

**DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE BOSQUES CONTRASTANTES EN LA  
REGIÓN DEL CHOCÓ-DARIÉN, COLOMBIA**

**DIANA MARIA GONZALEZ FLOREZ**



**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y MEDIO AMBIENTE  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL  
MEDELLIN, ANTIOQUIA**

**2018**

**DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE BOSQUES CONTRASTANTES EN LA  
REGIÓN DEL CHOCÓ-DARIÉN, COLOMBIA**

**DIANA MARIA GONZALEZ FLOREZ**

**TESIS DE GRADO  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**ASESORA  
LUISA FERNANDA CASAS HERRERA**

**CO-ASESOR  
ESTEBAN ÁLVAREZ DÁVILA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA**

**ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y MEDIO AMBIENTE  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**MEDELLIN, ANTIOQUIA**

**2018**

**DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE BOSQUES CONTRASTANTES EN LA  
REGIÓN DEL CHOCÓ-DARIÉN, COLOMBIA**

**DIANA MARIA GONZALEZ FLOREZ**

**TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERA AGROFORESTAL**

**ASESORA**

**LUISA FERNANDA CASAS HERRERA**

**CO-ASESOR**

**ESTEBAN ÁLVAREZ DÁVILA**

 **UNAD** Universidad Nacional  
Abierta y a Distancia



**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA**  
**ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y MEDIO AMBIENTE**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**  
**MEDELLIN**  
**2018**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

El presente trabajo en cumplimiento de los requisitos para optar al título profesional del programa de Ingeniería Agroforestal

**Fue aprobado por:**

\_\_\_\_\_ **ASESOR**  
**Luisa Fernanda Casas Herrera**

## **DEDICATORIA**

A mi hija quien ha sido mi fortaleza, mi inspiración y mi compañera en esta  
escalera donde hoy escalo un peldaño más.

A mis padres, mis pilares en el camino de la vida, quienes me han apoyado  
incondicionalmente durante todas las etapas de mi vida.

A mis hermanos y hermanas, por todo su apoyo y ejemplo de constancia y  
perseverancia para superarse todos los días.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Luisa Fernanda Casas, por brindarme la oportunidad de compartir esta experiencia única, por todo su apoyo y aliento y, por contribuir a mi proceso formativo.

A Esteban Álvarez Dávila, quien fue parte fundamental de este proyecto.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Por permitir la realización de este proyecto para culminar la carrera profesional.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

1	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	18
2	JUSTIFICACIÓN.....	20
3	Objetivos .....	22
3.1	Objetivo general.....	22
3.2	Objetivos específicos .....	22
4	MARCO TEÓRICO .....	23
4.1	BIODIVERSIDAD.....	23
4.1.1	Diversidad Alfa .....	23
4.1.2	Diversidad Beta .....	25
4.1.3	Diversidad gama.....	25
4.2	INVENTARIOS .....	26
4.3	PARCELAS TEMPORALES.....	26
4.4	PARCELAS PERMANENTES.....	26
4.5	ÁREA BASAL .....	27
5	METODOLOGÍA .....	28
5.1	ÁREA DE ESTUDIO .....	28
5.2	UNIDADES EXPERIMENTALES Y MEDICIÓN DE VARIABLES .....	29
5.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	30

6	RESULTADOS .....	33
6.1	ABUNDANCIA, ÁREA BASAL .....	33
6.2	DIVERSIDAD BETA .....	36
7	DISCUSIÓN.....	37
8	CONCLUSIÓN .....	40
9	BIBLIOGRAFÍA.....	41
10	ANEXOS.....	47

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Localización en Colombia de los sitios de estudio. 1) Reserva Sasardí en el municipio de Acandí. 2) Jardín Botánico del Pacífico, en el municipio de Bahía Solano.....	28
<b>Figura 2.</b>	Comparación del número de individuos y el área basal/ha en bosques de tierra firme (TF) y pantanosos en Choco y Darién. ....	33

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Comparación de la diversidad alfa. Riqueza de especies y la diversidad entre el Choco y el Darien, considerando bosques pantanosos (P) y bosques de tierra firme (TF). .....	29
<b>Tabla 2.</b> Especies dominantes en los diferentes tipos de bosque.....	30
<b>Tabla 3.</b> Número y porcentaje de especies comunes entre los diferentes tipos de bosque .....	31
<b>Tabla 4.</b> Valores del índice de Jaccard y Sorensen entre los diferentes tipos de bosques.....	31

## RESUMEN

El Chocó biogeográfico es considerado un Hotspot de biodiversidad, pero existen pocos estudios comparativos de las diferencias regionales asociadas con la fisiografía o los suelos. En este estudio contrastamos la diversidad, abundancia y dominancia de especies entre bosques de “tierra firme (TF) vs pantanosos (P)” en dos sitios ubicados, uno en la costa pacífica (Jardín Botánico del Pacífico (Chocó)) y otro en la costa atlántica en el Darién (Reserva Sasardí (Darién)). En cada sitio se estableció una parcela de una hectárea donde se incluyó dos tipos de vegetación Bosques de tierra firme (0,6 Ha) y Bosques pantanosos (0,4 Ha), se midieron, rotularon e identificaron los árboles con diámetro  $\geq$  a 10 cm. Se encontró que dentro de cada región, las zonas inundables mostraron mayor número de individuos (642 Chocó\_P y 738 Darién\_P vs 595 Chocó\_TF y 367 Darién\_TF), pero menores valores de área basal (13,5 Chocó\_P y 15,3 Darién\_P vs 25,66 Chocó\_TF y 27,83 Darién\_TF). En relación con la diversidad alfa, los valores de riqueza de especies (Chocó\_P 9, Darién\_P 17, Chocó\_TF 61 y Darién\_TF 63) y de diversidad de Shannon (Chocó\_P 0,38, Darién\_P 1,66, Chocó\_TF 3,44 y Darién\_TF 3,62) muestran que los bosques pantanosos presentan valores más bajos en biodiversidad que los bosques de tierra firme en ambos sitios. Por otra parte, la diversidad beta es alta, separando claramente los bosques de Tierra firme de los pantanosos dentro de cada región, y los de Tierra Firme entre las regiones. Nuestros resultados concuerdan claramente con otros estudios que muestran grandes diferencias entre bosques de tierra firme y pantanosos, donde se ha encontrado que las inundaciones determinan significativamente la estructura del bosque y la diversidad.

**Palabras clave:** Chocó biogeográfico, bosques inundados, hiperdominancia, servicios ecosistémicos.

## INTRODUCCIÓN

Todos los sistemas biológicos poseen una característica fundamental que es “la diversidad”, la cual se constituye en un parámetro importante para el estudio, descripción y comparación de las comunidades ecológicas y para la medición de los efectos directos e indirectos de las actividades humanas sobre los ecosistemas (Halffter & Escurra, 1992). El concepto de diversidad biológica incluye las diferentes formas de vida a todo nivel de integración de los organismos (desde moléculas de ADN hasta ecosistemas); y está considerada como un determinante básico de la estructura y función de todos los ecosistemas que provee los fundamentos sobre los cuales se sustenta el futuro de la humanidad (FAO, 1989; Melo & Vargas, 2003).

Conocer cuáles y cuántas son las especies de la Tierra se han convertido para la ciencia en unos de los desafíos más importantes; y en la actualidad, existen diferentes estimativos con respecto al número de especies que fluctúan en el planeta, los cuales se encuentran en un rango entre 2 y 50 millones de especies (Mora *et al.*, 2011; Arbeláez, 2013).

Así, y con respecto a la riqueza de especies de plantas, de todos los ecosistemas que existen en el planeta, se ha considerado que los trópicos húmedos podrían ser extremadamente ricos en especies; y a pesar que desde hace décadas se han venido delimitando los principales tipos de bosque neo tropicales, existe deficiencia en el conocimiento que se tiene acerca de la composición florística de la región neotropical. Ésta deficiencia en el conocimiento no permite que se realicen generalizaciones sobre los patrones de diversidad; los cuales son necesarios para establecer planes de manejo y conservación de aquellas especies que aún desconocemos y que podrían tener algún grado de amenaza de extinción (Melo & Cruz, 2003; Berry, 2002).

Colombia hace parte de la región neotropical y se caracteriza por poseer una gran diversidad climática, ecosistémica y biótica, debido a su localización ecuatorial y a la presencia de un sistema montañoso complejo; y ha sido considerado por diferentes institutos de investigación, como el segundo país del mundo con mayor diversidad biológica, pues sus bosques se caracterizan por tener alta riqueza de fauna y flora, donde además posee uno de los índices de endemismo más alto del globo terráqueo (Cárdenas & Salinas, 2007; Melo & Cruz, 2003). Sin embargo, aún se desconoce todas las especies de plantas que se encuentran en los diferentes tipos de bosques en el país, las cuales están en peligro de pasar inéditas para la ciencia y la humanidad, debido a la alta persistencia de deforestación que se presenta actualmente en el territorio Colombiano, sobre todo en departamentos como Amazonas, Caquetá, Putumayo, Norte de Santander, Nariño, Cauca, Córdoba, Antioquia y Chocó (Ideam, 2017; Melo & Cruz, 2003).

De manera particular, el Chocó Biogeográfico que recibe más de 7000 mm de lluvia por año, es una región del neotrópico ubicada al noroccidente de nuestro país; y alberga bosques muy húmedos y pluviales tropicales (Rangel, 2004; Langendoen & Gentry, 1991; Quinto & Moreno, 2014), donde se presentan especies del centro y del sur del continente americano (Galeano et al. 1998; Ramirez 2011). El litoral pacífico de Colombia representa a nivel mundial un hotspot de conservación debido a su alta biodiversidad y endemismo (Myers et al. 2000); y no solo se caracteriza por su riqueza de especies, sino también por el aporte maderero que hace a la economía colombiana, donde se extrae el 40% de la madera que se consume anualmente en el país; lo que ha puesto al departamento en uno de los primeros lugares donde se presentan las tasas más altas de deforestación, degradación y agotamiento de los recursos naturales (Melo & Cruz, 2003; IDEAM, 2017).

De acuerdo con varios estudios realizados en esta región (Langendoen & Gentry, 1991; Galeano, 2002; Torres et al. 2016; Mosquera et al. 2007; Quinto y Mosquera, 2014), se ha encontrado que en sus bosques se presentan

características particulares en estructura y composición florística, donde se presenta una alta densidad de árboles que representaban un número comparativamente elevado de especies; así se han registrado en promedio entre 200 y 300 especies árboles por hectárea, lo cual ha permitido situar a esta región después de la región de la Amazonía, en el segundo lugar en cuanto a riqueza florística en Colombia (Álvarez 1993).

En relación con estas características en biodiversidad que presenta el Chocó Biogeográfico y la amenaza que representa la extracción desmedida del recurso maderero para la conservación de la misma, es necesario realizar estudios de su composición florística que induzcan a conocer la estructura y función de diferentes niveles jerárquicos; como también la exploración de posibles usos de las especies y los patrones de la distribución de la biodiversidad en el espacio y tiempo. Ésta información es primordial, para la gestión sostenible del territorio y para la toma de decisiones sustentadas científicamente; y es una necesidad urgente, que los investigadores, las instituciones y las naciones deben enfatizar para diseñar acciones de conservación (Villareal *et al.* 2006).

Es por esto que la presente investigación contribuirá al conocimiento de la composición florística y estructura, en dos bosques primarios ubicados al norte del Chocó biogeográfico, en los municipios de Bahía Solano (Jardín Botánico del pacífico) y Acandí (Reserva Integral Ecoaldea Sasardi). Para evaluar la diversidad y estructura, se recolectó la información en cada municipio en dos tipos de vegetación contrastantes (bosques de tierra firme vs bosques pantanosos); donde en cada uno, se estableció una parcela permanente de 0.5 ha y se midió el DAP de las especies arbóreas mayores a 10 cm; además, se colectaron muestras botánicas para identificarlas taxonómicamente. Así, los objetivos principales buscan dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es la estructura de los bosques en cada una de las zonas muestreadas? ¿Cuáles son los patrones de diversidad alfa en cada una de las zonas y sitios de vegetación contrastantes? y ¿Cuál es la similitud en diversidad florística de las dos zonas?

## 1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los bosques tropicales albergan más de la mitad de la riqueza mundial de especies a pesar de cubrir tan solo el 7% de la superficie del globo (Wilson 1988). Colombia es el tercer país de Sur América con mayor área en bosques (Arrieta 2015) y es considerada como el segundo país del mundo en diversidad biológica, esto debido a que sus bosques poseen gran riqueza en especies de animales y de plantas, (Melo 1997; Melo & Vargas 2003). Así, de acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2012), este país ocupa el primer puesto en diversidad de aves con 1860 especies, el tercer lugar en diversidad de plantas (29.782 especies) y reptiles (586 especies); y el cuarto puesto en diversidad de mamíferos con 469 especies. Además posee uno de los más altos índices de endemismo del mundo. Aun así, la mayoría de las especies son desconocidas, corriendo el riesgo de continuar siéndolo para la ciencia y la humanidad, ya que la degradación de los ecosistemas avanza a pasos agigantados sin que se haga mayor cosa para controlarla (Andrade 2011).

Una de las principales causas por las que la diversidad biológica se está perdiendo en el mundo es la transformación de los bosques húmedos tropicales debido a las actividades humanas, (Wilson 1988; Guariguata & Kattan 2002). Según estadísticas de la FAO (2015), la deforestación del bosque natural mundial anual se ha reducido entre los periodos 1990-2000 y 2010-2015 de 10,6 a 6,5 millones de hectáreas netas al año respectivamente, registrándose la pérdida de área de bosque más alta en África y América del sur. En Colombia la tendencia de la mayor pérdida boscosa para el 2013 según el IDEAM (2013), se presentó en el departamento del Chocó con 17,95%, para el 2017 esta tendencia persiste (IDEAM 2017).

El Chocó es un departamento que posee una alta diversidad biológica, por lo tanto es una fuente importante de recursos naturales de gran valor en términos económicos, sociales, culturales y ambientales, estos recursos naturales están

siendo aprovechados por parte de las comunidades allí asentadas generando inevitablemente una modificación en los ecosistemas regionales. (Palacios, Rodriguez, & Jimenez, 2008), algunas de las actividades humanas que amenazan estos bosques son la minería, la explotación maderera y el establecimiento de cultivos ilícitos (Ramírez & Ledezma, 2007); así por ejemplo para el establecimiento de aproximadamente 453 ha de cultivos ilícitos en el Chocó, fueron destruidos alrededor de 1360 ha de Bosque Húmedo Tropical (Ramírez & Ledezma, 2007).

La actividad minera es practicada en más del 90% de los municipios del Chocó, a pesar de los graves impactos de esta sobre la diversidad de especies (Valois & Martinez, 2016). Esta actividad provoca fragmentación en el hábitat con la pérdida posterior de germoplasma valioso, además, se constituye en un peligro inminente gracias al aumento de la violencia al interior de las comunidades provocando desplazamientos y posterior colonización de territorios nuevos (Ramírez & Ledezma, 2007).

Por otra parte la explotación maderera se da en todos los tipos de vegetación, siendo sobreexplotados los estuarios, llanuras aluviales y colinas bajas, llevando a la desaparición de comunidades vegetales como Cativales, Manglares y Naidizales. Con la tala a gran nivel se está acabando con el recurso forestal lo que influye en la dinámica del bosque en su totalidad, afectando tanto la cantidad de animales silvestres como las dinámicas fluviales y las demás especies asociadas a los árboles maderables (Ramírez & Ledezma, 2007).

Finalmente, la preservación de estos bosques es de vital importancia para el futuro del planeta tanto por los efectos de la deforestación sobre el cambio climático, como por el saber de las comunidades locales sobre los recursos que garantizan su bienestar y soberanía alimentaria, pero también porque constituyen una gran reserva de recursos genéticos para el desarrollo de nuevos productos (Egio & Jaramillo 2010).

## 2 JUSTIFICACIÓN

La mayoría de naciones megadiversas están localizadas en el trópico; y es debido a este factor que poseen una alta riqueza en especies de fauna y flora, ecosistemas y hábitats. La mayoría de las especies que se encuentran registradas a nivel mundial pertenecen a las regiones tropicales húmedas, siendo los ecosistemas más ricos y complejos del mundo (Wilson 1998; Melo & Vargas 2003), pero al mismo tiempo con gran fragilidad debido a las relaciones múltiples y complejas entre los organismos, el suelo y la atmósfera, resultando afectada la regeneración natural del ecosistema principalmente (Gómez Et al, 1992; Melo & Vargas 2003).

Del 70% de la biodiversidad que se le adjudica al grupo de países Megadiversos, el 10% corresponde a la república de Colombia; donde el 68,7% de nuestra superficie está cubierta por ecosistemas naturales. Colombia ocupa el primer lugar en especies de aves y orquídeas, es el segundo en el mundo en riqueza de plantas, anfibios, mariposas y peces de agua dulce; el tercero más rico en especies de palmas y reptiles; y ocupamos el cuarto lugar en mamíferos (Moreno, Andrade & Ruiz, 2017).

A pesar de los halagadores puestos en el ranking mundial de biodiversidad, existe deficiencia en el conocimiento que se tiene acerca de la composición florística y; esa deficiencia no permite que se realicen generalizaciones sobre los patrones de diversidad; los cuales son necesarios para establecer planes de manejo y conservación de las especies que aún se desconocen y que podrían tener algún grado de amenaza de extinción.

Para el desarrollo de planes de conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, la diversidad biológica es un elemento fundamental, por tal motivo su conocimiento, cuantificación y análisis es esencial para comprender el mundo natural y los cambios producidos por la actividad humana (Alvarez et al 2004).

Los bosques contribuyen al bienestar del ser humano proporcionando madera, ayudando en la lucha contra la pobreza rural, garantizando la seguridad alimentaria y proporcionando medios de subsistencia decentes (FAO 2016). La Unep (2007) citado por el ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible (MINAMBIENTE ) habla sobre la relación directa que existe entre la biodiversidad, la salud, el desarrollo humano y su seguridad y cultura. Beneficios que se conocen como servicios ecosistémicos. Estos son importantes para la vida del ser humano en el planeta, lo cual es posible solo si se garantiza la estructura y funcionamiento de la biodiversidad.

En Colombia, se ha encontrado que la evaluación de la diversidad biológica a nivel de especies es incipiente; de esta grave situación no escapa el Chocó Biogeográfico, se sabe que sus bosques naturales ofrecen múltiples servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, de regulación, culturales y de soporte; en cuanto a los servicios de regulación se destacan: fijación de carbono, regulación hídrica (captación-liberación de agua), mantenimiento de la calidad del aire, recarga de acuíferos, prevención de la erosión, reciclaje de nutrientes (retención, recuperación y eliminación del exceso de nutrientes y contaminantes) y conservación de la biodiversidad.

En los bosques del Chocó Biogeográfico, se encuentran características particulares en estructura y composición florística, donde se presenta una alta densidad de árboles que representan un número comparativamente elevado de especies; así se han registrado en promedio 172 familias y 4525 especies de plantas angiospermas, lo cual ha permitido situar a esta región después de la región de la Amazonía, en el segundo lugar en cuanto a riqueza florística de especies de plantas con flor en Colombia (Rangel, 2015).

El Chocó se ha considerado como una de las zonas más ricas en diversidad de especies vegetales con gran importancia socioeconómica y cultural, las cuales han suplido las necesidades medicinales, alimenticias y mágico-religiosas de sus

pobladores (Asprilla, 2009), entre estas se encuentran las palmas, siendo uno de los grupos más importantes de plantas a nivel del neotrópico, tanto por su riqueza, abundancia y papel fundamental de los ecosistemas donde se desarrollan como por su uso actual y potencial (Ramirez & Galeano, 2011). Las palmas son el grupo con mayor número de especies potenciales para elaborar artesanías (Asprilla, 2009).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la estructura y diversidad de dos bosques contrastantes en la región del Chocó-Darién Colombia

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar y comparar la estructura del bosque en dos sitios de vegetación contrastante en la región del Chocó-Darién Colombia.
- Estimar la diversidad alfa en dos sitios de vegetación contrastante en la región del Chocó-Darién Colombia.
- Determinar la similitud en diversidad florística entre sitios de vegetación contrastante en la región del Chocó-Darién Colombia.

## 4 MARCO TEÓRICO

### 4.1 BIODIVERSIDAD

La diversidad biológica se refiere a la variedad y variabilidad entre los organismos vivos y los complejos ecológicos en los cuales estos participan. La diversidad puede definirse como el número de diferentes organismos y su frecuencia relativa. Para la diversidad biológica esos organismos están asociados en muchos niveles, desde estructuras químicas que son la base molecular de la herencia, hasta ecosistemas completos. De esta forma el término abarca genes, especies, ecosistemas y sus abundancias relativas (Melo & Vargas 2003). La diversidad de especies puede ser medida en tres niveles; diversidad Alfa, diversidad Beta y diversidad Gama. (Melo & Vargas 2003).

#### 4.1.1 Diversidad Alfa

Se refiere a la diversidad dentro de un área pequeña en la cual usualmente se realizan mediciones, puede ser un cuadrante, parcela o sitio de estudio (Socolar, Gilroy, Kunin & Edwards 2016). Es la diversidad intracomunitaria, es decir, dentro del hábitat, esta puede ser medida a través de los índices de riqueza de especies, los índices de abundancia relativa de especies y los modelos de abundancia de especies (Melo & Vargas 2003).

Para la evaluación de la riqueza de especies generalmente se utilizan las medidas del número de especies encontradas en una muestra definida, utilizando los índices de densidad de especies, curvas de acumulación de especies y estimadores no paramétricos para la riqueza de especies (Melo & Vargas 2003). Los índices basados en la abundancia relativa de especies asocian la riqueza y la

abundancia relativa, entre estos índices se encuentran el de Shannon-wiener (H), Simpson (D, 1/D) y Berger Parker (d, 1/d) (Melo y Vargas 2003);

Los modelos de abundancia de especies describen la distribución de la abundancia de especies, ya sea en hábitats con alta homogeneidad o muy heterogéneos, así, en las comunidades donde hay pocas especies dominantes y las demás son raras, se utiliza la serie geométrica para caracterizarlas, las comunidades con especies de abundancia intermedia son caracterizadas por

medio de la serie logarítmica, el modelo logarítmico normal, lognormal o normal truncada, y en las comunidades donde las especies son igualmente abundantes se utiliza el modelo de Broken stick. (Melo & Vargas 2003).

#### **4.1.1.1 *Shannon-wiener (H)***

Es utilizado para medir que tan heterogénea es una comunidad donde el valor máximo indica que todas las especies abundan de igual manera, es recomendado para la comparación de diferentes hábitats.

#### **4.1.1.2 *Índice de Simpson (D)***

Es una medida de dominancia donde se hace énfasis en las especies más comunes y la riqueza de especies es más reflejada. “se refiere a la probabilidad de que los individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie.

#### **4.1.2 Diversidad Beta**

Es el resultado de la diferencia entre dos sitios (Socolar, Gilroy, Kunin & Edwards 2016). Esta medida indica cual es la similitud o disimilitud en variedad y abundancia de especies albergada en los sitios de comparación, ya sean hábitats o parcelas. Cuando la cantidad de especies compartidas en las comunidades es menor, la diversidad Beta es mayor. Con este nivel de diversidad se puede medir el grado de fraccionamiento del ambiente en parches o mosaicos biológicos, en otras palabras mide la proximidad de hábitats diferentes en el ambiente (Melo & Vargas 2003).

Los índices de cuantificación más comúnmente usados para medir la beta diversidad se dividen en medidas de similaridad entre los que se encuentran los índices de Jaccard & Sorensen, y las medidas de disimilaridad por medio de los índices de Remotidad, Disimilitud y la distancia euclidiana (Melo & Vargas 2003). Además se puede utilizar la estadística multivariada por medio de aplicaciones como el análisis de clusters, lo cual permite obtener una buena representación de la diversidad Beta (Melo 1994 b).

Entre las medidas de similaridad se encuentran los índices de Jaccard y Sorensen por medio de los cuales se comparan las especies compartidas por dos comunidades pero no se tiene en cuenta la abundancia de las especies. Las medidas de disimilaridad son generalmente de tipo cuantitativo y se tienen en cuenta tanto el número de especies, como las abundancias y la distribución de estas dentro de sus comunidades, entre estas medidas se encuentran: la distancia euclidiana y el porcentaje de disimilitud (PD) (Melo y Vargas 2003).

#### **4.1.3 Diversidad gama**

Hace referencia a la diversidad de especies a escala regional o global, puede ser a nivel de paisaje, ecorregión, nación o planeta. (Socolar, Gilroy, Kunin & Edwards 2016). Puede ser considerada como la suma de las dos anteriores (Halffter 1992; Crawley 1997).

## **4.2 INVENTARIOS**

Hace referencia al listado de especies que se encuentran en un determinado lugar y que sirven como base para obtener información acerca de la distribución geográfica de las diferentes especies (Vallejo et al 2005). Para estos se hace uso del establecimiento de parcelas (unidades de muestreo). Estas pueden ser temporales o permanentes de acuerdo a los objetivos de las investigaciones (Melo & Vargas 2003).

Los datos obtenidos a partir de los inventarios pueden ser procesados, contextualizados y analizados con el fin de caracterizar la biodiversidad, estos aportan información que indica el estado de conservación de la biodiversidad, la detección y evaluación de los cambios biológicos y ecológicos y la estimación de la cantidad de biodiversidad que falta por inventariar (Alvarez et al 2004).

## **4.3 PARCELAS TEMPORALES**

Generalmente son usadas para muestreos rápidos de tipo exploratorio como: evaluación de masa forestal, inventarios de especies y evaluación del estado actual de la regeneración natural. Para estos muestreos no es necesario delimitar la unidad o marcar los individuos, ya que la información obtenida obedece a registros puntuales (Melo & Vargas 2003).

## **4.4 PARCELAS PERMANENTES**

Conocidas también como unidades de monitoreo, es posible hacer seguimiento a mediano o largo plazo de los individuos tanto de flora como de fauna a través de estas. Son utilizadas principalmente para evaluar la dinámica de la regeneración natural, fenología, crecimiento de la masa forestal, monitoreo de la biodiversidad y

evaluación del efecto de las coberturas sobre el suelo, el agua y la vida silvestre. Para su establecimiento se delimita, georreferencia y ubica con precisión en el terreno, además todos los árboles son identificados marcados y registrados debidamente. También se realiza un levantamiento topográfico de tipo planimétrico. La parcela generalmente es dividida en subparcelas delimitadas con cuerdas de polipropileno o poliuretano de color naranja o amarillo, los vértices son identificados con tubos de PVC (Melo & Vargas 2003).

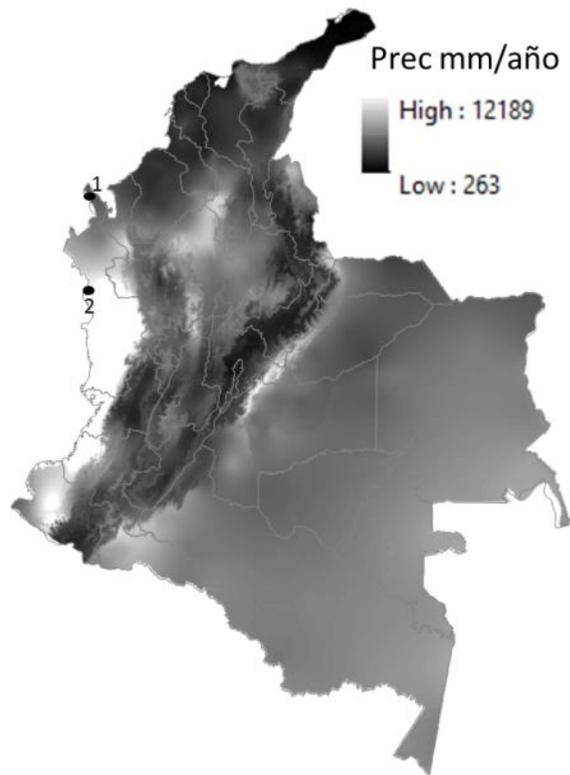
#### **4.5 ÁREA BASAL**

Es el área de cualquier sección transversal del fuste del árbol, puede ser calculada en base al DAP. Es una medida de la densidad, para un sitio y edad dada, se define como la suma de las áreas de todos los fustes a nivel de DAP por unidad de superficie (Ugalde 1981).

## 5 METODOLOGÍA

### 5.1 ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en dos parcelas permanentes de investigación de 1 hectáreas cada una, ubicadas en dos bosques primarios en los municipios de Bahía Solano (Sitio 1 en el Jardín Botánico del Pacífico) y Acandí (Sitio 2 en la Reserva Sasardí) al norte del departamento del Chocó (Figura 1).



**Figura 1.** Localización en Colombia de los sitios de estudio. 1- Reserva Sasardí en el municipio de Acandí. 2- Jardín Botánico del Pacífico, en el municipio de Bahía Solano. Fuente: WordClim-Datos climáticos globales para la modelación ecológica y SIG. (2017). Recuperado de: [www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)

## Sitio 1. Jardín Botánico del Pacífico

El Jardín Botánico del Pacífico está localizado en el municipio de Bahía Solano, en el departamento del Chocó, en la vereda Mecana en las coordenadas 06° 13' 27" latitud norte y 77° 24' 14" longitud oeste. Tiene una extensión total de 170 hectáreas de las cuales 120 corresponden a bosque. El jardín botánico está ubicado en la zona de vida bosque pluvial tropical (bp-T) según Holdridge (2000). Su clima está definido por una temperatura media 26°C, una precipitación superior a 6.000 mm/año, un brillo solar entre 52 y 100 horas mensuales, una humedad relativa del 85% y una nubosidad entre 5 y 7 octas (Torres, Mena & Alvarez, 2017).

## Sitio 2. Reserva Sasardí

La reserva integral y Ecoaldea Sasardí (RIES) se encuentra ubicada en el municipio de Acandí en el departamento del Chocó, en la vereda Sasardí sobre la serranía costera de Tripogadí al occidente del golfo de Urabá-Chocó, tiene una extensión de 60 hectáreas donde cerca de la mitad de estas corresponde a bosque primario, localizada en las coordenadas 08° 22' N y 77° 08' O, a 129 msnm cuenta con una precipitación media de 2800 mm/año y 28 a 35 °C de temperatura, ubicada en la zona de vida según Holdridge de bosque Húmedo Tropical bh-T.

## **5.2 UNIDADES EXPERIMENTALES Y MEDICIÓN DE VARIABLES**

En cada uno de los sitios (Chocó o JBP y Darién o Sasardí) se estableció una parcela permanente de 1 ha (100 x 100 m) incluyendo dos tipos de vegetación. 1- Bosques de tierra firme (0,6 Ha) y 2- Bosques pantanosos sobre suelos permanentemente inundados (0,4 Ha). De aquí en adelante se utilizarán códigos que describen los bosques de tierra firme y pantanosos en el JBP como

Chocó\_TF y Chocó\_P, los mismos bosques en Sasardí como Darién\_TF y Darién\_P.

Las parcelas se dividieron en cuadrantes de 20 x 20 m, las cuales se delimitaron con tubos de PVC y fibra. La codificación de los cuadrantes se realizó utilizando el alfabeto (A,B,C...) y la codificación de los individuos fue alfa numérica (A1, A2...B1, B2...).

En ambas parcelas se rotularon y midieron todos los individuos de árboles y lianas  $\geq$  a 10 cm de diámetro, se midió el diámetro a la altura normal a todos los individuos utilizando cinta diamétrica o forcípula de acuerdo a las posibilidades de medición, cada individuo medido fue pintado de amarillo en su punto de medición y se marcó con una placa de aluminio-foil que identificaba el cuadrante y el número de individuo. Para la identificación de las especies se tomó la respectiva muestra botánica a cada individuo de especie desconocida con DAP  $\geq$  a 10 cm, para lo cual se siguió las técnicas estándar de procesamiento de material vegetal para un herbario. Algunas fueron de fácil reconocimiento (por ej. *Euterpe oleracea* Mart.) las cuales fueron identificadas en campo por un experto indígena. El trabajo de herborización y de identificación de las colecciones fue realizado en los herbarios del Jardín Botánico de Medellín (JBMED) y de la Universidad de Tolima (UT) que cuenta con un buen número de colecciones históricas de la región del Chocó-Darién.

### **5.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para evaluar la diversidad teniendo en cuenta la información de las dos áreas de estudio, se utilizaron índices que ayudaron a resumir la información en un solo valor y que permitieron unificar cantidades para hacer comparaciones. Estos índices se calcularon por medio del programa estadístico R, en el cual se utilizó la librería Vegan.

**Diversidad alfa ( $\alpha$ ):** se utilizaron los siguientes estimadores basados en la abundancia relativa de especies. Estos índices combinan la riqueza y la abundancia relativa de especies.

Shannon-Wiener ( $H'$ ): es un índice de equidad que tiene en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentran distribuidas. Mide la heterogeneidad de la comunidad, el valor máximo será indicador de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes (Villareal *et al.* 2006; Melo & Cruz, 2003; Moreno, 2001)..

$$H' = - \sum p_i \ln(p_i)$$

Donde:

H = Diversidad de Shannon

$p_i$  =  $(n_i/N)$  Abundancia proporcional (relativa)

Índice de Simpson ( $D$ ): es un índice de dominancia que se enfatiza en las especies más comunes o aquellas que están mejor representadas (dominan) en el área de muestreo. Éste índice se refiere a la probabilidad, de que dos individuos tomados al azar de una muestra, correspondan a la misma especie.

$$D = \sum p_i^2 \quad \text{o} \quad D = \sum [n_i(n_i-1)/N(N-1)]$$

Donde:

$p_i$  = Abundancia proporcional

$n_i$  = Número de individuos de la  $i$ -ésima especie

N = Número de individuos totales

**Diversidad Beta ( $\beta$ ):** se evaluó la diversidad  $\beta$  mediante los índices de Jaccard y Sorensen, para analizar las diferencias entre los hábitats y los cambios en la composición de las especies entre los sitios. Mientras menos especies compartan las dos áreas de estudio, mayor será su beta diversidad (Melo & Cruz, 2003).

Jaccard ( $I_j$ ): relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Villareal *et al.* 2006, Moreno, 2001).

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

Sorensen ( $I_s$ ): relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios. El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Villareal *et al.* 2006, Moreno, 2001).

$$I_s = \frac{2c}{a+b}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

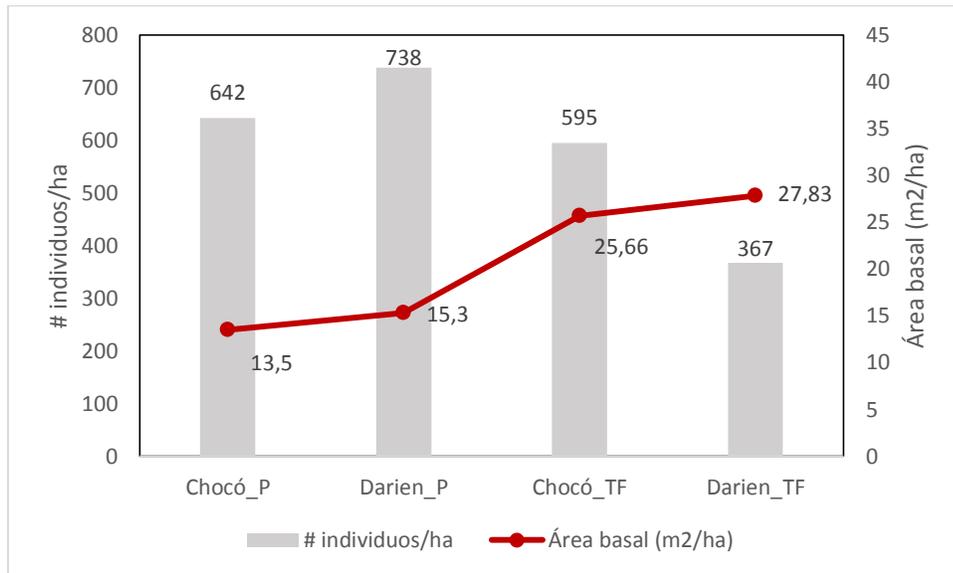
c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

Finalmente, se investigó el estado de la conservación de las especies encontradas en cada área de estudio, mediante la información aportada por el libro rojo de plantas de Colombia.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 ABUNDANCIA, ÁREA BASAL

Para los dos sitios de muestreo, los bosques pantanosos tienen una mayor densidad de árboles pero menor área basal que los bosques de tierra firme; adicionalmente, se observa que aunque en los bosques del Darien\_TF se tiene el menor número de individuos, se obtuvo la mayor área basal con respecto a los demás sitios (Figura 2).



**Figura 2.** Comparación del número de individuos y el área basal/ha en bosques de tierra firme (TF) y pantanosos en Choco y Darién.

### 5.2 DIVERSIDAD ALFA

Se encontró un total de 1129 individuos en las 2 ha, de los cuales 575 son árboles, 547 son palmas y 7 son lianas. En las parcelas de los bosques del Chocó se encontraron 614 individuos, representados por 66 especies, 51 géneros y 29

familias; y en las parcelas de los bosques del Darién se registraron 515 individuos que representaron 79 especies, 66 géneros y 27 familias (ver listado en Anexo 1).

La mayor riqueza y diversidad de especies se encontró en los bosques de tierra firme en comparación con los pantanosos, y los bosques pantanosos del Darién tuvieron mayor riqueza y diversidad que los bosques pantanosos del Chocó; un patrón similar se encontró para el índice de dominancia de Simpson (Tabla 1); es decir, hay mayor dominancia por unas pocas especies en los bosques pantanosos que en los bosques de tierra firme.

Con respecto a los valores obtenidos del índice de Shannon, los bosques de tierra firme en las dos áreas de muestreo obtuvieron un mayor valor en comparación con los bosques pantanosos, lo cual significa que en estos bosques generalmente las especies son igualmente abundantes.

**Tabla 1.** Comparación de la diversidad alfa. Riqueza de especies y la diversidad entre el Chocó y el Darién, considerando bosques pantanosos (P) y bosques de tierra firme (TF).

Índice	Chocó_P	Darién_P	Chocó_TF	Darién_TF
Número especies	9	17	61	63
Shannon_H	0.38	1.66	3.44	3.62
Dominance_D (Simpson)	0.87	0.30	0.05	0.04

Los bosques de pantano están claramente dominados por las palmas, principalmente en el Chocó, y a nivel de las especies tienen una composición más homogénea que los bosques de tierra firme, con una baja riqueza y diversidad, y la presencia de una especie híper dominante, *Euterpe oleraceae* Mart. (Tabla 2). Con respecto a los bosques de tierra firme se encontraron especies con mayor dominancia en el Chocó, posiblemente como respuesta a perturbaciones pasadas, dada la alta dominancia de *Jacaranda* y *Cecropia*. Las 5 especies con

mayor IVI representan el 89,7%, 80,1%, 41,6% y el 34.0% en Chocó\_P, Darién\_P, Chocó\_TF y Darién\_TF, respectivamente (Tabla 2).

**Tabla 2.** Especies dominantes en los diferentes tipos de bosque

N	ESPECIE	Abund ab	Abas ab	Frec ab	Abund rel	Abas rel	Frec rel	IVI %
Bosque Pantanoso del Chocó								
1	<i>Euterpe oleracea</i>	239	3.07	8	93.0	56.4	42.1	63.8
2	<i>Jacaranda copaia</i>	7	0.95	2	2.7	17.4	10.5	10.2
3	<i>Pourouma sp</i>	2	0.35	2	0.8	6.5	10.5	5.9
4	<i>Virola reidii</i>	2	0.57	1	0.8	10.5	5.3	5.5
5	<i>Exarata chocoensis</i>	3	0.04	2	1.2	0.8	10.5	4.2
Bosque Pantanoso del Darién								
1	<i>Euterpe oleracea</i>	136	1.42	10	46.1	23.3	14.5	28.0
2	<i>Manicaria saccifera</i>	79	2.17	10	26.8	35.5	14.5	25.6
3	<i>Raphia taedigera</i>	23	1.17	9	7.8	19.2	13.0	13.3
4	<i>Mauritiella macroclada</i>	20	0.28	10	6.8	4.5	14.5	8.6
5	<i>Sterculia pilosa</i>	5	0.31	5	1.7	5.0	7.2	4.7
Bosque de Tierra firme del Chocó								
1	<i>Jacaranda copaia</i>	43	4.42	14	12.0	28.7	6.4	15.7
2	<i>Cordia sp</i>	47	1.07	14	13.2	7.0	6.4	8.8
3	<i>Cecropia schreberiana</i>	22	1.28	9	6.2	8.3	4.1	6.2
4	<i>Brosimum alicastrum</i>	16	1.23	10	4.5	8.0	4.5	5.7
5	<i>Chrysochlamys sp</i>	25	0.56	11	7.0	3.7	5.0	5.2
Bosque de Tierra firme del Darién								
1	<i>Pouteria amygdalcarpa</i>	26	1.39	13	11.8	8.3	7.9	9.3
2	<i>Cavanillesia platanifolia</i>	2	3.26	2	0.9	19.5	1.2	7.2
3	<i>Batocarpus costaricensis</i>	19	1.01	11	8.6	6.0	6.7	7.1
4	<i>Anacardium excelsum</i>	2	2.27	2	0.9	13.5	1.2	5.2
5	<i>Castilla tunu</i>	9	1.39	5	4.1	8.3	3.0	5.1

## 6.2 DIVERSIDAD BETA

No se encontró ninguna especie en común entre los diferentes tipos de bosque. Los bosques de tierra firme de Chocó y Darién comparten solo el 6.4% de las especies mientras que los pantanosos comparten el 13% entre las dos regiones (Tabla 3).

**Tabla 3.** Número y porcentaje de especies comunes entre los diferentes tipos de bosque

	Chocó_TF	Darién_P	Chocó_P
	# especies comunes		
Darién_TF	7	1	0
Chocó_TF		1	2
Darién_P			3
	% especies comunes		
Darién_TF	6.4	1.3	0.0
Chocó_TF		1.4	3.2
Darién_P			13.0

Por otra parte, de acuerdo con la Tabla 4 se observa que para los sitios de muestreo en bosques similares (Darién\_TF vs Chocó\_TF; y Darién\_P vs Chocó\_P), se obtuvieron los valores más altos de los índices de Jaccard y Sorensen; y por el contrario, se obtuvieron los menores valores, cuando se evaluaron sitios contrastantes. Finalmente, se encontró una diferencia del 100% en la composición de especies entre el bosque de tierra firme del Darién y el bosque pantanoso del Chocó (Darién\_tf vs Choco \_P (Ij y Is= 0)).

**Tabla 4.** Valores del índice de Jaccard y Sorensen entre los diferentes tipos de bosques

	Jaccard (Ij)	Sorensen (Is)
Darién_TF vs Chocó_TF	0.06	0,11
Darién_TF vs Darién_P	0,01	0,025
Darién_tf vs Choco _P	0	0
Chocó_TF vs Darién_P	0,01	0,026
Chocó_TF vs Choco_P	0,03	0,05
Darién_P vs Choco_P	0,13	0,23

## 7 DISCUSIÓN

Denslow (1995) y Condit *et al.* (1996) señalan la relación existente entre riqueza y abundancia: en una misma cantidad de área, puede contener más especies un hábitat con un mayor número de individuos, que uno con un menor número de individuos. En otras palabras, la riqueza de especies no depende únicamente del área muestreada, sino también del número de individuos que se encuentran en esa área. Lo que difiere con lo encontrado en el presente estudio, ya que, los bosques del Darién a pesar de contener menor número de individuos que los bosques del Chocó, contienen mayor cantidad de especies; lo cual podría estar relacionado con la precipitación; ya que Gentry (1982) al tratar de determinar los factores ecológicos que podrían estar relacionados con una alta diversidad de especies de plantas, pudo establecer la relación existente entre el aumento de la biodiversidad con la cantidad y equitabilidad de precipitación y, con la fertilidad del suelo en un menor grado.

La mayor parte de los estudios en regiones tropicales que muestran las diferencias entre bosques de tierra firme y pantanosos, se han realizado en la cuenca del río Amazonia (Anexo 2; ver además revisiones recientes en Pitman *et al.* 2014 y Wittmann *et al.* 2017). Como en nuestro caso, la hiperdominancia en los pantanos arbolados ha sido reportada tanto en bosques tropicales como templados. Jones (1995) reporta que *Euterpe oleracea* Mart. es una palma con origen en los trópicos y sub trópicos de Suramérica, ocupando generalmente terrenos inundados y esporádicamente suelos de tierra firme (Cavalcante, 1991). La *E. oleracea* Mart. crece a lo largo de la costa del Pacífico desde Panamá (San Blas) hasta el norte de Ecuador (Esmeraldas). También se encuentra en áreas estuarinas de Trinidad, Venezuela (delta del Orinoco), las Guayanas y Brasil (Estado Amazónico). En Colombia, crece también en el valle medio e inferior del río Atrato, en el bajo Cauca y en el valle medio del río Magdalena, y en el alto Sinú (Galeano & Bernal, 2010). Estudios desarrollados en el estuario amazónico,

como el de Cattanio et al. (2004), plantean que *E. oleracea Mart.* es una de las especies mejor adaptadas a suelos inundables gracias a sus neumatóforos.

Dada la importancia de estos bosques, existen desde hace décadas trabajos enfocados en entender su distribución espacial a nivel continental (Klinge, Junk & Revilla, 1990) y la importancia para la seguridad alimentaria de las comunidades (Kahn, 1991). Más recientemente, la importancia de los bosques pantanosos viene siendo reconocida por otros servicios ecosistémicos; por ejemplo, se sabe actualmente que los bosques tropicales en general son importantes reservas de carbono, pero la contribución de los bosques pantanosos de agua dulce a esta reserva no se ha cuantificado en gran medida (Igu & Marchant, 2016). Más aún, recientemente se han reportado grandes extensiones de suelos pantanosos en amazonia que almacena grandes cantidades de carbono (Draper *et al.* 2014).

Con respecto a la diversidad beta, se pudo observar que los dos índices estiman el recambio florístico entre sitios de muestreo de manera similar, donde se encuentra que generalmente entre todos los sitios de muestreo la composición florística es muy diferente, pues los valores obtenidos son muy cercanos al número cero. No obstante y de acuerdo con las leves diferencias en los valores obtenidos, se analiza que entre los bosques pantanosos de los dos sitios de muestreo, existe una mayor similitud en la composición florística en comparación con los bosques de tierra firme de los dos sitios (Darién\_P vs Chocó\_P ( $I_j = 0.13$   $I_s = 0.23$ )); y (Darién \_TF vs Chocó\_TF ( $I_j = 0.06$   $I_s = 0.11$ )). Además, entre los dos sitios de muestreo y tipos de bosques diferentes (pantanosos y de tierra firme) existe alta heterogeneidad en la riqueza de especies presentes, ya que se obtuvieron los menores valores para los índices evaluados.

A pesar de que la abundancia de especies y familias fue igual en todos los sitios, la similitud en composición florística fue muy baja. Solo hubo 10 especies mayores a 10 cm de DAP comunes entre los tres sitios, además de que los

bosques pantanosos tuvieron menos diversidad, esto concuerda con Berry (2002), Los ejemplos de patrones de diversidad beta en los bosques neotropicales de bajura son muy distintos, un ejemplo claro se da entre los bosques estacionalmente inundables y los bosques de tierra firme, generalmente son menos diversos los bosques inundables en comparación con los de tierra firme y entre estos hay pocas especies en común.

A nivel general se encuentra que los estudios de diversidad biológica son insuficientes, además de esto, existe un problema de tipo más bien metodológico: la mayor parte de los estudios florísticos no utilizan una medida universal de diversidad que permitan hacer una comparación eficaz entre un área y otra. Por otra parte, los estudios suelen variar en cuanto al tamaño y las formas de las parcelas, el sitio donde se les coloca (no siempre al azar, sino, siguiendo criterios personales), el diámetro mínimo de los árboles muestreados y la certeza con que se identifican las especies de la parcela. (Berry.P, 2002), casi todos los estudios se centran en árboles, pues estos, además de constituir la mayor parte de la biomasa del bosque, determinan en gran parte su estructura y funcionamiento (aunque algunos estudios también incluyen arbustos, hierbas, epífita y lianas).

## **8 CONCLUSIÓN**

La conclusión más evidente de estos dos muestreos, y otros hechos en los mismos tipos de bosque, es que las inundaciones determinan significativamente la estructura del bosque. Esto se puede observar en la densidad total de individuos, el área basal y la diversidad. Si bien los bosques pantanosos tienen una menor diversidad que los de tierra firme son fundamentales por los servicios ecosistémicos que prestan. No solo contribuyen a controlar las inundaciones, sino que también tienen una alta densidad de individuos útiles para las comunidades y almacena grandes cantidades de carbono, especialmente en el suelo.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

Álvarez Mauricio, Córdoba Sergio, Escobar Federico, Fagua Giovanni, Gast Fernando, Mendoza Humberto, Ospina Mónica, Umaña Ana María, Villa real Héctor. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt.

Andrade-C., M. G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 35 (137), 491-507. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082011000400008&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000400008&lng=en&tlng=es)

Arbeláez Cortes, E. (2013). Describiendo especies: un panorama de la biodiversidad colombiana en el ámbito mundial. Acta Biológica Colombiana, 18(1), 165-178.

Asprilla Angélica. (2009). Aprovechamiento y transformación sostenible de materias primas vegetales de uso artesanal en el departamento del Chocó, Colombia. Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico "John Von Neumann". Bioetnia 2009; 6 (2): pgn 120.

Berry, P. (2002) diversidad y endemismo en los bosques. En Guariguata, M y Kattan, G (Eds.), ecología y conservación de bosques neotropicales. (pp 83- 97). Cartago. Costarrica

Cardenas, L. D. y Salinas N.R (2007). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies Maderables Amenazadas: Primera parte. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. 232 pp.

Cattanio, J.H. Cattanio, A.B. Anderson, J.S. Rombold, D.C. (2004). Nepstad Phenology, litterfall, growth, and root biomass in a tidal floodplain forest in the Amazon estuary *Revista Brasileira de Botânica*, 27 (2004), pp. 703-712.

Cavalcante, Paulo B. (1991). Frutas comestíveis da Amazônia. Belém: Edições CEJUP. 271p.

Draper, F.C., K.H. Rocoux, I.T. Lawson, E.T.A. Mitchard, E.N.H. Coronado, O. Lähteenoja, L. Torres Montenegro, E. Valderrama Sandoval, R. Zaráte, and T. R.

Langendoen Faber D.; Gentry, A. (1991). The structure and diversity of rain forests at Bajo Calima, Chocó Region, Western Colombia. *Biotropica*, v.23, n.1, p.2-11.

FAO- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1989). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Pgs 188

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2015). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. Pgs 54

Galeano, G., Bernal, R.. (2010). Palmas de Colombia. Guía de Campo. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias-Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Guariguata, M y Kattan, G (Eds.), ecología y conservación de bosques neotropicales. (pp 83- 97). Cartago. Costarrica

Halffter, Gonzalo y Escurra, Exequiel. (1992). Que es la biodiversidad. La Diversidad Biológica de Iberoamerica I. p. 11, 12.

IDEAM. (2013). Reporte de alertas tempranas de deforestación para Colombia - Primer semestre del 2013 (No. 1) (p. 10). IDEAM. Recuperado a partir de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022694/Alertastempranasdedeforestacionprimerboletin.pdf>

IDEAM. (2017). Noveno boletín de alertas tempranas de deforestación (AT-D) cuarto trimestre del 2016. Recuperado a partir de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023696/BOLETIN%20DEF ORESTACION 9.pdf>

Igu, N. I., Marchant, R. (2016). Aboveground carbon storage in a freshwater swamp forest ecosystem in the Niger Delta. Carbon Management, 7(3-4), 137-148.

Jones, David, L. (1995). Palms throughout the world. Smithsonian Institution. No month,. 410p. ISBN 10: 1560986166 ISBN 13: 9781560986164

Kahn, F. (1991). Palms as key swamp forest resources in Amazonia. Forest Ecology and Management, 38(3-4), 133-142.

Klinge, H., Junk, W. J., & Revilla, C. J. (1990). Status and distribution of forested wetlands in tropical South America. Forest Ecology and Management, 33, 81-101.

Melo, C. O y Vargas, R, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Ibagué. Pg 91-129

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 128 p.

Mora, C., Tittensor D., Adl, S., Simpson, A. & Worm B. (2011). How many species are there on Earth and in the Ocean?. *Plos Biol*, 9(8): e1001127.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Hidalgo, México. 86 pp.

Moreno, L. A., Andrade, G. I., y Ruíz-Contreras, L. F. (Eds.). (2017). Biodiversidad 2016. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 106 p.

Mosquera, R.,; Robledo, M. D y Asprilla, P. A. (2007) .Diversidad florística de dos zonas de bosque tropical Húmedo en el municipio de Alto Baudó, Chocó Colombia. *Acta Biológica Colombiana* vol 12. Pp 75-90

Palacios, M., Rodríguez, B. A. y Jiménez, O.A. (2008). Aprovechamiento de los recursos naturales por parte de la comunidad local en la cuenca media del río Atrato, Chocó, Colombia. *Revista institucional Universidad Tecnológica del Chocó*, 175-85.

Pitman, N. C., Andino, J. E. G., Aulestia, M., Cerón, C. E., Neill, D. A., Palacios, W., ... & Terborgh, J. W. (2014). Distribution and abundance of tree species in swamp forests of Amazonian Ecuador. *Ecography*, 37(9), 902-915.

Rangel, O. (2015). La riqueza de las plantas con flores de Colombia. *Caldasia*, 37 (2): 279-307.

Ramirez, G. y Galeano, G. (2011). Comunidades de palmas en dos bosques de Chocó, Colombia. *Caldasia*, 315-329.

Ramírez, M. G. y Ledezma, R. E. (2007). Efectos de las actividades socioeconómicas (minería y explotación maderera) sobre los bosques del departamento del Coclé. *Biodiversidad*, 58-65.

Socolar, J. B., Gilroy, J., Kunin, W. y Edwards, D. P. (2016). How Should Beta-Diversity Inform Biodiversity Conservation?. *Trends in Ecology & Evolution*, Vol. 31, No. 1.

Torres Torres, Jon Jerley, Mena Mosquera, Víctor Eleazar y Álvarez Davila Esteban. (2017). Carbono aéreo almacenado en tres bosques del Jardín Botánico del Pacífico, Coclé, Colombia. Consultado el 6 de noviembre del 2017. URL <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v13n1/1900-3803-entra-13-01-00200.pdf>.  
[http://revistas.utch.edu.co/ojs5/index.php/Bioneotropical/article/view/197/html\\_2](http://revistas.utch.edu.co/ojs5/index.php/Bioneotropical/article/view/197/html_2).

Valois, C. H. y Martínez R, C. (2016). Vulnerabilidad de los bosques naturales en el Chocó biogeográfico Colombiano: actividad minera y conservación de la biodiversidad. *Bosque*, 295-305.

Vallejo, J., Londoño V. A. , Lopez C. R.; Galeano, G. ; Álvarez D. E. y Devia A, W. (2005). Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá D.C. Colombia. 310 p

Villareal H., M. Á. (2004). Manual de Métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. Colombia. 235 páginas

Wittmann F, Marques MCM, Damasceno JuÃnior G, Budke JC, Piedade MTF, de Oliveira Wittmann A, et al. (2017) The Brazilian freshwater wetscape: Changes in tree community diversity and composition on climatic and geographic gradients. PLoS ONE 12(4): e0175003. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175003>

## 10 ANEXOS

### ANEXO 1.

Listado de las especies encontradas en este estudio.

FAMILIA	ESPECIE	Hab	Chocó_P	Chocó_TF	Darién_P	Darién_TF	Total
Actinidiaceae	<i>Saurauia chocoensis</i>	A				1	1
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	A				2	2
Anacardiaceae	<i>Camptosperma panamense</i>	A			3		3
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	A				5	5
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	A		4			4
Annonaceae	<i>Annonaceae sp1</i>	A		2			2
Annonaceae	<i>Guatteria chocoensis</i>	A		6			6
Annonaceae	<i>Guatteria sp</i>	A		4			4
Annonaceae	<i>Klarobelia anomala</i>	A				5	5
Annonaceae	<i>Oxandra xylopioides</i>	A				4	4
Apocynaceae	<i>Lacmellea panamensis</i>	A			5		5
Apocynaceae	<i>Stemmadenia sp</i>	A		4			4
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana arborea</i>	A				6	6
Araliaceae	<i>Dendropanax sp</i>	A		1			1
Arecaceae	<i>Arecaceae sp</i>	P		6			6
Arecaceae	<i>Astrocaryum standleyanum</i>	P		1		1	2
Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i>	P	239		136		375
Arecaceae	<i>Manicaria saccifera</i>	P			79		79
Arecaceae	<i>Mauritiella macroclada</i>	P			20		20
Arecaceae	<i>Oenocarpus bataua</i>	P		8			8
Arecaceae	<i>Raphia taedigera</i>	P			23		23
Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i>	P		6			6
Arecaceae	<i>Welfia regia</i>	P		10			10
Arecaceae	<i>Wettinia quinaria</i>	P		17			17
Arecaceae	<i>Wettinia radiata</i>	P				1	1
Bignoniaceae	<i>Bignoniaceae sp</i>	A		1			1
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	A	7	43			50
Bignoniaceae	<i>Martinella sp</i>	L		1			1
Boraginaceae	<i>Cordia sp</i>	A		47			47
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	A				3	3
Burseraceae	<i>Protium puncticulatum</i>	A				4	4
Celastraceae	<i>Maytenus sp</i>	A			2		2
Chrysobalanaceae	<i>Licania arborea</i>	A		2			2
Clusiaceae	<i>Chrysochlamys dependens</i>	A				14	14
Clusiaceae	<i>Chrysochlamys sp</i>	A		25			25
Clusiaceae	<i>Clusia sp</i>	A				1	1
Clusiaceae	<i>Garcinia magnifolia</i>	A				1	1
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i>	A		1			1
Convolvulaceae	<i>Dicranostyles sp</i>	L				1	1
Dilleniaceae	<i>Doliocarpus sp</i>	L		1			1
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	A			2		2
Euphorbiaceae	<i>Alchornea sp</i>	A	1		6		7
Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i>	A				3	3

FAMILIA	ESPECIE	Hab	Chocó_P	Chocó_TF	Darién_P	Darién_TF	Total
Euphorbiaceae	<i>Omphalea diandra</i>	L				3	3
Lauraceae	<i>Lauraceae sp</i>	A		1			1
Lauraceae	<i>Nectandra sp</i>	A		1			1
Lauraceae	<i>Ocotea cernua</i>	A		4			4
Lauraceae	<i>Ocotea cooperi</i>	A		3			3
Lauraceae	<i>Ocotea sp</i>	A		2			2
Lecythidaceae	<i>Gustavia nana</i>	A				5	5
Leguminosae	<i>Bauhinia sp</i>	L				1	1
Leguminosae	<i>Brownea rosa-de-monte</i>	A		9		10	19
Leguminosae	<i>Copaifera canime</i>	A		2			2
Leguminosae	<i>Dussia lehemanni</i>	A		2			2
Leguminosae	<i>Fabaceae sp1</i>	A				1	1
Leguminosae	<i>Fabaceae sp2</i>	A				1	1
Leguminosae	<i>Inga marginata</i>	A		1			1
Leguminosae	<i>Inga sp</i>	A		3		3	6
Leguminosae	<i>Machaerium sp2</i>	A				2	2
Leguminosae	<i>Machaerium sp3</i>	A				3	3
Leguminosae	<i>Pentaclethra macroloba</i>	A			3		3
Leguminosae	<i>Sclerobium sp</i>	A		5			5
Leguminosae	<i>Zygia latifolia</i>	A		1			1
Malvaceae	<i>Apeiba aspera</i>	A		9			9
Malvaceae	<i>Apeiba glabra</i>	A	1				1
Malvaceae	<i>Cavanillesia platanifolia</i>	A				2	2
Malvaceae	<i>Matisia alata</i>	A		8			8
Malvaceae	<i>Matisia sanblasensis</i>	A				1	1
Malvaceae	<i>Matisia sp</i>	A				4	4
Malvaceae	<i>Sterculia apetala</i>	A				1	1
Malvaceae	<i>Sterculia pilosa</i>	A			5		5
Melastomataceae	<i>Tetrazygia longicollis</i>	A		9			9
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>	A		1			1
Meliaceae	<i>Guarea pterorhachis</i>	A				1	1
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	A		4			4
Meliaceae	<i>Trichilia poeppigii</i>	A				1	1
Moraceae	<i>Batocarpus costaricensis</i>	A				19	19
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	A		16		3	19
Moraceae	<i>Brosimum sp</i>	A		2			2
Moraceae	<i>Castilla tunu</i>	A				9	9
Moraceae	<i>Ficus sp</i>	A		3			3
Moraceae	<i>Ficus tonduzii</i>	A				1	1
Moraceae	<i>Helicostylis sp</i>	A				6	6
Moraceae	<i>Helicostylis tomentosa</i>	A				2	2
Moraceae	<i>Maquira guianensis</i>	A				2	2
Moraceae	<i>Moracea sp</i>	A		3			3
Moraceae	<i>Naucleopsis ulei</i>	A				1	1
Moraceae	<i>Pseudolmedia Laevigata</i>	A				4	4
Moraceae	<i>Sorocea affinis</i>	A				1	1
Myristicaceae	<i>Myristicaceae sp</i>	A		2			2
Myristicaceae	<i>Otoba acuminata</i>	A				5	5
Myristicaceae	<i>Otoba novogranatensis</i>	A		9	3	13	25

FAMILIA	ESPECIE	Hab	Chocó_P	Chocó_TF	Darién_P	Darién_TF	Total
Myristicaceae	<i>Virola reidii</i>	A	2		1		3
Ochnaceae	<i>Cespedezia macrophylla</i>	A			3		3
Peraceae	<i>Pera arborea</i>	A				1	1
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	A	1				1
Piperaceae	<i>Piper sp</i>	A				3	3
Polygonaceae	<i>Coccoloba densifrons</i>	A				1	1
Putranjivaceae	<i>Drypetes sp</i>	A			2		2
Rhizophoraceae	<i>Cassipourea peruviana</i>	A			1		1
Rubiaceae	<i>Calycophyllum sp</i>	A		1			1
Rubiaceae	<i>Chomelia panamensis</i>	A				1	1
Rubiaceae	<i>Faramea occidentalis</i>	A				1	1
Rubiaceae	<i>Guettarda acreana</i>	A				1	1
Rubiaceae	<i>Macrocnemum roseum</i>	A				2	2
Rubiaceae	<i>Posoqueria sp</i>	A		2		1	3
Rubiaceae	<i>Rubiaceae sp</i>	A		3		1	4
Rutaceae	<i>Hortia colombiana</i>	A		2			2
Salicaceae	<i>Banara sp</i>	A			1		1
Salicaceae	<i>Laetia procera</i>	A	1	10			11
Salicaceae	<i>Lunania parviflora</i>	A				1	1
Sapindaceae	<i>Dilodendron costaricense</i>	A				1	1
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum panamense</i>	A				1	1
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sp</i>	A				2	2
Sapotaceae	<i>Ecclinusa sp</i>	A				5	5
Sapotaceae	<i>Micropholis egensis</i>	A				2	2
Sapotaceae	<i>Pouteria amygdalicaarpa</i>	A				26	26
Sapotaceae	<i>Pouteria multiflora</i>	A				1	1
Sapotaceae	<i>Pouteria sp1</i>	A		4		2	6
Sapotaceae	<i>Pouteria sp2</i>	A		2			2
Sapotaceae	<i>Pouteria subcordata</i>	A				1	1
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	A				8	8
Schlegeliaceae	<i>Exarata chocoensis</i>	A	3				3
Simaroubaceae	<i>Simaba cedron</i>	A		5			5
Ulmaceae	<i>Ampelocera macrocarpa</i>	A				1	1
Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	A		3			3
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	A		1			1
Urticaceae	<i>Cecropia schreberiana</i>	A		22			22
Urticaceae	<i>Pourouma sp</i>	A	2				2
Vochysiaceae	<i>Vochysia sp</i>	A		4			4

## ANEXO 2.

Estudios de diversidad y estructura realizados en el Neotrópico para plantas con un DAP > 10 cm (\*Bosques inundables). a = Promedio de 16 parcelas de Van Gemerden et al. (2013); b = Promedio sacados de figuras y tablas de Gentry (1988); c = Promedios con respecto al tamaño real de la parcela; d = promedio a partir de parcelas de 0,1 ha; Nsp= número de especies por hectárea; Nind = número de individuos por hectárea; A.basal = Área basal; DM prom = densidad de madera promedio; A basal árbol prom = área basal promedio por árbol. Fuente: Tabla adaptada de Alvarez et al. (2016); 1 = Galeano (2001), 2 = Faber-Langendoen y Gentry (1991), 3 = Alvarez et al. (2016), 4 = García et al. (2002), 5 = Del Valle (2000), 6 = Lewis et al. (2013), 7 = Londoño (2011), 8 = Urrego (1995), 9 = Galvao et al. (2002), 10 = Carvalho et al. (2006).

Región	Lugar	Tipo de bosque	Tamaño (ha)	Nsp/area	Nsp / area	Nind ha	A. basal m <sup>2</sup> /ha	DM prom gr/cc	Abasal árbol prom m <sup>2</sup>	Fuente
Chocó	Choco_P	Pantano	0,4		9	642	13.5	0.346	0.021	Este estudio
Daríen	Darien_P	Pantano	0,4		17	738	15.3	0.331	0.021	Este estudio
Chocó	Choco_TF	Tierra Firme	0,6		61	595	25.66	0.631	0.052	Este estudio
Daríen	Darien_TF	Tierra Firme	0,6		63	367	27.83	0.618	0.076	Este estudio
Chocó	Golfo Tribugá	Tierra Firme	1,0	127	81	481	26,5	0,530	0,055	1
Chocó	Bajo Calima	Tierra Firme	1,0	258	152	664	25,0	0,595	0,038	2
Chocó	Bajo San Juan	Terraza	0,5		95	976	31,6	0,588	0,032	3
Chocó	Bajo San Juan	Tierra Firme	0,5		101	760	23,2	0,605	0,031	3
Chocó	Bajo San Juan	*Pantano (sajal)	0,5		9	910	37,8	0,355	0,042	3
Chocó	Bajo San Juan	Terraza+TF	1,0	257		868	27,4	0,596	0,032	3
Chocó	Quibdó	Tierra Firme	1,0	219	140	709	28,1	0,639	0,040	4
Chocó	Quibdó	Tierra Firme	1,0	177	121	638	24,3	0,622	0,038	4
Chocó	Bajo Patía	*Pantano (sajal)	1,0	9	9	898	33,8	0,362	0,038	5
Chocó	Bajo Patía	*Pantano (guandal)	1,0	37	30	639	17,9	0,480	0,028	5
Chocó	Bajo Patía	*Pantano (cuangarial)	1,0	29	24	709	32,0	0,420	0,045	5
África	África	Tierra Firme	1,0	127 <b>a</b>	75 <b>b</b>	425	31,5	0,650	0,074	6
Asia	Asia	Tierra Firme	1,0	152 <b>b</b>	94 <b>b</b>	602	37,1	0,600	0,062	6
Amazonia	Amazonia	Tierra Firme	1,0	204 <b>b</b>	138 <b>b</b>	597	29,0	0,660	0,049	6
Amazonia	Amazonia Col	*Inundable espor	1,0	141	89	667	20,6	0,665	0,031	7
Amazonia	Amazonia Col	Tierra Firme	1,0	228	155	865	30,5	0,708	0,035	7
Amazonia	Amazonia Col	*Pantano	1,0	75	41	1074	32,7	0,633	0,030	8
Brasil SE	Paraná	*Inundación periódica	0,4		78 <b>c</b>	1085	40,1	0,618	0,037	9
Brasil SE	Paraná	*Inundación periódica	0,3		26 <b>c</b>	1384	48,7	0,623	0,035	9
Brasil SE	Río de Janeiro	*Inundación periódica	0,7		31 <b>c</b>	873	36,6	0,646	0,042	10

## ANEXO 3.

### IMÁGENES DE TRABAJO DE CAMPO



Grupo de trabajo de campo



Medición de diámetro a la altura normal



Pintura y rotulación de los individuos



Recolección de muestras botánicas

