Árbol con lianas en la copa 4. Árbol con lianas tanto en el fuste como en la copa Para la asignación de una clase se inspeccionó a cada individuo.	Sp	V
<b>Individuos no sobrevivientes:</b> individuos que registrados vivos en 2015 resultaron muertos o desaparecidos en la última medición. Para evitar errores, la base de datos inicial se llevó a campo. Todo individuo que se encontrase de la manera descrita fue descartado.	Sp	Tc
<b>Individuos reclutados:</b> individuos que entraron a formar parte de la regeneración no establecida como establecida (vegetación con DN $\geq$ 10 cm).	Sp	Tc

\*:Variables del árbol; P: Periodo; CV: Categorías de vegetación; Ap: Ambos periodos (Julio 2015 – Julio 2016); Sp: Segundo periodo; Tc: Todas las categorías; V: Individuos con DN  $\geq$  10 cm; L: Latizales; B: Brinzales

### 3.2.3 Análisis de datos

#### *Proceso de identificación taxonómica*

La identificación de las especies arbóreas se realizó a nivel de familia, género y especie, siguiendo el sistema de clasificación de la flora digital de Nicaragua (MBG 2016).

Se utilizaron dos estrategias. Una parte de las especies (las más comunes) se identificaron mediante la revisión de estudios realizados en el país (Salas 1993, INAFOR 2009).

Para las que no se lograron reconocer de la manera aludida, se recolectaron muestras botánicas que posteriormente fueron identificadas por especialistas.

Para algunas especies fue necesaria la comparación con material de herbario de la Universidad Centroamericana. Un 16% del total no se lograron identificar en ninguno de los niveles taxonómicos.

### ***Información generada a partir del análisis de la base de datos***

Todos los datos recolectados se digitalizaron en el Software Excel (2010). Éste también fue utilizado para originar información acorde con los objetivos planteados. Adicionalmente se hizo uso del programa estadístico: InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2016).

#### ***A. Composición florística del bosque de galería***

##### ***Riqueza florística***

Este análisis se realizó con el último registro de datos (julio 2016). Se obtuvo el número de familias, géneros y especies (S) por cada una de las categorías de tamaño evaluadas (sección 3.2.1).

Se incluyeron las especies desconocidas, bajo al principio de presentar resultados más reales (Ferreira *et al.* 2002, Carrión *et al.* 2013). No se incluyeron aquellas identificados a nivel de género o familia en las que no se tuvo seguridad si pertenecían a especies ya identificadas.

En este análisis, a nivel de especie, se incluyó una caracterización gráfica del patrón de abundancia de las especies encontradas (González *et al.* 2006). Esta representación consiste en un gráfico de dos ejes de coordenadas. En el eje de las ordenadas se representa la abundancia de cada una de las especies (ordenadas en función decreciente de los valores de abundancia) y en el eje de las abscisas se presenta un rango de especies. Para este estudio se seleccionaron intervalos de 10 (categoría de DN  $\geq$  10 cm) y 5 especies (latizales y brinzales).

### ***Similitud florística entre PPM***

Para este análisis se tomaron en cuenta los registros de julio 2015 y julio 2016. Se utilizó el índice de Jaccard para evaluar la similitud florística entre parcelas. Este se basa en datos cualitativos, es decir, en la presencia o ausencia de especies. Relaciona el número de especies comunes, encontradas en los dos sitios comparados, con el número total de especies de ambos sitios (Matteucci y Colma 1982):

$$I_j = \frac{a}{a+b+c} \times 100$$

Donde

$I_j$  = índice de similitud de Jaccard  
a = número de especies comunes de ambos sitios  
b = número de especies exclusivas del sitio 1  
c = número de especies exclusivas del sitio 2

### ***B. Estructura horizontal del bosque de galería***

#### ***Clases diamétricas***

Se generaron gráficos del número de árboles y área basal por clases diamétricas considerando intervalos de 10 cm entre cada categoría (Quinto *et al.* 2009). Estos permitieron visualizar patrones del estado estructural (Louman *et al.* 2001), como por ejemplo: la regularidad en la distribución, y la concentración del área basal en las categorías diamétricas. Los gráficos se realizaron a partir del área total muestreada y por cada PPM.

#### ***Parámetros de la estructura horizontal***

Se determinó para la categoría de  $DN \geq 10$  cm, la abundancia, frecuencia y dominancia de cada especie. Estos, en términos absolutos, se usaron para estimar los grupos de especies que resultan de la asociación de dichos parámetros (Lamprecht 1990). Además se calculó a partir del promedio de la abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa, el Índice de Valor de Importancia (Curtis y McInstoh, citado por Louman *et al.* 2001).

Para las categorías de regeneración natural no establecida (latizal y brinzal), se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) de forma modificada, a partir del promedio de la abundancia relativa y frecuencia relativa (adaptada de Dezzeo *et al.* 2008). Éste autor calcula el IVI a través de la sumatoria de ambos parámetros.

Las expresiones utilizadas para todos los cálculos se detallan en el Cuadro 2, tomadas de: Lamprecht (1990) (a), Curtis y McInstoh, citado por Louman *et al.* (2001) (b); y adaptadas de: Cárdenas (2014) (c) y Dezzeo *et al.* (2008) (d).

**Cuadro 2.** Expresiones utilizadas para determinar los parámetros de la estructura horizontal.

Parámetros	Valores absolutos	Valores relativos
Abundancia	$Aa_i = \sum \text{no. arb de la especie } i$ (a)	$Ar_i = \left(\frac{Aa_i}{At}\right) 100$ (c)
Frecuencia	$Fa_i = \text{Proporción de cuadrantes o subparcelas en los que aparece la especie } i.$ (a)	$Fr_i = \left(\frac{Fa_i}{Ft}\right) 100$ (a)
Dominancia	$Da_i = \sum \frac{\pi}{4} (DN_i^2)$ (c)	$Dr_i = \left(\frac{Da_i}{Dt}\right) 100$ (c)
Índice de valor de importancia	(b)	$IVI : \frac{Ar+Fr+Dr}{3}$ 1
Índice de valor de importancia	(d)	$IVI: \frac{Ar+Fr}{2}$ 2

Dónde:

$Aa_i$ : La sumatoria del número de árboles de la especie  $i$

$Fa_i$ : Proporción de cuadrantes en los que aparece representada la especie  $i$ , expresado en porcentaje

$Da_i$ : La sumatoria del área basal de la especie  $i$

$Ar_i$ : Expresa la abundancia de la especie  $i$  ( $Aa_i$ ) con respecto al número total de individuos ( $At$ ), en porcentaje

$Fr_i$ : Expresa la frecuencia de la especie  $i$  ( $Fa_i$ ) con respecto a la frecuencia de todas las especies ( $Ft$ ), en porcentaje

$Dr_i$ : Expresa la dominancia de la especie  $i$  ( $Da_i$ ) con respecto al área basal total ( $Dt$ ), en porcentaje

IVI (1): Expresa la importancia ecológica de las especies basándose en la abundancia, frecuencia y dominancia, los valores teóricos oscilan entre 0 y 100%

IVI (2): Expresa la importancia ecológica de las especies basándose en la abundancia y frecuencia, los valores teóricos oscilan entre 0 y 100%

### ***C. Dinámica del bosque de galería***

#### ***Parámetros demográficos***

La determinación de los parámetros: tasa de mortalidad, tasa de reclutamiento y tasa de recambio, se realizó de acuerdo con las categorías de vegetación evaluadas (sección 3.2.1).

Las ecuaciones utilizadas se disponen en el Cuadro 3. La tasa de mortalidad y de reclutamiento están dadas en base a Castro *et al.* (2005) y, la tasa de recambio en función de Restrepo *et al.* (2012).

**Cuadro 3.** Expresiones utilizadas para la determinación de los parámetros demográficos.

$$m = \frac{\ln N_{015} - \ln N_s}{T} \times 100$$

Donde  
m= tasa de mortalidad anual (%/año)  
ln= logaritmo natural  
N015= número de individuos vivos en 2015  
Ns= número de sobrevivientes en 2016  
T= intervalo de tiempo entre el primer y último muestreo, expresado en años decimales

$$r = \frac{\ln N_{016} - \ln N_s}{T} \times 100$$

Donde  
r= tasa de reclutamiento anual (%/año)  
N016= Ns + individuos reclutados (individuos que durante el periodo trascendieron de una categoría inferior a una mayor)

$\lambda = r - m$  Dónde:  $\lambda$ = Tasa de recambio anual (%/año); r= Tasa de reclutamiento; m= Tasa de mortalidad

#### ***Incremento diamétrico***

El incremento se determinó solo para los individuos con un DN  $\geq$  10 cm. Se calculó el incremento corriente anual en diámetro, es decir, el incremento diamétrico de un año (Louman *et al.* 2001). La ecuación utilizada fue la siguiente:

$$ICA = DN_{16} - DN_{15}$$

Donde  
ICA: Incremento corriente anual (mm/año)  
DN15: Diámetro normal medido en el año 2015  
DN16: Diámetro normal medido en el año 2016

Para la estimación del incremento diamétrico medio, se seleccionó la medida estadística adecuada. En este sentido, se realizó una prueba de normalidad (Shapiro-Wilks modificado) para ver si la variable (incremento) se ajustaba a una distribución normal.

Se generaron gráficos del incremento medio en función de las clases de diámetro, de presencia de lianas y de iluminación de copa. También, a partir de un análisis de correlación de *Spearman*, se estudió el grado de asociación lineal entre el incremento y dichas variables (variables del árbol).

A nivel de especie, se estimaron los incrementos medios para aquellas con mayor importancia ecológica y se realizó el mismo análisis de correlación (citado anteriormente) para las dos especies con el mayor incremento en el año.

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Vegetación con un DN $\geq$ 10 cm

#### 4.1.1 Composición florística

##### *Riqueza florística*

Se encontraron 358 árboles en 0.75 ha, agrupados en 48 especies de las cuales *Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby, *Acacia mangium* Willd. y *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., por encontrarse fuera de su área de distribución natural (MBG 2017h; MBG 2017a y MBG 2017e), se tratan como introducidas. Taxonómicamente, 33 fueron identificadas completamente, 04 a nivel de género, 05 hasta familia y para las 06 restantes se desconoce su taxonomía (Anexo 2); las identificadas en las últimas categorías se agrupan en 34 géneros y 23 familias.

Los géneros *Trichilia* e *Inga* fueron los más representativos. En cuanto a las familias con mayor riqueza, Fabaceae (con dos de las especies introducidas) y Moraceae ocupan los valores más altos (Cuadro 4).

Entre las familias con menor riqueza, Caricaceae y Caparaceae se encuentran representadas por una especie poco frecuente (*Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC. [MBG 2017g]) y una relativamente común a nivel nacional (*Capparis heydeana* Donn. Sm. [MBG 2017a]). La presencia de especies poco conocidas podría ser considerado un importante atributo de conservación, además estas especies deben de ser estudiadas para formar una base de conocimientos que permita conservarlas.

**Cuadro 4.** Taxones más representativos (DN  $\geq$  10 cm) para el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal, según un área acumulada de 0.75 ha.

Especies*	Número individuos	Géneros*	Número especies	Familias*	Número especies
<i>Vochysia guatemalensis</i>	69.00	Inga	3.00	Fabaceae	5.00
<i>Guazuma ulmifolia</i>	55.00	Trichilia	2.00	Moraceae	5.00
<i>Conostegia xalapensis</i>	39.00	-	-	Malvaceae	4.00
<i>Lippia myriocephala</i>	27.00	-	-	Mimosaceae	4.00
<i>Daphnopsis americana</i>	20.00	-	-	Meliaceae	3.00
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	18.00	-	-	Lauraceae	3.00
-	-	-	-	Myrtaceae	2.00
Otras (31)	118.00	Otros (32)	32	Otras (16)	16

\*En función de las especies identificadas taxonómicamente

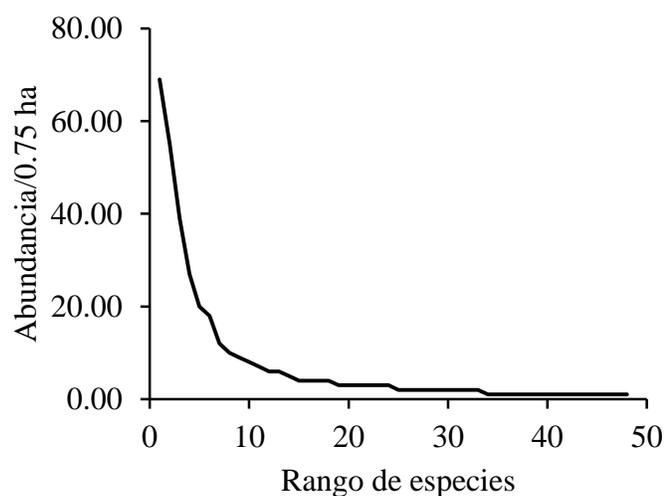
Una comparación de estos resultados es complicada, precisamente porque no hay gran cantidad de estudios realizados en bosques de galería a nivel nacional, además existen variaciones en las metodologías utilizadas.

En términos de riqueza de especies, los valores reportados (S: 48/45, con y sin inclusión de las especies introducidas) son muy superiores a los encontrados por Noguera *et al.* (2004) para un Bg localizado en los Encuentros, Carazo (S: 23). Son similares a los reportados por Tercero y Urrutia (1994) para el Bg del Refugio de Vida Silvestre Chacocente (S: 41-48), Carazo.

En cuanto a las familias más representativas: Moraceae, Malvaceae, Mimosaceae y Meliaceae, también se encuentran dentro las que poseen mayor riqueza en el Bg de Chacocente (Tercero y Urrutia 1994). A la vez, Fabaceae y Moraceae, coinciden con las más representativas encontradas por Cascante y Estrada (2001) en un Bosque húmedo Premontano Tropical de Costa Rica (cantón de Mora, San José).

A su vez Fabaceae, Mimosaceae, Moraceae, Meliaceae y Lauraceae, corresponden a algunas de las 11 familias que contribuyen, entre el 38 y 73 %, con la riqueza de especies en bosques neotrópicales (Kalliola, citado por Díaz *et al.* 2010) coincidiendo con lo encontrado para el estudio (42.85 %, sin inclusión de las especies introducidas).

El patrón de abundancia de las especies indica que muchas están representadas por pocos individuos y una pequeña cantidad por un gran número (Figura 5).



**Figura 5.** Patrón de abundancia para las especies con DN  $\geq$  10 cm, registradas en 2016, en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.

El patrón descrito es común en bosques tropicales (González *et al.* 2006, Castro y González 2011), además se puede afirmar que el que ciertas especies sean más abundantes que otras, es un comportamiento general (Díaz *et al.* 2012).

En bosques sucesionales con un estado avanzado, una parte de estas especies (abundantes) son aquellas que ocupan el dosel durante un largo periodo (e.g.: *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm.), mientras que algunas no representativas corresponden a aquellas con impedimentos ecológicos, principalmente asociados con el factor luz (e.g.: *Cecropia obtusifolia* Bertol.).

Para otras especies su abundancia podría estar limitada por situaciones fortuitas (e.g. árboles con la mayor parte de su copa en la galería del río) o por falta de condiciones biológicas (e.g. dispersores de semillas), estas especies en general son vulnerables de desaparecer.

#### ***Variación de la composición florística en relación a la elevación del bosque de galería***

La riqueza florística varió entre sitios. Los valores más altos se reportaron para el sitio con mayor elevación. Por otro lado, la mayoría de las especies no son compartidas entre los sitios (desde 10 hasta 18 especies) y un 68.75% son totalmente exclusivas (Cuadro 5).

Entre éstas últimas se encuentran: *Inga sapindoides* Willd., *Saurauia waldheimii* Buscal., que se presentan en los 865 msnm; *Cedrela odorata* L., *Erythrina berteroana* Urb., en los 809 msnm; y *Trichospermum grewiifolium* (A. Rich.) Kosterm., e *Inga punctata* Willd., en los 684 msnm.

La similitud florística entre los sitios, evaluada a partir del índice de similitud de Jaccard (Matteucci y Colma 1982) resultó en valores menores al 35 % (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Valores de riqueza y similitud florística obtenidos para la categoría de vegetación con DN  $\geq$  10 cm, en función de las elevaciones de las PPM.

PPM	Altitud (msnm)	Número especies	arb/ 0.25 ha	Especies exclusivas	PPM	Especies compartidas	Jaccard (%)
1	865.00	26.00	92.00	15.00	1-2	8.00	20.51
2	809.00	21.00*	148.00	9.00	1-3	10.00	25.64
3	684.00	23.00	118.00	9.00	2-3	11.00	33.33

\*En total solo 18 especies nativas

Hace aproximadamente 20 años, el sitio ubicado a 809 msnm fue utilizado como potrero de ganado bovino (Santiago Martínez, comunicación personal). Probablemente ambos factores: edad de abandono y uso anterior, influyen en los valores riqueza, así como en la similitud florística entre sitios. Aunque no se conoce un historial definido para las áreas restantes, por la complejidad estructural encontrada (sección 4.1.2), es probable que las edades de abandono de éstas sean mayores al sitio en cuestión.

En estudios donde se han analizado bosques con diferentes edades (análisis de cronosecuencia), se ha observado que la riqueza de especies aumenta proporcionalmente conforme a la edad (Morales *et al.* 2012). A la vez, al comparar bosques con una diferencia de edad entre 05 y 10 años, se han encontrado valores de similitud florística que no superan el 50% (Castro y González *et al.* 2011).

Los resultados de similitud florística, son especialmente explicados por las diferencias altitudinales. La altitud al tener implícita la humedad y la temperatura ejerce cierta influencia en la distribución de las especies (Díaz *et al.* 2012). A nivel local, los cambios que se producen en el ambiente entre cada 50 m de diferencia altitudinal, se traducen en una diferenciación florística, aunque esta no sea total (Salas 1993:27).

#### **4.1.2 Estructura**

##### ***Clases diamétricas y parámetros de la estructura horizontal***

Se encontraron 477.33 árboles ha<sup>-1</sup> y un área basal de 15.18 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. Casi el 90% de los individuos y más del 60% del área basal, se concentraron en las primeras dos categorías diamétricas (10 y 20 cm) (Cuadro 6).

La distribución de árboles en diferentes clases diamétricas muestra el mismo patrón regular (la típica forma de J invertida) reportado para bosques tropicales disetáneos (Louman *et al.* 2001, Morales *et al.* 2012), describiendo una disminución de árboles a medida que las categorías diamétricas son mayores (Cuadro 6 y Anexo 4).

En términos de distribución del área basal, el sitio se asemeja a lo que se puede encontrar en bosques intervenidos, pero quizás en un estadio sucesional avanzado, esto debido a que no hay una disminución progresiva del área basal hasta una clase diamétrica de 30 cm.

Por PPM, se hallaron diferencias en el número de árboles y área basal por hectárea, en la organización horizontal y en la concentración de área basal según clases diamétricas (Cuadro 6).

Las diferencias en el número de árboles  $ha^{-1}$  y área basal  $ha^{-1}$  entre PPM, en parte, se podrían relacionar con los siguientes aspectos: ocupación de área por corrientes de agua (con efectos reductivos), consideración de especies introducidas (con efectos de aumento) y con un mayor número de árboles bifurcados, correspondientemente para las parcelas 01, 02 y 03.

La principal diferencia en la organización horizontal entre PPM fue el haber encontrado una organización más compleja para las parcelas 01 y 03; observar que para la parcela 02 no se registraron individuos en clases superiores a los 30 cm (Cuadro 6).

De lo anterior, se podría inferir que las primeras dos áreas mencionadas se encuentran en un estadio sucesional más avanzado (Castro y González 2011, Morales *et al.* 2012), lo cual explica una mayor área basal, respecto a la PPM 02.

En cuanto a la distribución del área basal, las parcelas 02 y 03 concentraron la mayor área basal en las primeras dos categorías (84.26% y 57.73%, respectivamente). La parcela 01, en cambio, concentró casi el 60% de área basal en las categorías de 20 y 30 cm.

**Cuadro 6.** Árboles  $ha^{-1}$  y área basal ( $m^2$ )  $ha^{-1}$ , por clases diamétricas, en función del inventario general y por cada Parcela Permanente de Muestreo, bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal

Clases de Dap	Inventario general		PPM 1	PPM 2	PPM 3	PPM 1	PPM 2	PPM 3
	N/ha	G/ha	N/ha			G/ha		
10 – 19.9	330.67	5.03	212.00	460.00	320.00	3.11	6.63	5.20
20 – 29.9	98.67	4.48	96.00	100.00	100.00	4.23	4.29	4.40
30 – 39.9	36.00	3.51	44.00	32.00	32.00	4.24	2.04	3.16
40 – 49.9	9.33	1.42	12.00	0.00	16.00	1.83	0.00	2.43
50 – 59.9	1.33	0.26	4.00	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00
60 $\geq$	1.33	0.48	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	1.44
Total	477.33	15.18	368.00	592.00	472.00	14.20	12.96	16.63

A partir de la combinación o asociación de los valores de abundancia, frecuencia y dominancia, calculados para cada especie, se identificaron 03 grupos característicos (Lamprecht 1990) (Anexo 3). El grupo predominante (según el número de especies) es el de las especies “acompañantes” (81.08 %), caracterizadas por tener bajos valores de abundancia, frecuencia y dominancia (e.g. *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Inga sapindoides* Willd. ).

Un segundo grupo (10.81%) lo componen especies que tienen bajos valores de dominancia, pero poseen una distribución horizontal continua (abundancia y frecuencia alta [con presencia en 50% o más de los cuadrantes de las PPM]). El tercer grupo son especies que se destacan por sus altos valores de dominancia además de una distribución horizontal continua (8.11%).

Las especies con los valores más altos de importancia ecológica, según el IVI, son las agrupadas en los dos últimos grupos descritos (Cuadro 7). Las especies *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm. (palo de agua) y *Guazuma ulmifolia* Lam. (Guácimo de ternera), probablemente son las que más caracterizan al bosque de galería, éstas presentaron los porcentajes más altos de importancia.

**Cuadro 7.** Índice de Valor de Importancia para las siete especies más abundantes (DN  $\geq$  10 cm) del bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.

Especies	Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	IVI (%)
<i>Vochysia guatemalensis</i> *	69.00	19.27	83.33	7.69	2.75	24.19	17.05
<i>Guazuma ulmifolia</i> *	55.00	15.36	66.67	6.15	1.94	17.01	12.84
<i>Lippia myriocephala</i> *	27.00	7.54	66.67	6.15	1.15	10.07	7.92
<i>Conostegia xalapensis</i> **	39.00	10.89	58.33	5.38	0.46	4.07	6.78
<i>Heliocarpus appendiculatus</i> **	18.00	5.03	66.67	6.15	0.68	5.99	5.72
<i>Daphnopsis americana</i> **	20.00	5.59	58.33	5.38	0.33	2.87	4.61
<i>Trichospermum grewifolium</i> ***	10.00	2.79	25.00	2.31	0.94	8.25	4.45
Especies restantes (41)	120.00	33.52	658.33	60.77	3.14	27.55	40.61

Aa: Abundancia absoluta; Ar: Abundancia relativa; Fa: Frecuencia absoluta; Fr: Frecuencia relativa; Da: Dominancia absoluta; Dr: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia; (\*): Con distribución horizontal continua y altos valores de G; (\*\*): Con distribución horizontal continua y bajos valores de G; (\*\*\*): grupo (abundancia, frecuencia y dominancia) no definido.

Para las especies con distribución en las tres parcelas, se encontraron diferencias en sus valores de importancia entre PPM; en especial para las consideradas más importantes (*V. guatemalensis*, *G. ulmifolia*) las diferencias son muy ostensibles (Cuadro 8). Es probable que ello se asocie con uno o la relación de los siguientes aspectos:

a) El efecto de la altitud en los patrones de abundancia de las especies (Díaz *et al.* 2012). Particularmente para *G. ulmifolia* se observa una disminución apreciable en los valores de importancia entre mayor es la altitud (Cuadro 8), producto de una menor abundancia a mayor altitud (se registraron: 46, 08 y 01 individuo, correspondientemente para las parcelas 03, 02 y 01, ubicadas a 684, 809 y 865 msnm, respectivamente). Un comportamiento inverso (reducción de los valores de importancia a menor altitud) se observa en *V. guatemalensis*.

b) Diferencias en las especies que colonizan primariamente cada sitio (Ferreira *et al.* 2002). Se puede notar que las especies *V. guatemalensis* y *G. ulmifolia*, forman parte de la composición florística principal de las parcelas (01, 02) y 03, respectivamente (Cuadro 8). Esto podría estar asociado a una colonización temprana de esas áreas por estas especies.

Para comprobar si existe relación de la abundancia de estas especies y la altitud, lo que a su vez estaría probablemente relacionado a que sitios colonizan mejor, se realizó un análisis de correlación (Anexo 7). Se encontró una correlación perfecta (Santander, citado por Martínez *et al.* 2009) y significativa para *V. guatemalensis* ( $r: 1, p= 0.04$ ), en cambio para *G. ulmifolia* la correlación fue perfecta pero no significativa ( $r: -0.99, p= 0.10$ ), esto se debió a una disminución más progresiva de la abundancia en función de una mayor altitud.

Se sugiere que probablemente *V. guatemalensis* está más asociada a sitios que dentro del gradiente (685-865) poseen mayor altitud ( $809 \text{ msnm} \geq$ ). En cambio *G. ulmifolia* se encuentra circunscrita al sitio más bajo.

**Cuadro 8.** Índice de Valor de Importancia para las especies ( $DN \geq 10$  cm) con distribución en las tres Parcelas Permanentes de Muestreo.

Especies	IVI		
	PPM 1	PPM 2	PPM 3
<i>Vochysia guatemalensis</i> (a,b)	36.13	15.50	2.49
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	9.21	7.13	1.20
<i>Lippia myriocephala</i>	4.22	14.34	4.60
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	3.97	2.58	4.02
<i>Trichilia havanensis</i>	1.46	1.51	2.37
<i>Guazuma ulmifolia</i> (c)	1.29	5.83	29.95
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	1.27	2.42	4.71
Otras especies	42.45	50.69	50.66

(a,b): Especie con mayor IVI en la parcela 1-2; c: Especie con mayor IVI en la parcela 3

### 4.1.3 Dinámica de la vegetación

#### *Parámetros demográficos*

La abundancia registrada en 2016 fue ligeramente superior que la registrada en el primer inventario (2015). Esto debido a que se obtuvo una tasa de reclutamiento mayor a la de mortalidad (Cuadro 9).

Las tasas de mortalidad y reclutamiento son similares a las medias anuales (en 7 años) de 4.2 y 4.0%, respectivamente, obtenidas por Castro *et al.* (2005) en el bosque de galería de la Reserva de Vida Silvestre Chacocente. No obstante, estas se reportan para un área total de 2 ha.

Las intensidades de ambos parámetros, hasta cierto punto, dependen del estadio de sucesión (Carvajal y Calvo 2013). En estados maduros y para bosques zonales, se ha observado que las tasas de mortalidad y reclutamiento son bajas (menores a las aquí obtenidas) y ambas tienden a ser muy similares (Quinto *et al.* 2009, Carvajal y Calvo 2013), es decir que existe un equilibrio entre mortalidad y reclutamiento. Para el estudio, esta tendencia fue notable al presentarse una tasa de recambio menor al 1% (Quesada *et al.* 2012).

Los intervalos de tiempo en que son evaluadas también pueden ser otra fuente de variación. Las tasas de mortalidad y reclutamiento reportadas para cortos intervalos de tiempo (como el presente estudio) pueden ser superiores que las obtenidas en evaluaciones de mayor duración (e.g. 4 y 5 años [Londoño y Jiménez 1999]).

En el análisis de la dinámica poblacional por PPM, se encontró que en la parcela tres la tasa de mortalidad fue mayor a la de reclutamiento (Cuadro 9). Es probable que estas diferencias se deban a variaciones de la composición florística entre PPM (Guardia 2004). En especial se observó que la especie predominante en la parcela 03 (*Guazuma ulmifolia* Lam.) fue la que a su vez presentó la mayor cantidad de individuos muertos (55.55%, de 9) y ningún individuo reclutado.

En otras palabras, el comportamiento demográfico de *G. ulmifolia* (especie que no forma parte de la composición principal para las otras PPM: 02 y 01), es probablemente el principal aspecto determinante en esta situación.

**Cuadro 9.** Dinámica poblacional para la vegetación con  $DN \geq 10$  cm, según Parcelas Permanentes de Muestreo y área total muestreada en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.

Datos poblacionales	Parcelas Permanentes de Muestreo			Total (0.75 ha)
	1	2	3	
Árboles 2015	89.00	130.00	126.00	345.00
Árboles muertos	0.00	5.00	9.00	14.00
Árboles reclutados	5.00	6.00	5.00	16.00
Tasa de mortalidad (%)	0.00	3.92	7.41	4.14
Tasa de reclutamiento (%)	5.46	4.68	4.18	4.72
Árboles 2016	94.00	131.00	122.00	347.00

Todos los árboles que fueron encontrados muertos pertenecen a las primeras dos categorías diamétricas: 10 y 20 cm, a estas correspondieron tasas de mortalidad anual de 4.83% y 4.03%, respectivamente. Por otra parte, de los árboles registrados en 2015, sobrevivientes en 2016, solo el 2.11% pasaron de una a otra categoría diamétrica.

La muerte de individuos en las primeras clases de diámetro, puede estar asociada, no solo a una mayor competencia por luz, sino con la propia biología de algunas especies. Un caso particular es *Conostegia xalapensis* (Bonpl.) D. Don ex., esta especie al parecer no alcanza diámetros mayores de 20 cm y, por estar asociada a áreas perturbadas (MBG 2017c) es probablemente una especie de vida corta.

Como causa de mortalidad, la competencia, es indicada por otros autores (Londoño y Álvarez, citados por Londoño y Jiménez 1999) como uno de los factores importantes para la muerte de árboles en pie. Aunque este estudio no evaluó ningún patrón de mortalidad, la categoría citada con el volcamiento de raíz, quizás (por observación) fueron las más frecuentes, coincidiendo con lo reportado por Londoño y Jiménez (1999) para un mismo intervalo de tiempo.

En cuanto a la dinámica poblacional por especie (Cuadro 10), un grupo de tres especies presentaron mortalidad y reclutamiento de individuos, dos de estas en el periodo de estudio no registraron cambios poblacionales (e.g. *C. xalapensis*), por presentarse un equilibrio entre las pérdidas e ingresos (tasas de recambio: 0 %). En cambio para *G. ulmifolia* (especie restante del grupo) y *Lippia myriocephala* Schltl. & Cham., (especie que solo presento mortalidad), sus poblaciones muestran un descenso de 6.35% y 13.35%, respectivamente.

Para otro grupo de 5 especies, solo se encontraron ingresos, lo que correspondió a un aumento poblacional (tasas de recambio positivas) de esas especies (e.g. *Platymiscium dimorphandrum* Donn. Sm.). Las altas tasas de reclutamiento y recambio, se explican por la pequeña base poblacional (árboles registrados en 2015).

Los resultados obtenidos también reflejan el funcionamiento e importancia de ambos procesos. La mortalidad tuvo efectos negativos, especialmente, para dos especies (*G. ulmifolia* y *L. myriocephala*), su importancia ecológica (según el IVI) como consecuencia de un recambio poblacional negativo se redujo en casi un 1% al final del periodo (Anexo 3).

Por el contrario, otras aumentaron dicha importancia (e.g. *Daphnopsis americana* (Mill.) J.R. Johnst; *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm.), y dos más ingresaron a esta categoría de tamaño, aumentando la complejidad florística del ecosistema (Cuadro 10). El reclutamiento de éstas probablemente está asociado a que los individuos durante el primer inventario hayan estado muy cerca de llegar a la clase de 10 cm.

**Cuadro 10.** Parámetros poblacionales obtenidos para las especies (DN  $\geq$  10 cm) que presentaron mortalidad y/o reclutamiento de individuos.

Especies	Árboles 2015	Árboles muertos	Árboles reclutados	m (%)	r (%)	$\lambda$ (%)
<i>Lippia myrioccephala</i>	32.00	4.00	0.00	13.35	0.00	-13.35
<i>Conostegia xalapensis</i>	41.00	4.00	4.00	10.27	10.27	0.00
<i>Guazuma ulmifolia</i>	65.00	5.00	1.00	8.00	1.65	-6.35
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	18.00	1.00	1.00	5.72	5.72	0.00
<i>Daphnopsis americana</i>	18.00	0.00	2.00	0.00	10.54	10.54
<i>Lonchocarpus sanctuarii</i>	2.00	0.00	1.00	0.00	40.55	40.55
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	6.00	0.00	1.00	0.00	15.42	15.42
<i>Trichilia spp.</i>	1.00	0.00	1.00	0.00	69.31	69.31
<i>Vochysia guatemalensis</i>	66.00	0.00	3.00	0.00	4.45	4.45
<i>Inga punctata</i> *	0.00	-	1.00	-	-	-
<i>Moraceae</i> *	0.00	-	1.00	-	-	-
<b>Total</b>	<b>345.00</b>	<b>14.00</b>	<b>16.00</b>	<b>4.14</b>	<b>4.72</b>	<b>0.58</b>

m: Tasa de mortalidad; r: Tasa de reclutamiento;  $\lambda$ : Tasa de recambio; \*: Especies registradas en el último inventario

### ***Incremento diamétrico***

Debido a que la prueba de normalidad (Shapiro-Wilks modificado) indicó que los incrementos diamétricos para el periodo no poseían una distribución normal ( $W= 0.82$ ,  $p< 0.05$ ), se utilizó la mediana para reportarlos. Ante distribuciones no normales, esta medida ofrece mejores valores medios, debido a que no es afectada por datos extremos como la media (Orozco y Brumer 2002).

Para el año de estudio el incremento fue de 03 mm. Al menos 11 de las 41 especies analizadas alcanzaron valores idénticos durante el periodo.

Las especies *Capparis heydeana* Donn. Sm., *Erythrina berteroana* Urb., *Tabebuia rosea* (Bertol) DC., y una especie de las moráceas no presentaron incrementos. De la misma manera algunos árboles de otras 15 especies. De estas, *Guazuma ulmifolia* Lam. cuenta con la mayor cantidad de árboles sin incremento (26 de 53 árboles/0.75 ha).

De las 07 especies con mayor valor de importancia *G. ulmifolia* presentó el menor incremento, en cambio *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm. y *Daphnopsis americana* (Mill.) J.R. Johnst, obtuvieron los más altos. A diferencia de las especies restantes, para esta última, todos los individuos reportaron incrementos y los valores medios se alejaron en menor grado de los máximos alcanzados (Cuadro 11).

Es probable que algunos árboles no hayan logrado incrementos por encontrarse en condiciones deficientes de iluminación (36.8% de 57 individuos que no reportaron incremento). Entre otros factores, figura la competencia, probablemente la situación encontrada para *G. ulmifolia* se relacione con que una parte de los árboles sin incremento eran bifurcados (46.15%).

Las investigaciones en bosque tropicales en donde se ha estudiado el incremento corriente anual parecen ser limitadas, al menos en la bibliografía consultada no se encontraron evaluaciones de este tipo.

En general, para las especies citadas, los incrementos anuales son menores para aquellas consideradas como heliófitas efímeras, esto probablemente se debe a que han llegado a un estado de desarrollo avanzado, en el cual el ritmo de incremento es menor respecto a estados jóvenes.

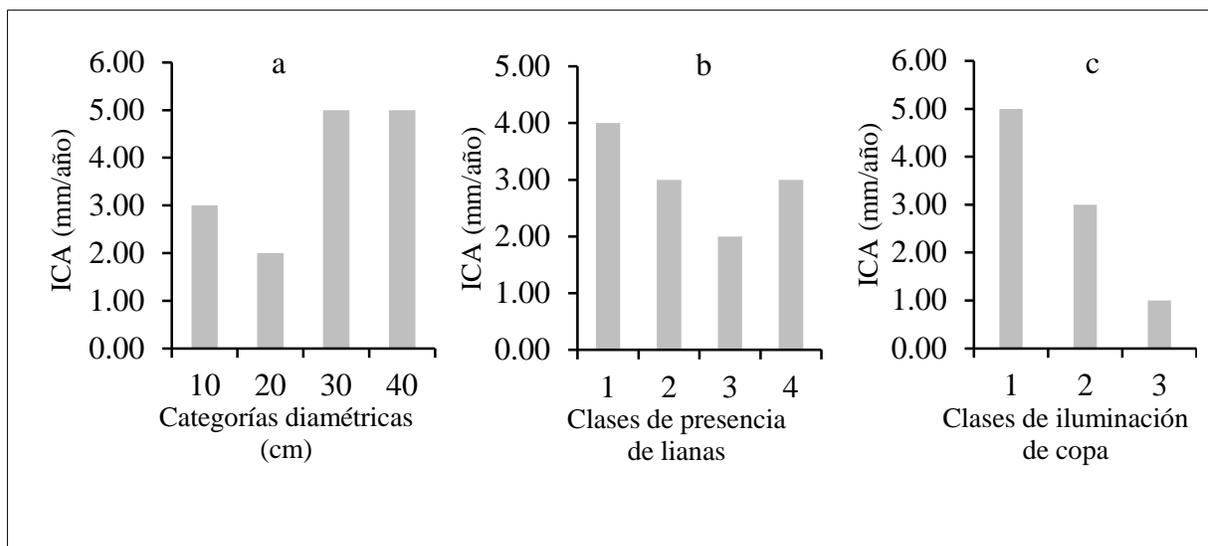
Para *V. guatemalensis*, se han reportado incrementos anuales promedios superiores a los encontrados (entre 12-13 mm), no obstante estos provienen de plantaciones de 9 y 11 años de edad (Delgado *et al.* 2003).

**Cuadro 11.** Incremento corriente anual para las especies (DN  $\geq$  10 cm) con los valores más altos de importancia en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.

Especies	ICA (mm/año)	Rango (ICA)	Gremio Ecológico
<i>Vochysia guatemalensis</i>	8.00	0.00-26.00	HD (a)
<i>Daphnopsis americana</i>	7.00	1.00-12.00	HD (a)
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	4.00	0.00-16.00	HE (a)
<i>Lippia myriocephala</i>	3.00	0.00-18.00	(c)
<i>Conostegia xalapensis</i>	3.00	0.00-10.00	(c)
<i>Trichospermum grewiifolium</i>	2.50	0.00-12.00	HE (a)
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1.00	0.00-9.00	HD (b)

HD: Heliófito durable; HE: Heliófito efímero; (a): SIREFOR (2010); (b): Ferreira (2002); (c): no se ha sugerido, pero debido a su asociación con áreas alteradas (MBG 2017c, MBG 2017f), probablemente sean especies de vida corta.

Los mayores incrementos se reportaron para las dos últimas clases diamétricas (Figura 6a) analizadas (solo las primeras 04 debido a la mayor representatividad de individuos), en árboles que no estuvieron afectados por lianas (Figura 6b), y en individuos con las mejores condiciones de iluminación (Figura 6c).



**Figura 6.** Incremento corriente anual: a) en función de las primeras cuatro categorías diamétricas; b) en función de las clases de presencia de lianas: 1. sin lianas, 2. con lianas en el fuste, 3. con lianas en la copa, 4. con lianas en el fuste y copa; c) en función de las clases de iluminación de copa: 1. buena, 2. aceptable, 3. deficiente.

Considerando toda la población de árboles, se encontró una correlación negativa y altamente significativa ( $p < 0.01$ ) del incremento diamétrico con la condición de iluminación, esto significa que se presentaron mayores incrementos en árboles con copas menos sombreadas. En cambio, el tamaño de los árboles (DN) y la infestación de lianas, no están directamente asociados con el incremento diamétrico (la probabilidad de correlación resultó ser no significativa:  $p > 0.05$ ) (Cuadro 12).

Se puede inferir que los mayores incrementos encontrados en las últimas clases diamétricas (Figura 6a) están probablemente más relacionados con mejores condiciones de iluminación que con un mayor tamaño.

Las especies *V. guatemalensis* y *D. americana*, fueron las que presentaron el mayor incremento durante el año de estudio. De igual manera que para toda la población de árboles, para ambas no se halló correlación del incremento con el tamaño de los individuos, sin embargo, si se encontró una correlación negativa y altamente significativa del incremento con la infestación de lianas, lo cual indica que se presentaron mayores incrementos en individuos menos afectados.

Para *D. americana* el incremento también se correlacionó negativa y significativamente ( $p < 0.05$ ) con la condición de iluminación, reflejando que se obtuvieron mayores incrementos en árboles con copas menos sombreadas.

En particular *V. guatemalensis* aún en condiciones deficientes de iluminación presentó incrementos diamétricos altos (8.00 mm/año como incremento medio, y la mayoría de los árboles presentaron un incremento mayor o igual a dicho valor), es probable que debido a este comportamiento no se haya encontrado una correlación significativa del incremento con la condición de iluminación.

**Cuadro 12.** Grado de asociación lineal entre el incremento diamétrico y variables del árbol, en función del total de individuos analizados y para las especies con mayor incremento durante el periodo.

Coeficiente de <i>Spearman</i>	ICA-Cd		ICA-Cpl		ICA-Cic	
	r	P	r	P	r	P
Bosque	0.06	ns	-0.10	ns	-0.35	**
<i>Vochysia guatemalensis</i>	-0.21	ns	-0.56	**	-0.23	ns
<i>Daphnopsis americana</i>	0.15	ns	-0.79	**	-0.59	*

Cd: Categorías diamétricas; Cpl: Clases de presencia de lianas; Cic: Clases de iluminación de copa (ordenadas en función de una mayor incidencia de luz no directa); r: Valor absoluto de correlación; P: Probabilidad de la prueba de correlación: ns (no significativo:  $p > 0.05$ ), \* $0.05 > p > 0.01$ , \*\* $p < 0.01$

## 4.2 Regeneración natural de latizales: vegetación con una altura mayor a 1.5 m y un DN < 10 cm

### 4.2.1 Composición florística

#### *Riqueza florística*

Se encontraron 62 árboles en 0.015 ha, agrupados en 22 especies de las cuales, 13 fueron identificadas completamente, 3 a nivel de género, 3 hasta familia y en las restantes se desconoce su taxonomía. Las identificadas en las últimas categorías taxonómicas se agrupan en 16 géneros y 13 familias.

No se encontraron géneros representados por más de una especie. En cuanto a las familias con mayor riqueza, Moraceae ocupa los valores más altos (Cuadro 13).

En términos de riqueza de especies, los valores reportados (S: 22) son superiores a los que se han encontrado en otros bosques de galería en estado de conservación (RVS, Chacocente: 17 especies) y no conservados (Los Encuentros: 12 especies), del Departamento de Carazo (Noguera *et al.* 2004).

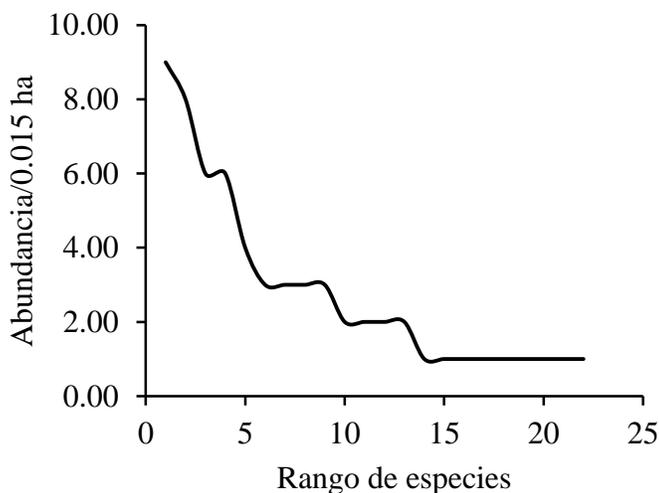
A nivel de familia, 4 de las que presentaron mayor riqueza en la categoría de DN  $\geq$  10 cm, también se encuentran representadas por más de una especie en esta categoría. Éstas en conjunto con Primulaceae, contribuyen con la mayor riqueza de especies para la categoría latizal.

**Cuadro 13.** Taxones más representativos en la categoría latizal para el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal, según un área acumulada de 0.015 ha

Especies*	Número individuos	Géneros*	Número especies	Familias*	Número especies
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	9.00	-	-	Moraceae	3.00
<i>Trichilia spp.</i>	8.00	-	-	Fabaceae	2.00
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	6.00	-	-	Lauraceae	2.00
<i>Conostegia xalapensis</i>	6.00	-	-	Mimosaceae	2.00
<i>Inga oerstediana</i>	4.00	-	-	Primulaceae	2.00
Otras	19.00	Otros (16)	16	Otras (8)	8.00

\*En función de las especies identificadas taxonómicamente

El patrón de abundancia de las especies, indica que la mayoría están representadas por pocos individuos mientras pocas especies son abundantes (Figura 7), esto coincide con lo reportado para la categoría de  $DN \geq 10$  cm. En el caso de los latizales, las especies más abundantes en general, no figuran dentro de las más representativas para la categoría de  $DN \geq 10$  cm (para detalles explicativos sección 4.2.2).



**Figura 7.** Patrón de abundancia para las especies de la categoría latizal, registradas en 2016, en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.

#### *Variación de la composición florística en relación a la elevación del bosque de galería*

Se registró mayor riqueza a menor altitud. Por otro lado, casi el 82% de las especies son exclusivas, es decir, que no se comparten entre sitios (Cuadro 14 y Anexo 2).

Las especies que se presentan entre sitios son: *Platymiscium dimorphandrum* Donn. Sm. en las elevaciones 865 y 684 msnm; *Cinnamomum triplinerve* (Ruiz & Pav.) Kosterm., *Conostegia xalapensis* (Bonpl.) D. Don ex DC., y una especie de las Moráceas en las elevaciones 809 y 684 msnm.

En términos de similitud florística, según el índice de Jaccard (Matteucci y Colma 1982), existe una marcada disimilitud en la composición de especies, dado los valores iguales o cercanos a cero (Cuadro 14).

Los resultados indican que la riqueza de especies y la abundancia tendieron a aumentar a menor altitud. Patrón probablemente asociado con diferencias en las condiciones físicas en que fue muestreada la vegetación (latizal) por cada sitio. La pendiente del terreno es un factor que podría influir en los patrones de abundancia y en la presencia de especies (González 2008). En cuanto a esto, se observó una menor pendiente para las subparcelas establecidas a menor altitud, en donde se presentaron los valores más altos de abundancia y riqueza.

Para los sitios con mayor altitud también se apreció que los sectores en donde se establecieron las subparcelas, se caracterizaban por tener muchos escombros (865 msnm) y por un suelo más compactado (809 msnm), correspondientemente. En ambos casos, es probable que se pueda limitar parcialmente el establecimiento de plántulas y por ende la presencia de especies.

La escasa o inexistente similitud florística entre áreas, en gran parte se explica por la influencia de la altitud en la distribución de las especies (Díaz *et al.* 2012). Al respecto, Salas (1993:27) indica que a nivel local las diferencias ambientales que se producen entre cada 50 m de altitud se traducen en una diferenciación florística. También, el no haber encontrado regeneración de algunas especies ( $DN \geq 10$  cm) compartidas entre sitios, influyó en los valores encontrados.

**Cuadro 14.** Valores de riqueza y similitud florística obtenidos para la categoría latizal, en función de las elevaciones de las PPM.

PPM	Altitud (msnm)	Número especies	arb/ 0.005 ha	Especies exclusivas	PPM	Especies compartidas	Jaccard (%)
1	865.00	5.00	7.00	4.00	1-2	0.00	0.00
2	809.00	6.00	15.00	3.00	1-3	1.00	5.26
3	684.00	15.00	42.00	11.00	2-3	3.00	16.66

#### 4.2.2. Estructura

##### *Proporción de especies con regeneración, e Índice de Valor de Importancia*

De las especies registradas en la categoría de  $DN \geq 10$  cm, solo un 33.33% poseen regeneración en esta categoría (latizal), a su vez, las más abundantes en la categoría de  $DN \geq 10$  cm (e.g. *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm, *Heliocarpus appendiculatus* Turcz, *Lippia myriocephala* Schldl. y Cham.), no figuran dentro de las más abundantes para los latizales.

Las especies con mayor importancia, según el Índice de Valor de Importancia modificado (adaptado de Dezzeo *et al.* 2008), son detalladas en el Cuadro 15. Éstas, en general, no coincidieron con las más importantes de la categoría de tamaño superior ( $DN \geq 10$  cm) (sección 4.1.2), lo cual sugiere que la composición principal de los estratos más bajos del bosque es diferente a la de los estratos altos.

**Cuadro 15.** Índice de Valor de Importancia modificado, para las cinco especies más abundantes de la categoría latizal en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.

Especies	Aa	Ar	Fa	Fr	IVI (%)
<i>Trichilia spp.</i>	8.00	12.90	33.33	6.90	9.90
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	9.00	14.52	16.66	3.45	8.98
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	6.00	9.68	33.33	6.90	8.29
<i>Conostegia xalapensis</i>	6.00	9.68	33.33	6.90	8.29
<i>Inga oerstediana</i>	4.00	6.45	33.33	6.90	6.67
Especies restantes (17)	29.00	46.77	333.33	68.97	57.87

Aa: Abundancia absoluta; Ar: Abundancia relativa; Fa: Frecuencia absoluta; Fr: Frecuencia relativa; IVI: Índice de valor de importancia.

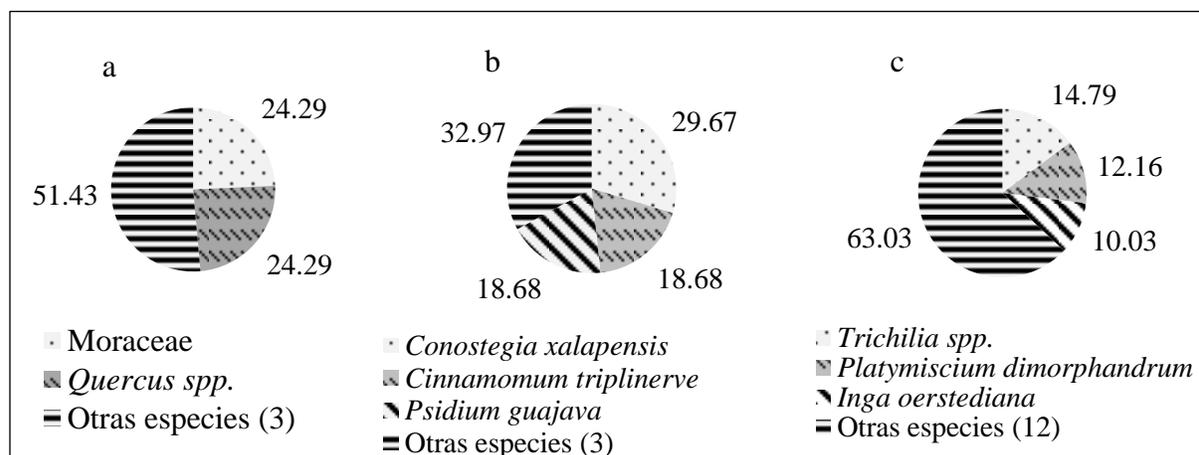
Las especies más importantes difieren entre PPM (Figura 8), debido a la disimilitud florística (sección 4.2.1) y a las variaciones en los patrones de abundancia de las especies compartidas. A esta escala, sin embargo, los resultados no pueden ser generalizados, dada la pequeña área muestreada (Matteucci y Colma 1982). Las observaciones realizadas en campo, por ejemplo, permitieron conocer que *Quercus spp.* se limita a una de las subparcelas de la PPM 01, es decir que no se presenta en otros sectores de la misma.

Los resultados indican que más de la mitad (32) de las especies registradas con un  $DN \geq 10$  cm no poseen regeneración en esta categoría (latizal). Además, algunas que si están presentes (e.g. *V. guatemalensis*, *H. appendiculatus* [Anexo 3 y Anexo 5]), no presentan una abundancia esperada, si se considera el gran número de individuos en estados adultos (Leigue 2011).

Este comportamiento puede deberse a características ecológicas de cada especie (en principio relacionadas con sus requerimientos lumínicos). Para algunas probablemente su regeneración ya se ha interrumpido naturalmente, induciendo a que no se encuentren representadas (e.g. *L. myriocephala*, *Guazuma ulmifolia* Lam, *Cecropia obtusifolia* Bertol.), o a que se presenten en cantidades no considerables (e.g. *V. guatemalensis*, *H. appendiculatus*).

Para la especie *G. ulmifolia*, aunque se conozca que su germinación no se ve influida por la luz (Muñoz *et al* 2004 p. 28), lo cual quiere decir que no está sujeta a germinar en claros del bosque, sus requerimientos lumínicos podrían aumentar en un estado de plántula y ser mayores aún en los siguientes (Loumant *et al.* 2001 p. 39), razón por la cual no está representada.

Es probable que para otras especies el no haber encontrado regeneración se relacione con el tamaño de los árboles en la clase superior ( $DN \geq 10$  cm); esto de acuerdo a la relación DN-producción de semillas (Guariguata 1998).



**Figura 8.** Especies con mayor importancia de la categoría latizal, según Parcelas Permanentes de Muestreo: a) parcela 1; b) parcela 2; c) parcela 3. Los valores son presentados en porcentaje

### 4.2.3 Dinámica de la vegetación

#### *Parámetros demográficos*

La abundancia registrada en 2016, fue 8.77% más alta que la encontrada en el primer inventario (2015). Esto se debió a la obtención de una tasa de reclutamiento mayor a la de mortalidad (Cuadro 16).

A partir de las dos subparcelas establecidas por Parcela Permanente de Muestreo, las parcelas 01 y 02 presentaron tasas de mortalidad iguales a cero. En cambio la parcela 03, presentó una tasa de mortalidad más alta que la general estimada (3.57%), pero ésta siempre fue superada por la de reclutamiento.

La muerte de individuos solo en esta última parcela, quizás se asoció con una mayor competencia, el alto número de individuos registrados (hasta 4 veces más alto que en las otras PPM) es un indicador de mayores niveles de competencia (Louman *et al.* 2001).

**Cuadro 16.** Dinámica poblacional para la categoría latizal, de acuerdo al área acumulada de las dos subparcelas establecidas por Parcela Permanente de Muestreo y área total muestreada en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.

Datos poblacionales	Parcelas Permanentes de Muestreo			Total (0.015 ha)
	1	2	3	
Árboles 2015	6.00	10.00	41.00	57.00
Árboles muertos	0.00	0.00	2.00	2.00
Árboles reclutados	1.00	3.00	3.00	7.00
Tasa de mortalidad (%)	0.00	0.00	5.00	3.57
Tasa de reclutamiento (%)	15.41	26.23	7.41	12.00
Árboles 2016	7.00	13.00	42.00	62.00

En cuanto a la dinámica poblacional por especie, solamente *Platymiscium dimorphandrum* Donn. Sm. presentó mortalidad y reclutamiento y debido a equivalencias en el número de árboles muertos y reclutados su población no mostró cambios durante el periodo (tasa de recambio: 0%).

En contraste, una especie que solo presentó mortalidad manifestó un descenso poblacional (tasa de recambio negativa). En cambio, un grupo de 04 especies que solo reclutaron individuos mostraron un aumento en sus poblaciones (tasas de recambio positivas).

En el último inventario, además, un individuo de una especie no registrada inicialmente (2015) ingresó a esta categoría.

Para la categoría, la alta tasa de recambio indica la tendencia de una incorporación de individuos de más de 03 veces mayor que las pérdidas obtenidas para el periodo. Por especie, las altas tasas (tanto negativas como positivas) se explican por la pequeña base poblacional (en términos del número de individuos registrados inicialmente) de cada especie (Cuadro 17).

Para el año de estudio los resultados sugieren que la población de latizales aumentó, espacialmente de manera casi asimétrica (en términos del número de individuos reclutados por PPM). Debido a la corta duración del estudio dicho patrón no se puede extrapolar. Conviene indicar, sin embargo, que la asimetría podría tener relación con factores de micro sitio (e.g. pendiente y grados de perturbación natural [visiblemente mayores en las subparcelas de la PPM 01]).

**Cuadro 17.** Parámetros poblacionales obtenidos para las especies que presentaron mortalidad y/o reclutamiento de individuos en la categoría latizal.

Especies	Árboles 2015	Árboles muertos	Árboles reclutados	m (%)	r (%)	$\lambda$ (%)
<i>Daphnopsis americana</i>	4.00	1.00	0.00	28.77	0.00	-28.76
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	9.00	1.00	1.00	11.78	11.78	0.00
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	4.00	0.00	2.00	0.00	40.55	40.55
<i>Lonchocarpus sanctuarii</i>	1.00	0.00	1.00	0.00	69.31	69.31
Moraceae	1.00	0.00	1.00	0.00	69.31	69.31
Moraceae*	1.00	0.00	1.00	0.00	69.31	69.31
Desconocida**	0.00	-	1.00	-	-	-
Total	57.00	2.00	7.00	3.57	11.98	8.41

m: Tasa de mortalidad; r: Tasa de reclutamiento;  $\lambda$ : Tasa de recambio; \*: Pertenece a otra especie; \*\*: Especie registrada en el último inventario

### 4.3 Regeneración natural de brinzales: vegetación con altura desde 0.3 m hasta 1.5 m

#### 4.3.1 Composición florística

##### *Riqueza florística*

Se encontraron 30 individuos en 0.0024 ha, correspondientes a 14 especies, de las cuales 09 se identificaron completamente, 02 a nivel de género, 02 hasta familia y para 01 se desconoce su taxonomía. Las identificadas en las últimas categorías se agrupan en 09 géneros y 09 familias.

El género *Trichilia* fue el único representado por más de una especie. En cuanto a las familias con mayor riqueza, Fabaceae ocupa los valores más altos. Ésta en conjunto con dos familias más, contribuyen con alrededor del 50% de la riqueza de especies (Cuadro 18).

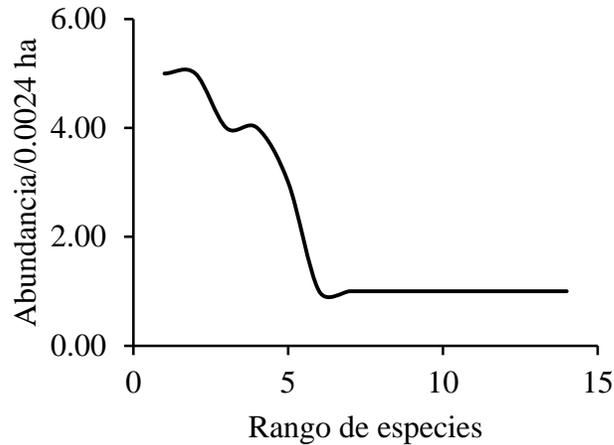
**Cuadro 18.** Taxones más representativos en la categoría brinzal para el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal, según un área acumulada de 0.0024 ha.

Especies*	Número individuos	Géneros*	Número especies	Familias*	Número especies
<i>Trichilia spp.</i>	5.00	Trichilia	2.00	Fabaceae	3.00
<i>Daphnopsis americana</i>	5.00	-	-	Meliaceae	2.00
<i>Lonchocarpus sanctuarii</i>	4.00	-	-	Myrtaceae	2.00
<i>Psidium guajava</i>	4.00	-	-	-	-
Otras (5)	9.00	Otros (8)	9.00	Otras (6)	6.00

\*En función de las especies identificadas taxonómicamente

Al igual que en categorías de tamaño superior ( $DN \geq 10$  cm y latizal), el patrón de abundancia para las especies es el mismo: la mayoría poseen pocos individuos mientras pocas especies son abundantes (Figura 9).

Uno de los factores asociados a la representatividad de una especie en esta categoría es la abundancia de árboles semilleros (Leigue 2011), dicha representatividad, sin embargo, espacio-temporalmente podría ser muy limitada para algunas especies y muy duradera para otras, lo cual responde probablemente a los requerimientos lumínicos de cada especie (Sáenz *et al.* 1999).



**Figura 9.** Patrón de abundancia para las especies de la categoría brinzal, registradas en 2016, en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.

#### *Variación de la composición florística en relación a la elevación del bosque de galería*

Se registró mayor riqueza a menor altitud. Por otro lado, más del 94% de las especies encontradas entre el primer y segundo inventario (17) son exclusivas, es decir, que no se comparten entre ninguno de los sitios (Cuadro 19 y Anexo 2).

Las únicas especies en común entre sitios son: *Inga oerstediana* Benth. ex Seem., presente a 865 y 684 msnm, y *Platymiscium dimorphandrum* Donn. Sm., representada a 809 y 684 msnm.

La similitud florística entre sitios, según el índice de Jaccard (Matteucci y Colma 1982), resultó en valores cercanos e iguales que cero, sugiriendo una marcada disimilitud en la composición de especies (Cuadro 19).

Los resultados coinciden con el mismo patrón de riqueza y abundancia encontrado para la categoría latizal. A como se sugirió para esa categoría, esto podría estar más asociado con diferencias en las condiciones físicas en que fue muestreada la vegetación por cada sitio.

Aparte de haber observado una menor pendiente para las subparcelas ubicadas a menor altitud (a lo cual se podría atribuir una mayor abundancia de individuos y especies [González *et al.* 2008]), también se apreciaron muchos escombros en las subparcelas del sitio con mayor altitud, así como una mayor compactación del suelo en las subparcelas del sitio ubicado a 809 msnm. En ambos casos, parcialmente se podría limitar el establecimiento de plántulas.

La alta disimilitud florística, en gran parte se explica por la influencia de la altitud en la distribución de las especies (Díaz *et al.* 2012). En este sentido, Salas (1993:27), indica que las diferencias ambientales que se producen entre cada 50 m de altitud, conllevan a una diferenciación florística, aunque esta no sea total. Otro aspecto que intervino, fue el no haber encontrado regeneración de algunas especies ( $DN \geq 10$  cm) compartidas entre sitios.

**Cuadro 19.** Valores de riqueza y similitud florística obtenidos para la categoría brinzal, en función de las elevaciones de las PPM.

PPM	Altitud (msnm)	Número especies	arb/ 0.0024 ha	Especies exclusivas	PPM	Especies compartidas	Jaccard (%)
1	865.00	2.00	2.00	1.00	1-2	0.00	0.00
2	809.00	6.00	7.00	5.00	1-3	1.00	8.33
3	684.00	11.00	21.00	10.00	2-3	1.00	6.25

**Nota:** Las diferencias en los valores de riqueza, se explican por la inclusión de las especies con únicos individuos en 2015 que no fueron encontrados en el último inventario. La abundancia total por unidades en ambos inventarios prácticamente fue la misma

#### 4.3.2 Estructura

##### *Proporción de especies con regeneración, e Índice de Valor de Importancia*

De las especies registradas en la categoría de  $DN \geq 10$  cm, solo el 20.83% presentaron regeneración en esta categoría, a su vez, las más abundantes de la categoría de  $DN \geq 10$  cm (a excepción de *Daphnopsis americana* (Mill.) J.R. Johnst.), no figuran dentro de las más abundantes para los brinzales. En cambio, dos de las especies (*Platymiscium dimorphandrum* Donn. Sm. y *Trichilia spp.*), también se presentan dentro de las más abundantes para los latizales.

Las especies con mayor importancia, según el Índice de Valor de Importancia modificado (adaptado de Dezzeo *et al.* 2008), son detalladas en el Cuadro 20. Según estos resultados la composición principal es parecida a la de los latizales, debido a que *Trichilia spp.* y *P. dimorphandrum* también forman parte de las 05 especies más importantes de esa categoría.

**Cuadro 20.** Índice de Valor de Importancia modificado, para las cuatro especies más abundantes de la categoría brinzal en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.

Especies	Aa	Ar	Fa	Fr	IVI (%)
<i>Daphnopsis americana</i>	5.00	16.67	33.33	11.11	13.89
<i>Trichilia spp.</i>	5.00	16.67	33.33	11.11	13.89
<i>Lonchocarpus sanctuarii</i>	4.00	13.33	33.33	11.11	12.22
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	3.00	10.00	33.33	11.11	10.56
Especies restantes (10)	13.00	43.33	166.68	55.56	49.44

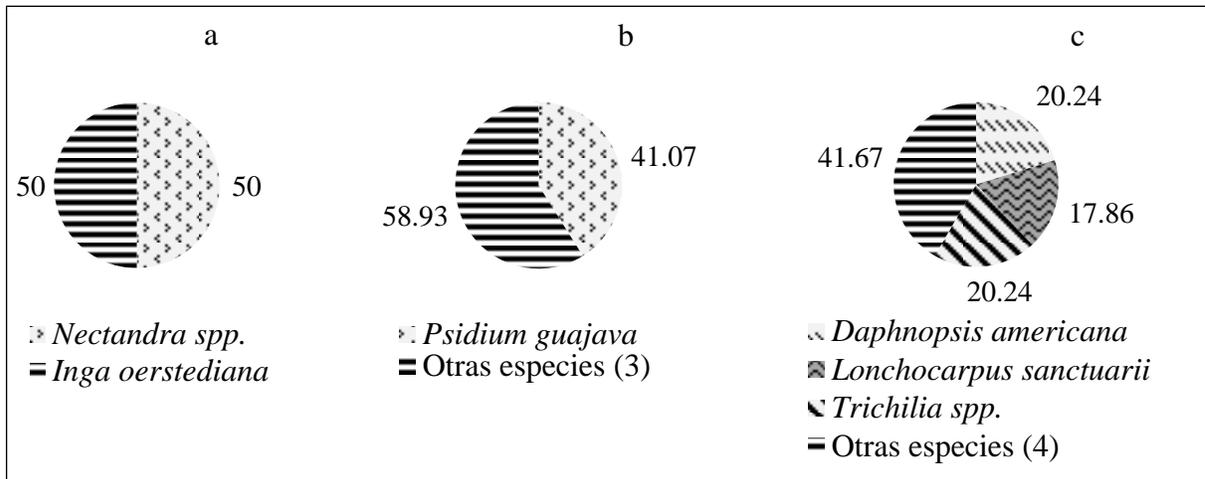
Aa: Abundancia absoluta; Ar: Abundancia relativa; Fa: Frecuencia absoluta; Fr: Frecuencia relativa; IVI: Índice de valor de importancia

Las especies más importantes difieren entre PPM (Figura 10), debido a los altos valores de disimilitud florística (sección 4.3.1) y a las variaciones en los patrones de abundancia de las especies compartidas entre parcelas.

Los resultados guardan congruencia con lo obtenido para la categoría anterior (latizal). El número de especies con regeneración en esta categoría es todavía menor (10). En general, también las especies con mayor importancia no equivalen a las más importantes de la categoría de DN  $\geq 10$  cm.

Probablemente los valores de importancia (considerando la abundancia y la frecuencia) para *D. americana* se relacionan con una disponibilidad alta de árboles semilleros (sección 4.1.2) (Leigue 2011); por el reducido tamaño de la especie (MBG 2017d) es probable que una buena parte de los árboles registrados (DN  $\geq 10$  cm) sean productores de semillas.

Para *Trichilia spp.*, los altos valores de importancia, no se relacionan con una disponibilidad alta de árboles semilleros, estos se explican porque las subparcelas de muestreo estuvieron muy cerca de la fuente semillera (único árbol, de los dos registrados de la especie con un DN igual a 23.6 cm).



**Figura 10.** Especies con mayor importancia de la clase brinzal, según Parcelas Permanentes de Muestreo: a) parcela 1; b) parcela 2; c) parcela 3. Los valores son presentados en porcentaje.

### 4.3.3 Dinámica de la vegetación

#### *Parámetros demográficos*

La abundancia registrada en 2016 (incluyendo rebrotes) fue 7.14% más alta que la registrada en el primer inventario (2015). Esto se debió a que se obtuvo una tasa de reclutamiento mayor a la de mortalidad (Cuadro 21).

A partir de las dos subparcelas establecidas por PPM, solo en la parcela 01 no se encontró mortalidad de individuos. En términos absolutos, se observó un mayor reclutamiento para las PPM ubicadas a menor altitud (02-03). Este patrón podría estar asociado con que las subparcelas establecidas en éstas, ocuparon áreas del terreno menos inclinadas, a las que podrían asociarse una mayor disponibilidad de semillas (González 2008) y consecuentemente un mayor reclutamiento.

**Cuadro 21.** Dinámica poblacional para la categoría brinzal, de acuerdo al área acumulada de las dos subparcelas establecidas por Parcela Permanente de Muestreo y área total muestreada en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.

Datos poblacionales	Parcelas permanentes de muestreo			Total (0.0024 ha)
	1	2	3	
Árboles 2015	1.00	7.00	20.00	28.00
Árboles muertos	0.00	4.00	3.00	7.00
Árboles reclutados	1.00	4.00	4.00	9.00
Tasa de mortalidad (%)	0.00	84.73	16.25	28.76
Tasa de reclutamiento (%)	69.31	84.73	21.13	35.66
Árboles 2016	2.00	7.00	21.00	30.00

En cuanto a la dinámica poblacional por especie. Solo *Senna papilosa* (Britton y Rose) H. S. Irwin y Barneby., presentó mortalidad y reclutamiento, y debido a equivalencias en el número de árboles muertos y reclutados, no mostró cambios poblacionales (Cuadro 22).

En contraste, un grupo de 06 especies que solo presentaron mortalidad, mostraron un descenso poblacional, tres de estas al final del estudio ya no se encontraron (e.g. *Albizia adinocephala* (Donn. Sm.) Britton y Rose ex Record). En cambio, un grupo de 02 especies que solo presentaron reclutamiento, mostraron un aumento en sus poblaciones (tasas de recambio positivas). También, en el último inventario dos individuos de dos especies no registradas en 2015, ingresaron a esta categoría (Cuadro 22).

**Cuadro 22.** Parámetros poblacionales obtenidos para las especies que presentaron mortalidad y/o reclutamiento de individuos en la categoría brinzal.

Especies	Árboles 2015	Árboles muertos	Árboles reclutados	m (%)	r (%)	$\lambda$ (%)
<i>Albizia adinocephala</i> **	1.00	1.00	0.00	-	-	-
<i>Cinnamomum triplinerve</i> **	1.00	1.00	0.00	-	-	-
<i>Inga punctata</i> **	1.00	1.00	0.00	-	-	-
<i>Senna papilosa</i> **	1.00	1.00	1.00	-	-	-
<i>Inga oerstediana</i>	2.00	1.00	0.00	69.31	0.00	-69.31
<i>Trichilia havanensis</i>	2.00	1.00	0.00	69.31	0.00	-69.31
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	4.00	1.00	0.00	28.77	0.00	-28.77
<i>Daphnopsis americana</i>	2.00	0.00	3.00	0.00	91.63	91.63
<i>Psidium guajava</i> <sup>±</sup>	1.00	0.00	3.00	0.00	138.63	138.63
<i>Nectandra spp</i> *	0.00	-	1.00	-	-	-
<i>Moraceae</i> *	0.00	-	1.00	-	-	-
Total	28.00	7.00	9.00	28.77	35.67	6.90

m: Tasa de mortalidad; r: Tasa de reclutamiento;  $\lambda$ : Tasa de recambio; <sup>±</sup>: Solo retoños; \*: Especies registradas en el último inventario; \*\*: Tasas, matemáticamente no calculables a través del modelo.

## V CONCLUSIONES

La riqueza de especies fue variable entre los sitios estudiados, y éstos en términos florísticos no son considerablemente similares, lo cual responde al efecto ejercido por la altitud en la distribución de las especies.

Las variaciones espaciales en la estructura del bosque, se deben a que los sitios no transitan por un mismo estadio sucesional, lo que probablemente responde a diferentes edades de abandono.

Las poblaciones de árboles en todas las categorías mostraron un leve aumento; no obstante, a nivel de especie muchas presentaron un desequilibrio negativo. Para aquellas que no presentaron regeneración (*G. ulmifolia*, y *L. myriocephala*) se puede sugerir que sus poblaciones tenderán a disminuir en el tiempo.

El incremento corriente anual medio fue de 03 mm. Su relación con algunos atributos de los árboles está ligada a la especie analizada.

## VI RECOMENDACIONES

Brindar protección a las especies con menor abundancia dentro del bosque de galería (entre las cuales: *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC. y *Capparis heydeana* Donn. Sm.), para garantizar su permanencia dentro del ecosistema.

Realizar investigaciones dirigidas al estudio de los patrones de regeneración natural de las especies abundantes del dosel, para entender su presencia espacio temporal en los estratos más bajos del bosque.

Estudiar la dinámica de las especies arbóreas considerando diferentes momentos (2, 4, 5 años por ejemplo), para evaluar el efecto del tiempo en el cálculo de las tasas de mortalidad, reclutamiento y recambio.

Estudiar a nivel de especie la influencia del diámetro de copa en el incremento diamétrico, con el fin de determinar su utilidad como variable predictora del incremento diamétrico.

## VII LITERATURA CITADA

- ADP (Asociación para el Desarrollo de los Pueblos). 2016. Asociación para el Desarrollo de los Pueblos: medio ambiente y cambio climático (en línea). s.l. Consultado 2 mayo 2016. Disponible en <http://adp.org.ni/MedioAmbiente>
- \_\_\_\_\_. s.f. Caracterización RHF-ADP, Malacatoya. Sin publicar
- Cárdenas Torres MA. 2014. Estudio comparativo de la composición florística, estructura y diversidad de fustales en dos ecosistemas del campo de producción 50 k cpo-09, Llanos del Orinoco Colombiano. Colombia Forestal 17(2): 203-229.
- Carrión, JF; Víquez, KE; Mendieta, JA, Carrasquilla L; Vergara, C. 2013. Caracterización florística y estructural de una parcela de bosque semicaducifolio en el Parque Nacional Soberanía, Panamá. Tecnociencia. 15(2): 71-84.
- Carvajal Vanegas, D; Calvo Alvarado, JC. 2013. Tasas de crecimiento, mortalidad y reclutamiento de vegetación en tres estadios sucesionales del bosque seco tropical, Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica. Revista Forestal Mesoamericana Kurú 10(25):1-12.
- Cascante M, A; Estrada Ch, A. 2001. Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica. Revista de Biología Tropical 49(1):213-225.
- Castro Marín, G; Nygard, R; González Rivas, B; Oden, PC. 2005. Stand dynamics and basal area change in a tropical dry forest reserve in Nicaragua. Forest Ecology and Management no.208:63-75.
- \_\_\_\_\_; González Rivas, B. 2011. Bosques secundarios desarrollados en tierras agrícolas abandonadas en la región del pacífico de Nicaragua: procedimiento para la restauración de ecosistemas forestales degradados. Revista la Calera 11(16):12-23.
- Climate-Data.org. s.f. Clima: San José de los Remates (en línea). Consultado 19 ene. 2017. Disponible en <https://es.climate-data.org/location/218065/>
- Comité Técnico Forestal. 2012. Norma técnica obligatoria nicaragüense: manejo sostenible de los bosques naturales latifoliados y de coníferas. Managua, NI, p. 6-10.
- Delgado, A; Montero, M; Murillo, O; Castillo, M. 2003. Crecimiento de especies forestales nativas en la zona norte de Costa Rica. Agronomía Costarricense 27(1):63-78.

- Dezseo, N; Flores, S; Zambrano Martínez, S; Rodgers, L; Ochoa, E. 2008. Estructura y composición florística de bosques secos y sabanas en los Llanos Orientales del Orinoco, Venezuela. *INTERCIENCIA* 33(10):733-740.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2016. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat. FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Díaz P, WA; Daza, F; Sarmiento, W. 2010. Estudio preliminar de la composición florística y estructura del bosque ribereño del Río Cushime, Estado de Bolívar, Venezuela (en línea). *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 44(4):477-490. Consultado Nov. 2016. Disponible en <http://produccioncientificaluz.org/index.php/boletin/article/viewFile/283/283>
- \_\_\_\_\_; Daza, F; Sarmiento, W. 2012. Composición florística, estructura y diversidad del bosque ribereño del río Kakada, Cuenca del Río Caura, estado de Bolivar, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola* 12(2):275-289.
- Díaz, V; Sosa Ramírez, J; Pérez Salicrup, DR. 2012. Distribución y abundancia de las especies arbóreas y arbustivas en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Polibotánica* no.34:99-126.
- Elosegi, A; Díez, J. 2009. La vegetación terrestre asociada al río: el bosque de ribera. In Elosegi, A; Sabater, S. eds. *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. ES. Rubes Editorial. p. 311-313.
- Ferreira, CM; Finegan, B; Kanninen, M; Delgado, LD; Segura, M. 2002. Composición florística y estructura de bosques secundarios en el municipio de San Carlos, Nicaragua. *Revista Forestal Centroamericana* no.38:39-43.
- González Rivas, B; Tigabu, M; Gerhardt, K; Castro Marín, G; Oden, PC. 2006. Species composition, diversity and local uses of tropical dry deciduous and gallery forests in Nicaragua. *Biodiversity and Conservation*. no.15:1509-1527.
- \_\_\_\_\_. 2008. Regeneración natural del madroño (*Calycophyllum candidissimum* (VAHL) DC) en el Bosque Tropical Seco de Chacocente, Nicaragua. *Revista la Calera* 8(9):38-41.
- Guardia Vaca, S. 2004. Dinámica y efectos de un tratamiento silvicultural en el bosque secundario “Florenxia”, San Carlos, Costa Rica. Tesis M.Sc. Turrialba, CR, CATIE. p. 40-45.

- Guariguata, MR. 1998. Consideraciones ecológicas sobre la regeneración natural aplicada al manejo forestal. Turrialba, CR, CATIE. 27 p. (Colección Manejo Diversificado de Bosques naturales no. 15).
- INAFOR (Instituto Nacional Forestal). 2009. Resultados del Inventario Nacional Forestal: Nicaragua 2007-2008. Ed. Pascal, C. Managua, Imprenta Printex. 232 p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 1988. (Mapa de Santa Lucía). s.l. 1:50,000. Color.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades para un aprovechamiento sostenido. Trad. Antonio Carrillo. GTZ. 335 p.
- Leigue Gómez, JW. 2011. Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. *Acta Amazonica* 41(1):135-142.
- Londoño V, AC; Jiménez R, EM. 1999. Efecto del tiempo entre los censos sobre la estimación de las tasas anuales de mortalidad y de reclutamiento de árboles (períodos de 1, 4 y 5 años). *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* 14(1):1-12.
- Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, CR, (CATIE). 265 p. (Serie Técnica, Manual Técnico/CATIE; no 46).
- MARENA (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, NI). 2011?. Plan de Manejo Cerro Cumaica – Cerro Alegre. s.l. 204 p.
- Martínez Ortega, RM; Tuya Pendás, LC; Martínez Ortega, M; Pérez Abreu, A; Cánovas, AM. 2009. El coeficiente de correlación de los rangos de spearman, caracterización. *Revista habanera de ciencias médicas* 8(2): s.p.
- Matteucci, SD; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación (en línea). Washington. s.e Consultado 7 Jul. 2016. Disponible en [https://aprobioma.files.wordpress.com/2011/03/metod\\_para\\_el\\_estudio\\_de\\_la\\_vegetacion\\_archivo1.pdf](https://aprobioma.files.wordpress.com/2011/03/metod_para_el_estudio_de_la_vegetacion_archivo1.pdf)
- MBG (Missouri Botanical Garden). 2016. Flora de Nicaragua (en línea). Consultado 8 ago. 2016. Disponible en <http://www.tropicos.org/projectwebportal.aspx?projectid=7&pagename=Home&langid=66>
- \_\_\_\_\_ 2017a. Flora de Nicaragua: *Acacia mangium* Willd. (en línea). Consultado 18 mayo 2017. Disponible en <http://www.tropicos.org/Name/13024208?projectid=7>

- \_\_\_\_\_. 2017b. Flora de Nicaragua: *Capparis heydeana* Donn. Sm (en línea). Consultado 10 ene. 2107. Disponible en <http://www.tropicos.org/Name/5900629?projectid=7>
- \_\_\_\_\_. 2017c. Flora de Nicaragua: *Conostegia xalapensis* (Bonpl.) D. Don ex DC. (en línea). Consultado 11 ene. 2017. Disponible en <http://www.tropicos.org/Name/50074530?projectid=7>
- \_\_\_\_\_. 2017d. Flora de Nicaragua: *Daphnopsis americana* subsp. *caribea* (Griseb.) Nevling (en línea). Consultado 13 ene. 2017. Disponible en <http://www.tropicos.org/Name/32000150?projectid=7>
- \_\_\_\_\_. 2017e. Flora de Nicaragua: *Gliricidia sepium* (Jacq) Kunth ex walp (en línea). Consultado 10 ene. 2107. Disponible en <http://www.tropicos.org/Name/13048407?projectid=7>
- \_\_\_\_\_. 2017f. 2017e. Flora de Nicaragua: *Lippia myriocephala* Schldtl. & Cham. (en línea). Consultado 30 mayo 2107. Disponible en <http://www.tropicos.org/Name/33701149?projectid=7>
- \_\_\_\_\_. 2017g. Flora de Nicaragua: *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC. (en línea). Consultado 10 ene. 2107. Disponible en <http://www.tropicos.org/Name/6100046?projectid=7>
- \_\_\_\_\_. 2017h. Flora de Nicaragua: *Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby. (en línea). Consultado 18 mayo 2017. Disponible en: <http://www.tropicos.org/Name/13048426?projectid=7>
- Morales Salazar, M; Vilchez Alvarado, B; Chazdon, RL; Ortega Gutiérrez, M; Ortíz Malavassi, E; Guevara Bonilla, M. 2012. Diversidad y estructura horizontal en los bosques tropicales del Corredor Biológico de Osa, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana* 9(23):19-28.
- Muñoz, BC; Sánchez, JA; Almaguer, W. 2004. Germinación, dormancia y longevidad potencial de las semillas de *Guazuma ulmifolia*. *Pastos y Forrajes* 27(1):25-33
- Noguera T, AJ; Castro Marín, G; Gonzáles Rivas, B. 2004. Diversidad florística del bosque de galería en dos localidades del Departamento de Carazo, Nicaragua. *Revista la Calera* 4(4):36-40.
- Orozco, L; Brumér, C. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Turrialba, CR, CATIE. 264 p. (Serie técnica. Manual técnico no. 50).
- Pérez-Castellón, E; Bonilla-Zuñiga, G; Blandón-Villagra, J. 2014. Estado de la vegetación arbórea y estructura florística de la franja ribereña en la microcuenca Las Chichiguas, La Concordía-Jinotega, Nicaragua, 2011. *Revista la Calera* 14(22):13-20.

- Pinelo Morales, GI. 2000. Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, CR. (Colección Manejo Forestal en la Reserva de la Biosfera Maya Petén, Guatemala). 52 p.
- Quesada Monge, R; Acosta Vargas, L; Garro Chavarría, M; Castillo Ugalde, M. 2012. Dinámica del crecimiento del bosque húmedo tropical, 19 años después de la cosecha bajo cuatro sistemas de aprovechamiento forestal en la Península de Osa, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha* 25(5):56-66.
- Quinto Mosquera, H; Rengifo Ibargüen, R; Ramos Palacios, YA. 2009. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque pluvial tropical de Choco (Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín* 62(1):4855-4868.
- Restrepo Velásquez, JO; Maniguaje, LN; Duque, AJ. 2012. Diversidad y dinámica de un bosque subandino de altitud en la región norte de los Andes colombianos. *Revista Biología Tropical* 60(2):943-952.
- Sáenz, G; Finegan, B; Guariguata, M. 1999. Crecimiento y mortalidad en juveniles de siete especies arbóreas en un bosque muy húmedo tropical intervenido de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 47(1-2):45-57.
- Salas Estrada, JB. 1993. Árboles de Nicaragua. Managua, NI, HISPAMER. 390 p.
- SIREFOR (Sistema de Información de los Recursos Forestales de Costa Rica). 2010. Lista estandarizada de especies (en línea). Consultado 13 mayo 2016. Disponible en [http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Especies/especies\\_mayo\\_2010.pdf](http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Especies/especies_mayo_2010.pdf)
- Tercero Mercado, MG; Urrutia Alvarado, GS. 1994. Caracterización florística y estructura del Bosque de Galería en Chacocente, Carazo, Nicaragua. Tesis ing. Forestal. Managua, NI, UNA. 108 p.

# **VIII ANEXOS**

Anexo 1. Características físicas de las Parcelas Permanentes de Muestreo establecidas en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.

PPM 1	Se ubica en las coordenadas geográficas: 12°37'05.5" latitud norte y 85°42'05.8" longitud oeste; a una altura de 865 msnm (parte más alta del río); con una pendiente máxima, mínima y promedia de 30, 5, y 20 % respectivamente (determinadas en un sentido este-oeste).
PPM 2	Se ubica en las coordenadas geográficas: 12°37'01.0" latitud norte y 85°42'34.8" longitud oeste; a una altura de 809 msnm (parte media del río); con una pendiente máxima, mínima y promedia de 32 %, 10 %, y 20.5 % respectivamente (determinadas en dirección norte-sur).
PPM 3	Se ubica en las coordenadas geográficas: 12°36'51.2" latitud norte y 85°42'43.9" longitud oeste; a una altura de 684 msnm (parte baja del río); con una pendiente máxima, mínima y promedia de 55 %, 11 % y 33 % correspondientemente (determinadas en dirección este-oeste).

Anexo 2. Especies registradas durante el estudio (julio 2015 – julio 2016), según categorías de vegetación evaluadas.

Nombre común	Nombre científico	Familia	V	PPM			L	B	PPM		
				1	2	3			1	2	3
Acacia amarilla	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S. Irwin & Barneby	Caesalpinaceae	*	*							
Acacia magnium	<i>Acacia mangium</i> Willd.	Fabaceae	*	*							
Aguacate blanco	<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.	Lauraceae	*	*	*	*	*	*	+		+
Aguacate colorado	<i>Ocotea macrophylla</i> Kunth	Lauraceae	*	*	*						
Álamo	-	-	*		*	*		*			
Barazón	-	Myrtaceae	*	*				*			*
Cachito	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i> (Rose) Woodson	Apocynaceae	*	*				*			*
Canela	<i>Nectandra</i> spp.	Lauraceae	*		*						
Canelita	<i>Nectandra</i> spp.	Lauraceae				*	*		*	*	
Canelón	-	-				*		*	*		*

Continuación del anexo 2.

Nombre común	Nombre científico	Familia	V	PPM			L	PPM			B	PPM		
				1	2	3		1	2	3		1	2	3
Capirote	<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don ex DC.	Melastomataceae	*		*	*	*		*	*				
Capulín	<i>Trichospermum grewiifolium</i> (A. Rich.) Kosterm.	Malvaceae	*			*								
Ceibita montañera	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Caricaceae	*	*										
Cedro real	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	*		*									
Chaperno blanco	<i>Lonchocarpus sanctuarii</i> Standl. & L.O. Williams	Fabaceae	*		*	*	*			*	*			*
Chicharon	-	-	*	*										
Copalchil	-	-	*	*										
Copel montañero	-	Moraceae	*	*			*	*						
Coyote blanco	<i>Platymiscium dimorphandrum</i> Donn. Sm.	Fabaceae	*	*	*	*	*	*		*	*		*	*
Desconocido (1)	<i>Quercus spp</i>	Fagaceae					*	*						
Desconocido (2)	-	-	*	*										
Desconocido (3)	-	-	*		*									
Gavilán	<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) Britton & Rose ex Record	Mimosaceae	*	*		*	*			*	+			+
Guaba blanca	<i>Inga oerstediana</i> Benth. ex Seem.	Mimosaceae	*	*		*	*			*	*	*		*
Guaba cuadrada verde	<i>Inga sapindoides</i> Willd.	Mimosaceae	*	*										
Guaba negra	<i>Inga punctata</i> Willd.	Mimosaceae	*			*					+		+	
Guácimo de ternera	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	*	*	*	*								
Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	Urticaceae	*	*		*								
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	*		*	*	*		*		*		*	
Helequeme	<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	Fabaceae	*		*									
Jazmín montero	<i>Capparis heydeana</i> Donn. Sm.	Capparaceae	*	*										
Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae	*			*								

Continuación del anexo 2.

Nombre común	Nombre científico	Familia	V	PPM			L	PPM			B	PPM		
				1	2	3		1	2	3		1	2	3
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Boraginaceae								*		*		
Limoncillo	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	Meliaceae	*	*	*	*				*		*		
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Fabaceae	*		*									
Majagua	<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.	Malvaceae	*	*	*	*	*		*					
Mampás	<i>Lippia myriocephala</i> Schlttdl. & Cham.	Verbenaceae	*	*	*	*								
Matapalo	<i>Ficus spp.</i>	Moraceae	*	*										
Ocote amarillo	-	-	*	*										
Ocote trotón	<i>Trichilia spp.</i>	Meliaceae	*			*	*			*	*		*	
Ojoche blanco	-	Moraceae	*		*		*		*	*				
Ojoche colorado	-	Moraceae	*	*										
Ojoche negro	-	Moraceae	*	*			*	*		*			*	
Palo de gua	<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn. Sm.	Vochysiaceae	*	*	*	*	*		*					
Palo de cangrejo	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Araliaceae	*	*			*			*				
Palo de chinche	<i>Zanthoxylum spp.</i>	Rutaceae	*			*								
Palo de cucaracha	<i>Cornutia pyramidata</i> L.	Lamiaceae	*	*										
Palo de tierra	<i>Critoniopsis triflosculosa</i> (Kunth) H. Rob.	Asteraceae	*			*								
Pellejo de vieja	<i>Daphnopsis americana</i> (Mill.) J.R. Johnst	Thymelaeaceae	*		*	*	*			*	*		*	
Pochote	<i>Pochota fendleri</i> (Seem.) W.S. Alverson & M.C. Duarte	Malvaceae	*		*									
Quita calzón	-	-					*			*				
Roble macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Bignoniaceae	*			*								
Zapotillo	<i>Saurauia waldheimii</i> Buscal.	Actinidiaceae	*	*										

Continuación del anexo 2.

Nombre común	Nombre científico	Familia	V	PPM			L	PPM			B	PPM		
				1	2	3		1	2	3		1	2	3
Uva	<i>Ardisia revoluta</i> Kunth	Primulaceae					*			*				
Uva	<i>Parathesis trichogyne</i> Hemsl.	Primulaceae					*			*				
Vainillo	<i>Senna papillosa</i> (Britton & Rose) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae								*			*	

V: Especies con un DN  $\geq$  10 cm; L: Especies de la clase latizal; B: Especies de la clase brinzal; +: Especies que solo se presentaron en 2015

Anexo 3. Parámetros que caracterizan la estructura horizontal del bosque de galería, y grupos de especies (DN  $\geq$  10 cm) según la asociación de estos.

Nombre común*	GE	Aa	Ar	Fa	Fa	Fr	Da	Dr	IVI-16	IVI-15
Acacia amarilla	Nd	12.00	3.35	4.00	33.33	3.08	0.17	1.46	2.63	2.92
Acacia magnium	1	3.00	0.84	3.00	25.00	2.31	0.11	1.00	1.38	1.02
Aguacate blanco	3	9.00	2.51	6.00	50.00	4.62	0.15	1.29	2.81	2.89
Aguacate colorado	1	3.00	0.84	3.00	25.00	2.31	0.08	0.72	1.29	1.32
Álamo	1	2.00	0.56	1.00	8.33	0.77	0.05	0.41	0.58	0.59
Barazón	1	1.00	0.28	1.00	8.33	0.77	0.01	0.08	0.38	0.39
Cachito	1	2.00	0.56	2.00	16.67	1.54	0.05	0.47	0.86	0.87
Canela	1	1.00	0.28	1.00	8.33	0.77	0.02	0.19	0.41	0.42
Capirote	3	39.00	10.89	7.00	58.33	5.38	0.46	4.07	6.78	6.93
Capulín	Nd	10.00	2.79	3.00	25.00	2.31	0.94	8.25	4.45	4.52
Cedro real	1	1.00	0.28	1.00	8.33	0.77	0.01	0.10	0.38	0.39
Ceibita montañera	1	3.00	0.84	2.00	16.67	1.54	0.04	0.34	0.91	0.94
Chaperno blanco	1	3.00	0.84	2.00	16.67	1.54	0.09	0.82	1.07	0.71
Chicharon	1	1.00	0.28	1.00	8.33	0.77	0.04	0.36	0.47	0.49
Copalchil	1	2.00	0.56	1.00	8.33	0.77	0.03	0.23	0.52	0.52
Copel montañero	1	1.00	0.28	1.00	8.33	0.77	0.01	0.11	0.38	0.40
Coyote blanco	Nd	7.00	1.96	5.00	41.67	3.85	0.53	4.66	3.49	3.17

Continuación del anexo 3.

Nombre común*	GE	Aa	Ar	Fa	Fa	Fr	Da	Dr	IVI-16	IVI-15
Desconocido	Nd	4.00	1.12	2.00	16.67	1.54	0.09	0.77	1.14	1.16
Desconocido	1	2.00	0.56	2.00	16.67	1.54	0.02	0.18	0.76	0.78
Gavilán	1	3.00	0.84	2.00	16.67	1.54	0.04	0.38	0.92	0.95
Guaba blanca	Nd	4.00	1.12	3.00	25.00	2.31	0.10	0.89	1.44	1.48
Guaba cuadrada verde	1	2.00	0.56	1.00	8.33	0.77	0.02	0.20	0.51	0.52
Guaba negra	1	1.00	0.28	1.00	8.33	0.77	0.01	0.07	0.37	-
Guácimo de ternero	2	55.00	15.36	8.00	66.67	6.15	1.94	17.01	12.84	13.79
Guarumo	Nd	6.00	1.68	4.00	33.33	3.08	0.16	1.43	2.06	2.07
Guayaba	Nd	4.00	1.12	2.00	16.67	1.54	0.07	0.65	1.10	1.13
Helequeme	1	2.00	0.56	1.00	8.33	0.77	0.04	0.34	0.56	0.57
Jazmín montero	1	1.00	0.28	1.00	8.33	0.77	0.01	0.08	0.37	0.39
Jiñocuabo	1	1.00	0.28	1.00	8.33	0.77	0.01	0.11	0.39	0.40
Limoncillo	Nd	5.00	1.40	4.00	33.33	3.08	0.09	0.81	1.76	1.81
Madero negro	Nd	8.00	2.23	3.00	25.00	2.31	0.35	3.10	2.55	2.59
Majagua	3	18.00	5.03	8.00	66.67	6.15	0.68	5.99	5.72	5.84
Mampás	2	27.00	7.54	8.00	66.67	6.15	1.15	10.07	7.92	8.85
Matapalo	1	1.00	0.28	1.00	8.33	0.77	0.03	0.30	0.45	0.46
Ocote amarillo	1	1.00	0.28	1.00	8.33	0.77	0.13	1.18	0.74	0.75
Ocote trotón	1	2.00	0.56	2.00	16.67	1.54	0.06	0.49	0.86	0.49
Ojoche blanco	1	1.00	0.28	1.00	8.33	0.77	0.05	0.41	0.49	0.50
Ojoche colorado	1	2.00	0.56	1.00	8.33	0.77	0.05	0.48	0.60	0.61
Ojoche negro	1	1.00	0.28	1.00	8.33	0.77	0.01	0.07	0.37	-
Palo de agua	2	69.00	19.27	10.00	83.33	7.69	2.75	24.19	17.05	16.21
Palo de cangrejo	1	1.00	0.28	1.00	8.33	0.77	0.01	0.08	0.38	0.39
Palo de chinche	1	1.00	0.28	1.00	8.33	0.77	0.01	0.08	0.38	0.39
Palo de cucaracha	1	2.00	0.56	1.00	8.33	0.77	0.03	0.25	0.53	0.54
Palo de tierra	1	3.00	0.84	2.00	16.67	1.54	0.04	0.33	0.90	0.92

Continuación del anexo 3.

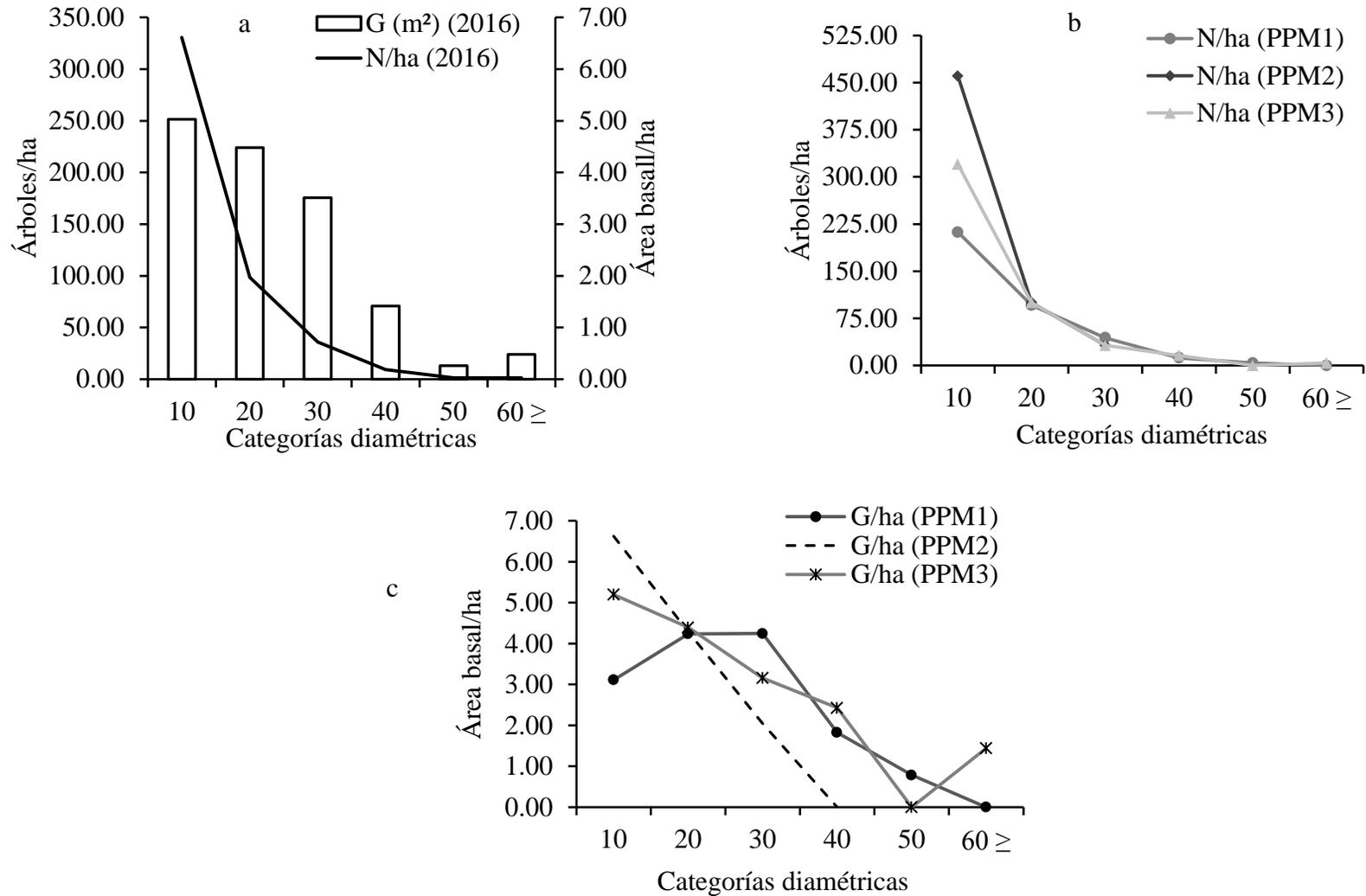
Nombre común*	GE	Aa	Ar	Fa	Fa	Fr	Da	Dr	IVI-16	IVI-15
Pellejo de vieja	3	20.00	5.59	7.00	58.33	5.38	0.33	2.87	4.61	4.42
Pochote	Nd	6.00	1.68	3.00	25.00	2.31	0.13	1.17	1.72	1.75
Roble macuelizo	1	1.00	0.28	1.00	8.33	0.77	0.01	0.12	0.39	0.40
Zapotillo	Nd	4.00	1.12	2.00	16.67	1.54	0.15	1.33	1.33	1.36
Total	-	358.00	100.00	130.00	1083.33	100.00	11.39	100.00	100.00	100.00

Nota: Los parámetros Aa (abundancia absoluta), Fa (frecuencia absoluta); Da (dominancia absoluta) y sus correspondientes valores relativos, están dados en función del último inventario (julio 2016). El Índice de Valor de Importancia 2015 (IVI-2015) se dispuso con el objetivo de brindar una comparación de los valores (2015-2016)

GE: Grupos de especies según la asociación de los parámetros abundancia, frecuencia y dominancia: 1) especies acompañantes; 2) especies con distribución horizontal continua y con altos valores de dominancia; 3) especies con distribución horizontal continua y con bajos valores de dominancia; Nd: no definido

\*: Ver anexo 2 para detalles taxonómicos

Anexo 4. Número de árboles y área basal  $\text{ha}^{-1}$ , por categorías diamétricas: a) en base a todas las especies registradas; b y c) en base a las especies registradas en cada una de las Parcelas Permanentes de Muestreo establecidas en el bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal.



Anexo 5. Índice de Valor de Importancia para las especies de la categoría latizal, según un orden decreciente de los % de importancia.

Nombre común*	Aa	Ar	Fa	Fr	IVI
Ocote trotón	8.00	12.90	33.33	6.90	9.90
Coyote blanco	9.00	14.52	16.67	3.45	8.98
Aguacate blanco	6.00	9.68	33.33	6.90	8.29
Capirote	6.00	9.68	33.33	6.90	8.29
Guaba blanca	4.00	6.45	33.33	6.90	6.67
Canelón	3.00	4.84	33.33	6.90	5.87
Chaperno blanco	2.00	3.23	33.33	6.90	5.06
Ojoche blanco	2.00	3.23	33.33	6.90	5.06
Palo de cangrejo	3.00	4.84	16.67	3.45	4.14
Pellejo de vieja	3.00	4.84	16.67	3.45	4.14
Guayaba	3.00	4.84	16.67	3.45	4.14
Copel montañero	2.00	3.23	16.67	3.45	3.34
Desconocido (2)	2.00	3.23	16.67	3.45	3.34
Álamo	1.00	1.61	16.67	3.45	2.53
Canelita	1.00	1.61	16.67	3.45	2.53
Gavilán	1.00	1.61	16.67	3.45	2.53
Majagua	1.00	1.61	16.67	3.45	2.53
Ojoche negro	1.00	1.61	16.67	3.45	2.53
Palo de agua	1.00	1.61	16.67	3.45	2.53
Quita calzón	1.00	1.61	16.67	3.45	2.53
Uva	1.00	1.61	16.67	3.45	2.53
Uva	1.00	1.61	16.67	3.45	2.53
Total	62.00	100.00	483.33	100.00	100.00

\*Ver anexo 2 para detalles taxonómicos y anexo 3 para la descripción de los parámetros

Anexo 6. Índice de Valor de Importancia para las especies de la categoría brinzal, según un orden decreciente de los % de importancia.

Nombre común*	Aa	Ar	Fa	Fr	IVI
Ocote trotón	5.00	16.67	33.33	11.11	13.89
Pellejo de vieja	5.00	16.67	33.33	11.11	13.89
Chaperno blanco	4.00	13.33	33.33	11.11	12.22
Coyote blanco	3.00	10.00	33.33	11.11	10.56
Guayaba	4.00	13.33	16.67	5.56	9.44
Barazón	1.00	3.33	16.67	5.56	4.44
Cachito	1.00	3.33	16.67	5.56	4.44
Canelita	1.00	3.33	16.67	5.56	4.44
Canelón	1.00	3.33	16.67	5.56	4.44
Guaba blanca	1.00	3.33	16.67	5.56	4.44
Laurel	1.00	3.33	16.67	5.56	4.44
Limoncillo	1.00	3.33	16.67	5.56	4.44
Ojoche negro	1.00	3.33	16.67	5.56	4.44
Vainillo	1.00	3.33	16.67	5.56	4.44
Total	30.00	100.00	300.00	100.00	100.00

\*Ver anexo 2 para detalles taxonómicos y anexo 3 para la descripción de los parámetros

Anexo 7. Resultados del análisis de correlación (r de *Pearson*) entre la abundancia de las especies con mayor Índice de Valor de Importancia y la altitud y, coeficientes de determinación.

Especies	N	r	p	r <sup>2</sup>
<i>Vochysia guatemalensis</i>	69.00	1.00	*	100.00
<i>Guazuma ulmifolia</i>	59.00	-0.99	ns	99.00

N: número de individuos analizados, r: Valor absoluto de correlación; p: Probabilidad de la prueba de correlación: ns (no significativo  $p > 0.05$ ),  $*0.05 > p > 0.01$ ; r<sup>2</sup>: coeficiente de determinación (valores en porcentaje).

Anexo 8. Resultados del análisis de correlación (r de *Spearman*) entre variables del árbol y el incremento diamétrico y, coeficientes de determinación.

Coeficiente de <i>Spearman</i>	ICA-Cd			ICA-Cpl			ICA-Cic		
	r	p	r <sup>2</sup>	r	p	r <sup>2</sup>	r	p	r <sup>2</sup>
Bosque	0.06	ns	0.36	-0.10	ns	1.00	-0.35	**	12.25
<i>Vochysia guatemalensis</i>	-0.21	ns	4.41	-0.56	**	31.36	-0.23	ns	5.29
<i>Daphnopsis americana</i>	0.15	ns	2.25	-0.79	**	62.41	-0.59	*	34.81

Cd: Categorías diamétricas; Cpl: Clases de presencia de lianas; Cic: Clases de iluminación de copa; r: Valor absoluto de correlación; P: Probabilidad de la prueba de correlación: ns (no significativo:  $p > 0.05$ ),  $0.05 > p > 0.01$ ,  $**p < 0.01$ ; r<sup>2</sup>: coeficiente de determinación (valores en porcentaje).

