



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE**

Proyecto de investigación previa la  
obtención del Grado Académico de  
Magíster en Manejo Forestal Sostenible.

**TEMA**

**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA FAMILIA MORACEAE,  
COMO FUENTE DE CARBONO AÉREO EN LA GRADIENTE  
ALTITUDINAL DE UN BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO  
DE LA AMAZONIA ECUATORIANA, AÑO 2018**

**AUTOR**

**ING. FOR. WALTER OSCAR GARCIA COX**

**DIRECTOR:**

**ING. BOLIER TORRES NAVARRETE. M.Sc.**

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2019**





**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE**

Proyecto de investigación previa la  
obtención del Grado Académico de  
Magíster en Manejo Forestal Sostenible.

**TEMA**

**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA FAMILIA MORACEAE,  
COMO FUENTE DE CARBONO AÉREO EN LA GRADIENTE  
ALTITUDINAL DE UN BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO  
DE LA AMAZONIA ECUATORIANA, AÑO 2018.**

**AUTOR**

**ING. FOR. WALTER OSCAR GARCIA COX**

**DIRECTOR:**

**ING. BOLIER TORRES NAVARRETE. M.Sc.**

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2019**

## **CERTIFICACIÓN**

Ing. Bolier Torres Navarrete. M.Sc., Director del Proyecto de investigación, previo la obtención del Grado Académico de Magíster en Manejo Forestal Sostenible.

### **CERTIFICA:**

Que el Ing. For. WALTER OSCAR GARCÍA COX, ha cumplido con la elaboración del Proyecto de investigación titulado. **“Composición florística de la familia Moraceae, como fuente de carbono aéreo en la gradiente altitudinal de un bosque siempreverde piemontano de la Amazonia Ecuatoriana, año 2018”** el mismo que se encuentra apto para la presentación y sustentación respectiva.

Quevedo, enero del 2019

-----  
Ing. Bolier Torres Navarrete. M.Sc.

**DIRECTOR**

## **AUTORÍA**

Los criterios, resultados, análisis, conclusiones y recomendaciones expuestas en el presente proyecto de investigación son de total y exclusiva responsabilidad del autor, además se comparten los derechos de publicación con la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

-----  
**Ing. For. Walter Oscar García Cox**

## **DEDICATORIA**

*Dedico el presente Proyecto de Investigación primeramente a Dios, padre celestial quien con sus bendiciones y sagrada voluntad permite la consecución de los objetivos que la humanidad se plantea;*

*A mis queridos padres Sergio y Luzmila;*

*A mi amada esposa Lina;*

*A mis adorados hijos Nicolle, Geomara Nathaly y Leandro, seres queridos que son mi fuente de inspiración para desarrollar y finalizar con éxito cada proyecto.*

## **AGRADECIMIENTO**

Al culminar con éxito el presente Proyecto de Investigación, aprovecho este espacio para dejar plasmado en estas líneas mi eterno agradecimiento primeramente a Dios, por brindarme la vida, salud y la acertada guía, orientación y sabiduría durante todas las etapas desarrolladas y así lograr esta importante meta.

Además, dejo constancia de mi gratitud a las siguientes personas e instituciones:

A las autoridades de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo: Dr. Eduardo Díaz, Rector; Dr. Roque, Vivas Director de la Unidad de Posgrado; Dr. Carlos Zambrano, Coordinador de la Maestría en Manejo Forestal Sostenible.

M.Sc. Bolier Torres Navarrete; Director del presente proyecto de investigación.

Dr. Julio Cesar Vargas; Rector de la Universidad Estatal Amazónica.

Mgs. Héctor Reyes Morán, Técnico Docente del CIPCA-Universidad Técnica Estatal Amazónica.

Ing. Cristian Tipán Torres; Técnico de Apoyo.

Al Proyecto “Biodiversidad y Carbono en la Cuenca del Río Piatúa”, el cual se está ejecutando en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica “CIPCA” de la Universidad Estatal Amazónica por permitirme participar como tesista y compartir algunos datos de campo.

Y a cada una de las personas que contribuyeron de una u otra manera, para lograr la consecución de tan importante grado académico.

## PRÓLOGO

Los bosques amazónicos son considerados ecosistemas reguladores de la biogeoquímica a nivel global. Además, brindan servicios ecosistémicos incalculables a la humanidad, especialmente ahora que las evidencias del cambio climático son irrefutables, fomentado por el calentamiento global a raíz de los cambios en las formas de almacenamiento de los pools de carbono mundial. En este sentido, los bosques amazónicos son gigantes sumideros de carbono orgánico, tanto a nivel del suelo como en la propia vegetación, y mientras se mantenga inmovilizado dentro del ecosistema, es inocuo para el planeta.

En el presente trabajo de investigación, el Ing. Walter García Cox, centró su atención en un bosque siempreverde piemontano que forma parte de la Amazonía ecuatoriana, donde siguiendo una gradiente altitudinal estudió la estructura horizontal y vertical, abundancia y composición florística de la familia Moraceae, la cual posee especies de gran importancia ecológica. Por otro lado, mediante el empleo de metodologías acertadas y la aplicación de ecuaciones alométricas para condiciones tropicales húmedas, cuantificó las concentraciones de carbono almacenado en el componente aéreo de las especies de la familia.

Los resultados plasmados en este proyecto de investigación resaltan la importancia ecológica de las especies de la familia Moraceae para los bosques siempreverdes piemontanos de la Amazonía ecuatoriana, convirtiendo a esta familia botánica en verdaderos almacenes vivos de carbono mediante la inmovilización y reciclaje. Estos resultados constituyen una línea base para futuros trabajos de investigación que aportarán con información relevante para su conservación a largo plazo.

*Dr. Carlos Belezaca Pinargote*  
*Coordinador de la Carrera de Ingeniería Forestal*  
*Universidad Técnica Estatal de Quevedo*

## RESUMEN

En la presente investigación se planteó como objetivo la determinación de la composición florística, estructura y biomasa de los individuos de la familia Moraceae, como fuente de carbono aéreo en función de la gradiente altitudinal (601-1000 msnm) en el bosque siempreverde piemontano de la amazonia ecuatoriana. Los resultados arrojaron la determinación de 117 individuos pertenecientes a la familia Moraceae, los mismos que se agruparon en 32 géneros, siendo el más abundante el género *Ficus* sp con 9,40 % de abundancia relativa, *Brosimum alicastrum* con 6,84%, *Naucleopsis* sp 5,98%. Para el análisis de la estructura horizontal y vertical, se consideraron datos de DAP y diámetro de la proyección de la copa de los árboles, mediante el uso de ArcGis v10.2.2 se realizó el gráfico de perfil horizontal, determinándose que las copas de las especies de la familia Moraceae, abarcan aproximadamente el 16,43% del dosel superior dentro del área de la unidad de muestreo. Los árboles de la familia Moraceae, poseen una capacidad de captación de carbono en la biomasa aérea proyectada por hectárea de 652,67 (Mg ha<sup>-1</sup>), siendo la especie *Ficus cuatracasana* Dugand la de mayor captación proyectada por hectárea con 157,36 (Mg ha<sup>-1</sup>), resultados que permiten recomendar en realizar estudios orientados a conocer la capacidad de acumulación de carbono en especies de otras familias, dando énfasis a especies con alto valor comercial por su recurso maderable.

**Palabras claves:** Diversidad florística, estructura horizontal, carbono, Moraceae.

## ABSTRACT

The objective of the present research was to determine the floristic composition, structure and biomass of individual trees of the Moraceae family, as a source of aerial carbon as a function of the altitudinal gradient (601-1000 masl) in the piedmont evergreen forest of the Ecuadorian Amazon. The results showed the determination of 117 individuals belonging to the Moraceae family, which were grouped into 32 genera, the most abundant species are *Ficus* sp with 9.40% relative abundance, *Brosimum alicastrum* with 6.84%, *Naucleopsis* sp. 5.98%. The analysis of the horizontal and vertical structure, data of DBH and diameter of the tree crown projection were considered, by using ArcGis v10.2.2 the horizontal profile chart was made, determining that the tops of the species of the Moraceae family comprise approximately 16.43% of the upper canopy within the area of the sampling unit. The trees of the Moraceae family have a carbon capture capacity in the projected aerial biomass of 652.67 (Mg ha<sup>-1</sup>) per hectare, with the *Ficus cuatracasana* Dugand being the one with the highest uptake in the projected aerial with 652,67 (Mg ha<sup>-1</sup>). These results allow us to recommend studies aimed at knowing the capacity of carbon accumulation in species of other families, emphasizing species with high commercial value for their timber resource.

**Keywords:** Floristic diversity, horizontal structure, carbon, Moraceae.

## INDICE

TEMA .....	iii
CERTIFICACIÓN .....	iv
AUTORÍA .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
PRÓLOGO.....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.1 UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	5
1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA .....	6
1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	7
1.3.1 Problema General .....	7
1.3.2 Problemas Derivados .....	7
1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	7
1.5 OBJETIVOS .....	8
1.5.1 Objetivo General.....	8
1.5.2 Objetivos Específicos .....	8
1.6 JUSTIFICACIÓN .....	9
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	11
2.1.1 Bosque nativo .....	12
2.1.2 Bosque tropical amazónico.....	12
2.1.3 Bosque siempreverde piemontano .....	13
2.1.4 Inventario forestal .....	14
2.1.5 Muestreo forestal .....	15
2.1.6 Transectos .....	16
2.1.7 Composición florística.....	17
2.1.8 Estructura horizontal.....	18
2.1.9 Estructura vertical .....	18
2.1.10 La copa del árbol.....	19
2.1.11 Familia Moraceae .....	20
2.1.12 Biomasa forestal .....	22

2.1.13 Carbono de la biomasa aérea .....	23
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	24
2.2.1 Diversidad y estructura. ....	24
2.2.2 Determinación de carbono .....	26
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	27
2.3.1 Derechos de la naturaleza .....	27
2.3.2 Código Orgánico del Ambiente .....	29
2.3.3 Universidad Estatal Amazónica.....	31
2.3.4 Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA).....	31
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	33
3.2 MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	34
3.3 CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN .....	36
3.3.1 Población y Muestra .....	36
Tabla 1. Coordenadas UTM de las unidades de muestreo establecidas en el bosque piemontano del CIPCA.....	38
3.3.2 Técnicas de Investigación.....	38
3.3.3 Instrumentos de la investigación.....	39
3.4 ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO.....	41
3.5 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	42
3.5.1 Ubicación de Transectos.....	42
3.5.2 Registro de datos.....	43
3.6. PROCESAMIENTO Y ANALISIS.....	43
3.6.1 Composición florística.....	43
3.6.2. Estructura horizontal y vertical.....	44
3.6.3 Carbono de la biomasa aérea .....	45
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	47
4.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA FAMILIA MORACEAE.....	48
4.2 ESTRUCTURA HORIZONTAL Y VERTICAL.....	49
4.3 CARBONO ALMACENADO EN EL COMPONENTE AÉREO DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA MORACEAE.....	57
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1 CONCLUSIONES .....	61
5.2 RECOMENDACIONES.....	62

## ANEXOS

Contenido	Pág.
Anexo 1 Certificado del sistema anti plagio (URKUND)	73
Anexo 2 Composición florística de la familia Moraceae en la gradiente altitudinal del bosque siempreverde pie montano del CIPCA	74
Anexo 3 Índice de Valor de Importancia de las especies de la familia Moraceae en la gradiente altitudinal del bosque siempreverde piemontano en la provincia de Napo	75
Anexo 4 Carbono aéreo almacenado por especies de la familia Moraceae en el bosque piemontano del CIPCA	76
Anexo 5 Fotografías	80

## INDICE DE TABLAS

Contenido	Pág.
Tabla 1	
Coordenadas UTM de las unidades de muestreo establecidas en el bosque piemontano del CIPCA.	38
Tabla 2	
Individuos, área basal, abundancia, dominancia e Índice de Valor de Importancia de las 10 especies de la familia Moraceae del bosque s piemontano del CIPCA.	52
Tabla 3	
Promedio de Carbono de la Biomasa aérea de las especies de la familia Moraceae en el bosque piemontano del CIPCA.	58

## INDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación de las Parcelas en estudio.	5
Figura 2. Distribución de la familia Moraceae (UNNE, 2010)	21
Figura 3. Modelo de parcela, (transecto o cuadrante) implementados mediante el estudio de la composición florística y Estructural del bosque del CIPCA de la UEA.	37
Figura 4. Abundancia relativa de la familia Moraceae en el bosque piemontano del CIPCA.	49
Figura 5. Área basal y dominancia relativa de la familia Moraceae en el bosque piemontano del CIPCA.	50
Figura 6. Distribución de individuos de la familia Moraceae por clase diamétrica en el bosque piemontano del CIPCA.	53
Figura 7. Distribución de individuos de la familia Moraceae en el perfil horizontal del bosque siempreverde piemontano del CIPCA, provincia de Napo-Ecuador.	55
Figura 8. Distribución de individuos de la familia Moraceae en el perfil vertical del bosque siempreverde piemontano del CIPCA, provincia de Napo-Ecuador.	56
Figura 9. Especies de la familia Moraceae con mayor Biomasa Aérea por hectárea en el bosque piemontano del CIPCA.	57
Figura 10. Abundancia y Biomasa Aérea por clase diamétrica en el bosque piemontano del CIPCA.	59

## INTRODUCCIÓN

Las formaciones boscosas son consideradas como base esencial para el bienestar de la raza humana, estas constituyen el sustento de la vida en el planeta a través de sus funciones ecológicas, de regulación del clima y de los recursos hídricos, sirviendo además de hábitat a centenares de especies de flora y fauna. Los bosques también suministran una amplia gama de bienes esenciales tales como la madera, alimentos, forraje y medicinas, dando además oportunidades para la recreación, el bienestar espiritual y otros servicios.

El Ecuador se encuentra en la lista de los 17 países mega diversos del planeta, constar dentro de ese sitio obedece a su variedad de ecosistemas, la gran cantidad de especies de plantas y animales, su enriquecido recurso genético y por supuesto las tradiciones y cultura de su gente, de acuerdo a lo indicado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE, 2012). Privilegiado por su ubicación geográfica su alta diversidad florística se ve reflejada en las 18.000 especies conocidas, de las cuales 1.422 especies corresponden a helechos (pteridofitas) 18 a gimnospermas y 16.308 especies a angiospermas. (Neill, 2012).

La investigación de bosques nativos, ha significado para los especialistas el punto de partida para la determinación de su composición florística, estructura y dinámica ecológica. Actualmente, son muchos los esfuerzos dirigidos al manejo de los recursos naturales (bióticos y abióticos), de aquellos sobresalen formaciones vegetales nativas poco conocidas y cuya composición ha sido escasamente investigada (García, 2004).

Los bosques siempreverdes piemontanos, cobertura boscosa en que se realizó la investigación, son constituidos de una densa cobertura y una compleja estructura,

comprendido de varios estratos, con una variable altitudinal que va desde los 400 a 1.200 m.s.n.m; en ellos no es muy abundante la presencia de lianas, por debajo de los 1.000 de altitud, las familias de árboles más dominantes son: Myristicaceae, Fabaceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Vochysiaceae y Moraceae (MAE, 2012).

En diversidad, teniendo en cuenta que puede haber especies dominantes y especies raras en una comunidad tal como lo menciona Krebs (1999), además indica que la composición florística se entiende como la enumeración de las especies de plantas presentes en un lugar, usualmente teniendo en cuenta su densidad, su distribución y su biomasa.

Los procesos que determinan la diversidad y la composición florística de los bosques son poco conocidos. Se han hecho esfuerzos, tanto a nivel global como a escalas regionales y locales, para entenderlos y describirlos. Gentry (1988), encontró que a gran escala hay una fuerte relación positiva entre la diversidad y la precipitación anual y que por el contrario la riqueza de los suelos no es un factor muy influyente en la diversidad de un lugar.

Un estudio previo de un bosque siempreverde piemontano en la cuenca de Río Piatúa en la provincia de Napo en solo 5 parcelas de 10 x 100m entre 601 y 700 msnm, la familia Moraceae, aparece como una de las más abundantes en la zona de muestreo, determinándose 5 especies botánicas, determinadas por Patiño et al. (2015). Por esta razón, esta familia ha sido considerada para evaluar su incidencia en la captación de carbono aéreo dentro del bosque siempreverde piemontano en el marco del Proyecto “Biodiversidad y Carbono en la Cuenca del Río Piatúa”, el cual se está ejecutando en el

Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica “CIPCA” de la Universidad Estatal Amazónica.

El uso de combustibles fósiles, la rutina humana y las consecuencias del cambio de uso de suelo y la disminución de áreas boscosas, vienen generando considerables emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), siendo el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) uno de los más importantes por las altas cantidades en las que se emite. No obstante, las coberturas boscosas existentes, tienen la propiedad de asimilarlo e incorporarlo a su interior, es decir que lo fija y lo almacena por periodos prolongados mediante el proceso de fotosíntesis. Por lo tanto, a los bosques se los considera como importantes sumideros de carbono. (Benjamín, et.al. 2001). En este contexto, en la presente investigación se determinaron los niveles de captación de carbono aéreo en los individuos de una de las familias más diversas dentro del bosque del CIPCA.

La estructura de los capítulos del presente documento está constituida conforme a los requerimientos establecidos; es así que en el primer capítulo se describe el marco contextual el cual detalla la ubicación, problemática y objetivos de la investigación; el capítulo dos abarca la fundamentación conceptual, teórica y legal para realizar la investigación; la metodología de investigación que se aplicó estará contenida en el capítulo tres; en el capítulo cuatro se describen los resultados con su respectiva discusión, considerando el orden secuencial de los objetivos específicos, finalmente se detalla el capítulo cinco, el cual contiene las conclusiones y recomendaciones, aspectos desarrollados considerando los resultados obtenidos.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

El estudio se realizó en el bosque 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 de acuerdo a la clasificación establecida por el MAE (2013), localizada en la Provincia de Napo, en el Cantón “Carlos Julio Arosemena Tola”; a 45 minutos de la vía Puyo – Tena, en el Km. 44 junto a la desembocadura del río Piatúa y Anzu. Tiene una extensión de 2.848,20 hectáreas. El CIPCA (figura 1), 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 22°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, Relieve ligeramente ondulado sin pendientes pronunciadas, distribuido en mesetas naturales de gran extensión; la altitud varía entre los 580 y 990 msnm (López, 2012).

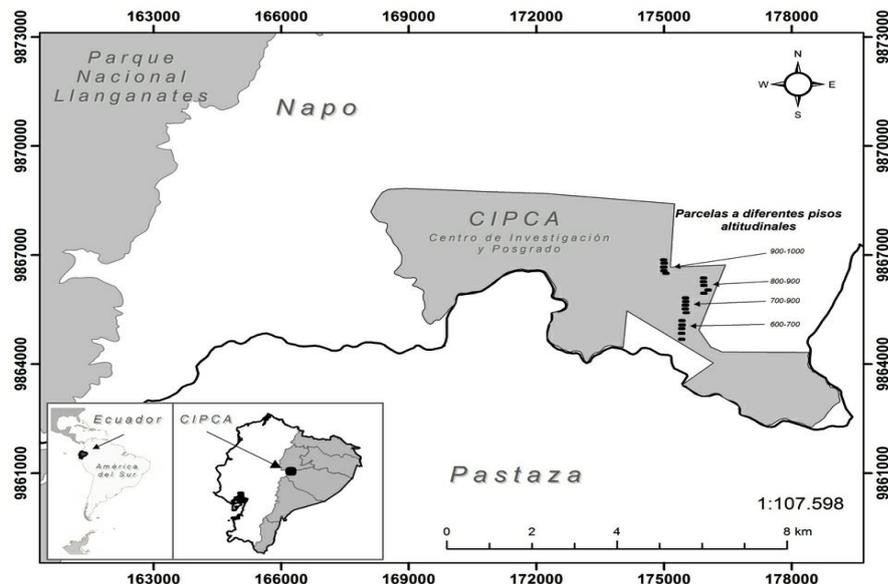


Figura 1. Mapa de ubicación de las Parcelas en estudio.

Fuente: Torres et al. (2019)

## **1.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA**

El estudio y conservación del bosque nativo surge de la imperiosa necesidad de conocer sus componentes, características, capacidades y vulnerabilidad, tal información se ha venido obteniendo con el pasar de los años mediante la colección de datos in situ de las distintas variables que del bosque se pueden tomar. A partir del año 2012, en el bosque siempreverde piemontano del CIPCA se viene ejecutando el proyecto de identificación y selección de árboles semilleros en el área de protección y el establecimiento de rodales de investigación con 10 especies nativas de alto valor comercial en la Amazonía ecuatoriana. En ese marco desde mayo de 2016, se viene ejecutando una segunda fase de dicho proyecto, a partir de esa fecha se denomina “Biodiversidad y Carbono en la cuenca del río Piatúa”.

En ese contexto, la toma de datos durante esta investigación, se realizó en las unidades de muestreo ya establecidas en el bosque siempreverde piemontano del CICPA, entre los 601 y 1000 msnm durante la fase 1, con fines de complementar los datos obtenidos hasta ahora, de manera que sirva de punto de partida para futuras investigaciones y para luego potenciarles en beneficio de generar e implementar una base de datos que sirva como material académico y publicaciones científicas (Torres, 2018).

## **1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Problema General**

¿Será que la abundancia y composición florística de la familia Moraceae constituye la principal fuente de carbono aéreo en un bosque siempre verde pie montano de la Amazonía Ecuatoriana?

### **1.2.2 Problemas Derivados**

¿De qué manera, la cobertura de la copa de los árboles dentro de las parcelas instaladas, incide en la composición de la estructura vertical del área de bosque muestreada?

A partir del establecimiento de las parcelas permanentes, ¿La escorrentía superficial que baja por defecto de la gradiente, influye en la desaparición de los hitos que limitan el eje central de cada parcela?

## **1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

La captación de carbono de los bosques de la amazonia ecuatoriana ha sido poco cuantificada, si bien es cierto existen muchos estudios que determinan la diversidad y estructura, recientemente se está analizando la incidencia de la vegetación en la captura de carbono a través de la biomasa de determinadas familias botánicas. En un bosque siempre verde de la provincia de Napo, se determinó que la biomasa aérea acumulada de

la familia Arecaceae en una gradiente altitudinal desde los 601 a los 1000 de altitud, osciló en un rango de 112,18 a 79,58 Mg ha<sup>-1</sup> (Reyes, 2018).

Esto nos orienta a continuar con esa directriz, mediante la cual se determinó la cuantificación de carbono almacenado en árboles de la familia Moraceae, en el bosque siempre verde pie montano del Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica “CIPCA”, investigación que se desarrolló durante el segundo semestre del año 2018.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo General**

Evaluar la composición florística de la familia Moraceae, como fuente de carbono aéreo en función de una gradiente altitudinal en un bosque siempre verde pie montano de la Amazonía Ecuatoriana.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Analizar la composición florística de la familia Moraceae considerando la gradiente altitudinal del bosque siempre verde pie montano de la Amazonía Ecuatoriana.

- ✓ Determinar la estructura horizontal y vertical de las especies de la familia Moraceae en un bosque siempre verde pie montano de la Amazonía Ecuatoriana.
  
- ✓ Determinar el carbono almacenado en el componente aéreo de las especies de la familia Moraceae mediante la aplicación de ecuaciones alométricas para condiciones tropicales húmedas en la gradiente altitudinal.

## **1.6 JUSTIFICACIÓN**

Esta investigación contribuye con el desarrollo investigativo de las principales bondades que puede proveer el bosque siempre verde piemontano del CIPCA; identificando las especies de la familia Moraceae, la misma que en un estudio anterior realizado en dicho bosque entre 601 y 700 m.s.n.m., esta familia según Patiño et al. (2015) con 5 especies se mostró como una de las más diversas, las especies de la familia que se investigó en su mayoría no son tan importantes por su valor maderable, si poseen características morfológicas y de estructura que las vuelven influyentes dentro del bosque, esto conlleva a considerar el análisis de su abundancia y dominancia en los 4 pisos altitudinales restantes con el fin de determinar su capacidad de captación de carbono. Los datos obtenidos servirán para futuras investigaciones, así como para proyectos de conservación y multiplicación de las especies nativas identificadas con fines de propender la ejecución de acciones que contribuyan a la recuperación de zonas degradadas y saturadas de contaminación en el aire.

Privilegiado por su ubicación y la formación boscosa a la que pertenece, el bosque del CIPCA, brinda importantes beneficios ecológicos y turísticos a su entorno, por ende, recorrerlo, investigarlo y conocer más a fondo sus componentes, nos brindará mejores detalles de sus bondades, de esa forma se podrán plantear nuevos proyectos a niveles eco turísticos.

El área del bosque del CIPCA se constituye además como un elemento clave para la formación de futuros profesionales en los diversos niveles, puesto que es considerado un gran laboratorio natural del que se puede obtener múltiples beneficios, técnico científicos y socio ambientales.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## **2.1 FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL**

### **2.1.1 Bosque nativo**

Es un ecosistema arbóreo, que puede ser de carácter primario o secundario, este último regenerado por sucesión natural, que se constituye de árboles de diferentes especies nativas, altura y edades, con uno o más estratos (Ecuador Forestal, 2012).

Lozano et al. (2013) manifiestan que el bosque nativo es un ecosistema que se caracteriza por poseer vegetaciones arbóreas a diferentes altitudes, se desarrollan generalmente en zonas bajas, de pie de monte, en estribaciones y montañas de altura con caracteres fisionómicos que difieren unos de otros acordes a su altitud y su composición florística.

### **2.1.2 Bosque tropical amazónico**

El bosque tropical amazónico es considerado el pulmón verde del planeta, aunque pareciera indestructible, realmente es un ecosistema muy frágil, el cual se sostiene en un delicado equilibrio (Ecología Verde, 2018).

Palacios et al. (1999) indica que el bosque tropical amazónico es un ecosistema caracterizado por tener suelos bien drenados y un dosel de 10 a 30 metros de altura con individuos emergentes que llegan a los 40 metros.

### 2.1.3 Bosque siempreverde piemontano

Cobertura vegetal que se encuentra en el rango de los 600 y 1.300 de altitud, converge con el traslape entre las especies amazónicas y andinas. A nivel de subdosel y sotobosque la densidad es muy densa y con frecuencia se observan manchas de *Bambusa* sp. (Poaceae) (Palacios, et al. 1.999).

En una clasificación más reciente por el MAE (2012), el bosque siempreverde piemontano se caracteriza por poseer un bioclima pluvial, ombrotipo húmedo e hiperhúmedo con una variación altitudinal de 400 a 1200 m.s.n.m., ubicado en la región noroccidental de la amazonia. Su flora es caracterizada por la presencia de varias especies andinas termófilas o macrotérmicas, en asociación con el fondo florístico que domina la flora del occidente de la amazonia. El sustrato de sus bosques es relativamente ácido y con buen drenaje. Sus bosques muestran un paisaje que está dominado por altas colinas con agudas y redondeadas crestas a nivel medio, relacionadas con rocas sedimentarias y volcánicas, de origen más reciente.

Especies como *Cedrelinga cateniformis*, *Chrysophyllum sanguinolentum*, *Dacryodes peruviana*, *Eschweilera coriacea*, *Guarea kunthiana*, *Guarea persistens*, *Iriartea deltoidea*, *Iriartea deltoidea*, *Lophosoria quadripinnata*, *Nectandra laurel*, *Neea divaricata*, *Ocotea longifolia*, *Otoba parvifolia*, *Pouteria torta*, *Socratea exorrhiza*, *Stenopadus andicola*, *Terminalia amazonia*, *Terminalia amazonia*, *Wettinia maynensis* forman parte constituyente de tan rica diversidad florística.

#### **2.1.4 Inventario forestal**

El término “inventario forestal” ha sido utilizado en el pasado como sinónimo de “procedimiento para la estimación de recursos leñosos contenidos en el bosque, principalmente recursos maderables comerciales. No obstante, la demanda de compilar datos respecto de recursos no leñosos ha modificado progresivamente el concepto, para dar paso a inventarios especializados para la toma de información de recursos como flora, fauna, hídricos, y muchos otros recursos no maderables.

Uno de los principales objetivos al aplicar la mensura forestal es describir poblaciones de bosques en términos de la cifra total de alguna característica de todos los árboles, sean estas, por ejemplo: área basal o volumen. Debido a que por lo general las poblaciones forestales son muy extensas y en la mayoría de los casos de difícil accesibilidad, sumado a esto el alto costo que llevaría realizar un censo total, basaríamos su análisis en la toma de una pequeña muestra de árboles, seleccionados de manera que representen a toda la población, agrupando a los árboles en lo que llamaremos unidades muestrales o también denominadas parcelas (Prodan, et al. 1997).

El inventario forestal es un recurso útil para obtener información necesaria para la toma de decisiones respecto al manejo y aprovechamiento forestal. Durante el manejo de bosques naturales y plantaciones, un administrador forestal regularmente debe tener disponibles datos confiables que le permita manejar su bosque, de esta forma logrará una producción sostenible, obteniendo productos en mayor cantidad y de alta calidad en el menor tiempo y al más bajo costo posible. Los procedimientos de administración de

recursos forestales consisten en definir y aplicar estrategias y alternativas verificables con el fin de evaluar si los resultados obtenidos eran los esperados, conforme a lo predicho en los inventarios (CATIE, 2002).

Se conoce además como el proceso organizado de colección de información dirigida a analizar la evolución cualitativa y cuantitativa de los bienes y servicios que puede proveer el bosque como recurso natural (USC, 2012).

La planificación y ejecución de un inventario forestal requiere de la incorporación de principios interdisciplinarios. La información básica que se debe recolectar en un inventario forestal comprende datos como: área del bosque, distribución y localización, cambios en el tiempo, cantidad y calidad de los recursos disponibles en el bosque.

### **2.1.5 Muestreo forestal**

Muestreo forestal es el acto de tomar o seleccionar una parte (muestra) del bosque (población), realizar mediciones sobre ella e inferir o aplicar los resultados a todo el bosque. De acuerdo a la FAO, se distinguen principalmente dos tipos de muestreo: El método básico de donde se originan los demás inventarios. La idea básica es que al escoger una muestra de “n” unidades en que se encuentre dividida una población, Inventario al azar simple cada una de ellas debe tener la misma oportunidad de ser elegida. Es algo parecido a lo que sucede al comprar un boleto de lotería, donde todos los billetes tienen la misma probabilidad de salir con el premio.

En relación a inventarios florísticos, este método es el más practicado en el Ecuador, comúnmente aplicado por estudiantes y botánicos especializados. Consiste en escoger primeramente el lugar a investigar, luego hacer visitas periódicas y coleccionar material vegetal en lo posible en estado fértil. Tiene el inconveniente de que, si bien se obtiene un listado de las especies de ese lugar, este no indica en forma llamativa las especies dominantes, ya que muchas veces esas especies son poco llamativas al ojo del colector, o a momento de la visita se encuentran sin flores o frutos, entonces pasan inadvertidas. La aplicación de este método no es confiable para obtener datos cuantitativos, ya que por escoger solo lo que se encuentre fértil se dejan de considerar otras especies, las cuales pueden tener mucha importancia, ya sea por su abundante presencia o su dominancia (García, 2004).

### **2.1.6 Transectos**

Es una metodología que se aplica en investigaciones en cualquier tipo de vegetación, sean estas de bosque tropical, subtropical, alto andinos o páramos. El método de aplicación de transectos es ampliamente utilizado por la premura en que se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación. Un transecto es un rectángulo establecido en un lugar del bosque para medir determinados parámetros de un determinado estrato o tipo de vegetación, sus dimensiones pueden variar y dependerá del grupo de plantas a registrarse (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Este método es aplicado generalmente por los biólogos para la realización de inventarios vegetales, de esa manera pueden descifrar su distribución, abundancia vegetal y también la biodiversidad (Vargas, 2002).

Por otra parte, Cerón (1993) manifiesta que, mediante el trazado de transectos, se puede llegar a conocer de forma rápida la diversidad vegetal, composición florística y especies dominantes de una determinada zona, para con esos resultados proponer políticas de conservación en áreas naturales de interés biológico y en comunidades boscosas que poca importancia se le haya brindado.

### **2.1.7 Composición florística**

La composición de los bosques que, en la actualidad se observa, es el resultado de la capacidad que tiene este ecosistema para regenerarse después de alteraciones como la mortalidad anual provocada por la caída natural de los árboles. La diversidad que presenta un bosque depende del número de especies que lo constituyan, así cuanto mayor es el número de especies mayor será su diversidad, la cual dependerá de factores como tipo de suelo, clima entre otros (García, 2014).

Las inundaciones estacionales o temporales, la gradiente altitudinal, el régimen de precipitación, son variables que inciden de manera importante en la composición de las diferentes formaciones vegetales (Dueñas, 2013).

Por su parte, Krebs (1999) manifiesta que la composición florística se entiende como la enumeración de las especies de plantas presentes en un lugar, usualmente teniendo en cuenta su densidad, su distribución y su biomasa. Los procesos que determinan la diversidad y la composición florística de los bosques son poco conocidos. Se han hecho

esfuerzos, tanto a nivel global como a escalas regionales y locales, para entenderlos y describirlos.

### **2.1.8 Estructura horizontal**

Se conoce como estructura horizontal al ordenamiento espacial de los individuos que constituyen un bosque, esta variable se ve reflejada por la distribución de los árboles de acuerdo a las clases diamétricas (Manzanero, 2003), es común que en los bosques tropicales dicha distribución se muestra por lo general en forma de “J” invertida, demostrando que el número de árboles disminuye conforme aumenta el DAP.

Por otra parte, Ibarra (2002) manifiesta que, realizando un análisis de cada especie de forma individual, estas presentan una diversidad de comportamientos, lo cual es la mejor manera de entender las distribuciones diamétricas, ya que relaciona el área basal con el número de árboles.

Propiedades del clima, suelo, consecuencias de los disturbios sobre la dinámica del bosque, así como las propiedades de su clima y suelo, influyen para determinar su estructura horizontal (Louman, et al. 2001).

### **2.1.9 Estructura vertical**

Se entiende por estructura vertical del bosque a la distribución de los organismos a lo alto del perfil, esta estructura corresponde a las características que la constituyen y a las

condiciones micro climáticas presentes a varias alturas del perfil, estas variaciones en el microclima permiten que especies de diferentes exigencias se ubiquen en los niveles que mejor complazcan sus requerimientos. (Louman, et al. 2001).

La estructura vertical de una comunidad boscosa proporciona el armazón físico al mismo que están adaptadas a vivir un sinnúmero de formas de vida. Un bosque maduro, por citar posee varios pisos de vegetación. Desde lo alto hacia abajo estas son las zonas de copas, el sotobosque, el estrato de arbustos, la capa herbácea o de tierra y el suelo forestal. Se puede avanzar hacia el subsuelo con la capa radicular o los estratos del suelo (Smith, 2007).

#### **2.1.10 La copa del árbol**

La copa es el elemento que da sostenibilidad al tejido fotosintético, absorbiendo y utilizando la energía radiante fruto del proceso diario. Una de las principales funciones de la copa, es la organización de la posición del área de la corriente fotosintética, por lo que es necesario esperar que árboles de copas de gran tamaño crezcan de manera acelerada que otros de la misma especie con copas menores (Vera, et al. 2010).

Otra definición, se refiere al contorno de copa, el mismo que es considerado como la silueta de un árbol graficada de extremo a extremo de cada rama, la cual contiene todo el follaje, para esto se excluyen ramas anormales que sobresalen de los límites de la copa. La silueta de la copa de los árboles toma importancia cuando se evalúa la densidad de la copa, la misma que es utilizada para estimar biomasa (Alvarado, et al. 2012).

### 2.1.11 Familia Moraceae

De acuerdo al origen etimológico, Freire (2004), cita que su nombre se deriva del género tipo *Morus L.* proveniente del nombre latín de la morera (*Morus alba L.*).

En su amplio estudio de la vegetación en el Noroeste de Sud América, Gentry (1993), manifiesta que las Moraceae es una de las familias de árboles neotropicales de mayor importancia, sobre todo en suelos con características fértiles, y por ende la considera la familia de estranguladores más importante. Las tres principales características que distinguen a las Moraceae son: 1) su estípula cónica distintiva que cubre el brote apical la cual deja una cicatriz circular o semicircular al caerse, 2) una característica nervadura foliar con las venas secundarias inferiores más fuertemente marginalmente oblicuas o haciendo un notable ángulo diferente con el nervio central que los otros y obviamente, más cerca juntos (o ambos), y 3) y por lo general poseen látex lechoso.

Por otra parte, se cita que la familia Moraceae es una de las 9 que integran el orden Rosales, los ejemplares de esta familia pueden ser árboles, arbustos o plantas herbáceas, erguidas o trepadoras, a menudo epífitos, con presencia de látex en su interior; poseen hojas alternas, en raros casos opuestas, simples, enteras, con borde dentado o lobulado, glabras o también pubescentes, coriáceas o papiráceas, pecioladas. Sus flores son muy pequeñas, dioicas o monoicas, dispuestas en espigas o siconos. Su fruto es una cápsula y en ciertas especies forman infrutescencia globosa, poseen por lo general semillas endospermadas y con embrión curvo. (UNNE, 2010)

El mismo autor manifiesta que la distribución de la familia Moraceae abarca a regiones tropicales y subtropicales de ambos hemisferios (figura 2). Por referir las características de una especie en particular, los individuos de *Ficus luschnathiana* inician su desarrollo como epífitos, en lo posterior emiten poderosas prolongaciones hacia el suelo, hasta arraigarse al mismo, su verdadero tronco, sus hojas y sus yemas, se desarrollan arriba del soporte. También se desarrollan en edificios abandonados o a partir de tierra acumulada en las grietas.

La familia Moraceae se constituye de unos 40 géneros y aproximadamente 1000 especies distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales. En nuestro país está representada por



Fig. 2. Distribución de la familia Moraceae (UNNE, 2010)

20 géneros especialmente en zonas bajas, especies comestibles como la fruta de pan (*Artocarpus altilis* Fosb.) y el higo (*Ficus carica* L.) son cultivadas.

Géneros como *Ficus*, *Morus*, *Artocarpus*, *Brosimum* ofrecen frutos comestibles importantes, varios géneros como *Clusia*, *Clorophora* producen maderas muy utilizadas, otros géneros como *Ficus*, *Maclura* y *Dorstenia* se ofrecen como plantas ornamentales.

Dentro del bosque, esta familia es de visible reconocimiento por sus lenticelas en el tronco, las mismas que forman líneas horizontales y verticales en raras ocasiones, en los

bosques húmedos de tierras bajas tiene su renombrada importancia, su mayoría de especies se localizan por debajo de los 1500 metros de altitud en los bosques húmedos, hay que destacar la excepción del género *Ficus* el cual habita en ambientes diversos (Palacios, 2016).

### **2.1.12 Biomasa forestal**

Schlegel et al. (2000), define como biomasa forestal al peso de la materia orgánica con el que cuenta un determinado ecosistema forestal por sobre o debajo del suelo. Comúnmente se la cuantifica en toneladas por hectárea de peso seco o verde. Con frecuencia es separada por sus componentes, los más comunes corresponde a la masa de la corteza, raíces, ramas, hojas, fuste, hojarasca y madera muerta.

Los mismos autores indican que una adecuada determinación de la biomasa de un bosque, es el elemento de mayor importancia, puesto que esta práctica permite obtener los montos de carbono y otros elementos químicos existentes en cada uno de sus componentes, por lo tanto determinar los montos capturados de carbono por los bosques naturales y plantaciones, permiten conocer su nivel de incidencia en la mitigación de los efectos del cambio climático generado en su parte por el consumo de combustibles fósiles que liberan gran cantidad de dióxido de carbono a la atmósfera.

### **2.1.13 Carbono de la biomasa aérea**

Es la cantidad de carbono almacenado en las estructuras leñosas aéreas de especies arbóreas maderables, frutales, árboles y arbustos del aparato productivo, este carbono no se libera, en su defecto los árboles emiten oxígeno a través del proceso fotosintético (Paucar & Cjuno, 2015).

La capacidad de captura de carbono (C) en el sector forestal y agrícola para reducir los efectos del cambio climático es significativo, los sistemas agroforestales tienen un adelanto estratégico relevante para la captación de C, por el contenido potencial de este elemento en las innumerables especies de plantas que conviven a la par en ellos (Masuhara, et al. 2015).

Los bosques juegan un rol fundamental tanto como factor de desarrollo de una nación y de sus modelos de sostenibilidad, así como por el protagonismo mundial que ha adquirido por su potencial reconocimiento como sumideros en los sistemas contables de los ciclos de carbono. Sin embargo, es un factor crítico el no contar con la información cuantitativa de la biomasa de carbono que almacenan los ecosistemas boscosos, por tanto, es necesario desarrollar prácticas de estimación de del C almacenado en la biomasa aérea forestal existente, con la mejor precisión posible con el fin de determinar modelos de los flujos de C por el cambio del uso del suelo, sus resultados dependerán en gran medida de las cuantificaciones de biomasa de la cobertura boscosa. (Dauber, et al. s/f)

Por su parte Fonseca (2017), indica también que la cuantificación de la biomasa vegetal es determinante para estimar el carbono almacenado por los sistemas forestales y su capacidad de mitigación del cambio climático. Añade que se disponen de varios métodos para estimar la biomasa, varios con simples variaciones, por citar el tamaño y forma de las unidades de muestreo, o la inclusión o no de alguna variable de reservorio (raíces, hojas o ramas).

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.2.1 Diversidad y estructura.**

En el Ecuador se han realizado innumerables estudios a bosques nativos en sus variados pisos altitudinales y en todas las regiones, con el fin de determinar su composición florística y estructura en todos sus estratos.

Durante la época de verano en los años 2009 y 2010, Beltrán, et al. (2010), mediante el establecimiento de cinco rutas de exploración con el fin de determinar la *Distribución y abundancia de las especies arbóreas de la familia Moraceae en la reserva ecológica del mineral de Nuestra Señora de la Candelaria*, en el estado de Sinaloa – México en un rango altitudinal que va desde los 400 a los 800 msnm, determinaron que las dos especies con mayor abundancia son *Brosimum alicastrum* con 135 individuos y *Manclura tinctoria* con 32 individuos, valores que equivalen al 71,81 % y 17,02 % de abundancia relativa respectivamente.

Aguirre (2017), estableció una parcela permanente de una hectárea, dentro del bosque montano del Parque Universitario Francisco Vivar Castro en el cantón Loja, con el objeto de determinar la composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso del bosque montano en la provincia de Loja, en sus resultados, la especie *Mora insignis* de la familia Moraceae, se muestra entre las diez especies de componente leñoso con mayor área basal con 0,61 m<sup>2</sup>.

Suatunce et al. (2009), establecieron transectos en un remanente de bosque de galería en el cantón La Maná, provincia de Cotopaxi a una altitud de 220 msnm, de los datos obtenidos determinaron que la especie *Castilla elástica* (Moraceae) es la de mayor importancia en los tres lotes evaluados, con un IVI de 21,31 y 23,31 y 23,71 respectivamente, resultados que se debieron a la mayor dominancia por parte de la citada especie arbórea.

Patiño et al. (2015), manifiesta que entre los 601 y 700 msnm estableció cinco transectos permanentes de muestreo, en el bosque siempre verde piemontano en la cuenca del río Piatúa en la provincia de Napo, la composición florística determinada, muestra que la familia Moraceae enlista dentro de las 10 familias con mayor número de especies (5) correspondiente al 7,14 % de diversidad relativa, así mismo esta familia integra las 10 más importantes, con un IVI de 4,08.

### 2.2.2 Determinación de carbono

Diversas investigaciones de años recientes, muestran importantes resultados mediante la determinación de reservas o capturas de carbono en bosques naturales u otros ecosistemas. Lapeyre et al. (2004), determinó la biomasa aérea en ocho diferentes sistemas de uso de la tierra en la región de San Martín – Perú, con el objeto de conocer su potencial de captura de carbono, los sistemas evaluados fueron: el bosque primario, bosque secundario de diferentes edades, sistemas agrícolas locales con maíz (*Zea maíz*), arroz (*Oriza sativa*), pastos (*Brachiaria sp*) y sistemas agroforestales con café (*Coffea arabica*) bajo sombra y cacao (*Cacao sp.*), estableciendo en cada uno de los sistemas cinco transectos donde se evaluó la biomasa aérea. El carbono total en el bosque primario fue de 485 Mg ha<sup>-1</sup>, cifras que superaban ampliamente las reservas del bosque secundario de 50 años y su bosque descremado de 20 años.

Los sistemas agroforestales secuestraron entre 19 y 47 Mg ha<sup>-1</sup>, este rango obedece a la dependencia de la cantidad de especies forestales, tipos de cultivo, edad y tipo de suelo, en cambio los sistemas agrícolas capturaron poco carbono (5 Mg ha<sup>-1</sup>), propenden además la fuga de gases de efecto invernadero (GEI), al usar agroquímicos y quema de rastrojos.

Por su parte, Dauber et al, (s/f), estimaron biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia, considerando todos los árboles a partir de 10 cm de DAP en bosques de cuatro ecorregiones de ese país, las estimaciones muestran valores de biomasa aérea total que promedian de 87 t/ha en la eco región de transición chiquitano-amazónica hasta 171 Mg

ha<sup>-1</sup> en la amazonia, por ende, la variación de carbono almacenado es de 49 Mg ha<sup>-1</sup> a 86 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Investigaciones de este tipo, no se han hecho esperar en nuestro país, Jadán et al. (2012), determinaron el promedio de almacenamiento de carbono (C) en la biomasa aérea y en el suelo en siete sistemas de uso del suelo: Bosque primario, sistemas agroforestales tradicionales (chakras) con base al cultivo de cacao propagado por semillas e injertos, monocultivos de cacao reproducidos por semilla e injertos y chakras sin cacao con y sin sombra, sus resultados muestran que el sistema chakra con cacao propagado por semillas es el ecosistema productivo que almacena la mayor cantidad de C con un promedio de 141,4 Mg ha<sup>-1</sup>.

## **2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

### **2.3.1 Derechos de la naturaleza**

La última Asamblea Constituyente instalada en el complejo Ciudad Alfaro en el cantón Montecristi en la provincia de Manabí, se redactó un nuevo texto constitucional para sustituir la Constitución de 1998, fruto de ese acto cívico esta asamblea redactó la actual Constitución de la República del Ecuador la misma que fue publicada en el Registro Oficial N° 449 el 20 de octubre de 2008, en la cual se incluyen las reformas aprobadas mediante Referéndum y Consulta Popular del 7 de mayo de 2011.

La vigente carta magna, en el numeral 7 del artículo 3 establece que entre “deberes primordiales del Estado” está el de “Proteger el patrimonio natural y cultural del país”.

Así, mismo en el artículo 14 menciona que “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”.

Por otra parte, en los numerales 6 y 13 del artículo 83, establece que “Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley: Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible y Conservar el patrimonio cultural y natural del país, y cuidar y mantener los bienes públicos”.

Además, en su artículo 397 numeral 4 establece que “Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a: Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

En el ámbito de la Biodiversidad, en su artículo 400, establece que “El Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional. Se declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país.

### **2.3.2 Código Orgánico del Ambiente**

Mediante Suplemento del Registro Oficial N° 983, con fecha 12 de abril de 2017 fue publicado el Código Orgánico del Ambiente, el cual en su artículo 1 establece que tiene por objeto “garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o sumak kawsay.

En su Título I de la Conservación y Biodiversidad, artículo 29 de la Regulación de la Biodiversidad, establece que dicho título “regula la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes. Asimismo, regula la identificación, el acceso y la valoración de los bienes y los servicios ambientales”.

En el artículo 30, numeral 8 establece que uno de los objetivos del Estado relativos a la biodiversidad es el de: “Promover la investigación científica, el desarrollo y transferencia de tecnologías, la educación e innovación, el intercambio de información y el fortalecimiento de las capacidades relacionadas con la biodiversidad y sus productos, para impulsar la generación del bioconocimiento”.

Además, en su artículo 32 en el ámbito de la investigación, establece que “La entidad rectora del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales promoverá y regulará las investigaciones científicas in situ y ex situ que comprendan actividades de extracción, colección, recolección, importación, movilización, transportación, exportación y disposición temporal o final de especies de vida silvestre, implementando mecanismos de rastreo y monitoreo de la biodiversidad, de acuerdo a los lineamientos de las autoridades competentes. Se fomentarán estrategias para a innovación tecnológica de la biodiversidad”.

Conforme a lo indicado en el artículo 107, en el ámbito de planes de manejo integral para el manejo forestal sostenible, establece que: “Los planes de manejo integral para el manejo forestal sostenible serán instrumentos formulados por los titulares de tierras de propiedad individual o colectiva para el aprovechamiento del bosque natural, conforme a las normas contenidas en este Código y demás normas técnicas expedidas por la Autoridad Ambiental Nacional”.

“El plan de manejo integral incorporará las servidumbres ecológicas voluntarias y obligatorias e incluirá los demás usos que defina el propietario en concordancia con el correspondiente plan de ordenamiento territorial. Los usos determinados en el plan de manejo integral constituirán referentes para efectos de calificación de la función social y ambiental de la propiedad, prohibición de atribuir abandono, inafectabilidad, protección contra el despojo e invasiones, exoneraciones tributarias, incentivos y créditos”.

### **2.3.3 Universidad Estatal Amazónica**

Mediante Ley de la República No. 2002-85, publicada en el Registro Oficial No. 686 del 18 de octubre de 2002, el Congreso Nacional considerando que es deber del Estado Ecuatoriano promover la educación superior, especialmente en las regiones marginadas de los procesos de desarrollo económico y social, creó la “Universidad Estatal Amazónica”, U.E.A., (López, 2012).

Entre sus objetivos se destaca la investigación de “la biodiversidad y los recursos de la región, sistematizar, patentar y difundir los conocimientos ancestrales, las tecnologías, arte y cultura de los diferentes pueblos y nacionalidades Amazónicas, que generan soluciones ambientales, el desarrollo equilibrado del hombre y conservación de la naturaleza” (López, 2012)

### **2.3.4 Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA)**

La Universidad Estatal Amazónica, en su necesidad de desarrollar investigaciones en diversas áreas académicas, espera convertirse en el referente en cuanto al desarrollo de la investigación científica de la amazonia ecuatoriana, en fin de este propósito, las autoridades de la U.E.A., dieron como primer paso, adquirir un predio rural, el cual consiste en una hacienda de 2.848,20 hectáreas, de las cuales el 76,11% corresponde a formación boscosa primaria, bien rural que en lo posterior se denominaría Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), dicho predio se encuentra ubicado en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola, provincia de Napo y está circundado

por los ríos Piatúa y Anzu que nacen en las estribaciones de la cordillera oriental y cuenta con los espacios y elementos que sumado a las actividades a realizarse por parte de docentes, estudiantes e investigadores alcanzará su objetivo planteado.

Luego de su adquisición se desarrolló el Plan de Manejo Integral, el mismo que se describe como el instrumento de ordenación predial que justifica y regula el uso del suelo y el manejo sustentable para el aprovechamiento de los recursos naturales de una determinada área; el Plan de Manejo Integral del CIPCA propone una zonificación en la cual se destaca la conservación del área y la implementación de cultivos, agropecuarios, agroforestales, ganadería de baja intensidad y demás actividades de carácter científico investigativo, este fue aprobado por el Ministerio del Ambiente en el año 2012, como paso previo para la gestión de la declaratoria de Bosque Protector.

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Esta investigación es de carácter descriptiva (diagnóstico), este tipo de investigación tiene como propósito exhibir el conocimiento de la realidad tal como se presenta en una situación de espacio y tiempo predefinido, en este proceso se observa y se registra, o se pregunta y se registra. Se describe la información sin realizar modificaciones, en resumen, se efectúa cuando se desea describir una realidad en todos sus componentes principales (Rojas, 2015).

La investigación descriptiva es aplicada en varios campos científicos, tanto en métodos de investigación cualitativa como cuantitativa, incluida en medios básicos de trabajos de profesionales en geografía, geología y en la demografía (Niño, 2011).

Una preocupación primordial de la investigación descriptiva, radica en describir algunas características principales de conjuntos homogéneos de fenómenos, aplicando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento. De esta manera se pueden obtener los datos que caracterizan la realidad del área estudiada (Ramos, 2016).

### **3.2 MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN**

En miras de realizar la identificación de especies, utilizando las muestras colectadas y comparándolas con la colección especializada del Herbario Amazónico, se aplicó el método de la observación científica, el mismo que a diferencia de la observación

espontánea o casual, es consciente y se orienta hacia un objetivo o fin definido. Quien observa tiene un claro conocimiento del proceso, fenómeno u objeto a observar, el cual será capaz dentro del conglomerado de características de este, seleccionar aquellos que son susceptibles a ser observados y que contribuyen a la obtención de los resultados (Ramos, 2016).

El mismo autor, hace referencia al método de la medición, el cual, relacionado con la observación, fija la presencia de una determinada característica del objeto observado o una relación entre sus componentes, para la definición de los resultados no son suficientes los conceptos cualitativos y comparativos, por tanto, es necesaria la atribución de datos numéricos a dichas variables para evaluarlas y representarlas adecuadamente. La medición es el método que se aplica con el fin de obtener información numérica acerca de una característica o propiedad del objeto, fenómeno o proceso donde se comparan magnitudes medibles y conocidas.

Manifiesta, además la conceptualización del método de inducción analítica, este distingue los elementos de un fenómeno y procede a la revisión de forma ordenada cada uno por separado, disciplinas como la biología, la física y la química aplican este método, partiendo de la experimentación y el análisis de gran número de casos donde se definen leyes universales. Consiste en la extracción de las partes de un todo con el objetivo de estudiarlas y examinarlas por separado para interpretar las relaciones entre las mismas.

Los métodos de investigación antes descritos, fueron aplicados en el proceso de toma de datos y análisis de la información con fines de determinar la estructura horizontal y

vertical y la biomasa aérea de los individuos de la familia Moraceae en el bosque siempreverde piemontano del CIPCA, en la provincia de Napo.

### **3.3 CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.3.1 Población y Muestra**

##### *3.3.1.1 Población*

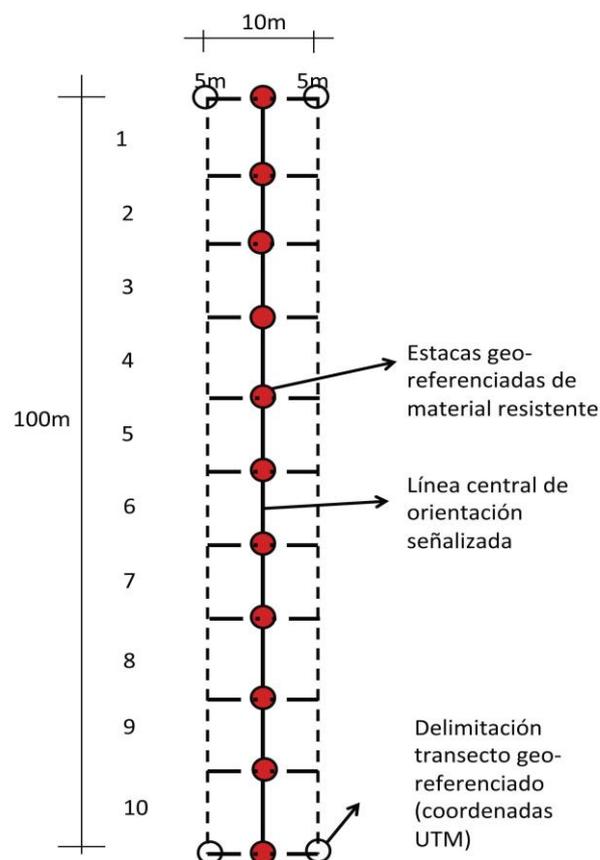
La cobertura vegetal primaria en que se realizó la investigación, forma parte del bosque siempreverde piemontano, ubicado en la provincia de Napo, comprende un área de 2.023,24 ha dentro de las inmediaciones de la propiedad del CIPCA, posee una precipitación pluvial de 4000 mm/año y su temperatura oscila entre los 18 y 22<sup>a</sup> C. El área de estudio fue analizada previamente con el uso de imágenes satelitales ortofotos del sistema SIGTIERRAS y cartas topográficas a escala 1:50.000 del IGM (Instituto Geográfico Militar), en lo posterior se definió el sitio de trabajo mediante recorrido del bosque *in situ*, considerando la accesibilidad y la inexistencia de información florística del lugar (Torres, 2019).

##### *3.3.1.2 Muestra*

La muestra se define como una sección representativa de la población, con la cual se pueden realizar inferencias correctas de los valores de la población, con el objeto de estimar alguna propiedad intrínseca de ésta. Las muestras que se obtiene aleatoriamente

se las conocen como muestras al azar o aleatorias y el valor que define la propiedad de una muestra se lo conoce como estimador (OIMT, 2002).

En el marco de la presente investigación, se tomaron datos de los veinte transectos permanentes de muestreo (TPM), implementados sistemáticamente entre los años 2012 y 2015, en 4 pisos altitudinales (601-1000 msnm) del bosque siempreverde piemontano del CIPCA, cada transecto cubre un área de 1000 m<sup>2</sup> (10 x 100 m) (figura 3) y están distribuidos en 5 transectos por cada piso, separados uno de otro en intervalos de 100 m lineales dentro de los rangos altitudinales de cada piso. La tabla 1 muestra las coordenadas de los transectos.



**Figura 3.** Modelo de transecto implementado en el bosque del CIPCA de la UEA.  
Fuente: Torres et al., 2013.

Tabla 1. Coordenadas UTM de las unidades de muestreo establecidas en el bosque piemontano del CIPCA

<b>Piso Altitudinal</b>	<b>Transecto N°</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		
(1) 601 - 700	1	18M	175256	9864554
	2	18M	175363	9864850
	3	18M	175433	9865060
	4	18M	175374	9865078
	5	18M	175371	9865198
(2) 701 - 800	6	18M	175453	9865823
	7	18M	175458	9865724
	8	18M	175450	9865625
	9	18M	175449	9865523
	10	18M	175470	9865413
(3) 801 - 900	11	18M	175884	9865952
	12	18M	175985	9866039
	13	18M	175883	9866166
	14	18M	175877	9866268
	15	18M	175880	9866368
(4) 901 - 1000	16	18M	174994	9866501
	17	18M	174943	9866569
	18	18M	174941	9866668
	19	18M	174952	9866776
	20	18M	174939	9866868

### 3.3.2 Técnicas de Investigación

La técnica es fundamental para el desarrollo de la investigación científica, ya que aglomera la estructura por medio de la cual se coordina la investigación. Es un conjunto de instrumentos y medios mediante los cuales se efectúa el método y solo se aplica a una ciencia. La diferencia entre método y técnica es que el método es el conjunto de pasos y etapas que se debe cumplir en una investigación y este se aplica a varias ciencias, mientras

que la técnica es el conjunto de instrumentos que se utilizan para desarrollar el método (Ramos, 2016).

En la realización de esta investigación se aplicó la técnica de campo, la misma que permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio y la colección de datos que permiten confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva, combinada además con la técnica del fichaje, que es una técnica auxiliar del restante de técnicas aplicadas en la investigación científica, el fichaje en registrar los datos que se van obteniendo en instrumentos llamadas fichas u hojas de campo, las mismas que adecuadamente elaboradas y ordenadas contienen la mayor parte de la información que se colecta en una investigación por lo cual se constituye un valioso auxiliar en esa tarea, contribuyendo a la optimización de tiempo espacio y recursos económicos (Ramos, 2016).

### **3.3.3 Instrumentos de la investigación**

A manera de concepto, se considera un instrumento de investigación a la herramienta utilizada por el investigador para coleccionar la información de la muestra seleccionada para poder resolver el problema de la investigación. Los instrumentos están compuestos por escalas de medición, todos los pasos previos realizados hasta este punto, se resumen en la elaboración de un instrumento apropiado para la investigación (Moreno, et al. 2013).

Considerando que las unidades de muestreo ya fueron establecidas y de la existencia de un primer inventario, se utilizaron las siguientes herramientas.

#### 3.3.3.1 *Dispositivo GPS*

Para localizar los transectos ya establecidos, se utilizó el navegador GPS (Global Positional System) Garmin modelo *GPSmap 62*, este instrumento nos permitió lograr la ubicación del sitio donde se realizó la toma de datos de los individuos que constan dentro de la unidad de muestreo.

#### 3.3.3.2 *Ficha de campo*

Se elaboró una ficha de campo, tomando como referencia la base de datos existente de la primera, esto con el fin de realizar una segunda toma de datos de los árboles ya identificados con placas metálicas de las 4 parcelas (1 por cada piso altitudinal), con los cuales se determinará la estructura horizontal y vertical de las especies de la familia Moraceae.

#### 3.3.3.3 *Cinta métrica*

Para la toma del diámetro de los árboles se utilizó una cinta métrica, con la cual se registraba la circunferencia de los mismos, dato que se registró en la ficha técnica para el posterior procesamiento y análisis.

#### 3.3.3.4. *Muestras botánicas*

Para cumplir con el primer objetivo de la investigación, se utilizó las muestras colectadas y secadas de todos los individuos que habían sido predeterminados como integrantes de la familia Moraceae, para con el uso de la colección especializada del Herbario Amazónico identificar la especie botánica del espécimen.

### **3.4 ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO**

El marco teórico es la etapa en que se recopila información documental para elaborar el diseño metodológico de la investigación, es decir, el momento en que se establece como y que información reuniremos. A la par, la información recopilada nos proporciona un conocimiento profundo de la teoría que le da significado a la investigación. Es en base a las existentes teorías sobre el fin de estudio como pueden generarse nuevos conocimientos (Balliache, 2009).

En ese contexto, a nivel de marco conceptual, este se desarrolló agregando inicialmente información referente a la cobertura de bosque en que se realizó la investigación, conceptualizando, su ubicación, clasificación y tipo de bosque, contiendo además sus principales características y especies de árboles que habitan en ese ecosistema. Este marco además contiene definiciones relacionadas a los objetivos específicos planteados en este proyecto, información que ha sido extraída de fuentes bibliográficas de diversa índole, como libros, páginas web, de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.

En el ámbito del marco teórico, se recopiló información de estudios desarrollados en escenarios similares, incorporando resultados plasmados en publicaciones y artículos científicos desarrollados por profesionales expertos en el área de investigaciones de estructura, diversidad y captación de carbono de las coberturas boscosas nativas.

A nivel del marco legal, se incorporó información que sustenta la conservación del bosque como derecho constitucional; así mismo se plasma la normativa ambiental vigente sin dejar de considerar el sustento legal de la existencia del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), bajo el dominio de la Universidad Estatal Amazónica.

### **3.5 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

#### **3.5.1 Ubicación de Transectos.**

Con el acompañamiento de un técnico de campo y un guía local, se iniciaron las jornadas de acceso al bosque del CIPCA, utilizando el equipo GPS y la orientación del guía, se ubicaron los transectos establecidos en cada uno de los pisos altitudinales, corroborando en campo la georreferenciación de las unidades de muestreo.

### **3.5.2 Registro de datos**

Con el uso de la cinta métrica, se realizó la medición del diámetro a la altura del pecho (DAP), y altura de todos los individuos con igual o mayor a 10 cm, siguiendo la proyección de la copa de los árboles hacia el suelo, se midió el diámetro de la misma, tomando lecturas hacia los 4 puntos cardinales desde la base de los árboles. Estos datos nos permitieron determinar la diversidad, estructura horizontal y vertical y biomasa aérea.

A nivel de determinación de la estructura horizontal y vertical se describieron los siguientes parámetros:

- ✚ Composición florística
- ✚ Frecuencia
- ✚ Dominancia
- ✚ Índice de valor de importancia ecológico (IVI)

## **3.6. PROCESAMIENTO Y ANALISIS**

### **3.6.1 Composición florística**

Para realizar la caracterización de las especies de la familia Moraceae en el bosque siempreverde piemontano del CIPCA, con la asistencia de la colección especializada disponible en el Herbario Amazónico de la Universidad Estatal Amazónica establecido, se realizó la identificación de las muestras ya colectadas de cada uno de los individuos

que corresponden a especies de la familia Moraceae, este proceso permitió definir la diversidad florística de esta familia, existente en la gradiente altitudinal del bosque siempreverde piemontano en la provincia de Napo, determinándose además la diversidad relativa, mediante la siguiente fórmula predefinida por Cerón (1993).

- Abundancia relativa =  $\frac{\# \text{ individuos de la especie}}{\# \text{ individuos de la familia}} \times 100$

### 3.6.2. Estructura horizontal y vertical

La estructura horizontal del bosque según la gradiente altitudinal se determinó en base al cálculo de los siguientes parámetros dasométricas y ecológicos:

- $\text{Area basal} = 0,7854 * (DAP)^2$

Donde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho (m)

- $\text{Volumen} = Ab * h * ff$

Donde:

Ab= área basal

h = altura

ff = factor de forma

- Dominancia Relativa =  $\frac{\text{área basal de la especie}}{\text{área basal total}} \times 100$

- $IVI = Div\ Rel + Dom\ Rel$

Donde:

IVI: Índice de valor de importancia

Para la representación gráfica de la estructura horizontal y vertical del bosque, se utilizó la herramienta informática ArcGis versión 10.2, la cual permitió realizar la distribución de los individuos dentro del transecto, de acuerdo a las variables (x; y), tomados en campo.

### **3.6.3 Carbono de la biomasa aérea**

Los árboles utilizan CO<sub>2</sub> y liberan O<sub>2</sub> durante el proceso de la fotosíntesis; a diferencia de las especies anuales, los árboles almacenan foto asimilados en componentes de carbono en sus estructuras leñosas por periodos prolongados, razón por la que se le considera como reservas naturales de carbono. La capacidad de los ecosistemas forestales para almacenar carbono en forma de biomasa aérea, varía en función de su diversidad florística, edad y densidad de la población de cada estrato de la población vegetal (Acosta, et al. 2002).

Para realizar la estimación de carbono de la biomasa aérea, se aplicó una ecuación alométrica que se implementa en las mediciones de árboles y desarrollada para las condiciones de bosque húmedo tropical (Chave, et al. 2005).

- $AGB = \rho \times \exp(-1.499 + 2.148\ln(dbh) + 0.207(\ln(dbh))^2 - 0.0281(\ln(dbh))^3)$

Donde:

AGB= Biomasa aérea del árbol

P= Densidad de la madera ( $\text{g/cm}^3$ )

Dbh= Diámetro a la altura del pecho

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA FAMILIA MORACEAE.

Se identificaron un total de 117 árboles con DAP  $\geq$  a 10 cm, que pertenecen a la familia Moraceae, los cuales corresponden a 32 especies identificadas, un grupo de 23 individuos se determinó como especies no identificadas por no contar con muestras botánicas fértiles que permita identificarlas con el uso de la colección del Herbario Amazónico (Ver anexo 1). Las especies identificadas con mayor abundancia fueron: *Ficus* sp. con una abundancia del 9,24%, *Brosimum alicastrum* 6,72%, *Naucleopsis* sp. 5,88%, *Calliandra carbonaria*, *Sorocea* sp. *Sorocea steinbachii* C.C.Berg 5,04% (Figura 3), en un estudio anterior (Patiño *et al.*, 2015) manifiesta que la familia Moraceae se presentó como una de las más diversas con un 7,14%, siendo la especie *Brosimum alicastrum* la más abundante con 7 individuos dentro de un estudio florístico de 5 transectos de 1.000 m<sup>2</sup> en un bosque siempreverde piemontano a una altitud de entre 601 a 700, en la provincia de Napo.

La familia Moraceae se distribuye ampliamente en la región tropical y subtropical, es así que entre los años 2009 y 2010 se evaluó el estado de las poblaciones de los géneros *Ficus*, *Maclura* y *Brosimum* en la reserva ecológica del mineral de Nuestra Señora de la Candelaria, Sinaloa – México, área en que se establecieron 5 rutas de estudio entre 400 y 800 m.s.n.m., en dicho estudio la especie *Brosimum alicastrum* registró la abundancia más alta con 71,81%, *Maclura tinctoria* registra el segundo lugar con 17,02% y *Ficus mexicana* registra 4,26% (Beltrán, *et al.* 2010).

Por otra parte, (Calzadilla & Cayola, 2006) analizaron la composición florística y estructura de un bosque amazónico de pie de monte en el Área de Manejo Integrado Madidi en la Paz – Bolivia a una altitud de 360 msnm, de sus resultados se desprende que la familia Moraceae es la segunda más abundante con 33 individuos, distribuidos en 8 especies, entre las especies que se determinaron se registran *Ficus cuatrecasana* Dugand, *Pseudolmedia laevis* (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr., *Clarisia biflora* Ruiz & Pav., entre otras.

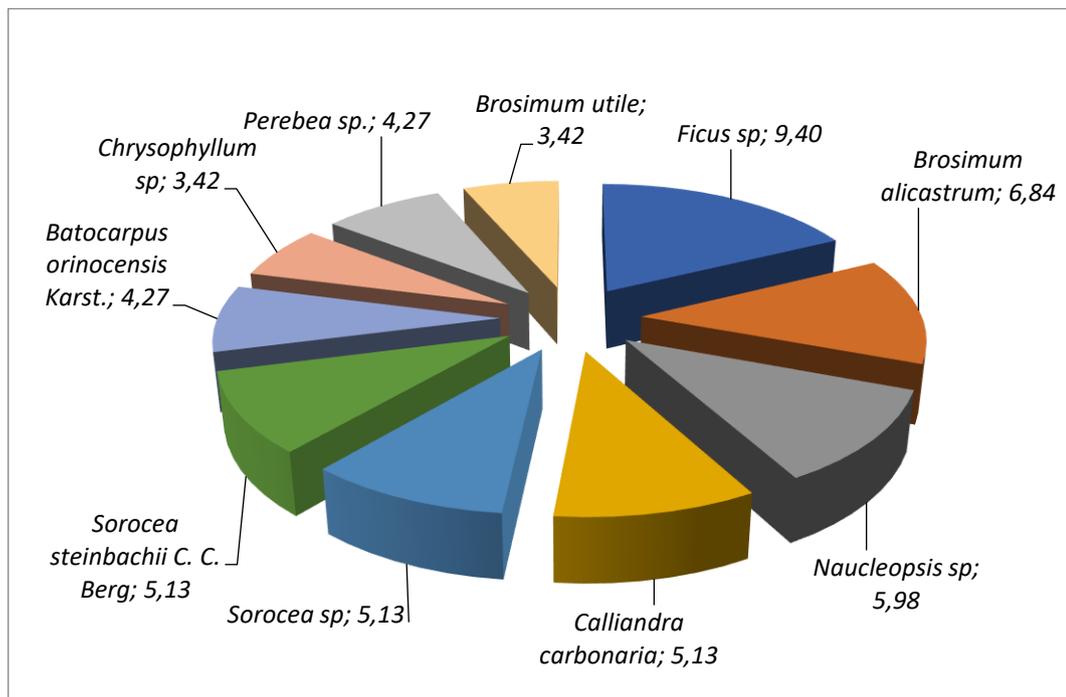


Figura 4. Abundancia relativa de la familia Moraceae en el bosque piemontano del CIPCA.

## 4.2 ESTRUCTURA HORIZONTAL Y VERTICAL.

### 4.2.1 Dominancia

Siguiendo la gradiente altitudinal del bosque siempreverde piemontano del CIPCA, se determinó que dentro de las 10 especies más dominantes de la familia Moraceae, la especie *Ficus cuatrecasana* Dugand predomina con una abundancia relativa del 18,85%,

especie de la que se registraron solo 2 individuos, su alta dominancia obedece a que suman un área basal de 1,24 m<sup>2</sup>; *Ficus* sp con 0,96 m<sup>2</sup> ocupan el segundo lugar en dominancia con 14,56%; en tercer lugar se ubica la especie *Brosimum utile* con 0,66 m<sup>2</sup> con el 10,10%; le sigue *Naucleopsis* sp con 0,35 m<sup>2</sup> equivalente al 5,35%; *Ficus guianensis* Des. ex. Ham con 0,30 m<sup>2</sup> y un 4,55%; *Brosimum alicastrum* con 0,26 m<sup>2</sup> y un 3,98%; *Sorocea* sp con 0,20 m<sup>2</sup> y un 3,10%; *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. Con 0,19 m<sup>2</sup> y un 2,94% y *Batocarpus orinocensis* Karts con 0,19 m<sup>2</sup> y un 2,87% (Figura 5).

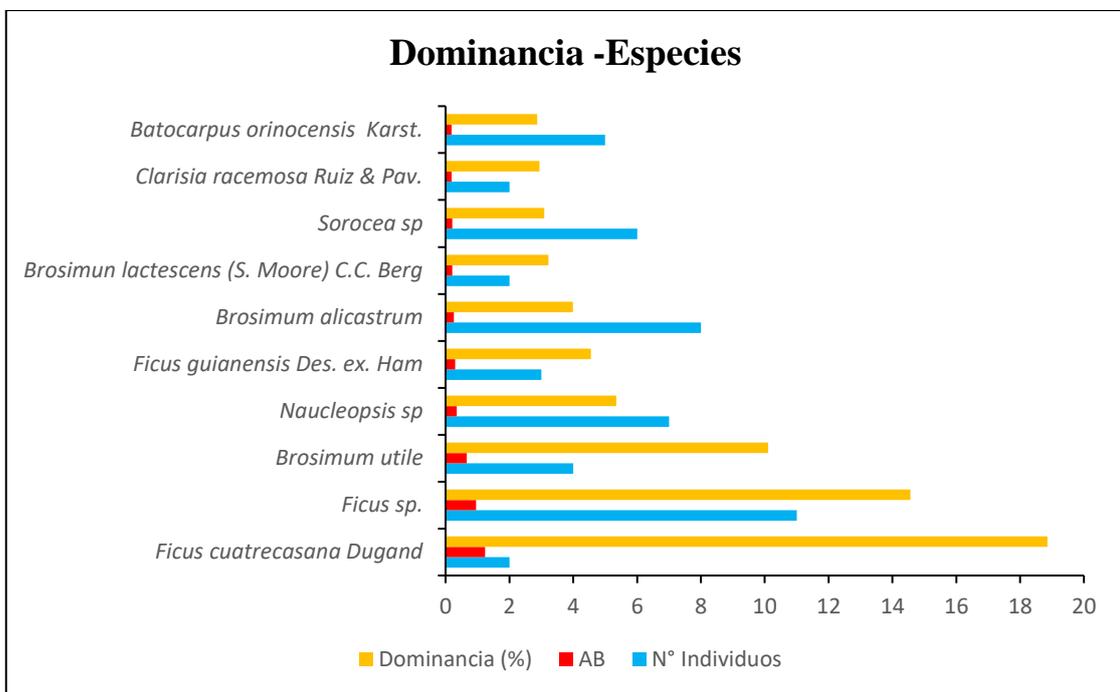


Figura 5. Área basal y dominancia relativa de la familia Moraceae en el bosque piemontano del CIPCA.

En comparación con el estudio realizado por Calzadilla & Cayola, (2006) la especie *Ficus cautrecasana* Dugand no aparece entre las más dominantes, en razón de solamente registrar un solo individuo, con un área basal de 0,009 m<sup>2</sup>, equivalente al 0,032 %. La especie con menor dominancia es *Sorocea muriculata* Miq., con 0,012 m<sup>2</sup>, lo cual representa el 0,19 %, el valor de dominancia de esta especie se asemeja a la determinada por Patiño et al. (2015) ubicándose también como la especie menos dominante con 0,01

m<sup>2</sup> equivalente al 0,09%, estudio realizado entre los 601 y 700 msnm de un bosque siempreverde piemontano de la provincia de Napo.

#### 4.2.2 Índice de Valor de Importancia

Considerando los valores porcentuales de los parámetros ecológicos, *Ficus* sp se registra como la más importante con 23,96 de IVI; *Ficus cuatrecasana* Dugand se registra en el segundo lugar con 20,56 de Índice de Valor de Importancia; en medida decreciente se registra a *Brosimum lactescens* (S.Moore) C.C. Berg con 11,81; *Naucleopsis* sp con 11,33; *Brosimum alicastrum* con 10,82 de IVI, las restantes especies registran un valor menor a 10,00 de Índice de Valor de Importancia (Tabla 2).

La especie con menor índice de valor de importancia determinado es *Sorocea muriculata* Miq., con un IVI de 1,04; estos resultados corroboran lo manifestado por Patiño et al. (2015) también la determinaron como la especie con menor IVI con un valor de 0,11, dentro de cinco transectos establecidos entre los 601 y 700 metros de altitud en un bosque siempreverde piemontano de la provincia de Napo.

Importantes estudios se han realizado en los bosques tropicales de Sudamérica, en este sentido Cano & Stevenson (2009), analizaron 3 tipos de bosque de la Estación Biológica Caparú en Colombia, en 2 de los cuales la familia Moreaceae se presenta entre la de mayor importancia con 118,9 y 93,7 de IVI en los bosques de Colina y Terraza respectivamente, ocupando en el mismo orden el segundo y quinto lugar de importancia ecológica. En este mismo estudio a nivel de especies también se registra a *Brosimum lactescens* (S.Moore)

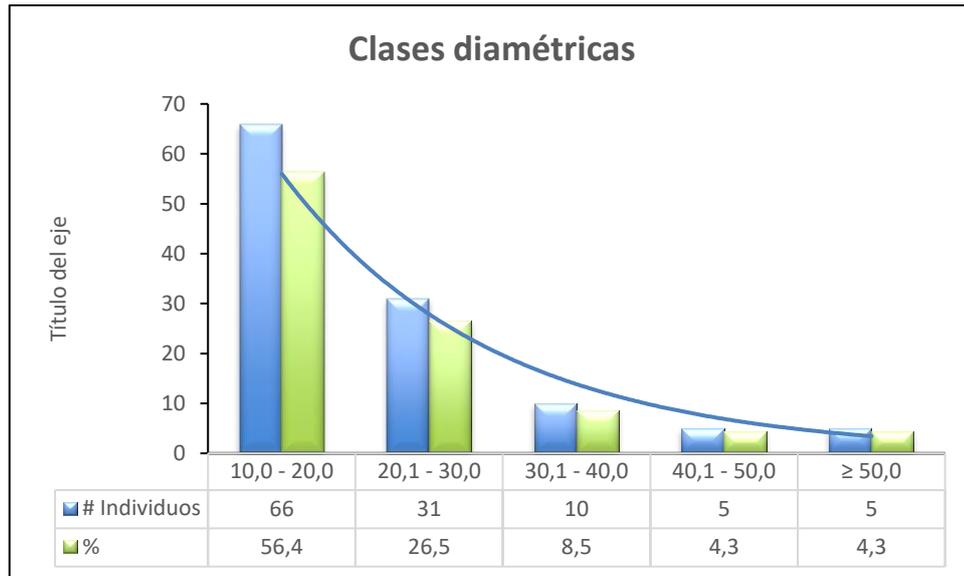
C.C. Berg en el sexto lugar de importancia ecológica dentro del bosque de la Colina con 35,2 de IVI y también se registra a la especie *Brosimum utile* dentro de las 15 especies de mayor importancia dentro del bosque de terraza con un IVI de 36,6; esto refleja la amplia distribución de las especies de la familia Moraceae en los bosques Neotropicales.

Tabla 2. Individuos, área basal, abundancia, dominancia e Índice de Valor de Importancia de las 10 especies de la familia Moraceae del bosque s piemontano del CIPCA.

Items	Especie	N° Ind	AB	Abund (%)	Dom (%)	IVI
1	<i>Ficus</i> sp	11	0,96	9,40	14,56	23,96
2	<i>Ficus cuatracasana</i> Dugand	2	1,24	1,71	18,85	20,56
3	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg	2	0,67	1,71	10,10	11,81
4	<i>Naucleopsis</i> sp	7	0,35	5,98	5,35	11,33
5	<i>Brosimum alicastrum</i>	8	0,26	6,84	3,98	10,82
6	<i>Sorocea</i> sp	6	0,20	5,13	3,10	8,22
7	<i>Sorocea steinbachii</i> C. C. Berg	6	0,16	5,13	2,43	7,56
8	<i>Batocarpus orinocensis</i> Karst.	5	0,19	4,27	2,87	7,14
9	<i>Ficus guianensis</i> Des. ex. Ham	3	0,30	2,56	4,55	7,12
10	<i>Calliandra carbonaria</i>	6	0,11	5,13	1,74	6,86

#### 4.2.3 Estructura horizontal y Vertical

Debido al amplio rango de diámetros de los árboles de la familia Moraceae, se establecieron 5 clases diamétricas, la mayor cantidad de estos se concentran en la primera clase que abarca desde los 10,0 a 20,0 cm de DAP agrupando el 56,4% del total de individuos, la segunda clase diamétrica (20,01 a 30,0 cm), agrupa el 26,5% de los árboles, seguida de la clase de 30,01 a 40,0 cm con una representatividad del 8,5%, finalmente las dos últimas clases diamétricas agrupan el 4,3% con 5 individuos cada una (Figura 6).



*Figura 6.* Distribución de individuos de la familia Moraceae por clase diamétrica en el bosque piemontano del CIPCA.

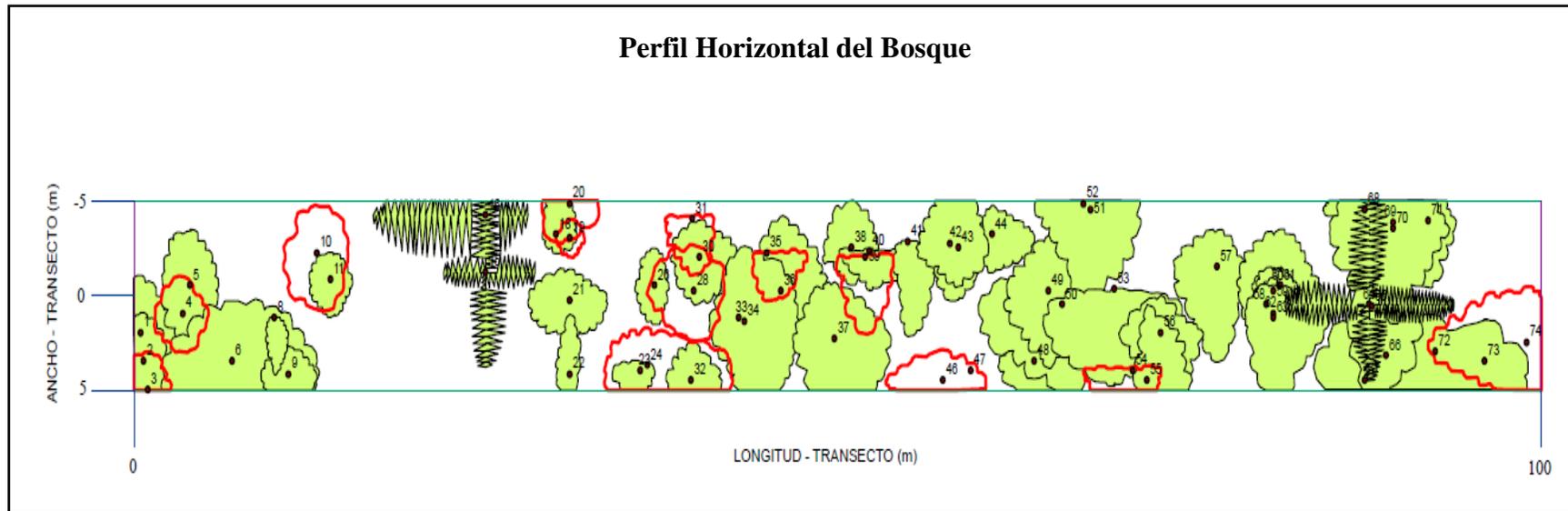
Este comportamiento es la típica semejanza a una “j” invertida, lo cual nos demuestra la heterogeneidad del bosque, constituido por individuos con edades disetánicas, jóvenes, maduros y con amplio potencial para su regeneración natural y autoconservación.

Esta tendencia se asemejan a la obtenida por Reyes (2018), en un análisis de la estructura de las especies de la familia Areaceae en un bosque siempreverde piemontano de la provincia de Napo, en el cual determinó que la mayor cantidad de individuos se agrupó en la clase diamétrica de 0 – 10 cm con una representatividad del 86,6%.

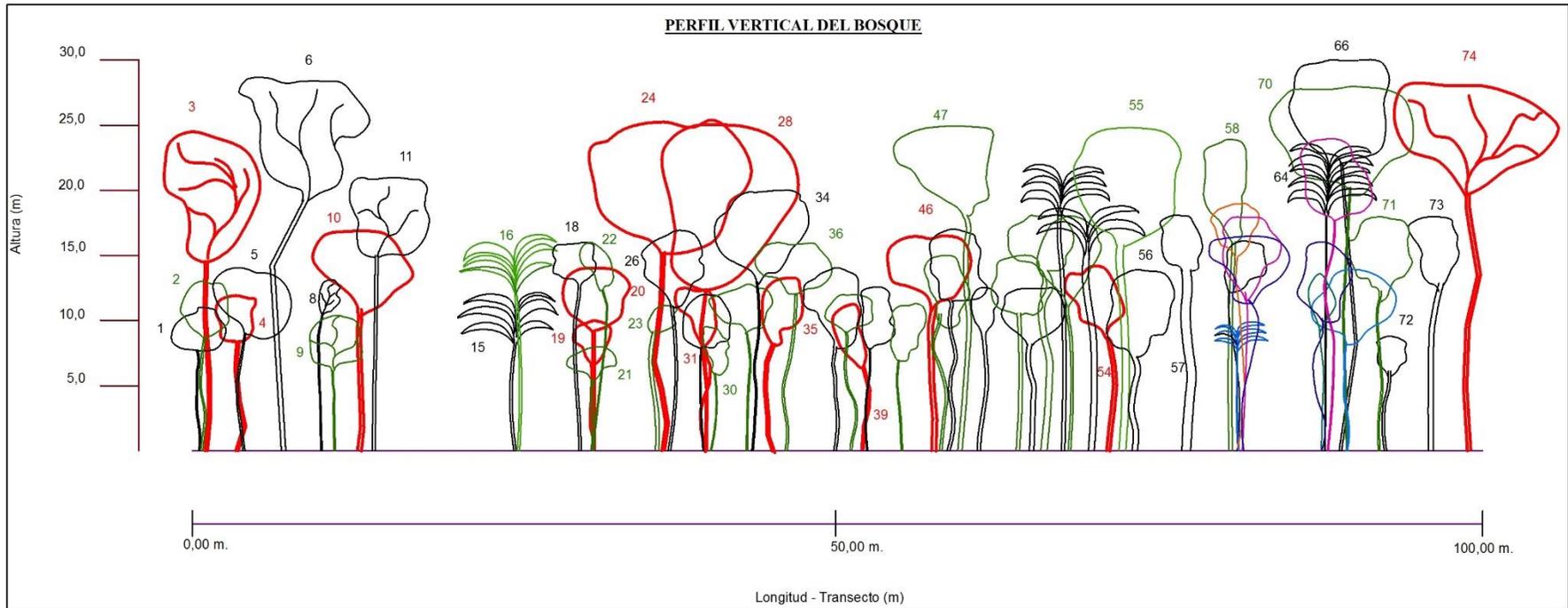
El perfil horizontal del bosque siempreverde piemontano del CIPA. se pueden apreciar que las especies de la familia Moraceae del transecto número 11 ubicado entre 801 – 900 msnm, cuyas copas están marcadas con bordes rojos (Figura 7), están distribuidas a lo largo del transecto, lo cual demuestra que se desarrollan dispersadamente cubriendo un área aproximada de 164 m<sup>2</sup> lo cual representa el 16,43% del área total del transecto,

además se puede notar la importante cobertura de las especies de la familia Arecaceae, que pese a su escasa abundancia, la especie *Iriartea deltoidea* posee un diámetro decopa de hasta 12 metros, los claros que se evidencian obedecen a que se evidencio la no existencia en pie de 9 individuos considerados en la primera toma de datos, su ausencia se atribuye a factores ecológicos propios del bosque, ya que se encuentran muertos por su edad o en su defecto se encuentran caidos, además dentro del bosque existen individuos con diámetros menores a 10 cm de DAP, que no estan considerados en este estudio, finalmente ciertos claros tambien pueden ser decopas provenientes de árboles que están fuera del área del transecto.

En el perfil vertical del bosque (Figura 8), se puede apreciar que los individuos de la familia Moraceae, están distribuidos en los estratos superior, medio e inferior; la especie *Brosimum lactescens* (S. Moore) C.C. Berg figura como una de las que predominan en el dosel superior, árboles de *Maquira guianensi* subsp costaricana (Standl.) C. C. Berg, *Sorocea steinbachii* C. C. Berg, *Pseudolmedia* sp y *Ficus* sp, se estancaron en el dosel inferior, se atribuye este comportamiento a factores ecológicos propios del bosque como la competencia entre los árboles de otras especies y familias, por nutrientes disponibles en el suelo y por la competencia por el factor luz, los cuales son elementos claves para su desarrollo, así como por las características morfológicas y genéticas propias de cada especie.



*Figura 7.* Distribución de individuos de la familia Moraceae en el perfil horizontal del bosque siempreverde piemontano del CIPCA, provincia de Napo-Ecuador.



*Figura 8.* Distribución de individuos de la familia Moraceae en el perfil vertical del bosque siempreverde piemontano del CIPCA, provincia de Napo-Ecuador.

### 4.3 CARBONO ALMACENADO EN EL COMPONENTE AÉREO DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA MORACEAE.

La Biomasa aérea acumulada (AGB) por las especies de la familia Moraceae en la gradiente altitudinal del bosque siempreverde piemontano del CIPCA, se refleja en un promedio total de 36,09 Mg ha<sup>-1</sup> a lo largo de la gradiente altitudinal, existe una amplia variabilidad del promedio de acumulación de biomasa aérea entre los 4 pisos, reflejándose la más alta concentración de carbono en el piso 3 (801-900 m) con 74,63 Mg ha<sup>-1</sup> y la más baja concentración de carbono se la determinó en el piso 1 (601-700 m) con 16,45 Mg ha<sup>-1</sup>, (Tabla 3).

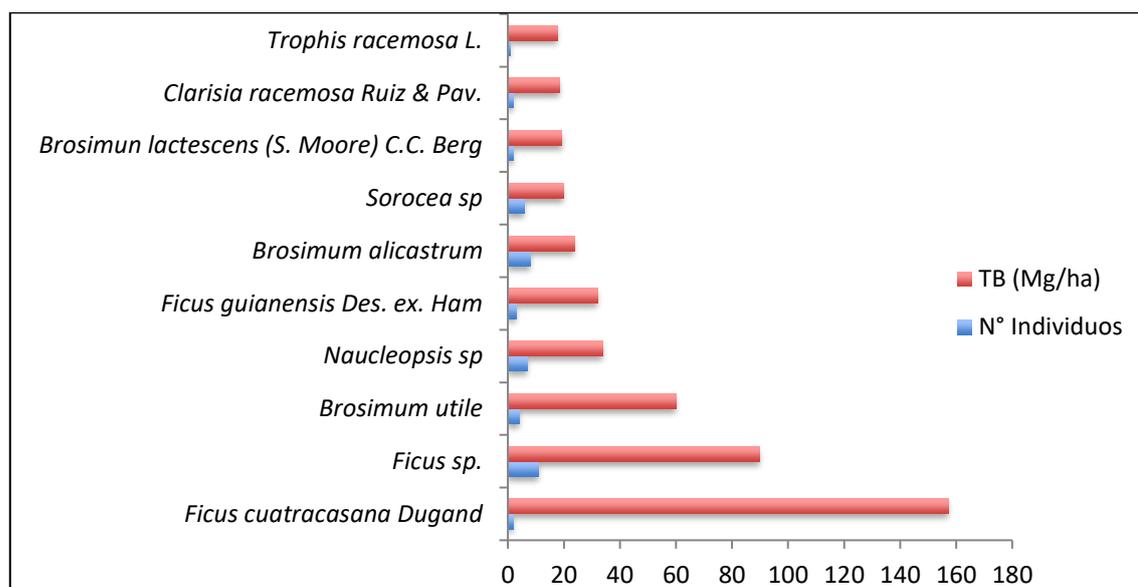


Figura 9. Especies de la familia Moraceae con mayor Biomasa Aérea por hectárea en el bosque piemontano del CIPCA.

La especie con mayor acumulación carbono en la biomasa aérea es *Ficus cuatrecasana* Dugand, la cual, pese a solo registrar 2 individuos, registro una AGB de 157,36 Mg ha<sup>-1</sup>, seguida de *Ficus* sp, con una AGB de 89,99 Mg ha<sup>-1</sup>, la especie *Brosimum utile* refleja

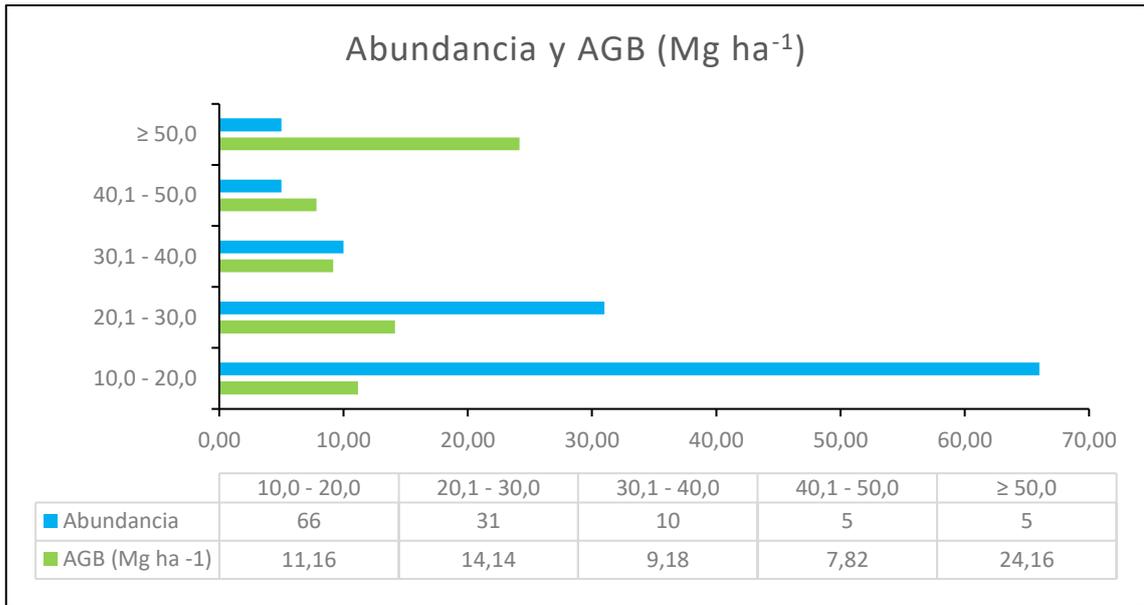
importantes valores de acumulación de carbono, reportando 59,98 Mg ha<sup>-1</sup> de AGB (Figura 8).

En base al cálculo, se determinó que las especies de la familia Moraceae reportan a lo largo de la gradiente altitudinal del bosque siempreverde pie montano acumulan un total de 652,67 Mg ha<sup>-1</sup> (Ver Anexo 4); estos datos son superiores a los obtenidos por Masuhara et al. (2015), donde determinaron que el mayor contenido de Carbono se dio en el Bosque Mesófilo de Montaña en Veracruz - México, acumulando un total de 481 Mg ha<sup>-1</sup>.

Tabla 3. Promedio de Carbono de la Biomasa aérea de las especies de la familia Moraceae en el bosque piemontano del CIPCA.

Variable	Promedio por piso altitudinal				Promedio Total
	P1 (601-700)	P2 (701-800)	P3 (801-900)	P4 (901-1000)	(601-1000)
AGB (Mg ha <sup>-1</sup> )	16,45	36,21	74,63	17,06	36,09

En un análisis comparativo con los propios datos, considerando la abundancia por clase diamétrica y el AGB, se determinó que su relación en esta ocasión sus proyecciones no son proporcionales, en vista de que no siempre los valores de Biomasa acumulada estarán en función del número de individuos por clase diamétrica (Figura 7). Tal es el caso que esta investigación reflejó la mayor concentración de AGB en los individuos con DAP iguales o mayores a 50 cm, acumulando un total de 24,16 Mg ha<sup>-1</sup>, con 5 individuos, esta misma cantidad de árboles constituyen la clase desde los 40,1 -50,0 cm de DAP, reflejando la menor acumulación de AGB con un valor de 7,82 Mg ha<sup>-1</sup>, la clase diamétrica de 10,0'-20,0 cm de DAP pese a tener la mayor cantidad de individuos solamente acumula un ABG de 11,16 (Mg ha<sup>-1</sup>)



*Figura 10.* Abundancia y Biomasa Aérea por clase diamétrica en el bosque piemontano del CIPCA.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 CONCLUSIONES

- La composición florística de la familia Moraceae considerando la gradiente altitudinal de un bosque siempreverde piemontano de la provincia de Napo, está constituida por 32 especies, distribuidas en 117 individuos que abarcan los 20 transectos establecidos entre los 601 y 1000 msnm.
- Existen un grupo considerable de 23 individuos, los cuales se registraron como NN (No identificados), debido a que no se lograron coleccionar muestras botánicas fértiles que permitan determinar su género y especie. El género *Ficus* sp se presentó como el más abundante, registrando 11 individuos equivalente al 9,40 % de abundancia relativa.
- A nivel estructural, la especie *Ficus cuatracasana* Dugand, se comportó como la más dominante, sitial que logra en base a su área basal mas no en base al número de individuos, siendo además la segunda especie con mayor índice de valor de importancia, precedida por *Ficus* sp.
- Los perfiles horizontal y vertical nos muestran la homogénea distribución de los árboles de la familia Moraceae a lo largo de la gradiente altitudinal, agrupándose en mayor cantidad en la clase diamétrica de 10,0 a 20,0 cm de DAP. Esto obedece a lo heterogéneo del bosque en cuanto a diversidad y edades de sus individuos.

- Se logró estimar el área de cobertura de las copas de todos los individuos de la familia Moraceae, abarcando aproximadamente el 16,4% con relación al área de muestreo, se seleccionó un transecto con la mayor cantidad de individuos de la familia y se proyectó con acertada aproximación la distribución de los árboles lo cual incide directamente en la captación de carbono en la biomasa aérea.
- Mediante la aplicación de una ecuación alométrica, se determinó que los 117 individuos de la familia Moraceae presentan una acumulación de AGB 65,27 Mg ha<sup>-1</sup>, valor que proyectado a acumulación de carbono por hectárea refleja un total de 652,67 Mg ha<sup>-1</sup>, estos datos que servirán de punto de partida para futuras investigaciones y proyectos encaminados a la protección y conservación de la cobertura boscosa nativo.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Con fines de conocer con mayor amplitud la diversidad florística y el potencial ecológico del bosque siempreverde piemontano del CIPCA en la provincia de Napo, se recomiendan análisis considerando el establecimiento de nuevas unidades de muestreo en otros sectores y pisos altitudinales.
- Dentro de las unidades de muestreo ya establecidas, se recomienda realizar análisis florísticos considerando los individuos con DAP menor a 10 cm, así como a nivel de la regeneración natural del bosque, esto con fines de cuantificar la dinámica y estructura en el entorno del sotobosque.

- En proyecciones de perfiles horizontales y verticales, se recomienda la aplicación de sistemas de información geográfica, ya que son herramientas que permiten con mucha accesibilidad proyectar la distribución de los individuos dentro de bosque.
- Para conocer la capacidad de almacenamiento de carbono en su sistema radicular, se sugiere se orienten futuras investigaciones con el fin de conocer el nivel de aporte de los individuos a nivel de familia y especies considerando además el rango altitudinal del bosque.
- Realizar estudios de captación de carbono a nivel de otras familias y especies con mayor valor comercial, esto con fines de enfocar esfuerzos a implementar métodos de reconocimiento por servicios ambientales que puede proveer el bosque.
- Se recomienda a las autoridades de los GAD's Municipales, implementar proyectos de reforestación en áreas urbanas con especies arbóreas nativas, con el fin de que el CO<sub>2</sub> generado por la contaminación vehicular se convierta en oxígeno a través del proceso fotosintético de los árboles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M. Vargas, J. Velázquez, A. Etchevers, J. 2002. Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. *Revista Agrociencia*, vol. 36. Colegio de Postgraduados. Texcoco – México. 13p.
- Alvarado, D. L., Saavedra. 2012. Indicador. Condición de copa. CONAFOR 18p.
- Aguirre, Z. 2017. Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador.
- Balliache, D. 2009. Marco Teórico. Guía Unidad II. 11p.
- Beltrán, A. Y. Rubio & F. Avilez. 2010. Distribución y Abundancia de las especies arbóreas de la familia Moraceae en la reserva ecológica del mineral de Nuestra Señora de la Candelaria, Cosalá, Sinaloa. Facultad de Ciencias Químicas-Biológicas. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Benjamín, José Antonio, Masera, Omar, Captura de Carbono ante el cambio climático. *Madera y Bosques* [en línea] 2001, 7 (primavera) : [Fecha de consulta: 31 de mayo de 2018] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61770102>> ISSN 1405-0471.
- Cano, A & P. Stevenson. 2009. Diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la Estación Biológica Caparú – Vaupes. *Revista Colombia Forestal* Vol. 12 pag. 63-80.
- CATIE. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Eds. Lorena Orozco, Cecilia Brumér. Turrialba – Costa Rica. 264p.

- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), 87–99. <http://doi.org/10.1007/s00442-005-0100-x>
- Cerón, C. 1993. Manual de Botánica ecuatoriana (sistemática y métodos de estudio). Quito, EC. Universidad Central del Ecuador. 191p.
- Código Orgánico del Ambiente. COA. 2017. Registro Oficial Suplemento 983 de 12 de abril de 2017.
- Constitución de la República del Ecuador. 2008. Registro Oficial N° 449. Asamblea Nacional Constituyente del 2008.
- Ecología Verde. (2018). *Portal El Bosque Tropical Amazónico*. Recuperado el 30 de Agosto de 2018, de [https://www.ecologiaverde.com/el-bosque-tropical-amazonico-106.html#anchor\\_2](https://www.ecologiaverde.com/el-bosque-tropical-amazonico-106.html#anchor_2)
- Ecuador Forestal. (26 de Julio de 2012). *Glorario de Regimen Forestal*. Recuperado el 30 de Agosto de 2018, de <http://ecuadorforestal.org/glosario-forestal/glosario-de-regimen-forestal/>
- Dauber, E. Terán, J. & Guzmán, R. Estimaciones de biomasa y carbono en bosques tropicales de Bolivia. *Revista Forestal Iberoamericana* Vol. N° 1.
- Dueñas, J. 2013. Composición Florística y Estructura de un bosque primario de colina baja, distrito Las Amazonas, provincia de Maynas – Región Loreto –Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos – Perú. p13.
- FAO. 2004. Inventario Forestal Nacional. Manual de Campo – Modelo. Departamento de Montes - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la

- Alimentación - Programa de Evaluación de los Recursos Forestales. Guatemala. 89p.
- Fonseca, W. 2017. Revisión de métodos para el monitoreo de biomasa y carbono vegetal en ecosistemas forestales tropicales. *Revista de Ciencias Ambientales. Tropical Journal of Environmental Sciences*. (Julio – diciembre, 2017. Universidad Nacional de Costa Rica.
- Font Quer, P. 1982. *Diccionario de Botánica*. Barcelona. Editorial Labor. 510p.
- Freire, A. 2004. *Botánica Sistemática Ecuatoriana*. St. Louis. p106.
- García, D. 2014. *Composición y Estructura Florística del Bosque de Neblina Montano del Sector “San Antonio de la Montaña”, Cantón Baños, Provincia de Tungurahua*. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. p8.
- García, W. 2004. *Composición Florística de una parcela permanente en la Hacienda Muchipamba, Reserva Ecológica “Los Illinizas”*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Quevedo Ecuador.
- Gentry, A. H. 1988. Changes in Plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75 (1): 1-34.
- Gentry, A. 1993 *A field guide to the families and genera of woody plants of northwets south America, (Colombia, Ecuador, Perú)*. Washington, Dc. p626.
- Ibarra, O. & Mata, L. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subpernnifolia *Anales del instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 73(2): 283-314.

- Jadán, O. B. Torres, y S. Günter. 2012. Influencia del uso de la tierra sobre almacenamiento de carbono en sistemas productivos y bosque primario en Napo, Reserva de Biosfera Sumaco, Ecuador.
- Krebs, C. J. 1999. Ecological Methodology. Addison Wesley Longman, Inc. California
- López, R. 2012. Plan de manejo integral del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica CIPCA. Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador.
- Louman, B. et al, 2001. Estructura vertical de un bosque. Disponible en URL: <http://books.google.com.ec/>.
- Lozano, P., Torres, B. & Rodríguez, X. 2013. Investigación de Ecología Vegetal en Ecuador. Muestreo y Herramientas Geográficas. Universidad Estatal Amazónica. Puyo – Ecuador. 158p.
- Manzanero, M. 2003. Documento preparado para técnicos forestales comunitarios. Modulo I cursos bases ecológicas del manejo forestal. Proyecto BIOFOR, ACOFOP, CONAP.
- Masuhara, A. Valdés, E. Pérez, J. Gutiérrez, D. Cutberto, J. Salcedo, E. Juárez, M. & Merino, A. 2015. Carbono almacenado en diferentes sistemas agroforestales de café en Huatusco, Veracruz, México. Revista Amazónica Ciencia y Tecnología. Volumen 4 N° 1. Pag. 66-93).
- McIntosh, R. I. 1967. An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. Ecology 48: 392-404.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE). (2012). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito, Ecuador.

- Moreno, E. Hernández, L. González, M. & L. Escobar. 2013. Tecnología Gestión Empresarial. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro de Gestión Administrativa. Regional Distrito Capital. Bogotá.
- Mostacedo, B., Fredericksen, T., 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestro y Análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible. Santa Cruz de la Sierra. p8.
- Neill, D.A. 2012, ¿Cuántas especies hay en Ecuador? Universidad Estatal Amazónica. Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología 1.
- Niño, V. 2011. Metodología de la Investigación. Diseño y ejecución. Ediciones de la U. Primera Edición. Bogotá Colombia. 158p.
- OIMT, 2002. Guías Técnicas para la Ordenación y el Manejo Sostenible de los Bosques Naturales. Organización Internacional de Maderas Tropicales, Ministerio del Ambiente de la República de Colombia. Asociación colombiana de Reforestadores. Proyecto de Aplicación y evaluación de criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques naturales. Pd 8/97 rev 2 (f). 182 p.
- Palacios, W. 2016. Árboles del Ecuador. Familias y Géneros. p321.
- Palacios W., Cerón C., Valencia R., y Sierra R. (1999) Las formaciones naturales de la Amazonia del Ecuador. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental, ed Sierra R. Proyecto INEFAN/GERF-BIRF y Ecociencia, Quito, pp 109-118.
- Patiño J. P. Lozano, C. Tipán, H. Navarrete, R. López, M. Asanza & B. Torres. 2015. Composición florística y estructura de un bosque siempreverde piemontano de 600 a 700 m.s.n.m. en la cuenca del río Piatúa, Napo, Ecuador.

- Paucar E. & K. Cjuno. 2015. Stock de carbono de la biomasa aérea y necromasa en un bosque de terraza alta presente en dos concesiones de reforestación en el sector Santa Rita baja, distrito de Inambari, Madre de Dios. Tesis de grado de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional Amazónico Madre de Dios. Perú. 167 p.
- Prodan, M. Peters R. Cox, F. Real, P. 1997. Mensura Forestal. IICA, BMZ/GTZ, San José-Costa Rica 561p.
- Ramos, E. 2016. Métodos y Técnicas de Investigación. Gestipolis. <http://www.gestipolis.com/metodosytecnicasdeinvestigacion>. 37p.
- Reyes. H. 2018. Estructura, diversidad y biomasa de la familia Arecaceae en un bosque siempreverde piemontano, provincia de Napo, Ecuador. Proyecto de Innovación. Maestría en Silvicultura, mención en manejo y conservación de recursos naturales. Departamento de Posgrado. Universidad Estatal Amazónica. 86p.
- Rojas, M. 2015. Tipos de investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria-ISSN 1695-7504. Volumen 16 N<sup>a</sup> 01. 14p.
- Schlegel, B. J. Gayoso & J. Guerra. 2000. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial. Manual de Procedimientos – Muestreos de Biomasa Forestal. Universidad Austral de Chile. 21p.
- Smith R & Smith T. 2007. Ecología: Comunidades. Eds. Capella, F. 4 ed. Editorial PEARSON EDUCACION S.A. Madrid, ES. 350-356 p.
- Suatunce, J. A. Véliz & D. Cunuhay. 2009. Composición Florística y Estructura del Remanente de Galería de la Corporación Agrícola San Juan, Cantón La Maná,

- Provincia de Cotopaxi, Ecuador. Revista Tecnológica ESPOL – RTE, Vol. 22, N. 1, p. 45-50.
- Torres, B. Vasseur, V, López, R. Pablo, L. García, Y. Arteaga, Y. Bravo, C. Barba, C. & A. García. 2018. Structure and above ground biomass along an elevation small-scale gradient: case study in an Evergreen Andean Amazon Forests, Ecuador. *Agroforestry System*. 2019. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-00342-8>
- Torres, B. 2018. Metodología aplicada en el Proyecto “Biodiversidad y Carbono en la Cuenca del Río Piatúa”. Universidad Estatal Amazónica.
- Torres, B.; Lozano, P.; Patiño, J.; Torres, A.; Gutiérrez, D.; 2013. Estudio de la Composición Florística y Estructural del Bosque Primario del (CIPCA) de la Universidad Estatal Amazónica y, propuesta de manejo de germoplasma de árboles semilleros de valor comercial en la Amazonía ecuatoriana” en: Torres, A. (Ed) Libro de Memorias de las primeras jornadas científicas UEA. Puyo Ecuador. Pp 37-47.
- UNNE (Universidad Nacional del Nordeste). 2010. Core Eudicotiledoneas, Clado Rosides. Biotaxonomía de Spermatófitas. Diversidad Vegetal. Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura Corrientes. Argentina. p.178.
- USC (Universidad de Santiago de Compostela). 2012. Servicio de Normalización Lingüística. Vocabulario Forestal. Pp 123.
- Vargas, M. 2002. Ecología y Biodiversidad del Ecuador. Quito Ecuador. 231p.
- Vera P. J. Hernández. 2010. Universidad de Chile. Apuntes de Dendrometría. Medición de Copas y Raíces. 6p.

## Consultas en línea

- (1) [http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=201&taxon\\_id=10583](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=201&taxon_id=10583)
- (2) [http://www.thecompositaehut.com/www\\_tch/webcurso\\_spv/familias\\_pv/moraceae.html](http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcurso_spv/familias_pv/moraceae.html)

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

Quevedo, 19 de febrero de 2018

Sr. PhD.

Roque Vivas

**DIRECTOR DE LA UNIDAD DE POSGRADO UNIVERSIDAD TÉCNICA  
ESTATAL DE QUEVEDO.**

En su despacho. –

Mediante el presente informo a usted los resultados del análisis URKUND del proyecto investigación titulado “**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA FAMILIA MORACEAE, COMO FUENTE DE CARBONO AÉREO EN LA GRADIENTE ALTITUDINAL DE UN BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DE LA AMAZONIA ECUATORIANA, AÑO 2018**”, como requisito previo a la obtención del grado académico de Magister en Manejo Forestal Sostenible, del maestrante Ing. For. Walter Oscar García Cox.

**URKUND**

### Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** WATER GARCIA URKUND.docx (D47170955)  
**Submitted:** 1/23/2019 8:18:00 PM  
**Submitted By:** btorres@uea.edu.ec  
**Significance:** 1 %

#### Sources included in the report:

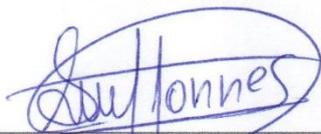
ANIBAL GOMEZ.docx (D24085634)  
TESIS VICTOR ALFREDO TORRES N.docx (D24627875)  
Hector Reyes - Urkun.docx (D44341671)  
LUIS ESTRELLA FINAL urkund.docx (D19152973)

#### Instances where selected sources appear:

16

Sin otro particular, le expreso mis agradecimientos.

Atentamente,



Ing. Bolívar Torres Navarrete M.Sc.  
**DIRECTOR**

Anexo 2

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA FAMILIA MORACEAE EN LA GRADIENTE ALTITUDINAL DEL BOSQUE SIEMPREVERDE PIE MONTANO DEL CIPCA			
Items	Especie	N° Individuos	Abundancia (%)
1	<i>Ficus</i> sp	11	9,40
2	<i>Brosimum alicastrum</i>	8	6,84
3	<i>Naucleopsis</i> sp	7	5,98
4	<i>Calliandra carbonaria</i>	6	5,13
5	<i>Sorocea</i> sp	6	5,13
6	<i>Sorocea steinbachii</i> C. C. Berg	6	5,13
7	<i>Batocarpus orinocensis</i> Karst.	5	4,27
8	<i>Chrysophyllum</i> sp	4	3,42
9	<i>Perebea</i> sp.	5	4,27
10	<i>Brosimum utile</i>	4	3,42
11	<i>Ficus guianensis</i> Des. ex. Ham	3	2,56
12	<i>Pseudolmedia rigida</i> subsp <i>eggertii</i> (Standl.) C.C. Berg	3	2,56
14	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg	2	1,71
15	<i>Brosimum</i> sp	2	1,71
16	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	2	1,71
17	<i>Ficus americana</i> Aubl.	2	1,71
18	<i>Ficus cuatracasana</i> Dugand	2	1,71
19	<i>Perebea guianensis</i> subsp <i>acanthogyne</i> (Ducke) C. C. Berg	2	1,71
20	<i>Pseudolmedia</i> sp.	2	1,71
21	<i>Calliandra</i> sp	1	0,85
22	<i>Caryodendron orinocense</i>	1	0,85
23	<i>Ficus americana</i> subsp <i>guianensis</i> (Desv. ex Ham) C.C. Berg	1	0,85
24	<i>Ficus guianensis</i> Des. ex. Ham	1	0,85
25	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.)	1	0,85
26	<i>Maquira guianensi</i> subsp <i>costaricana</i> (Standl.) C. C. Berg	1	0,85
27	<i>Olmedia</i> sp	1	0,85
28	<i>Perebea tessmannii</i> Mildbraed	1	0,85
29	<i>Poulsenia armata</i> (Miquel) Standley	1	0,85
30	<i>Sorocea hirtella</i>	1	0,85
31	<i>Sorocea muriculata</i> Miq	1	0,85
32	<i>Trophis racemosa</i> L.	1	0,85
33	N/N	23	19,66
<b>TOTAL</b>		<b>117</b>	<b>100,00</b>

### Anexo 3

Índice de Valor de Importancia de las especies de la familia Moraceae en la gradiente altitudinal del bosque siempreverde piemontano en la provincia de Napo.

Items	Especie	N° Ind	AB	Abund (%)	Dom (%)	IVI
1	<i>Ficus</i> sp	11	0,96	9,40	14,56	23,96
2	<i>Ficus cuatracasana</i> Dugand	2	1,24	1,71	18,85	20,56
3	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg	2	0,67	1,71	10,10	11,81
4	<i>Naucleopsis</i> sp	7	0,35	5,98	5,35	11,33
5	<i>Brosimum alicastrum</i>	8	0,26	6,84	3,98	10,82
6	<i>Sorocea</i> sp	6	0,20	5,13	3,10	8,22
7	<i>Sorocea steinbachii</i> C. C. Berg	6	0,16	5,13	2,43	7,56
8	<i>Batocarpus orinocensis</i> Karst.	5	0,19	4,27	2,87	7,14
9	<i>Ficus guianensis</i> Des. ex. Ham	3	0,30	2,56	4,55	7,12
10	<i>Calliandra carbonaria</i>	6	0,11	5,13	1,74	6,86
11	<i>Brosimum utile</i>	4	0,21	3,42	3,23	6,65
12	<i>Perebea</i> sp.	5	0,10	4,27	1,59	5,86
13	<i>Chrysophyllum</i> sp	4	0,15	3,42	2,29	5,70
14	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	2	0,19	1,71	2,94	4,65
15	<i>Pseudolmedia rigida</i> subsp <i>eggertii</i> (Standl.) C.C. Berg	3	0,03	2,56	0,47	3,03
16	<i>Trophis racemosa</i> L.	1	0,14	0,85	2,13	2,99
17	<i>Brosimum</i> sp	2	0,07	1,71	1,01	2,72
18	<i>Ficus americana</i> Aubl.	2	0,05	1,71	0,82	2,52
19	<i>Pseudolmedia</i> sp.	2	0,04	1,71	0,55	2,26
20	<i>Perebea guianensis</i> subsp <i>acanthogyne</i> (Ducke) C. C. Berg	2	0,04	1,71	0,54	2,25
21	<i>Sorocea hirtella</i>	1	0,06	0,85	0,93	1,79
22	<i>Perebea tessmannii</i> Mildbraed	1	0,04	0,85	0,68	1,53
23	<i>Ficus guianensis</i> Des. ex. Ham	1	0,03	0,85	0,49	1,35
24	<i>Calliandra</i> sp	1	0,03	0,85	0,43	1,29
25	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.)	1	0,02	0,85	0,37	1,22
26	<i>Poulsenia armata</i> (Miquel) Standley	1	0,02	0,85	0,31	1,17
27	<i>Maquira guianensi</i> subsp <i>costaricana</i> (Standl.) C. C. Berg	1	0,02	0,85	0,28	1,14
28	<i>Caryodendron orinocense</i>	1	0,02	0,85	0,24	1,10
29	<i>Ficus americana</i> subsp <i>guianensis</i> (Desv. ex Ham) C.C. Berg	1	0,01	0,85	0,22	1,08
30	<i>Olmedia</i> sp	1	0,01	0,85	0,21	1,07
31	<i>Sorocea muriculata</i> Miq	1	0,01	0,85	0,19	1,04
32	N/N	23	0,83	19,66	12,54	32,19
TOTAL		117	6,59	100	100	200

Anexo 4

**CARBONO AÉREO ALMACENADO POR ESPECIES DE LA FAMILIA MORACEAE EN EL BOSQUE PIEMONTANO DEL CIPCA**

#	Piso Altitud	N° Árbol	N° Trans	Nombre Científico	Dens	DAP	Alt	TB (Mg)	TB (Mg/ha)
1	601-700	15	1	<i>Sorocea hirtella</i>	0,614	28,0	6	0,62	6,20
2	601-700	16	1	<i>Sorocea muriculata</i> Miq	0,614	12,5	2,5	0,07	0,74
3	601-700	38	1	<i>Sorocea</i> sp	0,614	27,7	5	0,60	6,03
4	601-700	3	2	<i>Brosimum alicastrum</i>	0,653	20,63	13	0,30	2,97
5	601-700	5	2	<i>Brosimum alicastrum</i>	0,653	20,24	10	0,28	2,82
6	601-700	10	2	<i>Brosimum alicastrum</i>	0,653	17,83	11	0,20	2,02
7	601-700	15	2	<i>Brosimum alicastrum</i>	0,653	14,77	9	0,12	1,23
8	601-700	27	2	<i>Sorocea</i> sp	0,614	14,32	12	0,11	1,06
9	601-700	30	2	<i>Brosimum alicastrum</i>	0,653	17,03	13	0,18	1,79
10	601-700	34	2	<i>Brosimum alicastrum</i>	0,653	27,37	16	0,62	6,22
11	601-700	6	3	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	0,510	37,56	12	1,09	10,95
12	601-700	37	3	<i>Sorocea</i> sp	0,614	11,46	4	0,06	0,59
13	601-700	61	3	<i>Brosimum alicastrum</i>	0,653	19,42	3	0,25	2,53
14	601-700	1	5	<i>Brosimum alicastrum</i>	0,653	23,55	5	0,42	4,20
15	701-800	17	6	<i>Perebea</i> sp.	0,614	21,07	16	0,30	2,95
16	701-800	34	6	<i>Sorocea</i> sp	0,614	11,49	12	0,06	0,59
17	701-800	36	8	<i>Sorocea steinbachii</i> C. C. Berg	0,31	18,20	12	0,10	1,01
18	701-800	44	8	<i>Ficus</i> sp.	0,418	20,50	12	0,19	1,87
19	701-800	7	9	<i>Olmedia</i> sp	0,31	13,37	10	0,04	0,45
20	701-800	19	9	<i>Batocarpus orinocensis</i> Karst.	0,604	14,64	11	0,11	1,11
21	701-800	23	9	<i>Perebea</i> sp.	0,614	15,28	14	0,13	1,26
22	701-800	26	9	<i>Brosimum</i> sp	0,614	15,28	8	0,13	1,26
23	701-800	29	9	<i>Ficus cuatracasana</i> Dugand	0,358	15,60	15	0,08	0,78
24	701-800	32	9	<i>Poulsenia armata</i> (Miquel) Standley	0,31	16,23	18	0,07	0,75
25	701-800	36	9	<i>Ficus americana</i> Aubl.	0,31	17,51	18	0,09	0,91
26	701-800	37	9	<i>Batocarpus orinocensis</i> Karst.	0,31	17,51	21	0,09	0,91
27	701-800	45	9	<i>Ficus</i> sp.	0,418	18,78	14	0,15	1,48
28	701-800	54	9	<i>Brosimum utile</i>	0,400	20,69	14	0,18	1,83
29	701-800	81	9	<i>Brosimum utile</i>	0,400	53,79	30	2,11	21,08
30	701-800	82	9	<i>Ficus</i> sp.	0,418	64,61	29	3,44	34,42
31	701-800	83	9	<i>Ficus</i> sp.	0,418	66,84	35	3,73	37,35
32	701-800	28	10	N/N	0,265	19,10	8	0,10	0,98
33	701-800	30	10	<i>Naucleopsis</i> sp	0,614	19,40	15	0,24	2,37

34	701-800	47	10	<i>Naucleopsis sp</i>	0,614	23,40	16	0,39	3,88
35	701-800	49	10	<i>Naucleopsis sp</i>	0,614	23,80	5	0,41	4,06
36	701-800	50	10	<i>Naucleopsis sp</i>	0,614	23,80	9	0,41	4,06
37	701-800	55	10	<i>Naucleopsis sp</i>	0,614	26,00	18	0,51	5,11
38	701-800	58	10	<i>Naucleopsis sp</i>	0,614	28,70	18	0,66	6,61
39	701-800	60	10	<i>Naucleopsis sp</i>	0,614	30,50	16	0,77	7,73
40	801-900	3	11	<i>N/N</i>	0,614	33,300	24	0,97	9,69
41	801-900	4	11	<i>Pseudolmedia sp</i>	0,620	16,070	12	0,15	1,46
42	801-900	10	11	<i>Ficus guianensis</i> Des. ex. Ham	0,604	25,810	16,5	0,49	4,94
43	801-900	19	11	<i>Sorocea steinbachii</i> C. C. Berg	0,614	12,250	10	0,07	0,70
44	801-900	20	11	<i>N/N</i>	0,614	14,800	14	0,12	1,16
45	801-900	24	11	<i>Brosimun lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg	0,418	48,640	25	1,72	17,18
46	801-900	28	11	<i>N/N</i>	0,614	37,240	25	1,29	12,89
47	801-900	31	11	<i>N/N</i>	0,614	10,350	12	0,04	0,45
48	801-900	35	11	<i>Ficus sp.</i>	0,418	10,470	13	0,03	0,32
49	801-900	39	11	<i>Maquira guianensi</i> subsp <i>costaricana</i> (Standl.) C. C. Berg	0,614	15,370	11	0,13	1,28
50	801-900	46	11	<i>Ficus sp.</i>	0,614	13,690	16	0,09	0,94
51	801-900	54	11	<i>Pseudolmedia rigida</i> subsp <i>eggersii</i> (Standl.) C.C. Berg	0,620	13,530	14	0,09	0,92
52	801-900	74	11	<i>N/N</i>	0,614	41,440	28	1,69	16,90
53	801-900	7	12	<i>Sorocea steinbachii</i> C. C. Berg	0,418	10,823	8	0,03	0,34
54	801-900	11	12	<i>N/N</i>	0,614	10,823	11	0,05	0,51
55	801-900	25	12	<i>Ficus cuatracasana</i> Dugand	0,418	$\frac{124,77}{7}$	35	15,66	156,59
56	801-900	26	12	<i>N/N</i>	0,614	24,128	16	0,42	4,21
57	801-900	29	12	<i>Ficus sp.</i>	0,418	23,555	28	0,27	2,69
58	801-900	37	12	<i>Perebea guianensis</i> subsp <i>acanthogyne</i> (Ducke) C. C. Berg	0,614	17,825	14	0,19	1,90
59	801-900	46	12	<i>Ficus americana</i> Aubl.	0,418	19,417	16	0,16	1,62
60	801-900	51	12	<i>Pseudolmedia rigida</i> subsp <i>eggersii</i> (Standl.) C.C. Berg	0,614	10,345	14	0,04	0,45
61	801-900	55	12	<i>Sorocea steinbachii</i> C. C. Berg	0,614	32,468	22	0,91	9,08
62	801-900	63	12	<i>Sorocea steinbachii</i> C. C. Berg	0,418	14,642	10	0,08	0,77
63	801-900	78	12	<i>Chrysophyllum sp.</i>	0,740	23,810	16	0,49	4,90
64	801-900	32	13	<i>Ficus sp.</i>	0,418	10,50	4	0,03	0,32
65	801-900	52	13	<i>Ficus sp.</i>	0,418	24,51	16	0,30	2,99
66	801-900	55	13	<i>Batocarpus orinocensis</i> Karst.	0,614	23,17	18	0,38	3,79
67	801-900	4	14	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	0,510	32,47	23	0,75	7,54
68	801-900	18	14	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.)	0,614	17,51	13	0,18	1,81
69	801-900	24	14	<i>Sorocea sp</i>	0,614	35,33	35	1,13	11,28

70	801-900	41	14	<i>Perebea tessmannii</i> Mildbraed	0,614	23,87	15	0,41	4,09
71	801-900	48	14	<i>Brosimum utile</i>	0,400	58,89	29	2,63	26,31
72	801-900	49	14	<i>Trophis racemosa</i> L.	0,614	42,27	17	1,78	17,77
73	801-900	58	14	<i>Ficus</i> sp.	0,418	24,83	14	0,31	3,09
74	801-900	61	14	<i>Sorocea</i> sp	0,614	10,60	7	0,05	0,48
75	801-900	63	14	<i>Batocarpus orinocensis</i> Karst.	0,604	30,72	9	0,77	7,75
76	801-900	20	15	<i>Brosimum utile</i>	0,400	41,06	24	1,08	10,76
77	801-900	54	15	<i>Ficus guianensis</i> Des. ex. Ham	0,614	47,11	26	2,33	23,31
78	901-1000	27	16	<i>Calliandra carbonaria</i>	0,614	21,17	17	0,30	2,99
79	901-1000	32	16	<i>Calliandra carbonaria</i>	0,614	13,37	15	0,09	0,89
80	901-1000	34	16	<i>Calliandra carbonaria</i>	0,614	13,24	13	0,09	0,86
81	901-1000	4	17	<i>Ficus</i> sp.	0,614	24,83	7,5	0,45	4,53
82	901-1000	7	17	<i>Perebea</i> sp.	0,614	17,51	13	0,18	1,81
83	901-1000	39	17	<i>Ficus piresiana</i> Vázq.Avila & C.C.Berg	0,614	20,37	15	0,27	2,70
84	901-1000	42	17	N/N	0,614	25,78	15	0,50	5,00
85	901-1000	12	18	<i>Batocarpus orinocensis</i> Karst.	0,604	20,05	12	0,25	2,55
86	901-1000	24	18	<i>Brosimum</i> sp	0,653	24,83	14	0,48	4,82
87	901-1000	39	18	<i>Sorocea steinbachii</i> C. C. Berg	0,418	13,11	12	0,06	0,57
88	901-1000	48	18	<i>Ficus guianensis</i> Des. ex. Ham	0,31	30,56	10	0,39	3,92
89	901-1000	61	18	<i>Calliandra carbonaria</i>	0,614	14,39	10	0,11	1,08
90	901-1000	64	18	<i>Calliandra carbonaria</i>	0,614	12,41	9	0,07	0,73
91	901-1000	41	19	N/N	0,614	11,46	12	0,06	0,59
92	901-1000	45	19	N/N	0,614	15,28	14	0,13	1,26
93	901-1000	49	19	N/N	0,614	37,88	16	1,35	13,46
94	901-1000	51	19	<i>Pseudolmedia</i> sp	0,620	14,32	11	0,11	1,08
95	901-1000	53	19	N/N	0,614	11,78	14	0,06	0,63
96	901-1000	61	19	N/N	0,614	13,69	17	0,09	0,94
97	901-1000	72	19	N/N	0,614	16,23	14	0,15	1,48
98	901-1000	74	19	<i>Perebea</i> sp.	0,614	12,41	13	0,07	0,73
99	901-1000	77	19	N/N	0,614	11,20	7	0,06	0,55
100	901-1000	79	19	<i>Perebea</i> sp.	0,614	14,01	11	0,10	1,00
101	901-1000	80	19	<i>Chrysophyllum</i> sp.	0,740	29,60	14	0,86	8,63
102	901-1000	85	19	N/N	0,614	11,46	12	0,06	0,59
103	901-1000	5	20	<i>Calliandra carbonaria</i>	0,614	17,13	12	0,17	1,71
104	901-1000	14	20	<i>Perebea guianensis</i> subsp <i>acanthogyne</i> (Ducke) C. C. Berg	0,614	11,78	13	0,06	0,63
105	901-1000	15	20	<i>Caryodendron orinocense</i>	0,614	14,32	14	0,11	1,06
106	901-1000	22	20	<i>Pseudolmedia rigida</i> subsp <i>eggersii</i> (Standl.) C.C. Berg	0,614	10,01	10	0,04	0,41
107	901-1000	24	20	<i>Chrysophyllum</i> sp.	0,740	17,13	17	0,21	2,06

108	901-1000	25	20	<i>N/N</i>	0,614	10,12	11	0,04	0,42
109	901-1000	27	20	<i>N/N</i>	0,614	21,65	15	0,32	3,17
110	901-1000	31	20	<i>Chrysophyllum sp.</i>	0,740	13,43	8	0,11	1,08
111	901-1000	39	20	<i>N/N</i>	0,614	14,32	6	0,11	1,06
112	901-1000	43	20	<i>Calliandra sp.</i>	0,614	19,10	13	0,23	2,28
113	901-1000	44	20	<i>N/N</i>	0,614	14,01	11	0,10	1,00
114	901-1000	46	20	<i>N/N</i>	0,614	13,18	10	0,09	0,85
115	901-1000	51	20	<i>N/N</i>	0,614	21,33	16	0,30	3,05
116	901-1000	58	20	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg	0,627	18,46	12	0,21	2,13
117	901-1000	70	20	<i>Ficus americana</i> subsp <i>guianensis</i> (Desv. ex Ham) C.C. Berg	0,614	13,69	10	0,09	0,94
<b>TOTAL</b>								<b>65,27</b>	<b>652,67</b>

## Anexo 5

### Fotografías



Placa de identificación de los árboles



Toma de datos de DAP



Registro de datos en ficha de campo



Ito de marcación de inicio de transecto



Medición de la proyección radio de copa de los árboles



Identificación de árbol caído.