

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



CENTRO DE POSTGRADOS

MAESTRÍA EN SILVICULTURA

MENCIÓN MANEJO Y CONSERVACION DE RECURSOS FORESTALES

Magíster en Silvicultura

Proyecto de Innovación

Estructura, diversidad y biomasa de la familia Arecaceae en un bosque siempreverde piemontano, provincia de Napo, Ecuador.

Autor

Héctor Fernando Reyes Morán

Director del Proyecto

M.Sc. Bolier Torres Navarrete

PUYO – ECUADOR

2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, HÉCTOR FERNANDO REYES MORÁN con cédula de identidad 1717479669, declaro ante las autoridades educativas de la Universidad Estatal Amazónica, que el contenido del Proyecto de Innovación titulado: **“ESTRUCTURA, DIVERSIDAD Y BIOMASA DE LA FAMILIA ARECACEAE EN UN BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO, PROVINCIA DE NAPO, ECUADOR”**, es absolutamente original, auténtico y personal.

En tal virtud y según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de Innovación son de exclusiva responsabilidad del autor; y que los resultados expuestos pertenecen a la Universidad Estatal Amazónica.

HÉCTOR REYES MORÁN
C.I. 1717479669
AUTOR



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
Centro de Postgrados

AVAL

Quien suscribe MSc. Bolier Torres Navarrete, Director del trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Innovación titulado: **“ESTRUCTURA, DIVERSIDAD Y BIOMASA DE LA FAMILIA ARECACEAE EN UN BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO, PROVINCIA DE NAPO, ECUADOR”** a cargo del Ing. Héctor Fernando Reyes Morán, egresado del primer cohorte de la Maestría en Silvicultura, Mención Manejo y Conservación de Recursos Forestales de la Universidad Estatal Amazónica.

Certifico haber acompañado el proceso de elaboración del Proyecto de Innovación y considero cumple los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución por lo que se encuentra listo para ser sustentado.

Por lo antes expuesto se avala el Proyecto de Innovación para que sea presentado ante el Centro de Postgrados como forma de titulación como Master en Silvicultura, Mención Manejo y Conservación de Recursos Forestales y que dicha instancia considere el mismo a fin de que tramite lo que corresponda.

Para que a si conste, firmo la presente a los 12 días del mes de diciembre del 2018.

Atentamente,

MSc. Bolier Torres Navarrete
DIRECTOR DE TESIS
DOCENTE TITULAR UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND



Oficio No. 070-IL-UEA-2018

Puyo, 21 de noviembre de 2018

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El trabajo de titulación correspondiente al ING. REYES MORÁN HECTOR FERNANDO, con C.I. 1717479669, con el Tema: **“Estructura, diversidad y biomasa de la familia Arecaceae en un bosque siempreverde piemontano, provincia de Napo, Ecuador”**, de la Maestría en Silvicultura, Mención Manejo y Conservación de Recursos Forestales, Director de proyecto MSc. Torres Navarrete Bolier, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 7%, Informe generado con fecha 21 de noviembre de 2018 por parte del director, conforme archivo adjunto.

Particular que comunico para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.

ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN CERTIFICA QUE:

El presente trabajo: “**ESTRUCTURA, DIVERSIDAD Y BIOMASA DE LA FAMILIA ARECACEAE EN UN BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO, PROVINCIA DE NAPO, ECUADOR**”, bajo la responsabilidad del egresado señor **HÉCTOR REYES MORÁN** ha sido meticulosamente revisada, autorizando su presentación:

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

.....
Dr. Yasiel Arteaga Crespo, PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
Dr. Yudel García Quintana, PhD
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
Dr. Carlos Bravo Medina, PhD
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad, me gustaría agradecer en estas líneas el apoyo que muchas personas y colegas me han brindado durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo.

De manera especial a mi amigo, maestro y tutor MSc. Bolier Torres Navarrete, por orientarme y brindarme su apoyo y confianza para guiarme en mi formación personal y profesional.

De manera especial al Dr. Yudel García, Dr. Carlos Bravo y Dr. Yasiel Arteaga, Docentes Investigadores de la Universidad Estatal Amazónica, por sus acertadas sugerencias sobre la metodología de campo y en la redacción de resultados.

Me gustaría agradecer en estas líneas el apoyo que muchas personas y colegas me han brindado durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo, Marcelo, Alexandra, Yaneth y Daniel.

No siempre es fácil desarrollar investigación en nuestro país, sin embargo, existen instituciones que creen con convicción en sus resultados y la promueven con entusiasmo. Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la Universidad Estatal Amazónica representada por el Dr. Julio Cesar Vargas Burgos, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA).

Finalmente, y con especial afecto a mi esposa Erika y mi familia entera, por la confianza depositada en mí en especial a mis padres quienes lucharon siempre por acompañarme en mi superación y tuvieron palabras de ánimo en todo momento de mi crecimiento profesional.

DEDICATORIA

A mi esposa Erika por su apoyo y amor incondicional a mis padres y hermanos que siempre han buscado darme lo mejor y quienes son mi mayor ejemplo y fuente de inspiración.

Héctor F. Reyes Morán

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como objetivo: caracterizar la estructura, diversidad y biomasa de la familia Arecaceae en función de un gradiente altitudinal (600 a 1000 msnm) en bosque siempreverde piemontano en la cuenca alta del río Piatua, provincia de Napo, Ecuador donde se evaluaron las relaciones funcionales entre el recurso suelo y la abundancia de las especies a nivel de la familia botánica. Esta investigación fue de carácter descriptiva (diagnóstico), ya que seleccionaron una serie de variables y se recolectó información sobre cada una de ellas, con los resultados obtenidos se realizó un análisis SPSS y ACP. Los resultados revelaron la presencia de 1916 individuos, representados en 11 géneros, las mayores riquezas corresponden a las de mayor número de individuos entre ellas *Iriarteia deltoidea* 41%, *Oenocarpus bataua* 28%, *Wettinia maynensis* 16%, *Geonoma macrostachys* 12%. La biomasa aérea acumulada de esta familia en la gradiente en estudio osciló en un rango de 112,18 a 79,58 Mg ha⁻¹. El análisis de componentes principales (ACP) permitió asociar las especies de la familia Arecaceae con variables ambientales.

Palabras claves: Estructura y diversidad florística, biomasa, familia Arecaceae.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to characterize the structure, diversity and biomass of the Arecaceae family in terms of an altitudinal gradient (600 to 1000 meters above sea level) in piedmont evergreen forest in the upper Piatua river basin, Napo province, Ecuador where they were evaluated the functional relationships between the soil resource and the abundance of the species at the level of the botanical family. This investigation was descriptive (diagnostic), since they selected a series of variables and information was collected about each of them, with the results obtained, an SPSS analysis was performed. The results revealed the presence of 1916 individuals, represented in 11 genera, the greatest richness correspond to those with the largest number of individuals including *Iriartea deltoidea* 41%, *Oenocarpus bataua* 28%, *Wettinia maynensis* 16%, *Geonoma macrostachys* 12%. The accumulated aerial biomass of this family in the study gradient ranged from 112.18 to 79.58 Mg ha⁻¹. The principal components analysis (PCA) allowed associating the Arecaceae family with environmental variables.

Keywords: Floristic structure and diversity, biomass, family Arecaceae.

Tabla de contenido

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema científico.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
1.3. Objetivo General.....	3
1.3.1. Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. BOSQUES NATIVOS.....	5
2.2. FAMILIA ARECACEAE.....	6
2.2.1. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	7
2.2.2. ESTRUCTURA VERTICAL EN LOS BOSQUES HUMEDOS TROPICALES.....	8
2.2.3. ESTRUCTURA HORIZONTAL EN LOS BOSQUES HUMEDOS TROPICALES.....	9
CAPÍTULO III.....	18
3. MATERIALES Y METODOS.....	18
3.1. LOCALIZACIÓN.....	18
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	19
3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	19
3.4. TRATAMIENTOS DE DATOS.....	20
3.4.1. Parcelas permanentes instaladas en la gradiente de 600 a 1000 msnm.....	20
3.4.2. Colección de datos.....	21
3.4.1. Variables vinculadas a la composición florística.....	22
3.4.1.1. Posición sociológica.....	22
3.4.1.2. Estructura horizontal.....	23
3.4.1.2.1. Distribución por clases diamétrica.....	23
3.4.1.2.2. Cociente de mezcla (CM).....	23
3.4.1.2.3. Índice de valor de importancia ecológica.....	24
3.4.1.2.4. Abundancia absoluta (Aa).....	24
3.4.1.2.5. Abundancia relativa (Ar).....	24
3.4.1.2.6. Dominancia absoluta (Da).....	24
3.4.1.2.7. Área basal (AB).....	24
3.4.1.2.8. Dominancia relativa (Dor).....	24
3.4.1.2.9. Frecuencia absoluta (fa).....	25
3.4.1.2.10. Frecuencia relativa (fr).....	25

3.4.1.2.11.	Índice de valor de importancia ecológica ampliado (IViA).....	25
3.4.1.3.	Riqueza y Diversidad de especies	26
3.4.1.3.1.	Riqueza florística	26
3.4.1.3.2.	Diversidad de especies	26
3.4.1.4.	Carbono de la biomasa aérea.....	26
3.4.1.5.	Muestreo de suelo y análisis de laboratorio.....	27
3.4.1.5.1.	Análisis físicos	27
3.4.1.5.2.	Análisis químicos	28
3.5.	RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES	28
	CAPÍTULO IV	29
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1.	ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES EN LA FAMILIA ARECACEAE CONSIDERANDO LA GRADIENTE ALTITUDINAL MEDIANTE INDICADORES ECOLÓGICOS	29
4.2.	BIOMASA AÉREA ACUMULADA DE LA FAMILIA ARECACEAE.....	38
4.3.	RELACIONES FUNCIONALES ENTRE EL RECURSO SUELO Y LA ABUNDANCIA DE LA FAMILIA ARECACEAE.....	41
	CONCLUSIONES.....	44
	RECOMENDACIONES.....	46
	BIBLIOGRAFÍA	47

Índice de tablas

Tabla 1. Número de unidades de muestreo y coordenadas referenciales del bosque primario de 601 a 1000 msnm (CIPCA), Arosemena Tola, Napo, Ecuador.	20
Tabla 2. Parámetros estructurales de la Familia Arecaceae en un Bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.....	34
Tabla 3. Área basal, Densidad, Diversidad relativa o Abundancia y Dominancia de la Familia Arecaceae en un Bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.	36
Tabla 4. Índice de riqueza de familia Arecaceae en un bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.	37
Tabla 5. Anova de la biomasa total acumulada por transeptos, de la Familia Arecaceae en un Bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.	39
Tabla 6. Matriz del ACP de las variables de suelo y altitud asociadas a las especies de la familia Arecaceae.	43

Índices de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación de las Parcelas en estudio.....	18
Figura 2. Modelo de parcela, (transepto o cuadrante) implementados mediante el estudio de la composición florística y Estructural del bosque del CIPCA de la UEA.....	21
Figura 3. Esquema para la toma de muestras de suelo bajo los distintos tipos de bosque (Tomado de Bravo et al., 2017).....	27
Figura 4. Representación del porcentaje de individuos de la familia Arecaceae, en un bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.	30
Figura 5. Dendrograma jerárquico según las medidas de Bray-Curtis para el agrupamiento de las unidades de muestreo de acuerdo a la abundancia de especies, en un bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.....	31
Figura 6. Porcentaje de especies presentes en los estratos inferior, intermedio y superior de las especies de la familia Arecaceae, en un bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.	32
Figura 7. Índice de valor de importancia ecológica de las especies más importantes de la familia Arecaceae en un bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.	34
Figura 8. Distribución de clases diamétrica del componente arbóreo por transectos y total, de la Familia Arecaceae en un Bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.....	37
Figura 9. Acumulación de biomasa por clases diamétrica, de la Familia Arecaceae en un Bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.	40
Figura 10. Proyección del ACP para los componentes ambientales y de abundancia de la familia Arecaceae en la gradiente altitudinal en un bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.	42

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas amazónicos son la máxima expresión de la diversidad biológica en la tierra, y su preservación requiere de conocimiento y trabajo (Cámara-Leret et al., 2014). Ecuador es uno de los países con mayor diversidad del continente y del mundo, con una superficie de 256 370 Km² equivalente al 0,2 % de la superficie del planeta y es considerado parte de los 5 leading hotspots, es decir sitios en el contiene donde encontramos al menos el 2 % de todas las plantas y vertebrados endémicos registrados en el mundo (Torres et al., 2016). En Ecuador en base a los inventarios florísticos, se estima que, con la continuidad de los estudios de la flora ecuatoriana, el número total de plantas vasculares podría llegar a 25 000 (Neill, 2012).

La familia Arecaceae son un importante componente de los bosques pluviales y específicamente domina la cuenca amazónica occidental (Pitman *et al.*, 2001; Valencia *et al.* 1998; Kristiansen *et al.*, 2009). Además de ser especies presentes en el sotobosque y de dominar los estratos medios y altos del dosel, juegan un gran papel en la dinámica de los bosques, su estructura y por lo tanto en el mantenimiento de su equilibrio ecológico (Paniagua *et al.*, 2014; Uhl & Dransfeld, 1987; Henderson et al, 1995), la riqueza de la familia Arecaceae abunda fuertemente en la región amazónica (Bjorholm *et al.*, 2005; Torres et al., 2018) pero la expansión de la frontera agrícola ha venido destruyendo rápidamente su hábitat regular, lo que conlleva a una disminución en el tamaño de la población de esta familia (Neiva *et al.*, 2016).

La familia Arecaceae incluye a 200 géneros y 2.450 especies distribuidas en la región tropical a nivel mundial (Balslev *et al.*, 2008). Es conocida por su típica y distintiva morfología y por ser una de las más diversas, tanto en número de especies como en abundancia en las zonas tropicales y aunque alcanza mayor diversidad hacia los bosques amazónicos, también llega a ocupar altitudes intermedias en bosques de transición y premontanos y a gran altitud en los bosques nublados, donde habitan palmeras típicamente andinas como *Dictyocaryum lamarckianum* y algunas especies de *Aiphanes* (Henderson *et al.*, 1995).

En la región amazónica y en la llanura costera del oeste de Ecuador, las palmas contribuyen sustancialmente a la diversidad local y regional (Borchsenius 1997a, b), que a veces representan hasta el 50% de los individuos de árboles en un puesto forestal (Sierra 1999). La familia Arecaceae además de ser un grupo diverso y ecológicamente importante, las especies de esta familia tienen renombre por su extraordinaria utilidad para las comunidades humanas, esta importancia la ha llevado a ser explotadas en amplios rangos de escalas económicas a nivel mundial (Balslev y Barfod 1987), como por ejemplo la palma africana aceitera (*Elaeis guineensis*) y el coco (*Cocos nucifera*). Las palmeras rattan (con hábito trepador de la subfamilia Calamoideae) aportan importante materia prima destinada a industrias de muebles y artesanías en Asia y África.; mientras que especies de los géneros *Borassus*, *Metroxylon*, *Arenga*, *Attalea* y *Phoenix* son fuente de azúcares, almidones, vino de palmera, frutos comestibles y son altamente importantes fuentes nutritivas a nivel local, según cita Borchsenius & Moraes (2006). Algunas especies de palmeras producen materiales de construcción, fibras, hojas para techado y cera para consumo local y comercio en todos los trópicos húmedos.

En las últimas décadas, las selvas tropicales del oeste de Ecuador han sido diezmadas de tal manera que ahora cubren menos del 20% de su extensión anterior (Sierra 1999) y consisten principalmente de fragmentos. En el caso específico de las especies de la familia Arecaceae tienen una alta mortalidad y bajas tasas de reclutamiento (Williams-Linera 1990; Kapos *et al.* 1997), y otras no se benefician de las condiciones de regeneración (Souza y Martins 2002; Scariot 1999; Benitez-Malvido 1998). Se ha demostrado que las palmas tienen una fuerte dependencia de las condiciones microambientales (Benitez-Malvido y Martínez-Ramos 1998; Kapos *et al.*, 1997), y las perturbaciones a gran escala (por ejemplo, el viento) y la variación ambiental a pequeña escala pueden afectar su supervivencia.

Se han realizado varios análisis para determinar la riqueza de las especies de palma en relación con el gradiente altitudinal comparando sus patrones de riqueza y similitud florística entre las subregiones amazónicas (Alvez-Valles *et al.*, 2018, Vedel-Sørensen *et al.*, 2013), pero actualmente se desconoce cuál es el verdadero potencial de las Arecaceae como reservorios de carbono; a pesar de que la familia es muy abundante en bosques amazónicos, la alometría de estas plantas monocotiledóneas sigue siendo poco cuantificada (Goodman *et al.*, 2013), por lo cual se

debe de hacer énfasis en la necesidad de calcular más modelos locales y regionales para cuantificar el sesgo y mejorar la estimación de la densidad de carbono forestal en diferentes tipos de bosques (Dauber *et al.*, 2006).

Al ser las palmas especies de gran importancia social por la gama de usos que se les da, es importante conocer el potencial de la transformación de sus características o funciones naturales en servicios que adicionalmente pueden prestar, aspecto que se conecta en cierta forma con el concepto de la sostenibilidad ambiental de la actividad productiva (Daily & Matson., 2008).

Evidentemente las Arecaceae son importantes desde muchos puntos de vista, pero a pesar de su importancia económica y ecológica, la información relacionada a la estructura y biomasa de esta familia en la zona de estudio es limitada. Por esta razón, esta investigación pretende aportar información científica para determinar el papel de sus especies y como se relaciona sus estructura y biomasa en la gradiente altitudinal, cuyo entendimiento puede aportar herramientas para la conservación y el manejo de este recurso en la región amazónica de Ecuador.

1.1. Problema científico

¿Cómo varían los patrones de estructura y biomasa aérea de la familia Arecaceae en función de la gradiente altitudinal?

1.2. Hipótesis

La altitud y propiedades del suelo influyen en la estructura y biomasa de la familia Arecaceae en un bosque siempreverde pie montano de la Amazonía ecuatoriana.

1.3. Objetivo General

Evaluar la estructura, diversidad y biomasa de la familia Arecaceae en función de un gradiente altitudinal un bosque siempreverde piemontano en la cuenca alta del río Piatua, provincia de Napo, Ecuador.

1.3.1. Objetivos Específicos

- Caracterizar la estructura y diversidad de las especies en la familia Arecaceae considerando la gradiente altitudinal.
- Analizar el carbono almacenado en el componente aéreo de la familia Arecaceae mediante la aplicación de una ecuación alométrica.
- Determinar las relaciones funcionales entre el recurso suelo y la abundancia de la familia Arecaceae en la gradiente altitudinal.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. BOSQUES NATIVOS

La Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, 2010) define los bosques nativos (primarios) tierras que se extienden por más de 0,5 ha dotada de árboles de una altura superior a 5 metros y que la cobertura del dosel sea superior al 10 % de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ, donde no existe una huella evidente de las actividades humanas y los procesos ecológicos no se han visto alterados significativamente.

Según manifiesta (Colin, 2015), los bosques nativos de la Amazonía son declarados como los ecosistemas terrestres con la mayor riqueza de especies arbóreas a nivel mundial. En el Ecuador forman parte de los ecosistemas más ricos y diversos del mundo, siendo los bosques húmedos tropicales los más extensos con características diferentes respecto a su composición florística y riqueza (Palacios y Jaramillo, 2004). Actualmente la conservación y el manejo de los bosques naturales es una prioridad mundial, en especial la de los trópicos húmedos (BHT). Las razones de esta preocupación radican en la enorme riqueza florística que engloban y en la deforestación que atenta su permanencia (Palacios, 2016).

La Cuenca Amazónica Ecuatoriana está constituida por la vertiente Oriental de los Andes y hacia el este por la Planicie amazónica cubierta de selva húmeda, presenta una gran variabilidad en los regímenes climáticos e hidrológicos, con un área de 135 600 km², y corresponde a la mitad oriental de la superficie del Ecuador. Las tres grandes cuencas hidrográficas orientales son en orden decreciente: Napo (31 400 km²), Santiago (26 300 km²) y Pastaza (21 100 km²) (Armijos, 2002).

2.2. FAMILIA ARECACEAE

La familia Arecaceae en el mundo agrupa entre 2 500 – 3 000 especies y entre 180-200 géneros (Govaerts & Dransfield 2005; Borchsenius & Moraes 2006) y se encuentra ampliamente distribuidos y diversificados en los ecosistemas tropicales que abarcan desde los bosques amazónicos de tierra firme e inundables, bosque seco, bosques montanos, pre-montanos y bosques andinos (Henderson *et al.*, 1995; Borchsenius & Moraes 2006; Pintaud *et al.*, 2008).

El papel ecológico que desarrollan las especies de la familia Arecaceae en los bosques es muy decisivo, entre las principales funciones puede mencionar como fuente de alimento de muchos grupos de animales como aves, mamíferos, peces y otros (Szott *et al.*, 1993). Las Arecaceae son una de las familias con mayor uso por parte de las poblaciones locales con bosques tropicales del mundo, un ejemplo de esto es que entre 12 y 20 especies de frutos de palmas nativas son consumidas en las comunidades y expandidas en mercados locales de la Amazonía (Vasquez & Gentry 1989; Mejía 1992; Smith *et al.*, 2007), fuera de ello también son ampliamente utilizados en la construcción de viviendas, elaboración de vestimentas, uso medicinal, utensilios, herramientas de pesca y caza (Duque & Vásquez 1994). Además, se les considera como potenciales indicadores del nivel de transformación en bosques tropicales, debido a que la apertura de claros favorece la colonización de palmas (Svenning 1999a), cumpliendo un papel crucial en la regeneración y la dinámica general de los bosques (Fleischmann *et al.*, 2005).

Las Arecaceae son una de las familias de plantas con ciclos de vida de mayor duración (Scariot, 1999). Pero la etapa más crítica para su adaptación es su establecimiento (Henderson, 2002) ya que consiste en un periodo largo durante el desarrollo, en el cual el tallo alcanza el máximo diámetro. Después de esta etapa, la planta empieza a alargar más el tallo y alcanza potencial reproductivo (Henderson, 2002).

En contexto general la diversidad de las palmeras está fuertemente asociada a patrones de alta humedad, temperatura y precipitación, por tal razón esta familia presenta a una alta riqueza de tazas entre los bosques húmedos de Ecuador, Colombia y Perú (Montufar & Pintaud 2006). En

contraste las palmeras de los bosques montanos andinos, exhiben una moderada a baja diversidad alfa, debido a las condiciones ambientales y las pendientes de los suelos.

2.2.1. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Son plantas monoicas o dioicas de porte arbustivo, arbóreo o lianescente. Sus tallos son de consistencia leñosa, nunca herbácea, solitarios a cespitosos, leve o fuertemente marcados por cicatrices foliares. Las raíces homorrizas fibrosas, subterráneas, modificadas a menudo en raíces zanco o fúlcreas, formando un cono externo, laxo a denso que sostiene al tallo; superficie radicular con verrugas o espinas punzantes que suelen ser de importancia taxonómica. Hojas simples, enteras, o divididas en secciones llamadas pinnas o folíolos. Inflorescencias espigadas (simples) o ramificadas; próflllo siempre inserto cerca a la base del pedúnculo, de consistencia membranácea, fibrosa o leñosa, a menudo de superficie escamosa o tomentosa; brácteas pedunculares variadas en número y en forma, envainando al pedúnculo, más cortas o largas que el próflllo, membranáceas a coriáceas, de superficie glabra, tomentosa o espinosa; pedúnculo casi siempre robusto, terete a aplanado, seguido de un raquis de igual tamaño, más corto o largo que el pedúnculo; raquis ramificado sosteniendo una serie de brácteas triangular-elongadas o redondeadas, insertas en espiral, cada una acompañando a una raquilla; raquillas delgadas o robustas, flexuosas o carnosas, rectas o curvas a péndulas, a veces engrosadas en la base, sosteniendo proximalmente a las tríadas de dos flores laterales masculinas y una central femenina o distalmente a las flores masculinas solitarias o en pares; tríadas insertas superficialmente o dentro de profundas fosas florales cavadas dentro de las raquillas. Flores trímeras, siempre unisexuales por aborto, pueden estar presentes en la misma inflorescencia o estar en inflorescencias separadas, cuando juntas se hallan agrupadas en tríadas a lo largo de las raquillas, pueden ser pediceladas o sésiles. Sus flores masculinas; poseen tres sépalos, ligeramente imbricados, usualmente connados en la base, variados en forma y tamaño; sus pétalos tres, con la misma variación en forma y tamaño que los sépalos, tienden a ser valvados hacia la madurez; estambres antesépalos y antepétalos, generalmente seis o más de seis en *Wettinia* y *Phytelephns*; filamentos distintos, delgados, teretes o en forma de punzón, erguidos o reflexos en el ápice, adnatos catorce a la corola en las *Geonomateae*; anteras cortas a elongadas, latrorsas, basifljas a dorsifljas, algunas veces versátiles; pistiloide conspicuo, inconspicuo o ausente, globoso, expandido o cónico, a veces trilobado o con tres ramas estigmáticas moderadamente elongadas. Flores femeninas generalmente más pequeñas que las masculinas;

sépalos tres, ligeramente imbricados en la base, generalmente redondeados o irregularmente triangulares; pétalos tres, distintos cortamente connados en la base; corola a ampliamente imbricados; corolas cortamente gamopétalas en las Geonomateae, adnatas a los estaminodios; estaminodios distintos o fusionados en un tubo estaminoidal, portando anteras abortivas, reducidos a los filamentos, a pequeños dientes o a una cúpula; ovario generalmente tricarpelar, a excepción de *Phytelephas* donde suele ser cuatro – diez carpelar, la mayoría de los géneros exhiben una pseudomonomería, por la que solamente uno de los carpelos se desarrolla; estilos cortos a elongados, delgados a robustos; estigmas tres, erguidos a recurvados en antesis. Frutos variados en forma y tamaño, los más pequeños en *Geonoma*, el epicarpo puede ser liso o de superficie irregular o cuarteada, también puede estar o no cubierto de pubescencia, ápices redondeados u obtusos, con remanentes estigmáticos de posición apical, lateral y basal; moscarpo carnoso. Plántulas de lámina entera o pinnadas, cuando pinnadas bífidas (Palacios W, 2011; Uhl & Dransfield, 1987; Henderson et al., 1995).

2.2.2. ESTRUCTURA VERTICAL EN LOS BOSQUES HUMEDOS TROPICALES

De acuerdo a sus objetivos, autores como Meave *et al.*, (1992) y Chan (2010), citados por Jayakumar *et al.*, (2011) definieron la estructura vertical como la distribución de los individuos que conforman la comunidad en relación a sus alturas, cuya descripción implica el reconocimiento de estratos en los que se agrupan árboles de tamaños similares. Al llevar a cabo un análisis minucioso en cualquier tipo de ecosistema, se puede identificar claramente una estructura vertical, determinado por estratos claramente delimitados donde su tamaño y número estará determinado por el tipo o formas de vida desarrollados en su interior. La estructura vertical se considera aquella distribución de las especies en capas o estratos, se debe en gran parte a los efectos producidos por la luz y aumento de la humedad.

Uno de los parámetros que ayuda a caracterizar la estructura vertical es la posición sociológica la cual es una expresión de la expansión vertical de las especies, que informa sobre la composición florística de los distintos sub-estratos de la vegetación y del papel que juegan las diferentes especies en cada uno de ellos. Así mismo, a referencia sobre las posibles especies que representarían el bosque cuando son aprovechadas las especies del estrato superior (Hosokawa,

1986). Para poder determinar la posición sociológica de las especies, es necesario en primera instancia determinar las clases de estratos o alturas de los árboles. Baur (1964) citado por Ahuanari (2015), refiere que los estratos generalmente son de naturaleza discontinua, ya que surgen a consecuencia de los claros o aperturas.

El sub-estrato es una porción de la masa contenida dentro de determinados límites de altura, fijados subjetivamente, según el criterio que se haya elegido. Generalmente se distinguen tres: superior, medio e inferior, para lo cual puede recurrirse al levantamiento de un perfil (Acosta *et al.*, 2006).

El número de estratos de la vegetación se relaciona con la humedad y calidad de los suelos, cuando menos favorables son las condiciones, tanto menor es la cantidad de estratos. Una especie tiene su lugar fortalecido en la estructura y composición del bosque cuando se encuentra representada en todos los sub-estratos. Por el contrario, será dudosa su presencia en la etapa climática si se encuentran solamente en el sub-estrato superior o superior y/o medio, a excepción de aquellas que por sus características propias no pasan del piso inferior (Acosta *et al.*, 2006).

2.2.3. ESTRUCTURA HORIZONTAL EN LOS BOSQUES HUMEDOS TROPICALES

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema (Alvis, 2009).

El análisis de la estructura horizontal cuantifica la participación de cada especie con relación a las demás y muestra cómo se distribuyen espacialmente, mediante diferentes parámetros (Baev y Penev, 1995), entre los que se consideran:

- Área Basal.
- Estructura diamétrica.
- Índice de valor de importancia (IVI).

- Índice de valor de importancia ampliado (IVEA).
- Frecuencia.
- Abundancia.
- Dominancia (área basal y diámetro).
- Cociente de mezcla (CM).
- Riqueza.

2.2.3.1. Área basal

Es el área calculada a base del diámetro a la altura del pecho (DAP) o sea el área que tiene el fuste en la sección transversal a 1,30 m del suelo. Se supone que esta área se aproxima al área del círculo, por eso se la calcula en función del DAP o circunferencia a la altura del pecho (CAP). Suma del área del círculo del tronco a una altura de 1.30 m. del suelo de los árboles en una determinada superficie (MAE, 2014).

2.2.3.2. Estructura diamétrica

La estructura diamétrica de un bosque hace referencia a la distribución de las principales características arbóreas en el espacio, teniendo especial importancia la distribución de las diferentes especies y la distribución de las mismas por clases de dimensión. Por tanto, habitualmente son las distribuciones de frecuencia de los atributos de los árboles las herramientas empleadas para describir la estructura del bosque. La estructura de un bosque viene determinada no solo por la distribución de los árboles en el terreno, sino sobre, por la mezcla espacial de las distintas especies y el grado de mezcla de árboles con diferentes dimensiones (Donoso, 1981).

2.2.3.3. Índice de valor de importancia

El Índice de Valor de Importancia (IVI) es un indicador de la importancia fitosociológica de una especie dentro de una comunidad. Este índice fue creado por Curtis y McIntosh (1951), bajo la premisa de que “la variación en la composición florística es una de las características más importantes que deben ser determinadas en el estudio de una vegetación”. Este índice indica qué tan importante es una especie dentro de una comunidad vegetal. La especie que tiene el IVI más alto significa entre otras cosas que es ecológicamente dominante; que absorbe muchos nutrientes,

ocupa un mayor espacio físico y controla en un alto porcentaje la energía que llega a ese sistema (Maldonado, 2016).

2.2.3.4. Índice de valor de importancia ampliado

El IVI analiza solo la estructura horizontal y no refleja la heterogeneidad e irregularidad que puede existir entre los estratos. Para complementar los análisis de la estructura horizontal y vertical, se cuantifica para cada especie un nuevo índice, denominado Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA) que reúne los parámetros descriptivos de la estructura horizontal, vertical y de la regeneración natural. De esta manera la importancia fitosociológica de cada especie queda mejor explicada (Araujo, 2003).

2.2.3.5. Frecuencia

Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela (Alvis, 2009).

2.2.3.6. Abundancia

Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos (Alvis, 2009).

2.2.3.7. Dominancia

Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo (Alvis, 2009).

2.2.3.8. Cociente de Mezcla

El cociente de mezcla indica la homogeneidad o heterogeneidad del bosque, para esto se relaciona el número de especies y el número de individuos totales. Este análisis permite tener una idea de la intensidad de mezcla, es decir, de la forma como se distribuyen los individuos de las diferentes especies dentro del bosque (Manzanero, 1999).

2.2.3.9. Riqueza

La riqueza de especies de forestales determina los patrones de diversidad de especies de plantas y animales y sus funciones en los BHT (Janzen, 1970; Novotny *et al.*, 2006). Por ende, su estimación adecuada es esencial para establecer las necesidades y priorizar las acciones para la conservación y el manejo sustentable de los ecosistemas forestales (Hubbell *et al.*, 2008).

2.2.3.10. Captura de carbono en los bosques húmedos tropicales

El proceso de captura de carbono, se produce una vez que las plantas absorben CO₂ de la atmósfera a través del proceso de fotosíntesis, el CO₂ capturado participa en la composición de materias primas como la glucosa, para formar las estructuras de la planta y es almacenado en su tejido en forma de biomasa aérea (hojas, ramas, tallos) y subterránea (raíces gruesas y finas) o en el suelo (degradación de biomasa proveniente de la planta o órganos leñoso y no leñosos) en forma de humus estable que aporta CO₂ al entorno; aproximadamente se estima que una tonelada de CO₂ atmosférico, equivale a 0.27 ton de carbono en la biomasa (Vallejo *et al.*, 2005).

Los bosques templados y tropicales del mundo tienen la capacidad de capturar y conservar más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90% del flujo anual de carbono entre la atmósfera y el suelo, la medición de carbono, parte de una estimación de biomasa del ecosistema forestal, numerosos estudios han demostrado que en promedio la materia vegetal contiene un 50% de carbono, una vez se ha removido el agua. Estos, se pueden realizar en cualquier ecosistema y su información permite establecer la capacidad de almacenamiento de los bosques en relación con determinadas variables ambientales (Agudelo, 2009).

Estas altas concentraciones atmosféricas de CO₂, tienen muchas implicaciones en el cambio climático, al ayudar en la generación del efecto invernadero que modifica la temperatura en la tierra, a partir del cual se asocian otros problemas, porque de ello depende la cantidad de evapotranspiración de los océanos, la existencia de nubes, la presencia – ausencia de lluvia y, en consecuencia, la producción y la escasez de alimentos (Agudelo, 2009).

2.2.3.11. Biomasa

Los bosques tropicales, y especialmente la selva amazónica, desempeñan un papel crucial en el sistema climático de la Tierra y pueden considerarse un amortiguador importante para el cambio climático global (Chamber et al., 2001). Sin embargo, la capacidad total de los bosques tropicales para secuestrar y almacenar carbono todavía no se evalúa por completo, por lo que una determinación exacta de la biomasa en los bosques tropicales es un tema muy relevante para modelar el cambio climático global. El stock total de biomasa y carbono en los bosques tropicales aún se mantiene con un error significativo debido a la gran diversidad de especies y formas de crecimiento (Houghton, 2005 & Lima et al., 2001). La biomasa total de palmas en tierra firme aumenta desde las áreas de la meseta con suelos ricos en arcilla hasta las laderas bajas y las tierras bajas (Castilho et al., 2006).

Biomasa es sinónimo de masa biológica y se entiende ésta como la cantidad total de materia orgánica en el ecosistema en un momento dado; en el caso de la biomasa vegetal, la cantidad de materia viva producida por las plantas y almacenada en sus estructuras en forma de biomasa que tiene como fuente original el sol, y suele expresarse en unidades de energía (joules m⁻²) o de materia orgánica muerta (toneladas ha⁻¹) (Salas & Infante, 2006)

La biomasa entonces representa la cantidad total de carbono orgánico almacenado en las porciones aéreas y subterráneas del ecosistema. Según Dauber *et al.*, (2006), la porción aérea de la biomasa arbórea se puede dividir en:

Biomasa aérea total: peso seco del material vegetal de los árboles, incluyendo fustes, corteza, ramas, hojas, semillas y flores, desde la superficie del suelo hasta la copa del árbol.

Biomasa fustal: biomasa que va desde la superficie del suelo donde empieza el tronco o fuste hasta la primera ramificación del árbol donde comienza la copa.

Biomasa foliar: biomasa desde el punto más alto de la copa o dosel hasta la primera ramificación, es decir, la diferencia entre biomasa aérea total y biomasa fustal.

La biomasa aérea es la que genera un mayor aporte a la biomasa total del bosque, aunque la biomasa del suelo y raíces pueden representar hasta un 40 % de la biomasa total.

Generalmente se realizan estudios de medición de biomasa aérea por su medición fácil y a menos costo. A su vez para la biomasa aérea de un bosque, la madera muerta puede representar hasta un 10 – 20 %, en bosques maduros, el detrito de hojarasca menos de un 5% y árboles pequeños menores de 10 cm generalmente contribuyen a la biomasa y carbono en un bosque, aunque esto depende del estado de sucesión del bosque; pero generalmente no se miden. Contrario a árboles con DAP mayores a 70 cm, los cuales pueden llegar a representar hasta un 30 y 40% de la biomasa aérea total (Brown, 1997). Dentro de los métodos más usados para estimar la biomasa de los componentes leñosos esta:

- a. Uso de modelos de biomasa por especie.
- b. Aplicación de modelos generales por biomasa.
- c. Construcción de tablas de biomasa generales o por especie.
- d. Uso de tablas de rendimiento estándar de madera.
- e. Uso de técnica del árbol promedio.

En todas estas situaciones se debe medir el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) y la altura total de la vegetación leñosa (Connolly & Corea, 2007).

2.2.3.12. Métodos para estimar la biomasa aérea

La medición de la cantidad de biomasa aérea en cualquier componente de un ecosistema requiere un análisis destructivo directo o estimaciones indirectas del material vegetal para hacer las inferencias respectivas; el segundo caso es más práctico cuando se desea estimar la biomasa aérea de los árboles. Para ello, se debe contar con funciones que estimen la biomasa total con base a la altura y diámetro de las especies que evaluaremos; es decir, funciones matemáticas basadas en las relaciones alométricas que ocurren entre los órganos de un individuo (Acosta *et al.*, 2002).

Los modelos obtenidos se utilizan para estimar la biomasa del árbol, en un área conocida. El método de regresión es la mejor aproximación, se usa en la mayoría de investigaciones de cuantificación de biomasa de los bosques tropicales. Para este fin, uno de los modelos más utilizados es el modelo alométrico, el cual relaciona la masa seca del árbol con una variable de fácil medición (Soriano-Luna *et al.*, 2015).

2.2.3.13. Estimación por ecuaciones alométricas

La alometría estudia la relación de crecimiento de una parte orgánica o un órgano en sí de un individuo o de diferentes especies, así como los patrones de crecimiento de los seres vivos y las proporciones de sus partes en relación a las dimensiones totales (Ruiz, 2014).

Entonces, una ecuación alométrica de biomasa es una herramienta matemática que permite conocer de forma simple la cantidad de biomasa de un árbol por medio de la medición de otras variables de fácil obtención.

Para realizar las ecuaciones alométricas se necesita de un muestreo destructivo para obtener variables como el número de árboles para relacionar con el diámetro normal, altura comercial y total, el crecimiento diamétrico, el área basal y la densidad específica de la madera (Ruiz, 2014).

Las ecuaciones de biomasa mejoran su predicción cuando se consideran al mismo tiempo las variables diámetro y altura, pero la medición de ésta última no se realiza en la práctica, debido a que toma mucho tiempo y en algunos bosques con coberturas cerradas no es fácil identificar la punta del árbol, sobre todo cuando las mediciones se hacen en forma indirecta se obtiene por la expresión:

Dónde:

B = biomasa seca ($t\ ha^{-1}$)

VC = volumen comercial ($m^3\ ha^{-1}$),

D = promedio de densidad de la madera ponderado en base al volumen verde y peso seco ($t\ m^{-3}$),

FEB = factor de expansión de biomasa (relación entre la biomasa sobre el suelo secada en horno de los árboles y el volumen comercial de la biomasa secada en horno), sin dimensión (Ruiz, 2014).

2.2.3.14. Uso del suelo e impactos generados en el suelo

El uso del suelo, es el uso que realizan los seres humanos. De acuerdo a la FAO define como "los procesos de gestión del suelo (actividades), realizadas por los seres humanos que se

efectúan sobre un determinado tipo de área para producir (productos y beneficios), modificarla o mantenerla" (FAO, 1997; FAO/UNEP, 1999). El bosque se encuentra dispuesto a una fuerte presión por causa de la progresiva demanda de productos y servicios agrarios, lo cual produce la degradación y conversión de la estructura de bosques a formas insostenibles de uso del suelo (Bravo *et al.*, 2017).

La mayor presión que se da en los suelos es por el avance de la frontera agrícola, deforestación y degradación forestal; "la degradación es un proceso que baja el contenido existente y potencial del suelo (nutrientes) para producir, cuali y cuantitativamente, bienes y servicios" (Brissio, 2005), expansión y actividad urbana, la extensión de las plantaciones agroindustriales, actividad minera y petrolera; el uso incorrecto de tierras agrícolas, prácticas de gestión deficientes de suelos y aguas, uso habitual de maquinaria pesada, pastoreo excesivo, rotación inadecuada de cultivos y prácticas de irrigación deficientes (PNUMA, 2002), lo cual incide en la problemática del cambio de usos del suelo (GeoEcuador, 2008). En este contexto, la fragmentación de los bosques ocasionada por las acciones del hombre trae consigo variaciones en la condición del ambiente, pérdida en el número y composición de genotipos, alteraciones en las interacciones biológicas, especies, tipos funcionales y unidades de paisaje (Alonso *et al.*, 2017).

Dentro del suelo, las moléculas orgánicas son altamente sensibles a la degradación, afectando la capacidad natural de fijar y almacenar C. Por lo tanto, la degradación del suelo disminuye los contenidos de carbono orgánico del suelo y aumenta el CO₂ y otras emisiones de gases de efecto invernadero (Peña *et al.*, 2015).

En Ecuador las categorías de utilización del suelo en el sector rural son: barbecho, pastos naturales, cultivados, cultivos transitorios, permanentes, descanso, páramos, bosques, montes, y otros usos (INEC, 2013). En la Amazonía se han venido experimentando altas tasas de deforestación en los últimos años (MAE., 2013), estas actividades han permitido el cambio de usos del suelo con la constante afectación sobre la biodiversidad flora y fauna, el suelo, agua y la disminución o pérdida de los ecosistemas de ofrecer sus servicios ecosistémicos (Bravo *et al.*, 2017).

Las condiciones de clima extremadamente lluvioso, hace que los suelos sean susceptibles al lavado de nutrientes, expondrían la poca aptitud de la región Amazónica para actividades agropecuarias tradicionales, pero si para sistemas productivos similares al bosque o para procedimientos de conservación, estos suelos están bien drenados con alta retención de humedad y materia orgánica, pH generalmente ácido y fertilidad variable (Bravo *et al.*, 2015). A pesar de cientos de estudios de campo y al menos una docena de revisiones bibliográficas, todavía hay un considerable desacuerdo sobre la dirección y la magnitud de cambios en las existencias de C en el suelo con el cambio en el uso del suelo (Bravo *et al.*, 2017).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en el bosque siempreverde piemontano del Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica “CIPCA”, de la Universidad Estatal Amazónica que corresponde a un bosque siempre verde pie montano del norte-centro del este de los Andes (MAE, 2013), localizado en la Provincia de Napo, Cantón “Carlos Julio Arosemena Tola”; junto a la desembocadura del río Piatúa y Anzu. Tiene una extensión de 2 848,20 ha (figura 1). El CIPCA posee una precipitación pluvial hasta los 4 000 mm/año, humedad relativa del 80 %.

La temperatura en el CIPCA oscila entre los 18° y los 23° C a pesar de no ser una constante los meses más lluviosos del año son mayo, junio, julio y los más secos diciembre y enero (López, 2001). Relieve ligeramente ondulado sin pendientes pronunciadas, distribuido en mesetas naturales de gran extensión; la altitud varía entre los 580 y 990 msnm.

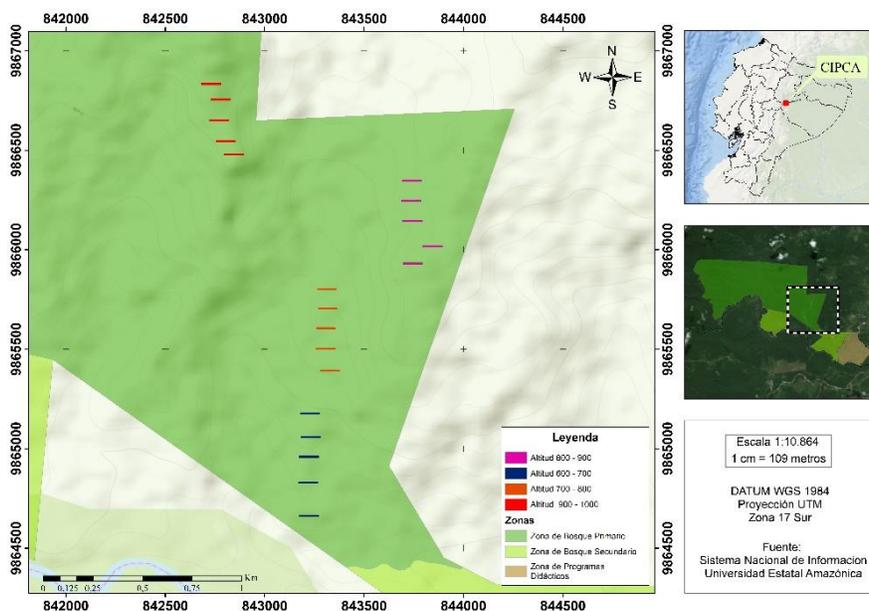


Figura 1. Mapa de ubicación de las Parcelas en estudio

Fuente: Autor

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de carácter descriptiva (diagnóstico), ya que selecciona una serie de variables y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así describir lo que se investiga (Rodríguez, 2015). Este tipo de investigación, facilita medir la información recolectada para luego describir, analizar e interpretar sistemáticamente las características del fenómeno estudiado con base a la realidad del escenario planteado.

3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El método que justifica la investigación es de medición ya que se recolectó información que permitió describir, analizar e interpretar sobre bases ecológicas el comportamiento de los parámetros fitosociológicos asociados a la estructura vertical y horizontal debido a que tiene como propósito determinar la diversidad, estructura y biomasa de la Familia Arecaceae que existe en un bosque siempreverde piemontano en la cuenca alta del río Piatua, provincia de Napo, Ecuador.

Dentro de la estructura vertical se describieron las siguientes variables:

- Clases de altura (estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo)
- Composición florística
- Número de individuos por piso altitudinal

En la estructura horizontal se describieron las variables:

- Clases diamétrica
- Abundancia
- Dominancia
- Frecuencia
- Índice de valor de importancia ecológico (IVI)
- Índice de valor de importancia ecológico ampliado (IVEA)
- Distribución de las especies
- Cociente de mezcla
- Riqueza de especies

3.4. TRATAMIENTOS DE DATOS

Los datos recolectados en el campo fueron ordenados en una base de datos y para asegurar la calidad de los datos fue limpiada con el uso de software Excel, con los resultados obtenidos se realizó un análisis SPSS. Para la representación de las relaciones entre variables de suelo y distribución de las especies de la familia Arecaceae se aplicó el método del Coeficiente de correlación de Pearson. También se realizó una evaluación del grado de asociación de las variables físicas, químicas del suelo y las variables topográficas con la diversidad de la familia Arecaceae en la gradiente altitudinal mediante un análisis de componentes principales, usando el programa ecológico CANOCO versión 5.0.

3.4.1. Parcelas permanentes instaladas en la gradiente de 600 a 1000 msnm

Se establecieron 20 parcelas permanentes de muestreo (PPM) de 10m x 100m desde los 601 a los 1000 msnm, cinco parcelas por cada piso altitudinal. La tabla 1 muestra las coordenadas geográficas de las parcelas implementadas.

Tabla 1. Número de unidades de muestreo y coordenadas referenciales del bosque primario de 601 a 1000 msnm (CIPCA), Arosemena Tola, Napo, Ecuador.

<i>Parcelas</i>	<i>Altitud</i>	<i>UTM</i>	
<i>601 – 700</i>			
Transecto N° 1	661	18M 0175256	9864554
Transecto N° 2	664	18M 0175363	9864850
Transecto N° 3	675	18M 0175433	9865060
Transecto N° 4	684	18M 0175374	9865078
Transecto N° 5	694	18M 0175371	9865198
<i>701 - 800</i>			
Transecto N° 6	725	18M 0175453	9865823
Transecto N° 7	730	18M 0175458	9865724
Transecto N° 8	732	18M 0175450	9865625
Transecto N° 9	739	18M 0175449	9865523
Transecto N° 10	754	18M 0175470	9865413
<i>801 - 900</i>			
Transecto N° 11	818	18M 0175884	9865952
Transecto N° 12	824	18M 0175985	9866039
Transecto N° 13	829	18M 0175883	9866166

Transecto N° 14	845	18M 0175877	9866268
Transecto N° 15	846	18M 0175880	9866368
<i>901 - 1000</i>			
Transecto N° 16	905	18M 0174994	9866501
Transecto N° 17	908	18M 0174943	9866569
Transecto N° 18	916	18M 0174941	9866668
Transecto N° 19	918	18M 0174952	9866776
Transecto N° 20	934	18M 0174939	9866868

3.4.2. Colección de datos

Se instalaron transectos temporales usados generalmente en muestreos rápidos de tipo exploratorio, llamado muestreo tipo Gentry (Gentry, 1982, Phillips & Miller, 2002), modificando las originales de 500×2 m a parcelas de 100×10 m siendo cada parcela de 0,1 ha (Figura 2).

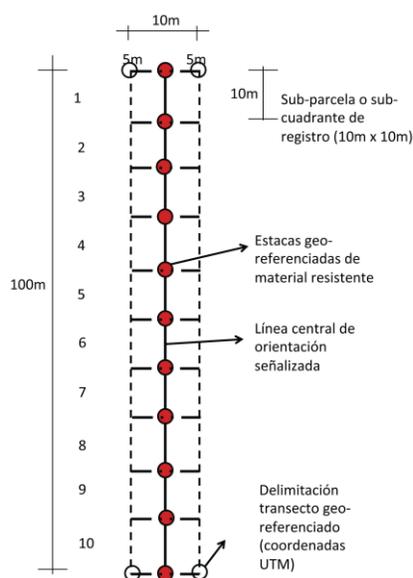


Figura 2. Modelo de parcela, (transecto o cuadrante) implementados mediante el estudio de la composición florística y Estructural del bosque del CIPCA de la UEA.

Fuente: Torres et al, (2013).

Se inventariaron todas las especies de la familia Arecaceae, tanto las menores a 10 cm como las mayores o iguales a 10 cm de DAP, fueron marcadas, medidas y colectadas. Se registraron las variables dasométricas altura y diámetro, para las mayores de 10 cm, para el caso de las alturas se utilizó clinómetro y para medir el DAP se usó una cinta diamétrica. Se identificó las especies con un botánico local, no se realizó colección botánica de cada especie, por cuanto las especies presentes en este tipo de bosque son fáciles de identificar in situ, sin embargo, también se

realizó un registro de fotos para luego asegurarse de la identificación con un botánico Curador Oficial del herbario de la UEA.

3.4.1. Variables vinculadas a la composición florística

Para caracterizar la composición florística de la familia Areaceae en el bosque siempreverde piemontano se obtuvo un listado de todas especies e individuos (Anexo 1) distribuidos en cada transecto con criterio de DAP ≥ 10 cm. Con los datos de la composición florística se realizó un dendrograma jerárquico a partir de las medidas de Bray-Curtis con un 50% de similitud en la abundancia de especies, lo cual permitió la identificación de grupos ecológicos. Esto se realizó con el programa Biodiversity Profesional, versión 2.0, que permite calcular medidas de diversidad para un conjunto de datos por muestras (McAleece, 1997). Este método agrupa a los individuos y objetos en conglomerados, de tal forma que los objetos del mismo conglomerado son más parecidos entre sí que a los objetos de otros conglomerados. Lo que se intenta es maximizar la homogeneidad de los objetos dentro de los conglomerados, mientras que a la vez se maximiza la heterogeneidad entre los agregados (Carmona, 2013).

3.4.1.1. Posición sociológica

Para conocer la posición sociológica de cada una de las especies arbóreas se siguió la metodología de Finol (1976). Se asignó un valor fitosociológico a cada sub-estrato, el cual se obtuvo de dividir el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies ($VF=n/N$), siendo: **VF**= Valor Fitosociológico del sub-estrato; **n**= número de individuos del sub-estrato; **N**= número total de individuos de todas las especies.

Se calculó el valor absoluto de la posición sociológica de las especies a través de la suma de los valores fitosociológicos en cada sub-estrato mediante el producto del VF del estrato, considerado por el número de individuos de la especie en ese mismo estrato:

$$PSa = VF(i)*n(i)+VF(m)*n(m)+VF(s)*n(s) \quad (1)$$

Dónde:

PSa = Posición sociológica absoluta

VF = Valor fitosociológico del sub-estrato

n = Número de individuos de cada especie

i = Inferior; **m**: medio; **s**: superior.

La posición sociológica relativa (PSr) de cada especie se expresó como porcentaje sobre la suma total de los valores absolutos.

3.4.1.2. Estructura horizontal

3.4.1.2.1. Distribución por clases diamétrica

La estructura de la familia Arecaceae se basó en el agrupamiento en clases diamétrica de los individuos, según los criterios de Godínez y López (2006). Se obtuvo una ecuación de regresión para comprobar la relación entre las variables altimétricas y se realizó un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) y prueba de composición de Tukey con un nivel de confiabilidad del 95%, a través del programa estadístico SPSS ver. 22.0.

La estructura vertical de la vegetación en cada piso se examinó a partir de una representación gráfica de la distribución de la altura de todos los individuos registrados en cada una de ellas (Godínez y López 2002).

Estrato inferior $h \leq 10$ m, estrato intermedio $h > 10,1$ m - 30 m, estrato superior $h > 30$ m

3.4.1.2.2. Cociente de mezcla (CM)

Este parámetro expresa la homogeneidad o heterogeneidad de la composición florística del área en evaluación y se calculó dividiendo el número de especies entre el número de árboles o individuos (Lamprecht, 1990). El parámetro indica que cuanto más grande es el denominador, el bosque es más homogéneo y viceversa, cuanto más pequeño el bosque es más heterogéneo.

$$CM = \frac{N^{\circ} \text{ especies}}{N^{\circ} \text{ arboles}} \quad (2)$$

3.4.1.2.3. Índice de valor de importancia ecológica

Se calculó el índice de valor de importancia ecológica de las especies de la familia mediante la metodología de Melo & Vargas (2003) y Bascopé & Jorgensen (2005). Permitió comparar el peso ecológico de las especies dentro de la comunidad vegetal (Alvis, 2009).

$$IVI = AR + DR + FR \quad (3)$$

3.4.1.2.4. Abundancia absoluta (Aa)

Expresó el número total de individuos perteneciente a una determinada especie existente en el área de estudio.

3.4.1.2.5. Abundancia relativa (Ar)

Se determinó la abundancia absoluta de cada especie expresada en porcentaje, ecuación:

$$Ar = \frac{Aa}{AT} \times 100 \quad (4)$$

Dónde:

Aa = Número de individuos de cada especie.

AT = Abundancia total.

3.4.1.2.6. Dominancia absoluta (Da)

Es la suma total de las áreas basales de los individuos por especie.

3.4.1.2.7. Área basal (AB)

Para determinar el área basal se utilizó la siguiente fórmula:

$$AB = 0.7854 * DAP^2 \quad (5)$$

DAP = diámetro a la altura del pecho (m)

3.4.1.2.8. Dominancia relativa (Dor)

Es el valor expresado en porcentaje de la dominancia absoluta:

$$Dor = \frac{Doa}{DoT} \times 100 \quad (6)$$

Dónde:

Doa = Dominancia de la especie

DoT =Dominancia total

3.4.1.2.9. Frecuencia absoluta (fa)

Está dada por el número de unidades de registro por especie en las que se encuentra una especie.

3.4.1.2.10. Frecuencia relativa (fr)

Se determinó la frecuencia relativa a partir de la siguiente fórmula:

$$Fr = \frac{Fa}{Total\ de\ unidades\ muestreadas} \times 100 \quad (7)$$

3.4.1.2.11. Índice de valor de importancia ecológica ampliado (IViA)

El IVI analiza solo la estructura horizontal y no refleja la heterogeneidad e irregularidad que puede existir entre los estratos. Para complementar los análisis de la estructura horizontal y vertical, se cuantifica para cada especie un nuevo índice, denominado Índice de Valor de Importancia Ampliado que reúne los parámetros descriptivos de la estructura horizontal, vertical y de la regeneración natural (Finol, 1971). De esta manera la importancia fitosociológica de cada especie queda mejor explicada.

Cuya expresión es:

$$IViA = Ar + Dr + Fr + PSr + RNr \quad (8)$$

En la cual la Abundancia relativa (Ar), Dominancia relativa (Dr) y Frecuencia relativa (Fr) definen el IVI, por lo que la expresión se resume a:

$$IViA = IVI + PSr + RNr \quad (9)$$

3.4.1.3. Riqueza y Diversidad de especies

3.4.1.3.1. Riqueza florística

El índice de Margalef se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, aumenta al aumentar el tamaño de la muestra (Margalef, 1995).

Se calculó mediante la siguiente expresión:

$$Dmg = \frac{S - 1}{\ln N} \quad (10)$$

Dónde:

S= número de especies

N = número total de individuos

3.4.1.3.2. Diversidad de especies

Shannon-Wiener (H'). Mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de las UM.

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i) \quad (11)$$

Dónde:

S = número de especies

P_i = proporción de individuos de la especie *i*

A mayor valor de **H'** mayor diversidad de especies.

3.4.1.4. Carbono de la biomasa aérea

Para estimar el stock de carbono de la biomasa aérea se utilizó una ecuación alométrica, aplicada a las mediciones de los árboles y generada para las condiciones de Bosque húmedo tropical (Chave *et al.*, 2005).

$$\text{BSS} = (p * \exp(-1.499 + (2.148 * \ln(D)) + (0.207 * \ln(D)^2) - (0.0281 * \ln(D)^3)) * 0.001 \quad (12)$$

R² ajuste de la regresión 0.99

Donde:

BSS = Biomasa aérea sobre el suelo (árbol)

P = es la densidad de Madera (g/cm³).

D = es el diámetro a la altura del pecho (cm).

3.4.1.5. Muestreo de suelo y análisis de laboratorio

Para la toma de muestras de suelo en campo se siguió la metodología de muestreo sistemático para el estudio de suelo, vegetación y biodiversidad en cada uso de tierra seleccionado (Figura 3).

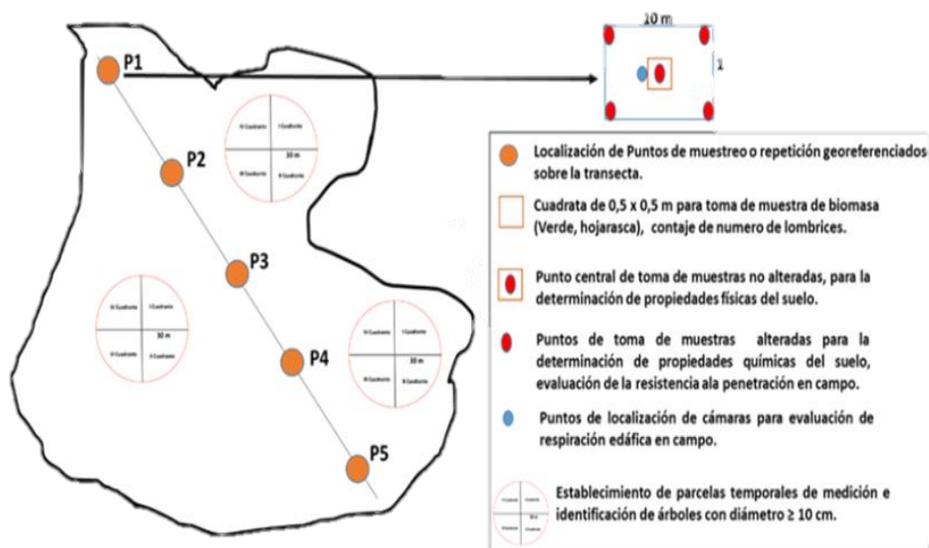


Figura 3. Esquema para la toma de muestras de suelo bajo los distintos tipos de bosque (Tomado de Bravo *et al.*, 2017).

3.4.1.5.1. Análisis físicos

Para la determinación de parámetros físicos del suelo se usó muestras no alteradas con cilindros de 5 cm de altura x 5 cm de diámetro recolectados con un toma muestra tipo Uhland, en los cuales se midieron las siguientes variables: a) densidad aparente (Da) usando el método del cilindro (Blake y Hartge, 1986); b) conductividad hidráulica saturada (Ksat) mediante el método

de carga variable, siguiendo el método descrito en Pla (2010), c) distribución de tamaño de poros (Pt: porosidad total), d) porosidad de aireación (Pa: poros de radio $>15 \mu\text{m}$), e) porosidad de retención usando la mesa de tensión a saturación y a un potencial mátrico de -10 kPa (Blake y Hartge, 1986).

3.4.1.5.2. Análisis químicos

El carbono orgánico total (COT) se determinó mediante el método de digestión húmeda Walkley y Black (Nelson y Sommer, 1982), para lo cual se realizó una oxidación con dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 1N con adición de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) y posteriormente la cantidad de carbono orgánico oxidado por el Cr se midió por titulación usando una solución de sal de Morh 0.5 N ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). El pH fue medido por potenciometría (relación suelo-agua 1:2,5). El nitrógeno total se midió por el método de kjeldahl y las bases cambiables (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+), contenido de fósforo fueron medidos por la metodología de Olsen modificado (Bertsh, 1995).

3.5. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

El proyecto contó con equipo multidisciplinario con el cual se pudo tomar muestras en campo tanto de suelo, hojarasca y para la realización del inventario forestal.

2.4.1. Materiales

Los materiales para la toma de muestras en campo fueron los siguientes:

Inventario Forestal: Brújula (360°), GPS (Sistema de Posicionamiento Geográfico) y baterías adicionales, cintas de medición de 10-30 m. (métrica), cintas diamétrica o forcípula (métrica), clinómetro; cámara fotográfica, botas e impermeable, machete, tableros de apoyo para tomar notas; manual de campo; marcadores y plumas; linterna.

Datos de suelo: Palas, fundas Ziploc, barrenos, cilindros, uhland, baldes pequeños, fundas quintaleras transparentes; fundas de alar; papel aluminio, flexómetro, penetrómetro, Clinómetro, cuadrante de $0,5 \times 0,5\text{m}$, tabla munsell, piola, lápiz, marcadores, libreta, toallas de cocina, tijera.

Procesamiento en el Laboratorio: Cilindros, ligas, liencillos, bandejas, anillos, balanza, plato poroso, embudos, probetas de 100 ml, estufa; papel periódico.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES EN LA FAMILIA ARECACEAE CONSIDERANDO LA GRADIENTE ALTITUDINAL MEDIANTE INDICADORES ECOLÓGICOS

4.1.1. Composición florística

Se registraron 1916 individuos de palmas, representados con siete especies con DAP mayores a 10 cm y nueve especies con DAP menores a 10 cm. Lo cual indicó un patrón característico de los bosques húmedos tropicales (bosques siempreverde piemontano) donde predomina una alta riqueza de especies de la familia Arecaceae. En relación a este tema Patiño *et al.*, (2015), manifiesto que la familia Arecaceae ocupa 16,30%, en un bosque siempreverde piemontano. A su vez, se determinó la variabilidad de las especies de esta familia, pero con una distribución desproporcionada en cuanto al número de individuos y especies. Estos resultados se corresponden con los criterios de Alvis (2009) y Ter Steege *et al.*, (2013), donde refieren que en este tipo de ecosistema una de las características fundamentales es el alto número de especies representadas por pocos individuos, además con patrones complejos de tipo espacial.

Las especies con mayor riqueza corresponden a las de mayor número de individuos, en orden representativo resultaron con mayor número: *Iriartea deltoidea* 41%, *Oenocarpus bataua* 28%, *Wettinia maynensis* 16%, *Geonoma macrostachys* 12%, (Figura 4). La alta representatividad de las especies de familia Arecaceae está dada por la presencia de *Iriartea deltoidea*, lo cual indica que la especie es predominante en un bosque siempreverde piemontano a una altitud comprendida entre de 600 a 1.000 msnm. Según Pintaud *et al.*, (2008) la familia de las Arecaceae, por sus características tropicales e higrófilas, es omnipresente en todos los ecosistemas amazónicos, además sus patrones biogeográficos son muy evidentes en la región amazónica a nivel de la distribución de sus especies.

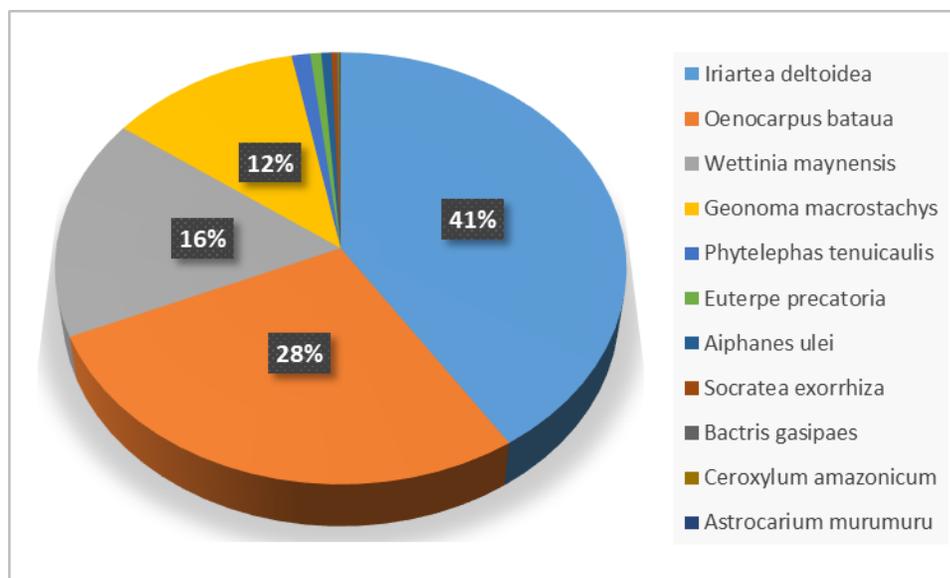


Figura 4. Representación del porcentaje de individuos de la familia Arecaceae, en un bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.

El dendrograma jerárquico de las medidas de Bray-Curtis mostró que existe un 60% de similitud en las parcelas en función de la abundancia de especies, lo que permitió la identificación de tres grupos ecológicos dentro del ecosistema (bosques siempreverde piemontano) (Figura 5), cuya vegetación es diferenciable por su estructura, estado de conservación, topografía y por la altitud. El primer grupo estuvo conformado por P1, P4, P8, P15, P3, P13, P12, P11, P16, P17, P18, 19, P20, P9, P10, P14, donde predominan las especies *Geonoma macrostachys*, *Iriartea deltoidea*, *Oenocarpus bataua*; el segundo grupo por P2, P6, P7, se encuentran presente las especies *Euterpe precatória* y *Wettinia maynensis* y el tercer grupo por la P5, predomina la especie *Wettinia maynensis*. Este último grupo presentó una diferencia en relación al resto, lo cual se debe a la menor cantidad de especies (103) con mayor número de individuos en el primer grupo (1667), resultando las especies *Geonoma macrostachys*, *Iriartea deltoidea* y *Oenocarpus bataua* las especies con mayor abundancia.

Esta variación permitió conocer la abundancia de especies lo cual pudiera aportar información valiosa para entender los factores asociados a la heterogeneidad del micro-hábitat de cada especie. Los resultados pudieran constituir una herramienta importante en la planificación de los programas de manejo y a su vez generar nuevos estados de conservación, restauración y uso

sostenible de las especies de esta familia. Valencia *et al.*, (2004) en un estudio sobre distribución de especies arbóreas y variación del hábitat en el Parque Nacional Yasuní, reportaron que la topografía predice la composición de las especies arbóreas y que muchas de estas cambian en abundancia a lo largo de la gradiente, lo que permitió formar nichos topográficos.

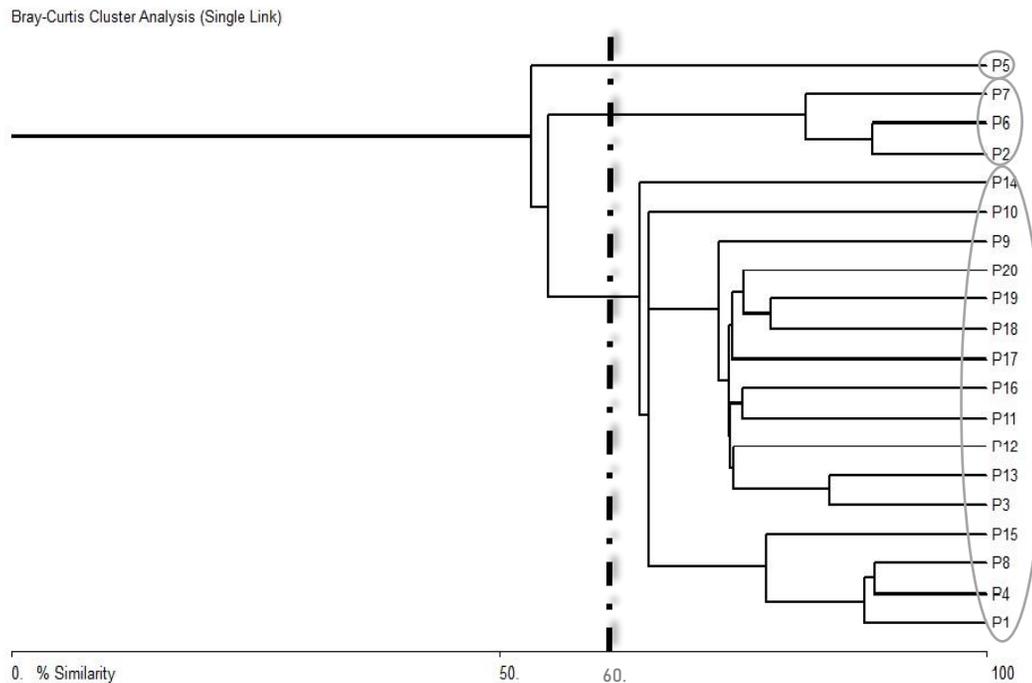


Figura 5. Dendrograma jerárquico según las medidas de Bray-Curtis para el agrupamiento de las unidades de muestreo de acuerdo a la abundancia de especies, en un bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.

4.1.2. Posición sociológica

De acuerdo a la posición sociológica (Figura 6), del total de las especies inventariadas en los 20 transectos el 87% se encuentran presente en un solo estrato (estrato inferior), 12% son compartidas por el estrato inferior e intermedio y solo el 1% de las especies presentaron una distribución vertical no continua, ya que las especies no están presentes en los 3 estrato. En contraste con los resultados obtenidos en la caracterización de un bosque del centro de investigación y capacitación Forestal (CICFOR) Macuya-Huánuco. (Flores *et al.*, 2017) donde las presencias de especies de palmas se encuentran representadas en los tres estratos por un número inferior al total de especies. Finol (b) (1971), manifiesta que cuando es más regular es la distribución de los individuos de una especie, en la estructura vertical de un bosque, mayor será su valor en la posición sociológica relativa.

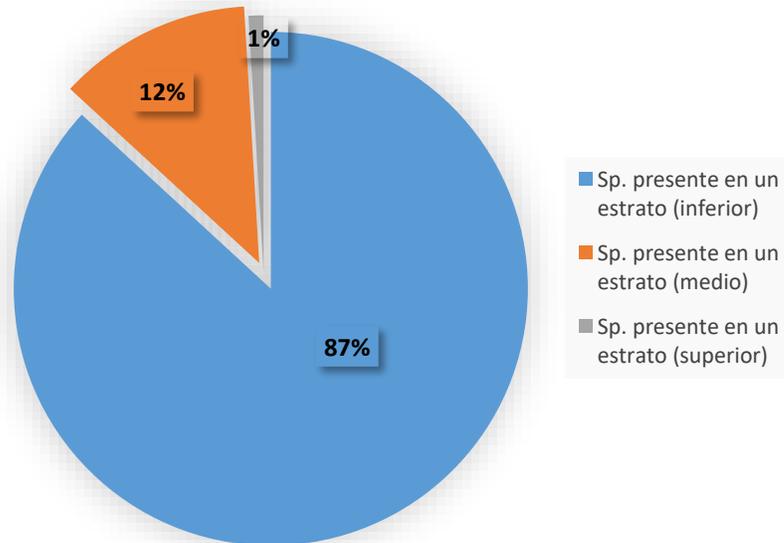


Figura 6. Porcentaje de especies presentes en los estratos inferior, intermedio y superior de las especies de la familia Arecaceae, en un bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.

Estos resultados reflejaron las especies que se encuentran sociológicamente en retroceso y con bajo potencial reproductivo (Anexo 2). La baja presencia de especies en los tres estratos reflejó el predominio de un patrón de distribución vertical no continuo que las hace más vulnerable a futuros escenarios de cambios ambientales, muy propicios en la zona de estudio, como son: deslizamiento de suelos, fuertes vientos, condiciones que limitan la estabilidad y permanencia de las especies en el área de estudio. Según Louman *et al.*, (2001) estas características responden a diferentes exigencias ecológicas de las especies y a la capacidad de competir con otras por la disponibilidad de recursos.

Según Joao (2015), los análisis ecológicos orientados a entender la estabilidad y permanencia de las especies en los ecosistemas sirve de herramienta para la toma de decisiones de aprovechamiento y manejo ambiental. Las especies que ocuparon mayor posición sociológica relativa y a la vez de mayor distribución continua, en orden representativo, fueron: *Iriartea deltoidea*, *Oenocarpus bataua* y *Wettinia maynensis*.

4.1.3. Estructura horizontal

4.1.3.1. Cociente de mezcla de la familia Arecaceae

El cociente de mezcla da un valor de 1:6, indicó que por cada especie encontrada se presentan seis individuos de esta familia y que es posible encontrar una especie diferente en el bosque siempreverde piemontano en estudio. Se observó un bosque con cierta proporción de mezcla sin un patrón marcado de heterogeneidad. Lamprecht (1990), señala que en bosques amazónicos el cociente de mezcla varía en una proporción de 1:3 y 1:4. Quiroz K., (2002), en manifiesta que estudios realizados en un bosque tropical de Colombia, identificó 1:6 como cociente de mezcla aproximado para un área de bosque con condiciones ambientales similares e indica que a este tipo de bosque se puede considerar con una alta diversidad.

4.1.3.2. Índice de valor de importancia ecológica

El índice de valor de importancia ecológica permitió evaluar el comportamiento de las especies de esta familia botánica a partir de los parámetros fitosociológicos asociados a la abundancia, frecuencia y dominancia relativa. El peso ecológico de las especies de la familia con un DAP < 10 cm resultó con valores diferentes (Figura 7, Anexo 3) y reflejó que las especies dominantes son las menos abundantes (*Phytelephas tenuicaulis*, *Geonoma macrostachys* y *Bactris gasipaes*). La baja participación de las estas especies de acuerdo a los parámetros fitosociológicos, las convierte en vulnerable ante disturbios naturales y antrópicos como: deslizamientos de suelo, vientos fuertes y aprovechamiento forestal.

Las dos especies de mayor peso ecológico representaron el 65% de las 11 especies registradas en el bosque siempreverde piemontano, estas fueron *Iriartea deltoidea*, *Oenocarpus bataua*, ocuparon el mayor peso ecológico (IVI) debido a la suma de los parámetros fitosociológicos (abundancia, frecuencia y dominancia), lo cual se corresponde, mayoritariamente, con el patrón observado en muchos bosques tropicales (Gentry 1990; Cerón y Reyes, 2006).

Según Matteucci y Colma (1982), este índice revela la importancia ecológica de una especie mejor que cualquiera de sus componentes individuales en relación al comportamiento horizontal. Es un buen descriptor de la importancia relativa de cada familia en un lugar, de manera que las especies que presentan los valores más altos son aquellas que poseen más individuos y de

mayor tamaño, lo cual aporta información a nivel de la comunidad vegetal, ayuda a tomar decisiones y monitorear el efecto de las perturbaciones.

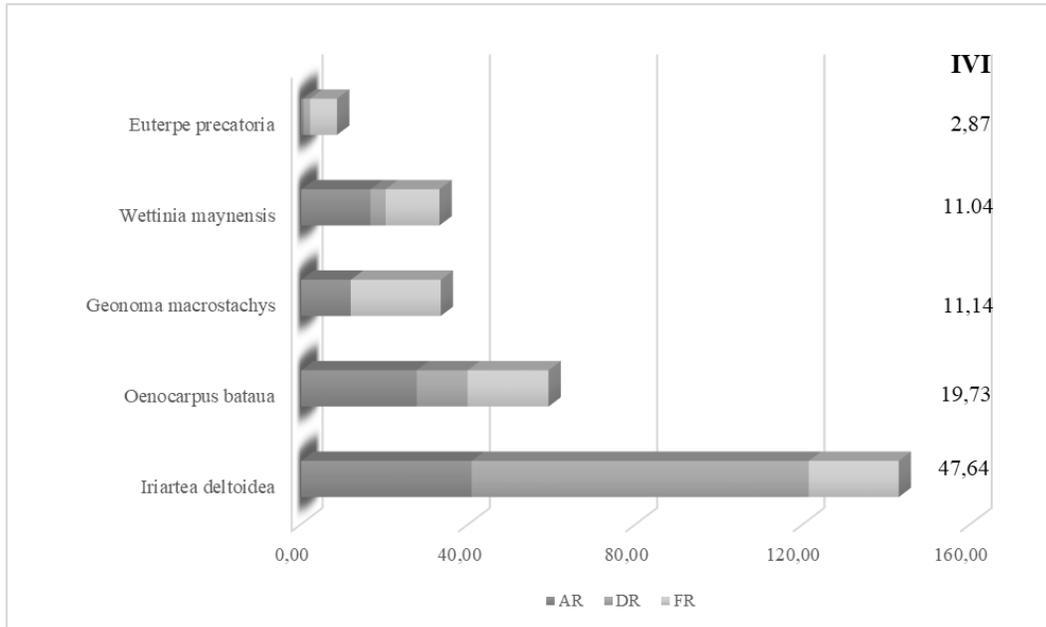


Figura 7. Índice de valor de importancia ecológica de las especies más importantes de la familia Arecaceae en un bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.

En la Tabla 2 se muestran los parámetros estructurales de la familia Arecaceae determinados por el IVIE, RNRi e IVEA. Los valores del IVIE como resultado de la dominancia, abundancia y frecuencia relativa indicaron la especie *Iriartea deltoidea* ocupó la mayor importancia ecológica, seguido *Oenocarpus bataua* y *Wettinia maynensis*. Estas especies coinciden con las de mayor valor de RNRi, y el IVEA. Para las especies de menor valor fue *Phytelephas tenuicaulis* y *Geonoma macrostachys* no se reportaron valores de IVIE por presentar diámetros menores de 10 cm; sin embargo, fue considerada su RNRi por estar presente en la riqueza florística para cada uno del piso de estudio.

Tabla 2. Parámetros estructurales de la Familia Arecaceae en un Bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.

Altitud 601-700			
Especies	IVIE	RNRi	IVEA
<i>Iriartea deltoidea</i>	62,90	11,44	74,34
<i>Wettinia maynensis</i>	11,54	42,78	54,32

<i>Oenocarpus bataua</i>	18,05	18,84	36,89
<i>Geonoma macrostachys</i>		26,95	26,95
<i>Ceroxylum amazonicum</i>	4,18		4,18
<i>Astrocarium murumuru</i>	3,33		3,33
Altitud 701-800			
Especies	IVIE	RNRi	IVEA
<i>Iriartea deltoidea</i>	79,35	26,97	106,32
<i>Wettinia maynensis</i>	20,65	35,12	55,77
<i>Geonoma macrostachys</i>		21,38	21,38
<i>Oenocarpus bataua</i>		13,53	13,53
<i>Phytelephas tenuicaulis</i>		3,00	3,00
Altitud 801-900			
Especies	IVIE	RNRi	IVEA
<i>Iriartea deltoidea</i>	78,07	35,08	113,15
<i>Oenocarpus bataua</i>	7,88	21,42	29,30
<i>Geonoma macrostachys</i>		19,92	19,92
<i>Phytelephas tenuicaulis</i>		11,83	11,83
<i>Euterpe precatoria</i>	9,23		9,23
<i>Socratea exorrhiza</i>	4,81	2,42	7,23
<i>Wettinia maynensis</i>		7,08	7,08
<i>Aiphanes ulei</i>		2,25	2,25
Altitud 901-1000			
Especies	IVIE	RNRi	IVEA
<i>Oenocarpus bataua</i>	45,20	31,38	76,59
<i>Iriartea deltoidea</i>	40,76	28,63	69,40
<i>Euterpe precatoria</i>	10,81	4,22	15,04
<i>Geonoma macrostachys</i>		14,68	14,68
<i>Wettinia maynensis</i>	3,22	6,76	9,98
<i>Aiphanes ulei</i>		8,28	8,28
<i>Socratea exorrhiza</i>		4,01	4,01
<i>Bactris gasipaes</i>		2,03	2,03

Leyenda: **IVIE:** Índice de Valor de Importancia de Especies, **RNRi:** Regeneración Natural, **IVEA:** Índice de valor de importancia ecológica ampliado

4.1.3.3. Densidad o abundancia, dominancia, diversidad y área basal

Las especies más abundantes mayores a 10 cm de DAP: *Iriartea deltoidea* con 203 individuos es abundante en todas los transeptos, presentó una dominancia relativa de 68,19 %, y un área basal de 5,35 m²/ha, seguida de la *Oenocarpus bataua*, con una abundancia de 26 individuos presentó una densidad relativa de 26,20 % y un área basal de 2.06 m²/ha, este

comportamiento se debe al número individuos que se registran; coincidiendo con Guevara y Neill,(2012) que indican que entre las familias más abundantes de la región Amazónica se encuentran Arecaceae (Tabla 3).

Tabla 3. Área basal, Densidad, Diversidad relativa o Abundancia y Dominancia de la Familia Arecaceae en un Bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.

Especies	G²	Aa	Fa	Ar	Fr	Dr	IVIE
<i>Iriartea deltoidea</i>	5,35	203	20	80,56	44,44	68,19	64,40
<i>Oenocarpus bataua</i>	2,06	26	9	10,32	20,00	26,20	18,84
<i>Wettinia maynensis</i>	0,24	13	8	5,16	17,78	3,08	8,67
<i>Euterpe precatoria</i>	0,11	6	5	2,38	11,11	1,43	4,97
<i>Ceroxylum amazonicum</i>	0,04	2	1	0,79	2,22	0,51	1,18
<i>Socratea exorrhiza</i>	0,03	1	1	0,40	2,22	0,38	1,00
<i>Astrocarium murumuru</i>	0,02	1	1	0,40	2,22	0,20	0,94

Leyenda: **G²:** Área basal, **Aa:** Abundancia Absoluta, **Fa:** Frecuencia Absoluta, **Ar:** Abundancia Relativa, **Fr:** Frecuencia Relativa, **Dr:** Dominancia Relativa, **IVIE:** Índice de Valor de Importancia de Especies.

4.1.3.4. Riqueza y diversidad florística

Se encontró variabilidad en la riqueza florística para cada uno del piso de estudio, expresado a través de los índices de riqueza de especies (Tabla 4). El cálculo del índice de Margalef reflejó que piso (801 a 900) y piso (901 a 1000) presentaron mayor riqueza de especies, lo cual pudiera estar asociado a la relación proporcional que existió entre el número de especies y el número de individuos, sin embargo el resto de los índices de riqueza como: Chao 2, Índice de Shannon y Simpson, considerados índice no paramétrico reportan que el piso (901 a 1000) es donde se presenta el área de mayor riqueza de especies y por consiguiente se corresponde con la que muestra un mejor estado de conservación, se debe de mencionar que este piso se encuentra en la zona más alta del área en estudio de 901 a 1000 msnm, donde la topografía es más inaccesible y predomina una mayor cantidad de especies. Según Moreno (2001), planteó que no hay mejor método para determinar la riqueza de especies y que la riqueza de especies tiene distintas facetas, pero para cada una hay que buscar la aproximación más apropiada.

Tabla 4. Índice de riqueza de familia Arecaceae en un bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.

Piso	Altitud	Riqueza Específica	Índice de Margalef	Chao 2	Índice de Shannon	Índice de Simpson
1	600 - 700	6	0,89	5,55	0,46	0,99
2	701 - 800	5	0,70	9,55	0,46	0,99
3	801 - 900	8	1,19	15,77	0,55	0,99
4	901 - 1000	8	1,02	10,84	0,98	0,91

4.1.3.5. Distribución por clases diamétrica

La estructura por clases diamétricas para el área total y por transectos estuvo caracterizada por la mayor concentración de individuos en las clases diamétricas inferiores, existe una representación en las clases diamétricas superiores de 10,1-20 cm en toda la gradiente altitudinal. Se obtuvo que el mayor porcentaje de individuos (86,6%) se concentró en la primera clase diamétrica (0-10 cm), seguido por la clase de 10,1-20 cm que obtuvo un porcentaje de (94%) y el (3,7%) de los individuos ocuparon las clases de diámetros superiores a los 40,1 cm. La baja frecuencia de individuos en clases diamétricas superiores está asociado a la presencia de poblaciones mezcladas de diferentes ritmos de crecimiento, diferentes edades, competencia entre individuos por los recursos de luz, agua, nutrientes y espacio (Figura 8).

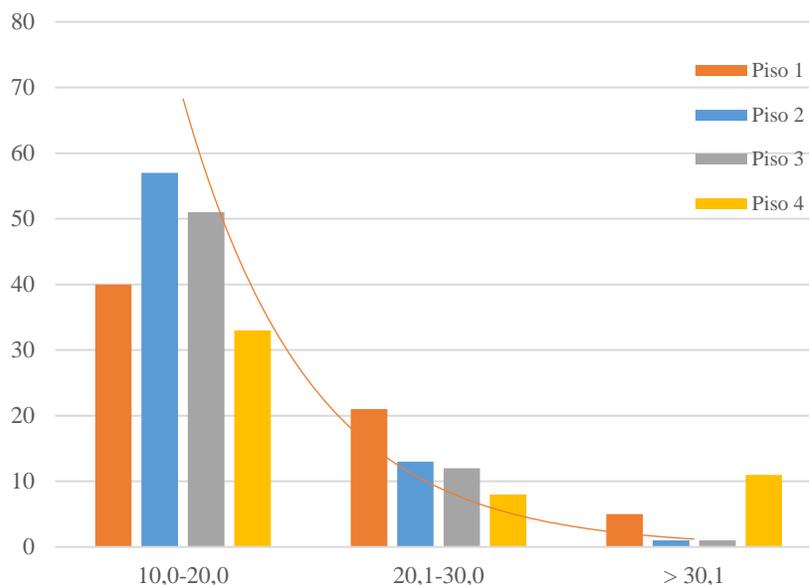


Figura 8. Distribución de clases diamétrica del componente arbóreo por transectos y total, de la Familia Arecaceae en un Bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.

Según investigaciones realizadas por Lamprecht (1990), afirma que al aumentar la clase diamétrica la cantidad de individuos disminuye, producto de la competencia por los requerimientos lumínicos, resultando la mortalidad de individuos que no logran superar esta condición. También Carreón *et al.*, (2014) reportaron mayor concentración de individuos en las clases diamétricas inferiores, asociado a la existencia de condiciones ecológicas que estimulan la regeneración y la alta capacidad de recuperación de la vegetación secundaria, sobre todo si las fuentes de propágulos están cercanas y la intensidad en el uso del suelo no es severa.

La distribución diamétrica en el área de estudio se asemejó a la forma típica de una “J” invertida con las especies con diámetros ≥ 10 representativa de un bosque natural heterogéneo o con una alta tendencia a la heterogeneidad, patrón característico de poblaciones disetáneas y maduras. Este resultado se corresponde con los criterios de Melo y Vargas (2003) y Yepes *et al.*, (2014), los cuales apuntan a que la distribución de una “J” invertida está dado por el avanzado estado de desarrollo y equilibrio dinámico que tienen estos ecosistemas en el aspecto poblacional.

Según Gutiérrez *et al.*, (2012) es importante notar que las especies de mayor diámetro y altura se encuentran representadas en los estratos inferiores, lo cual revela que la vegetación se encuentra en una etapa sucesional avanzada y existe la posibilidad de reemplazo al desaparecer los árboles del dosel superior. Este comportamiento fue similar en los transectos de estudio.

4.2. BIOMASA AÉREA ACUMULADA DE LA FAMILIA ARECACEAE

La biomasa aérea acumulada (BAA) por la familia Arecaceae en la gradiente en estudio osciló en un rango de 112,18 a 79,58 Mg ha⁻¹ (Tabla 5). Estos resultados reflejaron variaciones en la biomasa total, reportándose una mayor acumulación de biomasa en los pisos uno y cuatro, lo cual reflejó modificaciones en la biomasa y la densidad de especies. De acuerdo con el análisis realizado por Keeling y Phillips (2007), los bosques tropicales del mundo generalmente no tienen valores de AGB por encima de los 350 Mg/ha⁻¹, mientras Torres *et al.*, (2018) reporta promedios

en un rango de 246 a 320 Mg/ha⁻¹ para un bosque siempreverde piemontano en la Amazonía Ecuatoriana. Según Adrianzén (2015), menciona que los bosques amazónicos son un gran almacén de biodiversidad y funcionan como sumideros de carbono debido a la biomasa aérea que acumulan en las diversas especies arbóreas. En términos generales, los valores obtenidos en este estudio sobre la biomasa en Arecaceae se encuentran dentro de los rangos reportados por otros investigadores en estudio de bosques amazónicos (Baker *et al.*, 2004; de Castilho *et al.*, 2006; DeWalt & Chave, 2004; Malhi *et al.*, 2006; Unger *et al.*, 2012; Yepes *et al.*, 2015).

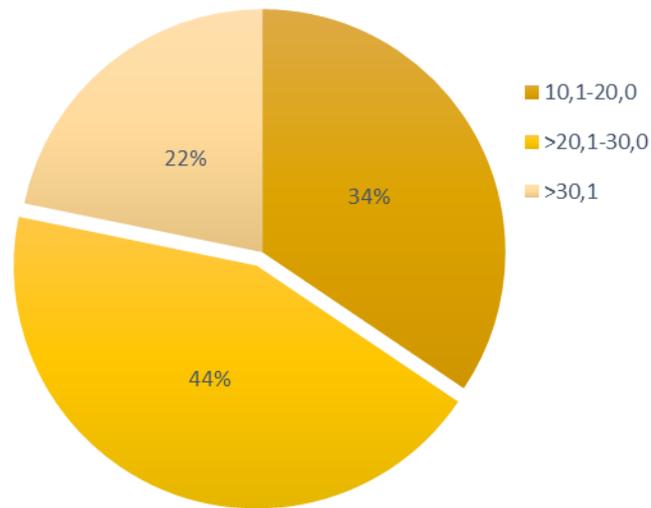
Tabla 5. Anova de la biomasa total acumulada por transeptos, de la Familia Arecaceae en un Bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.

Piso	Suma	Media	F	Sig.
600-700 msnm	112,19	1,70 ± 1.27 a	4,918	,002
701-800 msnm	88,10	1,26 ± 1,61 b		
801-900 msnm	79,58	1,24 ± 0,86 b		
901-1000 msnm	111,78	2,15 ± 2.02 a		

Letras distintas entre pisos denotan diferencias significativas a un nivel de P<0.005

La mayor acumulación de biomasa se presentó en las clases inferiores (10,1- 30,0) y la menor en la superior (>30,1), aunque la contribución de las clases diamétricas a la biomasa acumulada no se comportó de manera regular en todos los pisos (Figura 9). En la clase diamétrica inferior es donde se concentró la mayor cantidad de individuos, mientras que existió escasa representación de especies con diámetros mayores a 40 cm. Esto sugiere que la distribución de las especies en cada transecto no es uniforme (estructura variable), característico de los ecosistemas heterogéneos o con alta tendencia a la heterogeneidad, lo cual se puede manifestar en la capacidad de almacenamiento de carbono.

Figura 9. Acumulación de biomasa por clases diamétrica, de la Familia Arecaceae en un Bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.



La mayor frecuencia de individuos en la clase diamétrica inferior también favorece a la captura de carbono y su distribución se debe a la alta tasa de renovación forestal dada las características de bosque siempreverde piemontano que se ve afectada por los fuertes vientos y deslizamientos de suelos que causan mortalidad de los árboles más grandes. Las afectaciones que sufren estos bosques pueden ser adversas para la captura de carbono. Según Adrianzén (2015), menciona que los bosques tropicales han captado interés debido a su contribución en la captura de CO₂ y en función de la biomasa aérea proporcionada por diferentes especies vegetales, las alteraciones en estos ecosistemas influyen fuertemente en las emisiones y la captura de carbono.

Similares resultados se corresponden con Acosta *et al.*, (2002) donde manifestaron que los ecosistemas tienen una gran capacidad para almacenar CO₂ en forma de biomasa, pero esta varía en función de su composición florística y otras variables como la edad y la densidad de la población.

4.3. RELACIONES FUNCIONALES ENTRE EL RECURSO SUELO Y LA ABUNDANCIA DE LA FAMILIA ARECACEAE

El análisis de componentes principales (ACP) indica que con cuatro componentes es posible explicar 91,81 % de la variabilidad del sistema y con dos primeros componentes se explica el 51,16 %. Este CP se lo puede definir como Físico - Químico y se relaciona principalmente con el piso climático con un indicador estructural como la densidad aparente y estos con los parámetros químicos del suelo. Si bien, el contenido de potasio intercambiable (K^{+1}) y la densidad aparente del suelo (D_a) mostraron un patrón decreciente en función del gradiente altitudinal ninguna especie de las Arecaceae se relacionó con ambas variables (figura 10). La densidad aparente representa una variable de gran significado por su influencia sobre otras propiedades como la resistencia a la penetración, la conductividad hidráulica saturada y la porosidad (Pla, 2010). Además de la diferenciación de estas variables incide directamente sobre el comportamiento hídrico y biogeoquímico y la aireación del suelo, lo cual resulta de gran relevancia en las condiciones de la región amazónica debido a las características climáticas como la alta pluviosidad (Bravo et al., 2015).

En este CP cuando se integra el parámetro (Físico- Químico) se relacionan con la disponibilidad de materia orgánica, conductividad nitrógeno, fósforo, Calcio y potasio (MO - Ksat - N - P - Ca^{2+} - K) que definen la fertilidad química del suelo la relación que permitió asociar las especies de la familia Arecaceae con variables ambientales (Tabla 6). Ambos componentes son los de mayor peso e indican que las especies de la familia Arecaceae están influenciadas por los cambios en los parámetros de suelo y la altitud las especies que se relacionaron fueron: *Euterpe precatoria*, *Iriartea deltoidea* y *Oenocarpus bataua*, asociadas positivamente (Figura 10).

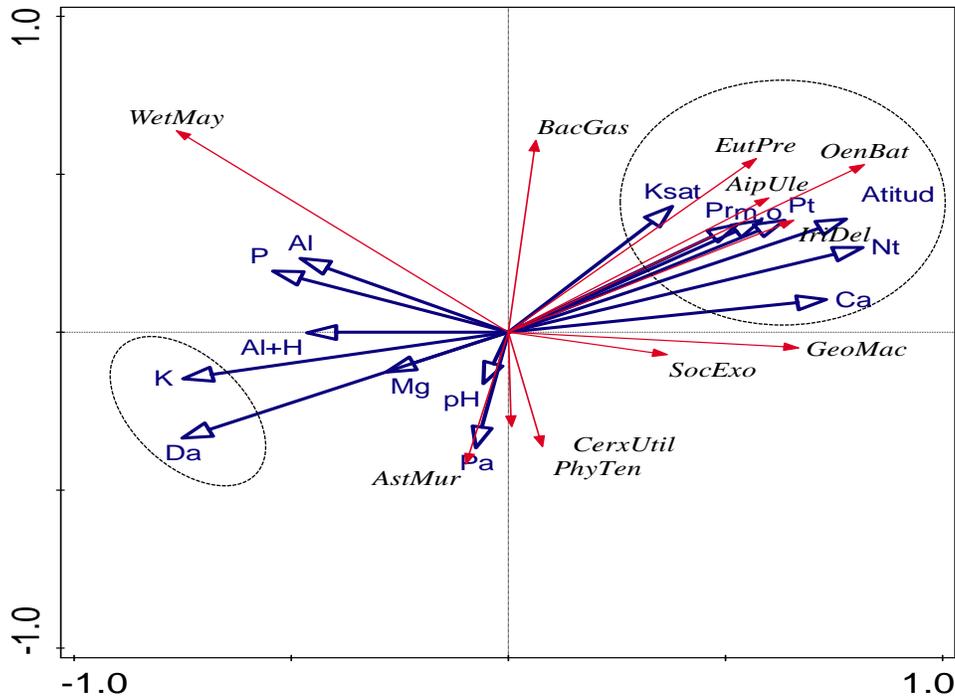


Figura 10. Proyección del ACP para los componentes ambientales y de abundancia de la familia Arecaceae en la gradiente altitudinal en un bosque siempreverde piemontano, cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.

Leyenda: **Da:** Densidad aparente del suelo; **Ksat:** Conductividad hidráulica saturada; **Pt:** porosidad total; **Pa:** Porosidad de aireación; **Pr:** Porosidad de retención; **Nt:** Nitrógeno total; **P:** Fósforo disponible; **K:** Potasio; **Ca:** Calcio; **Mg:** Magnesio; **Mn:** Manganeso; **MO:** Materia Orgánica; **Al+H:** Acides Intercambiable; **AipUle:** *Aiphanes ulei*; **AstrMur:** *Astrocarium murumuru*, **BacGas:** *Bactris gasipaes*; **CerxUtil:** *Ceroxylum utile*; **EutPre:** *Euterpe precatória*; **GeoMac:** *Geonoma macrostachys*; **IriDel:** *Iriartea deltoidea*; **OenBat:** *Oenocarpus bataua*; **PhyTen:** *Phytelephas tenuicaulis*; **SocExo:** *Socratea exorrhiza*; **WetMay:** *Wettinia maynensis*.

El resto de las especies incluidas en el estudio no muestran un patrón definido de distribución sugiriendo que no son afectadas por las características de suelo y la altitud. Según Jiménez *et al.*, (2017) el ACP de acuerdo a la distribución de especies permite evaluar la relación que se establece entre los sitios, las especies y algunas variables del medio, pudiendo conocer cuales especies, alcanzaron los mayores valores de abundancia en ambientes con determinados niveles de perturbación.

Tabla 6. Matriz del ACP de las variables de suelo y altitud asociadas a las especies de la familia Arecaceae.

Parámetro	Variabes	CP 1	CP2
Físico	Da (densidad aparente mg m ⁻³)	-0.7517	-0.3356
	Ksat	0.3781	0.3987
	Pt (porosidad total %)	0.6356	0.3547
	Pa (porosidad aparente %)	-0.0739	-0.3667
	Pr (porosidad de retención %)	0.5277	0.3405
Químico	Ph	-0.0568	-0.1636
	Al+h(meq 100 ml)	-0.4643	-0.0009
	Al (meq 100 ml)	-0.4785	0.2338
	Mos (%)	0.5835	0.3543
	Nt(%)	0.8163	0.2680
	P (meq 100 ml)	-0.5430	0.1942
	K+1 (meq 100 ml)	-0.7496	-0.1466
	Ca (meq 100 ml)	0.7329	0.1032
Mg (meq 100 ml)	-0.2806	-0.1256	
Especies	<i>Aiphanes ulei</i>	0,6	0,43
	<i>Astrocarium murumuru</i>	-0,1	-0,42
	<i>Bactris gasipaes</i>	0,06	0,61
	<i>Ceroxylum utile</i>	0,01	-0,3
	<i>Euterpe precatoria</i>	0,57	0,55
	<i>Geonoma macrostachys</i>	0,67	-0,05
	<i>Iriarteia deltoidea</i>	0,66	0,36
	<i>Oenocarpus bataua</i>	0,82	0,53
	<i>Phytelephas tenuicaulis</i>	0,08	-0,36
	<i>Socratea exorrhiza</i>	0,37	-0,07
<i>Wettinia maynensis</i>	-0,76	0,64	

CONCLUSIONES

La diversidad de la familia *Arecaceae* en un bosque siempreverde piemontano, del cantón Arosemena Tola, provincia de Napo incluye siete especies mayores a 10 cm de DAP y, nueve especies considerando diámetros menores a 10 cm de DAP, registrándose un total de 1916 individuos resultados que muestran ser una de las familias botánicas más representativas en estos ecosistemas debido a la alta riqueza de individuos.

La distribución de la familia *Arecaceae* en la gradiente altitudinal está compuesto por las especies *Geonoma macrostachys*, *Iriartea deltoidea*, *Oenocarpus bataua* el segundo conformado por *Euterpe precatória* y *Wettinia maynensis* lo que permitió clasificar la vegetación en función de la composición y estructura. Esta variación encontrada en cuanto a la abundancia indica la formación de grupos ecológicos en esta familia, lo cual pudiera aportar información valiosa para entender los factores asociados a la heterogeneidad del micro-hábitat de cada especie de esta familia.

La posición sociológica reflejó que el 87% de las especies se encuentran representadas en un solo estrato, el cual, debido a su alto potencial reproductivo, indica el predominio de un patrón de distribución vertical continuo, esto hace que la familia *Arecaceae* no sea vulnerable a cambios ambientales propicios en la zona como son: deslizamiento de suelos, fuertes vientos, cambios de uso de suelos y deforestación, aspectos que limitan la estabilidad y permanencia de las especies de esta familia en el área de estudio.

El índice de valor de importancia ecológica (IVI) indicó que las especies *Iriartea deltoidea*, *Oenocarpus bataua* resultaron con mayor peso ecológico representando el 65% de especies registradas, siendo especies claves de este ecosistema, mientras que las especies *Phytelephas tenuicaulis*, *Geonoma macrostachys*, *Bactris gasipaes*, son las especie menos dominantes son las menos abundantes.

La biomasa aérea resultó con variaciones en los transectos, con valores de 79,58 a 112,19 Mg ha⁻¹ y mayor acumulación de biomasa se dio en los individuos de menor clase diamétrica, resultando los de mayor potencial para la captura de carbono.

Las especies de la familia Arecaceae que contribuyen a la absorción de carbono son la *Iriartea deltoidea* con 67 % y *Oenocarpus bataua* con 29 % lo cual es un indicador para reconocer a las especies potenciales en la captura de carbono, demostrándose la contribución desproporcionada de un pequeño número de especies para mantener el nivel de reservas de carbono, de ahí que futuros cambios en el ambiente pudieran resultar en el empobrecimiento de este ecosistema amazónico.

El análisis de componentes principales (ACP) indicó una alta correlación entre las variables ambientales (suelo) y la abundancia de especies, este componente se definió como Topográfico - Físico – Químico, se relaciona principalmente con el piso climático con un indicador estructural como la densidad aparente y un parámetro químico del suelo.

RECOMENDACIONES

Los análisis realizados en esta investigación permiten conocer la biodiversidad y el potencial de captura de carbono de la familia Arecaceae, los valores obtenidos podrían ser tomados como referencia para la conservación de especies como *Ceroxylum amazonicum*, *Socratea exorrhiza*, *Astrocarium murumuru* debido a que son las especies menos abundantes en los bosques de la región amazónica del Ecuador.

Este estudio permitió conocer el potencial de almacenamiento de Carbono de las especies de la familia Arecaceae por lo que se recomienda incentivar a las prácticas de manejo forestal sustentable y restauración con estas especies en los bosques para fines de retención de CO₂ beneficiando al medio ambiente.

Se recomienda realizar estudios de esta familia en otras gradientes altitudinales que se encuentran en la región amazónica del Ecuador y obtener valores que demuestren la importancia de la conservación de las especies de esta familia además de conocer el aporte que brindan para la mitigación del cambio climático

BIBLIOGRAFÍA

Acosta Mireles, M., Vargas Hernández, J., Velázquez Martínez, A., & Etchevers Barra, J. D. (2002). Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. *Agrociencia*, 36(6).

Acosta, V. Araujo, P. Iturre, M. (2006). Caracteres estructurales de las masas. Facultad de ciencias forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. EBook ISBN 978-987-1676-34-7.

Agudelo, M. (2009). Biomasa aérea y contenido de carbono en bosques de *Quercus humboldtii* y *Colombobalanus excelsa*: corredor de conservación de robles Guantiva – la Rusia – Iguaque (Santander – Boyacá). Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali.

Agudelo, M. (2009). Biomasa aérea y contenido de carbono en bosques de *Quercus humboldtii* y *Colombobalanus excelsa*: corredor de conservación de robles Guantiva – la Rusia – Iguaque (Santander – Boyacá). Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali.

Ahuanari, H., y Hugo, V. (2015). Diversidad florística y estructural de los bosques de las comunidades nativas de Esperanza, La Florida, San Pedro y Mairidicai, de la cuenca del río Putumayo–Perú.

Alonso-F, Ana Milena, Finegan, Bryan, Brenes, Christian, Günter, Sven, & Palomeque, Ximena. (2017). Evaluación de la conectividad estructural y funcional en el corredor de conservación Podocarpus-Yacuambi, Ecuador. *Caldasia*, 39(1), 140-156. <https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v39n1.64324>

Alvis, G.J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Vol 7 No. 1, 116-119.

Alvis, G.J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Vol 7 No. 1, 116-119.

Araujo, P. A. (2003). “Bases para la gestión sostenible de bosques en regeneración del chaco semiárido”. Tesis Doctoral. Escuela Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.

Armijos, E., (2002). Estudio hidrofísico de las Cuencas de los ríos Napo, Pastaza y Santiago dentro del proyecto HYBAM. Thèse d'ingénieur civil de l'UCE (Universidad Central de Ecuador), 126 p.

Asquith, N. (2002). La dinámica del bosque y la diversidad arbórea. In: Biología y conservación de bosques neotropicales. Eds. MR Guariguata; GH Kattan. Libro Universitario Regional (LUR). Cartago, CR. 377 – 406 p.

Baev, P. y Penev. L. (1995). BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia- Moscow, 57 pp.

Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Erwin, T., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Lloyd, J., Monliteratura Citada Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia 32 teagudo, A., Neill, D.A., Patino, S., Pitman, N.C.A., Silva, M. & Vasquezmartinez, R. (2004). Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology* 10: 545-562.

Balslev H, Barfod A (1987). Ecuadorian palms—an overview. *Opera Bot* 92:17–35.

Balslev H, Grandez C, Paniagua N, Møller A y Lykke S., (2008). Palmas (Arecaceae) útiles en los alrededores de Iquitos, Amazonía. *Revista Peruana de Biología*. 15(supl. 1): 121- 132.

Balvanera, P. (2013). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas* 21(1-2):136-147

Bascope, F., Jorgensen, P. (2005). Caracterización de un bosque montano húmedo: Yungas, La Paz. *Ecología en Bolivia*, 40(3), 365-379.

Benitez-Malvido J (1998). Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. *Conserv Biol* 12:380–389.

Benitez-Malvido J, Martinez-Ramos M (1998). Impact of forest fragmentation on understory plant species richness in Amazonia. *Conserv Biol* 17:389–400.

Bertsh, F. (1995). *La Fertilidad del suelo y su manejo.*, San José, Costarica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157 p

Blake J., L. Hartge. (1986). Bulk density. In C.A. Klute (de). *Methods of soil analysis*, Part 1. *Agronomy*. 9: 349-378

Borchsenius F (1997a). Palm communities in western Ecuador. *Principes* 41:93–99.

Borchsenius F (1997b). Patterns of plant species endemism in Ecuador. *Biodivers Conserv* 6:379–399.

Borchsenius, F., & M. Moraes R. (2006). Diversidad y usos de palmeras andinas (Arecaceae). *Botánica Económica de los Andes Centrales* Editores: M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev Universidad Mayor de -San Andrés, La Paz, 2006: 412-433.

Borchsenius, Finn & Moraes R., Mónica. (2006). Diversidad y usos de palmeras andinas (Arecaceae). 412-433.

Bravo, C. (2015). Manejo del recurso suelo bajo agroecosistemas ganaderos. En: *Retos y posibilidades para una ganadería sostenible en la provincia de Pastaza de la Amazonía Ecuatoriana*. Universidad Estatal Amazónica. Puyo-Pastaza. 15-45 pp

Bravo, C. Ramírez, A. Marín, H. Torres, B. Alemán, R. Torres, R. Navarrete, H & Changoluisa, D. (2017). Factores asociados a la fertilidad del suelo en diferentes usos del suelo de la Región Amazónica Ecuatoriana. Volumen 18 N° 11. Obtenido de REDVET: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111117/111705.pdf>

Bravo-Medina, Carlos, Marín, Haideé, Marrero-Labrador, Pablo, Ruiz, María E, Torres-Navarrete, Bolier, Navarrete-Alvarado, Henry, Durazno-Alvarado, Galo, & Changoluisa-Vargas, Daisy. (2017). Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonía Ecuatoriana. *Bioagro*, 29(1), 23-36.

Brissio, P. A. (2005). Evaluación preliminar del estado de contaminación en suelos de la provincia del Neuquén donde se efectúan actividades de explotación hidrocarburífera. (Tesis

Licenciatura). Universidad Nacional del Comahue, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <http://www.tesis.bioetica.org/pab.htm>

Brown, S. (1997). Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: Primer. Food and Agriculture Organization. Roma (Italy). FAO Forestry Paper. 134 p.

Cámara-Leret R, Paniagua-Zambrana N, Balslev H, Barfod A, Copete JC, Macía MJ. (2014). Ecological community traits and traditional knowledge shape palm ecosystem services in northwestern South America. *Forest Ecology and Management*. 334:28-42

Carmona, J. (2013). Análisis Multivariado Ken Mastsuda. Universidad de Serena Chile. Volumen 1. 45p (5).

Castilho, C.V.; Magnusson, W.E.; de Araujo, R.N.O.; Luizao, R.C.C.; Luizao, F.J.; Lima, A.P.; Higuchi, N. (2006). Variation in aboveground tree live biomass in a central Amazonian Forest: Effects of soil and topography. *For. Ecol. Manag*, 234, 85–96.

Ceron Carlos, Reyes Carmita. (2016). Estructura y composición de un remanente secundario, loma Irunuma, Zumba, Zamora Chinchipe - Ecuador. *Cinchonia* (Quito). Vol 14.

Chambers, J.Q.; dos Santos, J.; Ribeiro, R.J.; Higuchi, N. (2001). Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in central Amazon forest. *For. Ecol. Manag*, 152, 73–84.

Chamorro, A. y Obando, J. (2015). Rendimiento En Área Basal Y Composición Florística En Tres Tipos De Bosques Secundarios. Provincia De Sucumbíos, Cantón Lago Agrio, Parroquia El Eno. Tesis Previa A La Obtención Del Título De Ingeniero Forestal.75p:22

Cole, T.G.; Ewel, J.J. (2006). Allometric equations for four valuable tropical tree species. *For. Ecol. Manag*. 229, 351–360.

Colin, S. (2015). La importancia de rescatar, preservar, mantener y cuidar la micro cuenca del Río Magdalena, Distrito Federal. *Revista del Centro de Investigación de la Universidad de la Salle*. Vol. 5, núm. 19.

Concha, J., Alegre, J. y Pocomucha V. (2007). Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de sistemas agroforestales de teobroma cacao en el departamento de San Martín, Perú. *Ecología Aplicada*. 6, pp. 75-82.

Connolly, W. R. & Corea S. C. (2007). Cuantificación de la captura y almacenamiento de Carbono en sistema agroforestal y forestal en seis sitios de cuatro municipios de Nicaragua. Tesis Profesional. Universidad Nacional Agraria. Managua (Nicaragua).

Cummings, D.L.; Kauffman, J.B.; Perry, D.A.; Hughes, R.F. (2002). Aboveground biomass and structure of rainforests in the southwestern Brazilian Amazon. *For. Ecol. Manag.* 163, 293–307.

D.S. Neiva, A.F. Melo Júnior, D.A. Oliveira, V.A. Royo, M.M. Brandão and E.V. Menezes. (2016). *Acrocomia emensis* (Arecaceae) genetic structure and diversity using SSR molecular markers, *Genetics and Molecular Research* 15 (1):

Daily, G.C. y P.A. Matson. (2008). Ecosystem services: From theory to implantation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 105:9455-9456.

Dauber, E. (2006). Estimaciones de biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia. *Revista Forestal Iberoamericana*. IUFRO – RIFALC. Venezuela. Disponible en: <http://www.revforiberoamericana.ula.ve>

Dewalt, S.J. & Chave, J. (2004). Structure and biomass of four lowland neotropical forests. *Biotropica* 36: 7-19.

Díaz, V. P., y Calzadilla, A. (2016). Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la Salud. *Revista Ciencias de la Salud*, 14(1), 115-121.

Donoso, C. (1981^a). Tipos Forestales de los bosques nativos de Chile. Doc. De trabajo Trabajo N° 38. Proyecto FAO.FO: DP/CHI/76/003.

Duffy JE. (2014). Why biodiversity is important to the functioning of real-world ecosystems, in *Front Ecol Environ* 7(8).

Duque, J., & Vásquez, R. (1994). *Amazonian Ethnobotanical Dictionary Abbreviations*. US Department of Agriculture and Herbarium Amazonense. Belstville and Iquitos. 210

FAO. (2010). Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Informe Principal. Estudios FAO.

Fernando Da Silva, Rempei Suwa, Takuya Kajimoto, Moriyoshi Ishizuka, Niro Higuchi and Norbert Kunert. (2015). Allometric Equations for Estimating Biomass of *Euterpe precatoria*, the Most Abundant Palm Species in the Amazon, *Forests*, 6, 450-463

Finol Urdaneta, H. (1971). Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana (Venezuela)* v. 14 (21) p. 29-42.

Finol, H. (1976). Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques venezolanos. *Revista Forestal Venezolana*, 19 (26), 17-44.

Finol, U. (1975). Estudio Fitosociológico de las Unidades 2 y 3 de la Reserva Forestal de Caparo. Estado Barinas. *Acta botánica, Venezuela*. 10-104:15-103.

Fleischmann, K., P. Edwards, D. Ramseie & J. Kollamann. (2005). Stand structure, species diversity and regeneration of endemic palm forest on the Seychelles. *Afr. J. Ecol.* 43: 291-301.

Flores Romaynaa María, Zevallos Pollito Percy, Baldoceca Astete Roly, Flores Bendeuzú Ymber. (2017). Caracterización ecológica de los bosques de palmeras del centro de investigación y capacitación Forestal (CICFOR) Macuya-Huánuco. *Mentor Forestal*. Perú. Vol. 1. pp. 35 – 45

García, M. (2016). La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad. *Producción + Limpia*, 11(2), 161-168. <https://dx.doi.org/10.22507/pml.v11n2a13>

García-Licon, J. B., Esparza-Olguín, L. G., & Martínez-Romero, E. (2014). Estructura y composición de la vegetación leñosa de selvas en diferentes estadios sucesionales en el ejido El Carmen II, Calakmul, México. *Polibotánica*, (38), 01- 26.

Gentry, A.H. (1990). Contrasting phytogeographic patterns of upland and lowland panamanian plants. En W.G. Dárcy (Ed.). *The botany and natural history of Panama* (pp.147-160). St. Louis: Missouri Botanical Garden

Gentry, J. (1998). Transectos de 0.1 ha realizado en varios lugares del Ecuador, copia de datos originales de algunos inéditos. Napo: EcoCiencia.

GeoEcuador. (2008). Informe sobre el estado del medio ambiente. Obtenido de flacsoandes: <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/41444.pdf>

Godínez, O; López, L. (2006). Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 73(2): 283-314.

Govaerts, J. & J. Dransfield. (2005). World checklist of palms. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. 223 Pp.

Guevara, J., Shiguango, H., & Luna, D. (2009). Evaluación de la Flora arbórea de las comunidades alta Florencia, Río Napo Y Bataburo, Río Tiwino; amazonía ecuatoriana. *Cinchonia* (Quito). 9 (1), Pp. 62-70.

Gutiérrez-Báez, C., Ortiz-Díaz, J. J., Flores-Guido, J. S., y Zamora-Crescencio, P. (2012). Diversidad, estructura y composición de las especies leñosas de la selva mediana subcaducifolia del Punto de Unión Territorial (PUT) de Yucatán, México. *Polibotánica*, (33), 151-174.

Henderson A, Galeano & R. Bernal. (1995). *Palms of the Americas*. Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey. 352 p.

Henderson, A., G. Galeano & R. Bernal. (1995). *Field guide to the palms of the Americas*. Princeton Univ., Princeton, EEUU.

Hernandez-Hernández RM, Morros M, Bravo C, Lozano Z, Herrera P, Ojeda A, Morales, Birbe B (2011) La integración del conocimiento local y Científico en el manejo sostenible de suelos en agroecosistemas de sabanas. *Interciencia*. 36 (2): 104-112.

Hosokawa, R. T. (1986). *Manejo de economía de florestas*. Roma, FAO. 125 p.

Houghton, R.A. (2005). Aboveground forest biomass and the global carbon balance. *Glob. Chang. Biol*, 11, 945–958.

Hubbell, S. P., He, F., Condit, R., Borda-de-Água, L., Kellner, J. y Ter-Steege, H. (2008). How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 11498–11504.

INEC. (2013). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. Obtenido de Ecuador en cifras: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac%202013/InformeejecutivoESPAC2013.pdf

IPCC. (2007). Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza. 104 p. Disponible en la página. www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf.

Jadán, O., Günter, S., Torres, B., y Selesi, D. (2014). Riqueza y potencial maderable en sistemas agroforestales tradicionales como alternativa al uso del bosque nativo, Amazonia del Ecuador. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 12(28), 13-22.

Janzen, D. H. (1970). Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist*, 104, 501–528.

Jayakumar, S. Seong, S. K.; Joon, H. (2011). Floristic inventory and diversity assessment - a critical review. *International Academy of Ecology and Environmental Sciences* 1(3-4):151-168.

Jean-Christophe Pintaud, Gloria Galeano, Henrik Balslev, Rodrigo Bernal, Finn Borchsenius, Evandro Ferreira, Jean-Jacques de Granville, Kember Mejía, Betty Millán, Mónica Moraes, Larry Noblick, Fred W. Stauffer y Francis Kahn. (2008). Las palmeras de América del Sur: diversidad, distribución e historia evolutiva. *Rev. peru. biol.* 15.

Joao, E. F. (2015). Estructura y composición del bosque Miombo del sector norte de Canjombe, Kuanza-Sul (Doctoral dissertation, Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. Facultad de Forestal y Agronomía. Departamento Forestal).

Kapos V, Wandelli E, Camargo JL, Ganade G (1997). Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in Central Amazonia. In: Laurance WF, Bierregaard O (eds) *Tropical Forest Remnants, Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press, Chicago, pp 33–44.

Kristiansen T, Svenning J-C, Grández C, Salo J, Balslev H. (2009). Commonness of Amazonian palm (Arecaceae) species: Cross-scale links and potential determinants. *Acta Oecologica*. 35(4):554-62.

Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido-*. Ed: Cooperación Técnica. República Federal de Alemania. 335 p.

Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido-*. Ed: Cooperación Técnica. República Federal de Alemania. 335 p.

Laurance, W.F.; Fearnside, P.M.; Laurance, S.G.; Delamonica, P.; Lovejoy, T.E.; Rankin-de-Merona, J.M.; Chambers, J.; Gascon, C. (1999). Relationship between soils and Amazon forest biomass: A landscape-scale study. *For. Ecol. Manag*, 118, 127–138

Lavado Casimiro W, Labat D, Guyot J and Ardoin-Bardin S. (2011). Assessment of climate change impacts on the hydrology of the Peruvian Amazon–Andes basin *Hydrol. Process.* 25 3721–34

Lima, J.N.A.; Suwa, R.; Ribeiro, H.P.G.M.; Kajimoto, T.; Santos, J.; Silva, P.R.; Souza, S.A.C.; Barros, C.P.; Noguchi, H.; Ishizuka, M.; et al. (2012). Allometric models for estimating above- and below-ground biomass of tropical rainforests at São Gabriel da Cachoeira in upper Rio Negro, Brazilian Amazon. *For. Ecol. Manag*, 277, 163–172

López, J. (2012). *Plan de manejo integral del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica CIPCA. Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador.*

LOT, A. y F. CHIANG. (1986). *Manual de herbario (Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos). Cons. Nac. de la Flora de México. 1-142. México.*

Louman, B., Valerio, J., y Jiménez, W. (2001). *Bases ecológicas. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Serie Técnica. Manual Técnico, (46), 19-78.*

MAE. (2013). *Acuerdo No. 010. Plan Nacional de Forestación y Reforestación.*

MAE. (2014). *Normas para el Manejo Forestal Sustentable de los Bosques nativos húmedos del Ecuador.*

Maldonado Ojeda, S. E. (2016). Estructura y composición florística del bosque siempreverde Montano Bajo de la microcuenca el Suhi, Palanda, Zamora Chinchipe-Ecuador (Bachelor's thesis, Loja: Universidad Nacional de Loja).

Malhi, Y., Baker, T.R., Phillips, O.L., Almeida, S., Álvarez, E., Arroyo, L., Chave, J., Czimczik, C., Di Fiore, A., Higuchi, N., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Mercado-Montoya, L.M., Monteagudo, A., Neill, D.A., Núñez-Vargas, P., Patiño, S., Pitman, N.C.A., Quesada, C.A., Salomao, R., Masedo-Silva, J.N., Torres-Lezama, A., Vásquez-Martínez, R., Terborgh, J., Vinceti, B. & Lloyd, J. (2004). The above-ground coarse wood productivity of 104 Neotropical forest plots. *Global Change Biology* 10: 563-591.

Manzanero, J. (1999). Evaluación de la estructura y composición florística de la sucesión secundaria en áreas disturbadas, bosque húmedo subtropical en la Concesión Forestal Comunitaria de Carmelita, San Andrés, Petén. Tesis Lic. Petén, GT: Universidad de San Carlos de Guatemala. Esc. Ingeniería Forestal. 190 p.

Margalef, R. (1995). *Ecología*. Barcelona: Omega. 951 p.

Marisabel Ureta Adrianzén¹. (2015). Aporte de biomasa aérea de las especies arbóreas de la familia Myristicaceae en los bosques Amazónicos del Perú. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 63 (1).

Matteucci, S. D & Colma A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Washington, DC, Secretaría General de la OEA, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 163 p.

McAleece, N. (1997). Biodiversity pro. <http://www.sams.ac.uk/research/software/research/software/bdpro.zip>.

Mejia, K. (1992). Utilization of palms in eleven mestizo villages of the peruvian amazon (Ucayali and amazon river) ad. *Econ. Bot.* 6-130-136

Melo, V., y Vargas, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima. CRQ-CARDER-CORPOCALDASCORTOLIMA.

MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). (2014). Resolución Ministerial N° 248-2014-MINAM, Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural. 07 de agosto

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural.

Monge-Nájera, Julián Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad: Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 p. *Revista de Biología Tropical*, 49 (3-4)

Montufar, R. & Pintaud, J. C. (2006). Variation in-species composition, abundance and microhabitat preferences among western Amazonian terra firme palm communities. *Bot. J. Linn. Soc.* 151: 127–140.

Mora C, Tittensor DP, Adl S, Simpson AGB, Worm B. (2013). How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?, in *PLoS Biol* 9(8)

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T manuales y tesis SEA. Volumen I. Zaragoza 84 p.

Muller, E. (2002). Los Bosques Secundarios Salen a la Luz. ¿Qué son los bosques secundarios? Quito, Ecuador. 16 p.

Nascimento, M.T., Barbosa, R.I., Villela, D.M. (2007) Above-ground biomass changes over an 11-year period in an Amazon monodominant forest and two other lowland forests. *Plant Ecol* 192: 181. <https://doi.org/10.1007/s11258-007-9303-z>

Neill, D. (2012). ¿Cuántas especies nativas de plantas vasculares hay en Ecuador? *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*. Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Pastaza, Ecuador. N° 1, pp. 70, 83.

Nelson, D. W., and L. E. Sommer. (1982). In Total Carbon, organic carbon, and organic matter. En: *Methods of Soil Analysis*. 2nd Ed. (ED.), A. L. P Madison, WI, asa Monogr. 9(2). Amer. Soc.Agron., 1982. P.539-579

Novotny, V., Drzod, P., Miller, S. E., Kulfan, M., Janda, M., Basset, Y., et al. (2006). Why are so many species of herbivorous insects in tropical rainforests? *Science*, 313, 1115–1118

Pacheco, S. Malizia, L. R. y Brown, A. D. (2013). "La provisión de agua como Servicio Ambiental de la Reserva de Biosfera de las Yungas". En UNESCO. Experiencias exitosas en Iberoamerica, Reservas de la biosfera: su contribución a la provisión de servicios de los ecosistemas. Francia: UNESCO, pp. 09-20.

Palacios W. (2011). Familias y géneros arbóreos del Ecuador. Ministerio del Ambiente del Ecuador/FAO/Finlandia. Quito, Ecuador. 122 p

Palacios, W. (2016). Arboles del Ecuador: Familias y géneros; especies representativas. Ciudadela el Olivo. Universidad Técnica del Norte IbarraEcuador. 882 p.

Palacios, W., y Jaramillo, N. (2004). Gremios ecológicos forestales del noroccidente del Ecuador: implicaciones en el manejo del bosque nativo. Lyonia. Volumen 6(2), p. 57.

Paniagua, N., R. Bussmann, C. E., Blacutt & M. Macía. (2014). Conservando Nuestros Bosques: Conocimiento y uso de las palmeras en las comunidades campesinas del norte de Bolivia. *Ethnobotany Research and Applications* 13(6): 001-097.

Patiño, J., Lozano, P., Tipán, C., Navarrete, H., López, R., Asanza, M., y Torres, B. (2015). Composición florística y estructura de un bosque siempreverde piemontano de 600 a 700 msnm en la cuenca del río Piatúa, Napo, Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 4(2), 166-214.

PDYOT. (2014). "Plan de desarrollo y ordenamiento territorial (pdyot) del cantón Carlos Julio Arosemena Tola. Obtenido de Sistema nacional de información: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1560184810001_PDYOT%20-%202014%20-%20DIAGN%3%93STICO_11-03-2015_19-11-52.pdf

Peña Venegas, Clara Patricia, Mendoza Olmos, Edmundo Rafael, Rodríguez León, Carlos Hernando, Cardona Vanegas, Gladys Inés, Betancurt Parra, Bernardo Eusebio, & Garzón Gómez, Maolenmarx Tatiana. (2015). Carbon fixing capacity of amazonian soils in relation to its degradation conditions. *Revista EIA*, (spe2), 47-53. Retrieved May 23, 2018, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372015000300004&lng=en&tlng=en.

Pintaud J. C., G. Galeano, H. Balslev, R. Bernal, F. Borchsenius, E. Ferreira, J. J. de Granville, K. Mejía, B. Millán, M. Moraes, L. Noblick, F.W. Stauffer & F. Kahn. (2008). The palms of South America: diversity, distribution and evolutionary history. *Rev. peru. biol.* 15 (supl. 1): 7-29.

Pitman N, Terborgh J, Silman M, Nuñez P, Neill DA, Cerón C, Palacios W, Aulestia M (2001). Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology* 82:2101–2117.

Pla, I. (1983). Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. *Revista Alcance de la Facultad de Agronomía.* Alcance N° 32. 91 p.

Pla. I. (2010). Medición y evaluación de propiedades físicas de los suelos: dificultades y errores más frecuentes. *Propiedades Mecánicas. Suelos Ecuatoriales* 40 (2):75-93.

PNUMA. (2002). Perspectivas del medio ambiente mundial "Pasado, presente y futuro". Obtenido de unep: https://web.unep.org/geo/sites/unep.org/geo/files/documents/prelims_es.pdf

Rodríguez, M. (2015). Tipos de investigación científica. Tesis e investigaciones Análisis-SPSS.

Rubio, D. (1991). Regeneración natural y demografía de *Miconia guianensis*. en Jatun Sacha. Tesis de grado para optar por el título de Ingeniero Forestal. Ibarra, Ecuador. 64 p.

Salas, J. & Infante, A. (2006). Producción primaria neta aérea en algunos ecosistemas y estimaciones de biomasa en plantaciones forestales. *Revista Forestal Latinoamericana.* Venezuela. Disponible en: <http://eslared.saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/pubelectronicas/forestallatinoamericana/vol21num2/articulo3.pdf>.

Saldarriaga, J.G.; West, D.C.; Tharp, M.L.; Uhl, C. (1988). Long-term chronosequence of forest succession in the upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. *J. Ecol.* 76, 938–958.

Samaniego, E., García, Y. Neill,D., Arteaga,Y., Vargas,J. y Rojas, L. (2015). Diversidad florística de tres sitios de un bosque siempreverde piemontano de la región oriental amazónica del Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología.* 4 (1): 32-47.

Sanchez,H. Garcia,Y. Lopez,G. Arteaga,Y. Rios,J y Guerrero,J. (2017). Efecto del grado de antropización en la estructura, en tres sitios fragmentados bosque siempreverde piemontano. Revista Cubana de Ciencias Forestales. Vol. 5(2):172180

Scariot A (1999). Forest fragmentation effects on palm diversity in central Amazonia. *J Ecol* 87:66–76.

Scariot A (1999). Forest fragmentation effects on palm diversity in central Amazonia. *J Ecol* 87:66–76.

Scariot, A. (1999). Forest fragmentation effects on palm diversity in central Amazonia. *J. Ecol.* 87: 66-76.

Sierra R (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF & EcoCiencia, Quito

Smith, N., R, Vásquez & W, Wust. (2007). Frutos del Río Amazonas, sabores para la conservación. Amazon Conservation Association. Lima – Perú. 273 pp.

Souza AF, Martins FR (2002). Spatial distribution of an undergrowth palm in fragments of the Brazilian Atlantic forest. *Plant Ecol* 164:141–155.

Stine Bjorholm J-CS, Flemming Skov and Henrik Balslev. (2005). Environmental and spatial controls of palm (Arecaceae) species richness across the Americas. *Global Ecology and Biogeography*. 14: 423–9.

Svenning J-C (2001). On the role of microenvironmental heterogeneity in the ecology and diversification of Neotropical rain-forest palms (Arecaceae). *Bot Rev* 67:1–53

Svenning, J. (1999). Microhabitat specialization in a species-rich palm community in Amazonian Ecuador. *J. Ecol.* 87: 55-65.

Szott L., Arevalo L., Pérez J., (1993). Allometric relationships in pijuayo (*Bactris gasipaes* HBK). In: Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo Iquitos, Perú. Universidad de Costa Rica.

Tapia, M. F., Homeier, J., Espinosa, C. I., Leuschner, C., y de la Cruz, M. (2015). Deforestation and forest fragmentation in South Ecuador since the 1970s—losing a hotspot of biodiversity. *PloS one*, 10 (9), e0133701.

Ter Steege, H., Pitman, N. C., Sabatier, D., Baraloto, C., Salomão, R. P., Guevara, J. E, y Monteagudo, A. (2013). Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science*, 342(6156), 1243092.

Torres B, Vargas J, Arteaga Y, Torres A y Lozano P. (2016). Entendiendo las dinámicas de un paisaje mega-diverso: Amazonia Ecuatoriana. En: Bolier Torres, Julio C. Vargas, Yasiel Arteaga, Alexandra Torres, Pablo Lozano (Eds.). *Gente, Bosque y Biodiversidad: El rol del bosque sobre la biodiversidad y las poblaciones rurales*. Universidad Estatal Amazónica. Programa Economía de Recursos Naturales y Desarrollo Empresarial. Puyo, Ecuador. 328 pp.

Torres B., Vasseur L., López R., Lozano P., García Y., Arteaga Y., Bravo C., Barba C., García A. (2018). Structure and above ground biomass along an elevation gradient in an Evergreen Andean Amazon Forest of Napo, Ecuador. *Agroforestry System* (Submitido).

Uhl, C. & J. Dransfield. (1987). *Genera Palmarum*. Allen Press, Kansas. 610 pp.

Valencia R, Balslev H, Palacios W, Neill D, Josse C, Tirado M, Skov F (1998). Diversity and family composition of trees in diVerent regions of Ecuador: A sample of 18 one-hectare plots. In: Dallmier F, Comiskey JA (eds) *Forest biodiversity in North, Central and South America and the Caribbean: Research and Monitoring*. Parthenon Publishing Group, Paris, pp 569–584.

Valencia, R., Foster, R. B., Villa, G., Condit, R., Svenning, J. C., Hernández, C., y Balslev, H. (2004). Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon: large forest plot in eastern Ecuador. *Journal of Ecology*, 92(2), 214-229.

Vallejo, J., Londoño, A., López, R., Galeano, G., Álvarez, E., & Devia, W. (2005). *Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Serie: Métodos para estudios ecológicos a largo plazo; No. 1. Bogotá D. C. (Colombia), 310 p.

Vásquez, R y A. Gentry. (1989). Use and misuse of forest – harvested fruits in the Iquitos area. *Conservation Biology* 3: 350-361.

Vedel-Sørensen M, Tovarante J, Bøcher PK, Balslev H, Barfod AS. (2013). Spatial distribution and environmental preferences of 10 economically important forest palms in western South America. *Forest Ecology and Management* 307: 284-292.

Victor Jimenez-Vasquez, Blanca León, Rina Ramírez y Xochitl Cuevas-Figueroa. (2017). Análisis morfológico comparativo de las estructuras reproductivas masculinas de los géneros *Orthopterygium* y *Amphipterygium* (Anacardiaceae). *Revista Peruana de Biología*. vol.24 no.2
Lima

Williams-Linera G (1990). Origin and early development of forest edge vegetation in Panama. *Biotropica* 22:235–241.

Yepes, A., Herrera, J., Phillips, J., Cabrera, E., Galindo, G., Granados, E., y Cardona, M. (2015). Contribución de los bosques tropicales de montaña en el almacenamiento de carbono en Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 63(1).

ANEXOS

Anexo 1: Composición florística de la familia Arecaceae en un bosque siempreverde piemontano, provincia de Napo, Ecuador.

Individuo	Altitud	Nombre Científico	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (m)	G(m2)	V (m3)	Intervalos (DAP)
1	661	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,40	8	0,17	0,02	0,08	10,0-20,0
1	661	<i>Iriartea deltoidea</i>	22,00	9	0,22	0,04	0,14	20,1-30,0
1	661	<i>Iriartea deltoidea</i>	19,00	10	0,19	0,03	0,11	10,0-20,0
1	661	<i>Astrocarium murumuru</i>	14,30	5	0,14	0,02	0,03	10,0-20,0
1	661	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,00	15	0,18	0,03	0,15	10,0-20,0
1	661	<i>Iriartea deltoidea</i>	11,50	3	0,12	0,01	0,01	10,0-20,0
1	661	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,40	22	0,18	0,03	0,23	10,0-20,0
1	661	<i>Iriartea deltoidea</i>	19,90	12	0,20	0,03	0,15	10,0-20,0
1	661	<i>Iriartea deltoidea</i>	20,50	12	0,21	0,03	0,16	20,1-30,0
11	661	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
2	661	<i>Iriartea deltoidea</i>						0 - 10
1	664	<i>Iriartea deltoidea</i>	20,37	22	0,20	0,03	0,29	20,1-30,0
1	664	<i>Iriartea deltoidea</i>	23,55	6	0,24	0,04	0,10	20,1-30,0
1	664	<i>Iriartea deltoidea</i>	29,92	18	0,30	0,07	0,51	20,1-30,0
1	664	<i>Iriartea deltoidea</i>	20,37	18	0,20	0,03	0,23	20,1-30,0
1	664	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,19	10	0,17	0,02	0,09	10,0-20,0
1	664	<i>Iriartea deltoidea</i>	21,33	16	0,21	0,04	0,23	20,1-30,0
1	664	<i>Iriartea deltoidea</i>	13,37	10	0,13	0,01	0,06	10,0-20,0
1	664	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,19	15	0,17	0,02	0,14	10,0-20,0
1	664	<i>Iriartea deltoidea</i>	13,37	6	0,13	0,01	0,03	10,0-20,0
1	664	<i>Wettinia maynensis</i>	13,69	8	0,14	0,01	0,05	10,0-20,0
12	664	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
31	664	<i>Wettinia maynensis</i>						0 - 10
1	664	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,46	25	0,18	0,03	0,27	10,0-20,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,46	25	0,18	0,03	0,27	10,0-20,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,46	25	0,18	0,03	0,27	10,0-20,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,46	25	0,18	0,03	0,27	10,0-20,0
1	675	<i>Oenocarpus bataua</i>	33,42	12	0,33	0,09	0,42	30,1-40,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	20,37	18	0,20	0,03	0,23	20,1-30,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	19,10	14	0,19	0,03	0,16	10,0-20,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	20,05	6	0,20	0,03	0,08	20,1-30,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	23,55	8	0,24	0,04	0,14	20,1-30,0
1	675	<i>Oenocarpus bataua</i>	30,24	9	0,30	0,07	0,26	30,1-40,0

1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	25,15	12	0,25	0,05	0,24	20,1-30,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	19,10	12	0,19	0,03	0,14	10,0-20,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,87	12	0,17	0,02	0,11	10,0-20,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	19,42	12	0,19	0,03	0,14	10,0-20,0
1	675	<i>Oenocarpus bataua</i>	32,47	10	0,32	0,08	0,33	30,1-40,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	14,64	8	0,15	0,02	0,05	10,0-20,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	12,41	4	0,12	0,01	0,02	10,0-20,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,55	18	0,17	0,02	0,15	10,0-20,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	24,19	8	0,24	0,05	0,15	20,1-30,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,23	12	0,16	0,02	0,10	10,0-20,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	23,24	16	0,23	0,04	0,27	20,1-30,0
1	675	<i>Wettinia maynensis</i>	14,01	7	0,14	0,02	0,04	10,0-20,0
1	675	<i>Wettinia maynensis</i>	12,73	12	0,13	0,01	0,06	10,0-20,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,55	15	0,17	0,02	0,13	10,0-20,0
1	675	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,55	18	0,17	0,02	0,15	10,0-20,0
4	675	<i>Wettinia maynensis</i>						0 - 10
8	675	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
19	675	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
3	675	<i>Iriartea deltoidea</i>						0 - 10
1	684	<i>Ceroxylum amazonicum</i>	17,51	5	0,18	0,02	0,05	10,0-20,0
1	684	<i>Ceroxylum amazonicum</i>	17,83	5	0,18	0,02	0,05	10,0-20,0
1	684	<i>Oenocarpus bataua</i>	27,06	12	0,27	0,06	0,28	20,1-30,0
1	684	<i>Iriartea deltoidea</i>	22,92	18	0,23	0,04	0,30	20,1-30,0
1	684	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,23	12	0,16	0,02	0,10	10,0-20,0
1	684	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,23	12	0,16	0,02	0,10	10,0-20,0
1	684	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,23	12	0,16	0,02	0,10	10,0-20,0
1	684	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,23	6	0,16	0,02	0,05	10,0-20,0
1	684	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,14	6	0,18	0,03	0,06	10,0-20,0
1	684	<i>Iriartea deltoidea</i>	20,05	8	0,20	0,03	0,10	20,1-30,0
1	684	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,92	7	0,16	0,02	0,06	10,0-20,0
1	684	<i>Iriartea deltoidea</i>	28,97	18	0,29	0,07	0,47	20,1-30,0
11	684	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
1	684	<i>Iriartea deltoidea</i>						0 - 10
2	684	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
1	694	<i>Iriartea deltoidea</i>	19,10	18	0,19	0,03	0,21	10,0-20,0
1	694	<i>Oenocarpus bataua</i>	29,28	22	0,29	0,07	0,59	20,1-30,0
1	694	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,51	8	0,18	0,02	0,08	10,0-20,0

1	694	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,83	22	0,18	0,02	0,22	10,0-20,0
1	694	<i>Iriartea deltoidea</i>	12,41	4	0,12	0,01	0,02	10,0-20,0
1	694	<i>Iriartea deltoidea</i>	20,37	16	0,20	0,03	0,21	20,1-30,0
1	694	<i>Iriartea deltoidea</i>	24,51	20	0,25	0,05	0,38	20,1-30,0
1	694	<i>Oenocarpus bataua</i>	38,20	6	0,38	0,11	0,28	30,1-40,0
1	694	<i>Iriartea deltoidea</i>	20,69	16	0,21	0,03	0,22	20,1-30,0
1	694	<i>Wettinia maynensis</i>	31,19	14	0,31	0,08	0,43	30,1-40,0
1	694	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
1	694	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
102	694	<i>Wettinia maynensis</i>						0 - 10
1	725	<i>Wettinia maynensis</i>	10,00	12	0,10	0,01	0,04	10,0-20,0
1	725	<i>Iriartea deltoidea</i>	10,00	13	0,10	0,01	0,04	10,0-20,0
1	725	<i>Iriartea deltoidea</i>	22,00	16	0,22	0,04	0,24	10,0-20,0
1	725	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,00	16	0,16	0,02	0,13	10,0-20,0
1	725	<i>Iriartea deltoidea</i>	20,00	17	0,20	0,03	0,21	10,0-20,0
1	725	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,00	18	0,15	0,02	0,12	10,0-20,0
1	725	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,00	18	0,18	0,03	0,18	10,0-20,0
1	725	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,00	19	0,15	0,02	0,14	10,0-20,0
1	725	<i>Iriartea deltoidea</i>	30,00	20	0,30	0,07	0,55	10,0-20,0
1	725	<i>Iriartea deltoidea</i>	25,00	20	0,25	0,05	0,39	10,0-20,0
30	725	<i>Wettinia maynensis</i>						0 - 10
4	725	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
4	725	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
1	730	<i>Wettinia maynensis</i>	11,00	12	0,11	0,01	0,05	10,0-20,0
1	730	<i>Wettinia maynensis</i>	13,00	13	0,13	0,01	0,07	10,0-20,0
1	730	<i>Wettinia maynensis</i>	13,00	14	0,13	0,01	0,08	10,0-20,0
1	730	<i>Iriartea deltoidea</i>	8,00	16	0,08	0,01	0,03	10,0-20,0
1	730	<i>Iriartea deltoidea</i>	12,00	17	0,12	0,01	0,08	10,0-20,0
1	730	<i>Iriartea deltoidea</i>	8,00	18	0,08	0,01	0,04	10,0-20,0
1	730	<i>Iriartea deltoidea</i>	21,00	18	0,21	0,03	0,25	10,0-20,0
1	730	<i>Iriartea deltoidea</i>	22,00	19	0,22	0,04	0,28	10,0-20,0
1	730	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,00	19	0,15	0,02	0,14	10,0-20,0
3	730	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
16	730	<i>Wettinia maynensis</i>						0 - 10

3	730	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
2	730	<i>Iriartea deltoidea</i>						0 - 10
1	732	<i>Iriartea deltoidea</i>	6,00	13	0,06	0,00	0,01	10,0-20,0
1	732	<i>Iriartea deltoidea</i>	7,00	14	0,07	0,00	0,02	10,0-20,0
1	732	<i>Iriartea deltoidea</i>	7,00	15	0,07	0,00	0,02	10,0-20,0
1	732	<i>Iriartea deltoidea</i>	12,00	16	0,12	0,01	0,07	10,0-20,0
1	732	<i>Iriartea deltoidea</i>	13,00	17	0,13	0,01	0,09	10,0-20,0
1	732	<i>Iriartea deltoidea</i>	12,00	18	0,12	0,01	0,08	10,0-20,0
1	732	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,00	19	0,16	0,02	0,15	10,0-20,0
1	732	<i>Iriartea deltoidea</i>	10,00	19	0,10	0,01	0,06	10,0-20,0
1	732	<i>Iriartea deltoidea</i>	12,00	21	0,12	0,01	0,09	20,1-30,0
1	732	<i>Iriartea deltoidea</i>	25,00	22	0,25	0,05	0,43	20,1-30,0
12	732	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
2	732	<i>Iriartea deltoidea</i>						0 - 10
2	732	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
1	739	<i>Wettinia maynensis</i>	12,00	12	0,12	0,01	0,06	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	5,00	13	0,05	0,00	0,01	10,0-20,0
1	739	<i>Wettinia maynensis</i>	14,00	13	0,14	0,02	0,08	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	10,00	13	0,10	0,01	0,04	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	12,00	14	0,12	0,01	0,06	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	19,00	14	0,19	0,03	0,16	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,00	14	0,18	0,03	0,15	10,0-20,0
1	739	<i>Wettinia maynensis</i>	12,00	15	0,12	0,01	0,07	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,00	15	0,15	0,02	0,10	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	9,00	15	0,09	0,01	0,04	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	9,00	15	0,09	0,01	0,04	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,00	15	0,15	0,02	0,11	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,00	16	0,16	0,02	0,13	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,00	16	0,15	0,02	0,11	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,00	16	0,16	0,02	0,13	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,00	16	0,18	0,03	0,17	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,00	18	0,18	0,03	0,18	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	21,00	18	0,21	0,03	0,24	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	20,00	18	0,20	0,03	0,22	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,00	18	0,17	0,02	0,16	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,00	19	0,18	0,03	0,19	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,00	19	0,17	0,02	0,17	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,00	19	0,18	0,03	0,20	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,00	19	0,18	0,03	0,20	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	21,00	20	0,21	0,03	0,27	10,0-20,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	12,00	20	0,12	0,01	0,09	20,1-30,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,00	20	0,15	0,02	0,14	20,1-30,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,00	20	0,18	0,03	0,21	20,1-30,0

1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	20,00	21	0,20	0,03	0,26	20,1-30,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,00	21	0,18	0,03	0,21	20,1-30,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,00	21	0,18	0,03	0,22	20,1-30,0
1	739	<i>Iriartea deltoidea</i>	20,00	22	0,20	0,03	0,28	20,1-30,0
56	739	<i>Wettinia maynensis</i>						0 - 10
10	739	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
45	739	<i>Iriartea deltoidea</i>						0 - 10
2	739	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
1	754	<i>Iriartea deltoidea</i>	4,00	12	0,04	0,00	0,01	10,0-20,0
1	754	<i>Wettinia maynensis</i>	5,00	14	0,05	0,00	0,01	10,0-20,0
1	754	<i>Iriartea deltoidea</i>	11,00	17	0,11	0,01	0,07	10,0-20,0
1	754	<i>Iriartea deltoidea</i>	12,00	17	0,12	0,01	0,08	10,0-20,0
1	754	<i>Iriartea deltoidea</i>	14,00	20	0,14	0,02	0,12	10,0-20,0
1	754	<i>Iriartea deltoidea</i>	13,00	22	0,13	0,01	0,11	20,1-30,0
1	754	<i>Iriartea deltoidea</i>	12,00	22	0,12	0,01	0,10	20,1-30,0
1	754	<i>Iriartea deltoidea</i>	23,00	22	0,23	0,04	0,37	20,1-30,0
1	754	<i>Iriartea deltoidea</i>	21,00	47	0,21	0,03	0,65	40,1-50,0
7	754	<i>Wettinia maynensis</i>						0 - 10
23	754	<i>Iriartea deltoidea</i>						0 - 10
1	754	<i>Phytelephas tenuicaulis</i>						0 - 10
5	754	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
1	845	<i>Euterpe precatória</i>	16,00	14	0,16	0,02	0,11	10,0-20,0
1	845	<i>Iriartea deltoidea</i>	13,00	14	0,13	0,01	0,07	10,0-20,0
1	845	<i>Iriartea deltoidea</i>	13,00	16	0,13	0,01	0,09	10,0-20,0
1	845	<i>Iriartea deltoidea</i>	12,00	19	0,12	0,01	0,08	10,0-20,0
1	845	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,00	19	0,17	0,02	0,17	10,0-20,0
1	845	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,00	19	0,17	0,02	0,17	10,0-20,0
1	845	<i>Iriartea deltoidea</i>	22,00	20	0,22	0,04	0,30	20,1-30,0
1	845	<i>Oenocarpus bataua</i>	10,00	24	0,10	0,01	0,07	20,1-30,0
1	845	<i>Oenocarpus bataua</i>	12,00	39	0,12	0,01	0,18	30,1-40,0
39	845	<i>Iriartea deltoidea</i>						0 - 10
2	845	<i>Socratea exorrhiza</i>						0 - 10
6	845	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
18	845	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	11,00	11	0,11	0,01	0,04	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	12,00	11	0,12	0,01	0,05	10,0-20,0

1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	13,00	13	0,13	0,01	0,07	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	14,00	14	0,14	0,02	0,08	10,0-20,0
1	846	<i>Euterpe precatória</i>	14,00	14	0,14	0,02	0,09	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	22,00	16	0,22	0,04	0,24	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	14,00	16	0,14	0,02	0,10	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	14,00	16	0,14	0,02	0,10	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	11,00	17	0,11	0,01	0,06	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	11,00	17	0,11	0,01	0,06	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	11,00	17	0,11	0,01	0,06	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,00	17	0,17	0,02	0,16	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,00	18	0,17	0,02	0,16	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	12,00	18	0,12	0,01	0,08	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,00	18	0,16	0,02	0,15	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,00	19	0,16	0,02	0,15	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	12,00	19	0,12	0,01	0,09	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,00	19	0,15	0,02	0,14	10,0-20,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	13,00	20	0,13	0,01	0,11	20,1-30,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	34,00	20	0,34	0,09	0,74	20,1-30,0
1	846	<i>Iriartea deltoidea</i>	18,00	21	0,18	0,03	0,21	20,1-30,0
4	846	<i>Phytelephas tenuicaulis</i>						0 - 10
7	846	<i>Iriartea deltoidea</i>						0 - 10
16	846	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
13	846	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
1	846	<i>Aiphanes ulei</i>						0 - 10
1	824	<i>Iriartea deltoidea</i>	10,00	10	0,10	0,01	0,03	10,0-20,0
1	824	<i>Iriartea deltoidea</i>	10,00	18	0,10	0,01	0,06	10,0-20,0
1	824	<i>Iriartea deltoidea</i>	26,00	18	0,26	0,05	0,38	10,0-20,0
1	824	<i>Iriartea deltoidea</i>	21,00	18	0,21	0,03	0,25	10,0-20,0
1	824	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,00	19	0,17	0,02	0,17	10,0-20,0
1	824	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,00	19	0,15	0,02	0,14	10,0-20,0
1	824	<i>Iriartea deltoidea</i>	25,00	19	0,25	0,05	0,38	10,0-20,0
1	824	<i>Iriartea deltoidea</i>	20,00	19	0,20	0,03	0,24	10,0-20,0
1	824	<i>Iriartea deltoidea</i>	22,00	19	0,22	0,04	0,30	10,0-20,0
1	824	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,00	20	0,16	0,02	0,16	10,0-20,0
1	824	<i>Iriartea deltoidea</i>	20,00	20	0,20	0,03	0,26	20,1-30,0
1	824	<i>Iriartea deltoidea</i>	14,00	21	0,14	0,02	0,13	20,1-30,0
1	824	<i>Iriartea deltoidea</i>	25,00	21	0,25	0,05	0,42	20,1-30,0
1	824	<i>Iriartea deltoidea</i>	22,00	22	0,22	0,04	0,33	20,1-30,0
1	824	<i>Iriartea deltoidea</i>	23,00	22	0,23	0,04	0,37	20,1-30,0
10	824	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
6	824	<i>Iriartea deltoidea</i>						0 - 10
1	824	<i>Wettinia maynensis</i>						0 - 10

30	824	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
3	824	<i>Phytelephas tenuicaulis</i>						0 - 10
1	818	<i>Iriarte deltoidea</i>	13,00	14	0,13	0,01	0,08	10,0-20,0
1	818	<i>Iriarte deltoidea</i>	17,00	15	0,17	0,02	0,14	10,0-20,0
1	818	<i>Iriarte deltoidea</i>	18,00	17	0,18	0,03	0,17	10,0-20,0
1	818	<i>Iriarte deltoidea</i>	18,00	17	0,18	0,03	0,17	10,0-20,0
1	818	<i>Iriarte deltoidea</i>	28,00	17	0,28	0,06	0,43	10,0-20,0
1	818	<i>Iriarte deltoidea</i>	28,00	18	0,28	0,06	0,44	10,0-20,0
1	818	<i>Iriarte deltoidea</i>	15,00	19	0,15	0,02	0,13	10,0-20,0
1	818	<i>Iriarte deltoidea</i>	15,00	19	0,15	0,02	0,13	10,0-20,0
1	818	<i>Iriarte deltoidea</i>	15,00	20	0,15	0,02	0,14	20,1-30,0
1	818	<i>Iriarte deltoidea</i>	12,00	20	0,12	0,01	0,09	20,1-30,0
88	818	<i>Iriarte deltoidea</i>						0 - 10
10	818	<i>Phytelephas tenuicaulis</i>						0 - 10
15	818	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
1	818	<i>Wettinia maynensis</i>						0 - 10
3	818	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
1	829	<i>Iriarte deltoidea</i>	14,00	15	0,14	0,02	0,10	10,0-20,0
1	829	<i>Iriarte deltoidea</i>	17,00	16	0,17	0,02	0,15	10,0-20,0
1	829	<i>Iriarte deltoidea</i>	17,00	16	0,17	0,02	0,15	10,0-20,0
1	829	<i>Iriarte deltoidea</i>	19,00	17	0,19	0,03	0,19	10,0-20,0
1	829	<i>Iriarte deltoidea</i>	18,00	17	0,18	0,03	0,17	10,0-20,0
1	829	<i>Iriarte deltoidea</i>	16,00	17	0,16	0,02	0,14	10,0-20,0
1	829	<i>Iriarte deltoidea</i>	27,00	18	0,27	0,06	0,42	10,0-20,0
1	829	<i>Iriarte deltoidea</i>	20,00	19	0,20	0,03	0,24	10,0-20,0
1	829	<i>Socratea exorrhiza</i>	28,00	19	0,28	0,06	0,47	10,0-20,0
3	829	<i>Wettinia maynensis</i>						0 - 10
2	829	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
8	829	<i>Iriarte deltoidea</i>						0 - 10
10	829	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
4	829	<i>Phytelephas tenuicaulis</i>						0 - 10
1	916	<i>Iriarte deltoidea</i>	7,00	11	0,07	0,00	0,02	10,0-20,0
1	916	<i>Iriarte deltoidea</i>	11,00	15	0,11	0,01	0,06	10,0-20,0
1	916	<i>Iriarte deltoidea</i>	9,00	15	0,09	0,01	0,04	10,0-20,0
1	916	<i>Iriarte deltoidea</i>	14,00	15	0,14	0,02	0,09	10,0-20,0
1	916	<i>Iriarte deltoidea</i>	13,00	17	0,13	0,01	0,09	10,0-20,0
1	916	<i>Iriarte deltoidea</i>	21,00	19	0,21	0,03	0,26	10,0-20,0

1	916	<i>Oenocarpus bataua</i>	4,00	19	0,04	0,00	0,01	10,0-20,0
1	916	<i>Oenocarpus bataua</i>	7,00	32	0,07	0,00	0,05	30,1-40,0
29	916	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
29	916	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
47	916	<i>Iriartea deltoidea</i>						0 - 10
3	916	<i>Aiphanes ulei</i>						0 - 10
1	916	<i>Wettinia maynensis</i>						0 - 10
1	916	<i>Socratea exorrhiza</i>						0 - 10
1	905	<i>Iriartea deltoidea</i>	6,00	12	0,06	0,00	0,01	10,0-20,0
1	905	<i>Euterpe precatória</i>	11,00	13	0,11	0,01	0,05	10,0-20,0
1	905	<i>Iriartea deltoidea</i>	23,00	14	0,23	0,04	0,23	10,0-20,0
1	905	<i>Euterpe precatória</i>	6,00	14	0,06	0,00	0,02	10,0-20,0
1	905	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,00	15	0,15	0,02	0,11	10,0-20,0
1	905	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,00	16	0,15	0,02	0,11	10,0-20,0
1	905	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,00	16	0,16	0,02	0,13	10,0-20,0
1	905	<i>Iriartea deltoidea</i>	8,00	17	0,08	0,01	0,03	10,0-20,0
1	905	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,00	17	0,15	0,02	0,12	10,0-20,0
1	905	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,00	18	0,17	0,02	0,16	10,0-20,0
1	905	<i>Iriartea deltoidea</i>	13,00	20	0,13	0,01	0,10	10,0-20,0
1	905	<i>Oenocarpus bataua</i>	18,00	30	0,18	0,03	0,30	20,1-30,0
1	905	<i>Oenocarpus bataua</i>	15,00	32	0,15	0,02	0,22	30,1-40,0
1	905	<i>Oenocarpus bataua</i>	3,00	32	0,03	0,00	0,01	30,1-40,0
1	905	<i>Oenocarpus bataua</i>	21,00	43	0,21	0,03	0,60	40,1-50,0
51	905	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
64	905	<i>Iriartea deltoidea</i>						0 - 10
2	905	<i>Socratea exorrhiza</i>						0 - 10
11	905	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
1	908	<i>Iriartea deltoidea</i>	11,00	16	0,11	0,01	0,06	10,0-20,0
1	908	<i>Euterpe precatória</i>	16,00	16	0,16	0,02	0,13	10,0-20,0
1	908	<i>Iriartea deltoidea</i>	14,00	19	0,14	0,02	0,12	10,0-20,0
1	908	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,00	20	0,15	0,02	0,14	10,0-20,0
1	908	<i>Oenocarpus bataua</i>	5,00	21	0,05	0,00		20,1-30,0

1	908	<i>Oenocarpus bataua</i>	9,00	24	0,09	0,01	0,06	20,1-30,0
1	908	<i>Oenocarpus bataua</i>	10,00	31	0,10	0,01	0,10	30,1-40,0
1	908	<i>Oenocarpus bataua</i>	12,00	33	0,12	0,01	0,15	30,1-40,0
1	908	<i>Oenocarpus bataua</i>	19,00	36	0,19	0,03	0,40	30,1-40,0
1	908	<i>Oenocarpus bataua</i>	19,00	38	0,19	0,03	0,43	30,1-40,0
102	908	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
103	908	<i>Iriartea deltoidea</i>						0 - 10
1	908	<i>Aiphanes ulei</i>						0 - 10
20	908	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
1	918	<i>Iriartea deltoidea</i>	22,00	15	0,22	0,04	0,23	10,0-20,0
1	918	<i>Iriartea deltoidea</i>	5,00	16	0,05	0,00	0,01	10,0-20,0
1	918	<i>Euterpe precatoria</i>	16,00	18	0,16	0,02	0,14	10,0-20,0
1	918	<i>Iriartea deltoidea</i>	14,00	19	0,14	0,02	0,12	10,0-20,0
1	918	<i>Iriartea deltoidea</i>	8,00	20	0,08	0,01	0,04	10,0-20,0
1	918	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,00	22	0,15	0,02	0,15	20,1-30,0
1	918	<i>Oenocarpus bataua</i>	4,00	30	0,04	0,00	0,02	20,1-30,0
1	918	<i>Oenocarpus bataua</i>	15,00	30	0,15	0,02	0,21	20,1-30,0
1	918	<i>Oenocarpus bataua</i>	12,00	33	0,12	0,01	0,15	30,1-40,0
1	918	<i>Oenocarpus bataua</i>	16,00	35	0,16	0,02	0,28	30,1-40,0
1	918	<i>Oenocarpus bataua</i>	4,00	36	0,04	0,00	0,02	30,1-40,0
57	918	<i>Iriartea deltoidea</i>						0 - 10
154	918	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
14	918	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
5	918	<i>Aiphanes ulei</i>						0 - 10
1	918	<i>Euterpe precatoria</i>						0 - 10
1	934	<i>Wettinia maynensis</i>	12,00	13	0,12	0,01	0,06	10,0-20,0
1	934	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,00	15	0,17	0,02	0,14	10,0-20,0
1	934	<i>Iriartea deltoidea</i>	16,00	16	0,16	0,02	0,12	10,0-20,0
1	934	<i>Iriartea deltoidea</i>	12,00	17	0,12	0,01	0,08	10,0-20,0
1	934	<i>Iriartea deltoidea</i>	15,00	18	0,15	0,02	0,13	10,0-20,0
1	934	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,00	19	0,17	0,02	0,18	10,0-20,0
1	934	<i>Iriartea deltoidea</i>	9,00	22	0,09	0,01	0,06	20,1-30,0

1	934	<i>Oenocarpus bataua</i>	4,00	26	0,04	0,00	0,01	20,1-30,0
82	934	<i>Iriarteia deltoidea</i>						0 - 10
53	934	<i>Wettinia maynensis</i>						0 - 10
20	934	<i>Geonoma macrostachys</i>						0 - 10
2	934	<i>Aiphanes ulei</i>						0 - 10
68	934	<i>Oenocarpus bataua</i>						0 - 10
2	934	<i>Bactris gasipaes</i>						0 - 10
6	934	<i>Euterpe precatoria</i>						0 - 10

Anexo 2: Posición sociológica de las especies de la familia Arecaceae en el área de estudio.

Especie	≥ 10 m			10,1 ≥ 30 m			> 30,1 m			Psa	PSr
	ni	vfi	ni*vfi	ni	vfi	ni*vfi	ni	vfi	ni*vfi		
<i>Aiphanes ulei</i>	12	0,007	0,09							0,09	0,0041
<i>Astrocaryum murumuru</i>				1	0,004	234,0				234,00	11,0602
<i>Bactris gasipaes</i>	2	0,001	0,00							0,00	0,0001
<i>Ceroxylum amazonicum</i>				2	0,009	234,0				234,00	11,0602
<i>Euterpe precatoria</i>	7	0,004	0,03	6	0,026	234,0				234,03	11,0616
<i>Geonoma macrostachys</i>	228	0,137	31,24							31,24	1,4766
<i>Iriarteia deltoidea</i>	579	0,348	201,47	202	0,863	234,0				435,47	20,5827
<i>Oenocarpus bataua</i>	504	0,303	152,65	10	0,043	234,0	16	0,889	18,0	404,65	19,1263
<i>Phytelephas tenuicaulis</i>	22	0,013	0,29							0,29	0,0137
<i>Socratea exorrhiza</i>	5	0,003	0,02	1	0,004	234,0				234,02	11,0609
<i>Wettinia maynensis</i>	305	0,183	55,90	12	0,051	234,0	2	0,111	18,0	307,90	14,5534

Leyenda: **PSa:** posición sociológica absoluta, **PSr:** posición sociológica relativa, **ni:** número de árboles del estrato i, **vfi:** valor fitosociológico del estrato i

Anexo 3: Fotografías de la Fase de Campo del proyecto de investigación.



Identificación de Sp. de la Familia
Arecaceae



Colecta de Sp.



Identificación del espécimen botánico



Cote de muestra para movilización al Herbario



Especie de *Geonoma* Spp.



Secado de las Muestras



Prensado y secado de las muestras colectadas



Muestreo de suelos en el bosque siempreverde piemontano.

