

# **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**

## **DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**



### **CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL**

**Denominación del Título a obtener:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**Título del Proyecto de Investigación:**

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL BOSQUE SIEMPREVERDE  
PIEMONTANO COMO BASES ECOLÓGICAS PARA LA RESTAURACIÓN DE LA  
ZONA ALTA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PUYO**

**Jhenifer Dayana Manzano Miranda**

**Ruben Alfredo Valdez Silva**

**Autores**

**Ph.D. Yudel García Quintana**

**Director del Proyecto**

**PUYO-ECUADOR**

**2018**

## **AGREDECIMIENTOS**

Queremos expresar nuestro agradecimiento profundo a todas las personas que hicieron posible la culminación de esta investigación:

A Dios, por darnos las fuerzas y sabiduría suficiente para salir adelante, a nuestros padres que siempre nos han apoyado en todas las decisiones, brindándonos de su confianza y compartiéndonos sus sabios consejos, que nos permitió cumplir con esta meta.

A la Universidad Estatal Amazónica, Carrera de Ingeniería Ambiental, de manera particular a los docentes que impartieron en nosotros sus conocimientos, mismos que han contribuido a la formación académica de esta honorable profesión.

De manera muy particular a nuestro tutor Dr. Yudel García Quintana Ph.D, profesional en todo sentido de la palabra, quien sin importar ocupación laboral, actividades personales, tiempo de descanso nos brindó prioridad absoluta en cada una de las etapas de nuestro proyecto de investigación de todo corazón muchas gracias.

***Jhenifer y Ruben***

## **DEDICATORIA**

A Dios por inspirarme en todo momento dándome claridad de pensamiento, fe y esperanza. A mis familiares, especialmente a mi madre Claudia Miranda y a mi abuelita Fabiola Manzano por guiarme en el sendero de la vida, apoyarme, aconsejarme y darme ánimo para no decaer, por ser mis alas que me permitieron volar al éxito. A mi esposo, por apoyarme incondicionalmente, ser ejemplo a seguir, siendo un hombre con valores únicos, por su amor, comprensión, paciencia, pero sobre todo por los ánimos para seguir adelante y cumplir con las metas de nuestra vida.

*Jhenifer Manzano*

Al Culminar una etapa más en mi vida profesional quiero dedicar este triunfo a cada uno de mis familiares, especialmente a mi padre Francisco Adalberto Valdez Mera y a mi madre Ana Del Carmen Silva Zambrano. A ustedes que fueron testigos del camino andado para llegar hasta aquí. Ustedes que jamás me dieron la espalda, más bien siempre tuvieron las mejores palabras para motivarme cuando creí estar derrotado, sin ustedes este logro no hubiese sido posible. Porque sé que mi sueño era el suyo también, y su amor el estímulo que me ayudó a lograrlo. El logro hoy alcanzado es también de ustedes.

*Ruben Valdez*

## Resumen

Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la estructura y composición florística de un bosque siempreverde piemontano de la zona alta de la microcuenca del río Puyo. Se establecieron cinco transectos permanentes de 0,1 ha (10 x 100 m), registrando las especies con  $d_{1.30} \geq 10$  cm. Se determinó la estructura vertical mediante estratificación y posición sociológica y la estructura horizontal a partir del índice de valor de importancia ecológica, cociente de mezcla y patrón de distribución de la vegetación. Además, se realizó un análisis de componentes principales a través del programa CANOCO ver.5.0. Se registraron 322 individuos, 65 especies y 30 familias botánicas. Las familias con mayor riqueza de especies resultaron: Fabaceae (14), Euphorbiaceae (10), Lauraceae (8) y Urticaceae (8) que representaron el 40,8% del total de especies y con mayor número de individuos Arecaceae (101), Euphorbiaceae (58), y Melastomataceae (33), que representaron el 59,7% del total. La distribución de individuos por clases diamétricas reflejó mayor concentración en las clases inferiores, indicador de un bosque natural heterogéneo. La posición sociológica indicó el predominio de un patrón de distribución vertical no continuo (78%) que las hace vulnerable a cambios ambientales. El cociente de mezcla, por clases diamétricas, resultó con una proporción superior para la clase inferior como indicador de una mayor heterogeneidad. Las especies *Wettinia maynensis*, *Alchornea glandulosa* y *Miconia splendens* resultaron claves de este ecosistema, con mayor índice de importancia ecológica. Los transectos T4 y T5 presentaron mayor índice de riqueza, reflejando las áreas de mejor estado de conservación. El análisis de componentes principales demostró una alta correlación entre los transectos y la abundancia de especies, lo cual aporta, desde una perspectiva ambiental, las bases ecológicas para la restauración del bosque siempreverde piemontano.

**Palabras clave:** Bosque siempreverde piemontano, composición florística, estructura, microcuenca, índice de riqueza.

## **Abstract**

This work was carried out with the objective of evaluate the structure and floristic composition of an evergreen foothills forest of the upper area of the Puyo river basin. Five permanent transects of 0.1 ha (10 x 100 m) were established, registering the species with  $d_{1.30} \geq 10$  cm. The vertical structure was determined by stratification and sociological position and the horizontal structure, from the value index of ecological importance, mixing ratio and vegetation distribution pattern. In addition, an analysis of the main components was carried out through the CANOCO program ver.5.0. There were 322 individuals, 65 species and 30 botanical families. The families with the highest species richness were: Fabaceae (14), Euphorbiaceae (10), Lauraceae (8) and Urticaceae (8), which represented 40.8% of the total number of species and with the largest number of Areaceae individuals (101). Euphorbiaceae (58), and Melastomataceae (33), which accounted for 59.7% of the total. The distribution of individuals by diametric classes reflected greater concentration in the lower classes, an indicator of a heterogeneous natural forest. The sociological position indicated the predominance of a non-continuous vertical distribution pattern (78%), which makes them vulnerable to environmental changes. The mixing ratio, by diametric classes, resulted in a higher proportion for the lower class as an indicator of greater heterogeneity. The species *Wettinia maynensis*, *Alchornea glandulosa* and *Miconia splendens* were key to this ecosystem, with a higher index of ecological importance. Transects T4 and T5 presented a higher wealth index, reflecting the areas of better conservation status. The analysis of main components showed a high correlation between the transects and the abundance of species, which provides, from an environmental perspective, the ecological bases for the restoration of the piedmont evergreen forest.

**Keywords:** Evergreen piedmont forest, floristic composition, structure, micro basin, wealth index.

# ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Problema .....	2
1.2. Objetivo general .....	2
1.3. Objetivos específicos .....	2
<b>CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	2
2.1. Ecosistemas de bosque y su ambiente .....	3
2.1.1. Generalidades de los bosques naturales y las cuencas amazónicas .....	3
2.2. Características ambientales de los bosques húmedos tropicales con énfasis en la Amazonía .....	4
2.3. Servicios ecosistémicos del bosque húmedo tropical .....	6
2.4. Amenazas a la biodiversidad en el contexto amazónico .....	7
2.5. La restauración ecológica como una alternativa para la recuperación de los bosques ribereños .....	8
2.6. Estructura y composición florística como bases para la restauración ecológica .....	9
2.6.1. La composición florística y su relación con factores ambientales .....	9
2.6.2. Estructura de los bosques desde una perspectiva ambiental .....	11
2.6.3. Parámetros de la estructura vertical .....	13
2.6.4. Parámetros de estructura horizontal .....	14
2.6.4.1. Calidad del fuste .....	14
2.6.4.2. Índice de valor de importancia .....	15
2.6.4.3. Cociente de mezcla .....	15
2.6.4.4. Riqueza .....	15
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	16
3.1. Localización .....	16
3.2. Tipo de investigación .....	17
3.3. Métodos de investigación .....	18
3.3.1. Descripción de los métodos de investigación .....	18

3.3.2. Metodología para el estudio de composición florística y estructura del bosque siempreverde piemontano.....	19
3.3.2.1. Composición florística.....	19
3.3.2.2. Posición sociológica .....	20
3.3.2.3. Estratificación vertical.....	20
3.3.2.4. Estructura horizontal.....	21
3.3.2.4.1. Coeficiente de mezcla (CM).....	21
3.3.2.4.2. Patrón de distribución de la vegetación.....	21
3.3.2.4.3. Índice de valor de importancia ecológica .....	21
3.3.2.4.4. Riqueza florística.....	22
3.3.2.5. Análisis de componentes principales.....	24
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>25</b>
4.1. Composición florística del bosque siempreverde piemontano de la zona alta de la microcuenca del río Puyo .....	25
4.2. Posición sociológica de las especies.....	27
4.3. Estratificación vertical.....	28
4.4. Distribución por clases diamétricas.....	31
4.5. Cociente de mezcla.....	34
4.6. Patrón espacial de la vegetación.....	34
4.7. Índice de valor de importancia ecológica a nivel de especie.....	35
4.8. Riqueza de especies .....	36
4.9. Análisis de componentes principales.....	37
<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>41</b>
5.1. Conclusiones.....	41
5.2. Recomendaciones .....	42
<b>CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>43</b>
<b>CAPITULO VII. ANEXOS .....</b>	<b>53</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas y altitud de cada transecto .....	17
Tabla 2. Representación de especies características en base a la frecuencia y abundancia por estratos del bosque siempreverde piemontano .....	30
Tabla 3. Cociente de mezcla para cada una de las clases diamétricas del bosque siempreverde piemontano.....	34
Tabla 4. Índice de riqueza de especies para los transectos del bosque siempreverde piemontano de la zona alta microcuenca río Puyo. ....	37
Tabla 5. Varianza explicada del análisis de componentes principales según la abundancia de especies. ....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.....	16
Figura 2. Modelo de transectos para el estudio florístico.....	19
Figura 3. Representación del número de especies e individuos por familias botánicas. 26	
Figura 4. Dendrograma jerárquico según las medidas de Bray-Curtis.....	27
Figura 5. Porcentaje de especies presentes en los estratos .....	28
Figura 6. Número de individuos por clases de altura. ....	29
Figura 7. Diagrama de dispersión que muestra la relación de .....	31
Figura 8. Distribución de clases diamétricas del componente arbóreo por transectos ...	33
Figura 9. Porcentaje del patrón de distribución espacial. ....	35
Figura 10. Índice de valor de importancia ecológica.....	36
Figura 11. Ordenación espacial de los transectos y la abundancia.....	38
Figura 12. Distribución del número de especies por transectos. ....	40



## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales de la Amazonía constituyen los ecosistemas terrestres con mayor riqueza a nivel mundial albergando alrededor de 40.000 a 53.000 especies arbóreas, forman parte del capital natural que sirve para la subsistencia de comunidades locales, lo cual está asociado a su extensión geográfica, complejidad ecológica, biodiversidad y alto nivel de endemismo. Uno de los problemas trascendentales que se presentan es la pérdida progresiva de los recursos naturales y la diversidad florística, como consecuencia de la tala selectiva de determinadas especies arbóreas de alto valor comercial ya que es una de las principales reservas naturales de madera del mundo, de ahí que la continua degradación de los recursos naturales constituye una preocupación (Espinoza y Calet, 2012).

Ecuador, por su situación geográfica, es reconocido como uno de los países con mayor biodiversidad, sin embargo, posee altas tasas de deforestación, siendo una de las actividades que conlleva a la eliminación y fragmentación de los ecosistemas naturales (Santos y Tellería, 2006). En este contexto, son insuficientes los esfuerzos a favor de la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, ya que esta variable está delimitada por actividades de carácter productivo y económico de las poblaciones que se asientan en los alrededores de los ecosistemas (Sierra, 2013). La propia dinámica de globalización ha provocado una creciente amenaza para la biodiversidad y las poblaciones amazónicas, expresado principalmente por la deforestación, cambios de uso del suelo, prácticas inadecuadas de ganadería, y la expansión de la frontera agrícola (Pacheco *et al.*, 2011; Wunder, 2001).

Los bosques siempreverdes piemontano, de la microcuenca del río Puyo, caracterizados por sus múltiples beneficios sociales, ambientales y económicos, constituyen parte del sustento económico de las poblaciones indígenas de la zona, provocando cambios y alteraciones en la dinámica del bosque, por lo que no se encuentran exento a los problemas ambientales, donde se evidenció la alteración y fragmentación del ecosistema, así como deslizamientos y cambios de uso de suelo, como factores que inciden en la calidad de los servicios ambientales. Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto de Restauración forestal de la microcuenca del río Puyo mediante técnicas de nucleación como contribución a los servicios ecosistémicos, financiado por la Universidad Estatal Amazónica, The Nature Conservancy (TNC) y el Gobierno Autónomo Descentralizado de Pastaza (GAD). De ahí que los estudios de estructura y composición proporcionan información clave sobre la evaluación del estado de conservación de la vegetación, y resultan el primer paso en un

programa de restauración ecológica, de forma tal que permita conocer las existencias y aportes funcionales al ecosistema. El conocimiento de esta herramienta aporta bases ecológicas, científicamente fundamentadas, que ayudarán en la toma de decisiones para mejorar los servicios ecosistémicos como la conectividad de paisajes fragmentados, la regulación de ciclos hídricos, conservación de la biodiversidad y el secuestro de carbono, de forma tal que permitan establecer o identificar soluciones a estos problemas desde una perspectiva ambiental.

### **1.1. PROBLEMA**

¿Cómo se relaciona la estructura y composición florística con la calidad ecológica del bosque siempreverde piemontano de la zona alta de la microcuenca del río Puyo?

### **1.2. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la estructura y composición florística del bosque siempreverde piemontano como bases ecológicas para la restauración de la zona alta de la microcuenca del río Puyo.

### **1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar la composición florística y posición sociológica de las especies que representan el bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo.
- Caracterizar los patrones de estructura y las especies de mayor importancia ecológica como indicador de calidad del bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo.
- Determinar la riqueza florística en áreas del bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo.

## **CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1. Ecosistemas de bosque y su ambiente**

#### **2.1.1. Generalidades de los bosques naturales y las cuencas amazónicas**

Los bosques naturales son considerados como ecosistemas de importancia ambiental y ecológica, ya que permite formular planes de manejo a partir del conocimiento de la dinámica que existe dentro de ese ecosistema y ayuda a determinar cómo se encuentra la composición y estructura (Alvis, 2009). Actualmente la conservación y el manejo de los bosques naturales es una prioridad mundial, en especial la de los trópicos húmedos (BHT). Las razones de esta preocupación radican en la enorme riqueza florística que engloban y en la deforestación que atenta su permanencia (Palacios, 1993).

Los bosques nativos de la Amazonía son declarados como los ecosistemas terrestres con la mayor riqueza de especies arbóreas a nivel mundial, con múltiples beneficios directos e indirectos como fuente de recursos maderables y no maderables (Colin, 2015). En el Ecuador los bosques nativos forman parte de los más ricos y diversos del mundo, los bosques húmedos tropicales son los más extensos del Ecuador con un total de 73,909 km<sup>2</sup> (29.8% del territorio continental ecuatoriano), ya que tienen características diferentes respecto a su composición florística y riqueza de madera, es por esto que son necesario criterios rigurosos de manejo para mantener al máximo sus características (Palacios y Jaramillo, 2004).

Un bosque primario es aquel que solo ha sido alterado de forma temporal por factores antropogénicos, donde la riqueza de especies es demasiado alta y la abundancia de la mayoría es baja (Lamprecht, 1990). Para que un territorio forestal pueda ser considerado como primario debe ser lo suficientemente extenso como para garantizar la supervivencia de poblaciones viables de todos los seres vivos, incluidas especies migratorias, sin verse afectados por la acción humana. Sin embargo, los bosques primarios, tienden a ser biológicamente más variados que otros paisajes terrestres y realizan ayudas significativas al funcionamiento más amplio del ecosistema. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estima que en el 2010 los bosques primarios representaban el 36% del área total de bosques. Siete de las diez naciones con las áreas más grandes de bosques primarios están ubicados, o sustancialmente ubicados, en los Trópicos. Cerca del 78% de bosques primarios han sido destruidos y el 22% restante están amenazados por la extracción de madera, la conversión a otros usos como la agricultura y ganadería, minería, grandes embalses, carreteras, pistas forestales, el crecimiento demográfico y el cambio climático (Chamorro y Obando, 2015). La pérdida de bosques

primarios en el mundo tiene el potencial de afectar la biodiversidad. Estos riesgos son significativamente mayores en los trópicos debido a su mayor riqueza de especies. La biodiversidad de muchos bosques lluviosos está escasamente documentada, y se estima globalmente que solo se ha descrito el 14% de las especies terrestres existentes (Mora *et al.*, 2013).

Muller (2002), señala que un bosque secundario es aquella vegetación boscosa que ha vuelto a crecer en tierra que fuera desmontada de la vegetación forestal original, que tiene menos del 10% de la cubierta forestal original. Generalmente los bosques secundarios se desarrollan de forma natural mediante la sucesión secundaria en tierras abandonadas después del cultivo migratorio, el asentamiento de la agricultura, los pastizales o después del fracaso de las plantaciones de árboles. El bosque secundario se caracteriza generalmente por tener una estructura de dosel menos desarrollada, árboles más pequeños y una menor diversidad. Según Rubio (1991), la importancia de los bosques secundarios radica en la facilidad para manejarlos y el valor creciente de las especies secundarias por las condiciones de temperatura y precipitación, parámetros que determinan que la sucesión avance rápidamente.

La cuenca amazónica ecuatoriana está constituida por la vertiente Oriental de los Andes y hacia el este por la Planicie amazónica cubierta de selva húmeda, presenta una gran variabilidad en los regímenes climáticos e hidrológicos, con un área de 135 600 km<sup>2</sup>, y corresponde a la mitad oriental de la superficie del Ecuador. Las tres grandes cuencas hidrográficas orientales son en orden decreciente: Napo (31 400 km<sup>2</sup>), Santiago (26 300 km<sup>2</sup>) y Pastaza (21 100 km<sup>2</sup>) (Armijos, 2002). Sin embargo, conservan características importantes como poseer la mayor fuente de vapor de agua en el mundo (Figuroa y Nobre, 1990). Su importancia resulta en satisfacer casi todas las necesidades de abastecimiento de los pueblos amazónicos como bebida, cocina, baño y la eliminación de desechos (Lavado *et al.*, 2011).

## **2.2. Características ambientales de los bosques húmedos tropicales con énfasis en la Amazonía**

Los bosques, en particular los tropicales ocupan un lugar destacado en los esfuerzos encaminados a la conservación de la diversidad biológica. Se ha estimado que la mitad de la biodiversidad del mundo está contenida en los bosques y que probablemente más de las cuartas quintas partes de muchos grupos de plantas y animales se encuentren en los bosques tropicales (Toledo, 2004).

Según la Ley Forestal y de Conservación de Áreas naturales y Vida Silvestre, Título I de los Recursos Forestales, Capítulo I del Patrimonio Forestal del estado, Art 1.- define a los bosques tropicales como todas las tierras que se encuentren en estado natural y que por su valor científico y por su influencia en el medio ambiente, para efectos de conservación del ecosistema y especies de flora y fauna, deban mantenerse en estado silvestre. En el Capítulo III De los Bosques y Vegetación Protectores, Art. 6.- se consideran bosques y vegetación protectores aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, que cumplan con uno o más de los siguientes requisitos:

- a) Tener como función principal la conservación del suelo y la vida silvestre.
- b) Estar situados en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas de escasa precipitación pluvial.
- c) Ocupar cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes, corrientes o depósitos de agua.
- d) Constituir cortinas rompevientos o de protección del equilibrio del medio ambiente.
- e) Hallarse en áreas de investigación hidrológico forestal.
- f) Estar localizados en zonas estratégicas para la defensa nacional.
- g) Constituir factor de defensa de los recursos naturales y de obras de infraestructura de interés público.

Según el Ministerio del Ambiente (MAE, 2012) existen 25 ecosistemas dentro del bosque húmedo tropical. “La mayor superficie continua de bosques húmedos tropicales en el Ecuador se encuentra localizada en la Región Amazónica (Oriente) y una menor superficie en el Noroccidente.

Los bosques húmedos tropicales siempreverdes de tierras bajas (menor de 800 msnm), cubren aún unos cuatro millones de kilómetros cuadrados a nivel mundial, tienen una estructura muy heterogénea en la cual se puede encontrar de 60 a 80 especies con un DAP mayor a 10 cm (Lamprecht, 1990). Sin embargo, en el bosque húmedo piemontano la vegetación presenta mayor densidad de árboles, menor número de especies y mayor homogeneidad florística, es decir, va cambiando de componentes vegetales dominantes y presentando su mayor riqueza en arbustos, epífitas y hierbas (Lamprecht, 1990).

En el Ecuador actualmente, ha aumentado la presión hacia las áreas protegidas y bosques protectores y muchas veces dirigida por diferentes grupos sociales de interés (Bertzky *et al.*, 2011). En este sentido, los bosques húmedos tropicales resultan de gran importancia

por su distribución irregular a través del paisaje y con delimitación en aspectos florísticos, fisionómicos, funcionales o dinámicos (Lamprecht, 1990).

Los bosques de la Amazonia alta son los más ricos en especies arbóreas del mundo, debido a características como el relieve, clima y factores edáficos que al interactuar con los organismos bióticos crean diferentes hábitats (Palacios *et al.*, 2016).

Los bosques húmedos tropicales amazónicos se encuentran donde los niveles de precipitación, temperatura, humedad y luz permanecen firmes durante todo el año. La lluvia está distribuida uniformemente y la precipitación anual excede la cantidad de agua perdida a través de la evaporación y la transpiración de las plantas; generalmente sobrepasan los 2000 mm anuales. La temperatura media anual está cercana a 27°C (siempre superan los 18°C). La humedad atmosférica supera el 90% todo el año. El bosque húmedo tropical posee una abundancia y diversidad de formas de vida, debido a la capacidad de reciclaje de los nutrientes. Además, son muy frágiles porque se desarrollan en suelos poco fértiles, no profundos y muy ricos en aluminio y hierro que son elementos químicos muy limitantes para las plantas (Samaniego, 2015). En lo que se refiere a las propiedades físicas y químicas del suelo, son ácidos con un pH que oscila de 4,5-6,0, el contenido de materia orgánica varía de 4-7%, además estos suelos son de textura arcillosa a franco arcillosa, con densidad aparente para el horizonte superficial de 0,7-1 g/cc (Jiménez *et al.*, 2016). A su vez son altamente heterogéneos y diversos, con un dosel que alcanza los 30 m de altura y árboles emergentes que superan los 40 m o más de altura (Caranqui, 2015).

### **2.3. Servicios ecosistémicos del bosque húmedo tropical**

Los servicios ecosistémicos son los beneficios que las sociedades obtienen de los ecosistemas que permite hacer más explícita la relación y dependencia del bienestar humano y el mantenimiento del adecuado funcionamiento de los ecosistemas. Los bosques tropicales del mundo, debido a su amplia distribución, elevada diversidad y contribución a funciones clave del planeta como la regulación climática e hidrológica proveen una serie de servicios ecosistémicos críticos (Balvanera, 2013).

Los bosques proporcionan al medioambiente y a la humanidad múltiples servicios ecosistémicos, mediante el aprovisionamiento de alimentos, madera, etc y la regulación de nutrientes, ciclos del agua y del carbono. Además, los bosques manejados prestan servicios para el equilibrio del clima regional y global, especialmente para el mantenimiento del ciclo hidrológico y retención de carbono. Estos sistemas complejos son la fuente de los servicios ecosistémicos (MINAM, 2014).

La necesidad de ampliar y hacer sostenible la provisión de servicios ambientales ha dado lugar, en diversos países, a la búsqueda e implementación de esquemas novedosos de conservación y gestión, los cuales apuntan a integrar simultáneamente objetivos económicos, productivos, ambientales y sociales (Pacheco *et al.*, 2013).

La valoración económica de los ecosistemas es una herramienta que permite reconocer, cuantificar e internalizar los beneficios actuales y potenciales de los servicios que proveen los ecosistemas, como consecuencia de los cambios en su cantidad o calidad, a través de la estimación del bienestar que éstos producen en la sociedad, y expresarlos en unidades monetarias (MINAM, 2014).

La amazonia ecuatoriana es reconocida a nivel mundial por su extraordinaria megadiversidad y la multiplicidad de bienes y servicios del bosque (Sánchez *et al.*, 2017).

#### **2.4. Amenazas a la biodiversidad en el contexto amazónico**

Hoy en día se reconoce ampliamente la importancia de los bosques tropicales como fuente de productos forestales y de servicios ambientales y recreacionales, frente a las altas tasas de deforestación en los trópicos (FAO, 1995), donde la reforestación de tierras agrícolas y pastizales abandonados ha constituido una de las estrategias clave para restaurar algunos de los servicios económicos y ecológicos de los bosques primarios.

La destrucción del hábitat mediante la deforestación u otros efectos que alteran la biodiversidad podrían no solamente afectar la diversidad de especies, sino también el funcionamiento de los sistemas ecológicos y procesos regulativos más extensos (Duffy, 2014). Uno de los problemas ambientales que ha causado mayor interés mundial es la pérdida de la biodiversidad como consecuencia de las actividades humanas, ya sea de manera directa (sobreexplotación) o indirecta (alteración de hábitat) (Moreno, 2001).

Ecuador es rico en ecosistemas boscosos, con aproximadamente 11,5 millones de hectáreas, que representan el 42% del área total del país, de los cuales el 80% se encuentran en la Región Amazónica, el 13% en el litoral y el 7% en la serranía (Neill, 2012). La conservación de la Amazonía es importante frente a los problemas como la deforestación y conversión de uso de suelos. Así, en contraposición a la alta riqueza de especies existentes se registran altas tasas de deforestación (Tapia *et al.*, 2015), siendo uno de los más altos a nivel de toda América Latina (FAO, 2013), con pérdida de vegetación natural superiores a 1500 ha al año (Jadán *et al.*, 2016). Entre las causas se destacan la ampliación de la frontera agrícola con fines ganaderos y agricultura de subsistencia. Es importante resaltar que la deforestación fue y es en la actualidad uno de los problemas más importantes que amenazan la conservación del patrimonio natural de

Ecuador, comprometiendo así la biodiversidad, los recursos hídricos, el suelo y potenciando la vulnerabilidad en el país a deslizamientos e inundaciones que pueden generar importantes pérdidas económicas y sociales (Samaniego *et al.*, 2015).

## **2.5. La restauración ecológica como una alternativa para la recuperación de los bosques ribereños**

Los bosques de galería o ribereños se presentan como comunidades exuberantes en relación con su entorno. Se despliegan en los márgenes de los cauces de ríos, arroyos y canales, formando una estrecha franja que funciona en muchas ocasiones como corredores de fauna al comunicar comunidades vegetales aisladas (Montilla y Pacheco, 2014). Los bosques de ribera constituyen una comunidad muy variada desde el punto de vista de su fisionomía y estructura, de modo que esta heterogeneidad estructural y funcional, sumada a la poca superficie ocupada, y a la importancia ecológica que representan, son elementos clave para la conservación de la diversidad biológica (Ruiz, 2004).

Algunos estudios han demostrado los altos niveles de degradación y transformación que los ecosistemas de bosques ribereños han sufrido y los impactos que esto puede tener no solo a nivel ecológico, sino también sobre el bienestar de las poblaciones locales asociadas a ellos (Meli *et al.*, 2015).

Una de las alternativas para la recuperación de las funciones y atribuciones de los bosques de ribera es la restauración ecológica. Cabrera y Ramírez (2014), plantean que la restauración ecológica es uno de los mecanismos que permite un acercamiento a mejorar la calidad de vida, mediante las acciones directas en la dinámica de los ecosistemas. Además, es reconocida globalmente como una herramienta importante en los esfuerzos de conservación de la biodiversidad para revertir la degradación ambiental y para moderar el cambio climático (Murcia y Guariguata, 2014).

Sin embargo, en los últimos años la restauración ha resultado como una alternativa para promover un nuevo paradigma de un desarrollo socioeconómico mejor integrado con la naturaleza (Echeverría *et al.*, 2015) que aporta a la conservación de la biodiversidad y al mismo tiempo mejora el bienestar social (Mc Donald *et al.*, 2016). Desde esta perspectiva, abordar la restauración únicamente desde sus aspectos ecológicos resultaría incompleto. Una estrategia de restauración debe integrar información sobre aspectos ecológicos, sociales y legales (Budiharta *et al.*, 2016).

Una de las necesidades principales en las áreas deforestadas es el restablecimiento de la cobertura arbórea, que tendrá funciones múltiples como disminuir la erosión y favorecer



la retención de sedimentos, recuperar condiciones ambientales más favorables para el restablecimiento de las especies características de estos bosques o la atracción de dispersores de semillas (Meli *et al.*, 2013). Por lo cual, es posible desarrollar estudios relacionados con la vegetación ribereña, pues son muy apropiados para analizar la vulnerabilidad de la cobertura vegetal en los ecosistemas terrestres, pudiendo detectar problemas específicos para proyectar eventos futuros con la posibilidad de implementar estrategias de mitigación y con el potencial para desarrollar alertas tempranas (Jacques *et al.* 2014).

La restauración de los bosques ribereños debería enfocarse tanto a escala local como del paisaje y, de esta forma, podría enmarcarse en un contexto de manejo de cuencas, con criterios que permitan definir aquellas áreas donde la relación beneficio-costos de la restauración sea óptima (Meli *et al.*, 2015).

Según la Ley Orgánica De Recursos Hídricos, Usos Y Aprovechamiento Del Agua. Capítulo III Derechos de la Naturaleza. Art. 64.- Conservación del agua. - La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida. En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:

- a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares
- b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad
- c) La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico
- d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación
- e) La restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos.

## **2.6. Estructura y composición florística como bases para la restauración ecológica**

### **2.6.1. La composición florística y su relación con factores ambientales**

La utilización de la flora por parte de la humanidad incluye no solo la extracción esporádica, sino también el uso sustentable. Malas prácticas de uso de los recursos naturales conducen al deterioro y desaparición local o global de las especies de los bosques (Mendoza *et al.*, 2015).

Según Finegan (1992), citado por Casias (2015), menciona que la composición florística está relacionada con la riqueza y diversidad de las especies, en el sentido ecológico estricto, los términos riqueza y diversidad tienen significados muy distintos. Estos autores refieren que la riqueza es el número de especies pertenecientes a un determinado grupo (plantas, animales, bacterias, hongos, mamíferos, árboles, etc.), existentes en una determinada área. A su vez, la diversidad está asociada con el número de especies y el número de individuos (abundancia de cada especie existente en un determinado lugar). A diferencia de Louman *et al.*, (2001) que aseguran que la composición florística de un bosque está relacionada con factores ambientales tales como: posición geográfica, clima, suelos, topografía, dinámica del bosque y la ecología de sus especies.

Los estudios de composición, estructura y dinámica de un bosque representan un paso inicial para su conocimiento, pues asociado a este puede ser construida una base teórica que sustente la conservación de los recursos genéticos, áreas similares y la recuperación de estas, siendo el punto de partida para la adecuación de criterios y métodos de conservación y recuperación (Araujo *et al.*, 2009).

La composición florística de los bosques tropicales cambia constantemente entre un lugar y otro; como también la diversidad de especies dentro del ecosistema, siendo necesario elaborar una base de datos que contenga los nombres de las especies identificadas, para describirlas adecuadamente (Lamprecht, 1990). Para ello, se parte de la elaboración de un inventario de especies, el cual es definido como un método de recolección y registro cualitativo y cuantitativo de los elementos que agrupa el bosque, de acuerdo a un objetivo previsto y en base a métodos apropiados y confiables. Este inventario se realiza a partir del recuento e identificación de todas las especies presentes en las parcelas de estudio. A partir de la identificación botánica preliminar en el campo y confirmando con la literatura apropiada sobre flora (Martínez *et al.*, 2009).

Cabe mencionar que la competencia entre los árboles de la misma especie no altera la composición del bosque y por tanto, no tiene efectos sobre la sucesión forestal, sin embargo Joao (2015), menciona que la competencia entre los individuos de diferentes especies da como resultado la transformación natural de una composición a otra. El grado de reemplazo de las especies se va reduciendo a medida que se produce la sucesión y, en última instancia, se llega a un grupo de especies que presentan roles ecológicos complementarios que caracterizan la sucesión de las etapas maduras. La competencia toma lugar tanto en los lugares de posibilidad equivalente como en los desiguales y tanto en el dosel principal como en el sotobosque.

Estudios de caso sobre la composición florística de un bosque amazónico han demostrado variaciones en la composición, atribuido a las prácticas de uso y manejo. Por su parte, Samaniego *et al.*, (2015) en tres sitios de un bosque siempreverde piemontano de la región oriental Amazónica del Ecuador realizó un inventario florístico en 25 parcelas, donde obtuvo que los sitios no difieren significativamente en cuanto a la riqueza de especies, aunque existieron diferencias en el número de individuos para cada uno de los sitios. El área se clasificó en dos grupos diferenciados por su abundancia, estructura y localización. Así mismo, Caranqui (2015) en dos localidades de la Costa y una en el oriente ecuatoriano estudió nueve transectos de 1000 m<sup>2</sup> de bosque siempreverde, donde se planteó contribuir al conocimiento de la diversidad y composición de plantas arbóreas mayores de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), además de inferir el estado de conservación de los bosques en base en la composición, número de especies, índices de diversidad y valor de importancia relativa. Los resultados indicaron una variabilidad con respecto a la diversidad ya que la mayoría de las especies no estuvieron presente en todos los transectos con bajos niveles de similitud entre ellas.

Mosquera (2014), en un bosque tropical, donde se emplearon dos parcelas de una hectárea, en las cuales se determinó la composición y diversidad de árboles con DAP > 10 cm demostraron la hipótesis de hiperdominancia de unos pocos grupos biológicos en los bosques húmedos tropicales. La diversidad arbórea a escala local se relacionó significativamente con algunas condiciones edáficas, no obstante, solamente un 37% de la variación en la composición florística fue explicada por las variables espaciales y ambientales (topográficas y edáficas). Por ello, aparentemente la distribución de las especies a escala local parece estar gobernada principalmente por procesos aleatorios o biológicos (como la limitación en dispersión), conforme lo propone la teoría neutral. El papel de las adaptaciones específicas al hábitat (teoría del nicho) pareciera ser limitado.

### **2.6.2. Estructura de los bosques desde una perspectiva ambiental**

La estructura de la comunidad es considerada como un indicador de la biodiversidad. Para su estudio se consideran índices estructurales y variables dendrométricas que incluyen diámetro, altura, área basal, densidad, entre otras, para así lograr una mejor descripción. La caracterización de la estructura de los ecosistemas constituye una condición inicial para la toma de decisiones sobre el manejo sustentable de los recursos naturales (Mora *et al.*, 2016). Así mismo, Li *et al.*, (2014) mencionan que la estructura de un ecosistema hace referencia a la distribución de las principales características arbóreas en el espacio, y de especial importancia es la distribución de las especies por clases diamétricas.

La estructura de la vegetación, la diversidad de especies y los procesos de los ecosistemas ambientales han sido identificados como componentes esenciales para la persistencia a largo plazo de los sistemas naturales (Ruíz y Aide, 2005).

Las características de suelo y clima determinan la estructura del bosque. Esta estructura es la mejor respuesta del ecosistema frente a las características ambientales, limitaciones y amenazas que presentan (Louman *et al.*, 2001). A su vez, la caracterización estructural de una comunidad vegetal es una manera de estimar la condición de los ecosistemas en un momento determinado y su evolución en el tiempo (Ni *et al.*, 2014).

El análisis estructural de una comunidad vegetal, se hace con el propósito de valorar sociológicamente una muestra y establecer su categoría en la asociación. Puede realizarse según las necesidades puramente prácticas de la silvicultura o siguiendo las directrices teóricas de la sociología vegetal (Alvis, 2009).

Camacho (2012), menciona que el estudio de su estructura es importante en las investigaciones silviculturales porque permite efectuar deducciones importantes del origen, dinamismo y tendencias del futuro desarrollo de las comunidades forestales; ofrecen datos sobre las condiciones de hábitat y su influencia formativa de los árboles del trópico y son bases importantes para poder delinear las técnicas silviculturales a aplicar. Así mismo, García *et al.*, (2014) acotan que el conocimiento de la estructura de la vegetación proporciona información importante sobre aquellas especies más susceptibles a las perturbaciones en una región determinada y ayuda a predecir los patrones sucesionales.

Desde la perspectiva ambiental la caracterización estructural de los bosques naturales son herramientas esenciales en el manejo forestal sustentable. La estructura (espacial y dimensional) de las comunidades vegetales es un buen indicador de la diversidad del sistema, minimizando la pérdida o fragmentación de un gran porcentaje de bosque; variables que ocasionan la pérdida de biodiversidad y de una gran cantidad de recursos potencialmente útiles para el hombre (García *et al.*, 2014).

De acuerdo con Aguirre y Yaguana (2012), citado por Maldonado (2016), la caracterización de la vegetación se refiere al estudio de cobertura, estructura y composición florística del ecosistema, la cual es útil para aspectos como: disponer de elementos técnicos para la elaboración de estudios de impacto ambiental, apoyo para elaborar planes de manejo de los ecosistemas y en estudios de ecología del paisaje, manejo y conservación de especies amenazadas.

Investigaciones realizadas sobre la estructura de los bosques tropicales han ayudado con aportaciones conceptuales para el entendimiento sobre el tema, tal es el caso de un estudio realizado en el Parque Nacional Madidi, Bolivia donde Araujo *et al.*, (2005) mencionan que las distribuciones diamétricas y altimétricas de la zona de estudio presentan forma de “J” invertida, la cual es una representación proporcional de las diferentes etapas del desarrollo del bosque y que constituyen el conjunto de las poblaciones (diversidad) y las leyes que lo gobiernan (disturbios, competencia, regeneración, crecimiento y mortalidad). Parte de estas estructuras totales son las estructuras poblacionales, algunas de las cuales solo están presentes en ciertos estratos del bosque. Por lo que existen especies propias del sotobosque, otras llegan a ciertas alturas y encuentran condiciones favorables para coexistir. También se presentan aquellas que necesitan estar en el dosel y otras que necesitan emerger para desarrollarse a plenitud.

### **2.6.3. Parámetros de la estructura vertical**

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

Uno de los parámetros que ayuda a caracterizar la estructura vertical es la posición sociológica la cual es una expresión de la expansión vertical de las especies, que informa sobre la composición florística de los distintos substratos de la vegetación, y del papel que juegan las diferentes especies en cada uno de ellos. Así mismo, a referencia sobre las posibles especies que representarían el bosque cuando son aprovechadas las especies del estrato superior (Hosokawa, 1986).

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

El subestrato es una porción de la masa contenida dentro de determinados límites de altura, fijados subjetivamente, según el criterio que se haya elegido. Generalmente se distinguen tres: superior, medio e inferior, para lo cual puede recurrirse al levantamiento de un perfil (Acosta *et al.*, 2006). El número de estratos de la vegetación se relaciona con la humedad y calidad de los suelos, cuando menos favorables son las condiciones, tanto menor es la cantidad de estratos. Una especie tiene su lugar fortalecido en la estructura y composición del bosque cuando se encuentra representada en todos los subestratos. Por el contrario, será dudosa su presencia en la etapa climácica si se encuentran solamente en el subestrato superior o superior y/o medio, a excepción de aquellas que por sus características propias no pasan del piso inferior (Acosta *et al.*, 2006).

#### **2.6.4. Parámetros de estructura horizontal**

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema (Alvis, 2009). El análisis de la estructura horizontal cuantifica la participación de cada especie con relación a las demás y muestra cómo se distribuyen espacialmente, para este análisis se deben determinar diferentes parámetros, entre los que se consideran:

- Calidad del fuste
- Índice de valor de importancia (IVI)
- Frecuencia
- Abundancia
- Dominancia (área basal y diámetro)
- Cociente de mezcla (CM)
- Riqueza

##### **2.6.4.1. Calidad del Fuste**

La calidad del fuste está relacionada directamente por propiedades externas o morfológicas, a diferencia de la calidad de la madera, que esta conceptualizada por propiedades internas o celulares. Así pues, la calidad del fuste se caracteriza principalmente por la forma de éste y por el crecimiento y el desarrollo de las ramas (Ehrenberg, 1996). En este sentido Melo y Vargas (2003), refieren que la calidad del fuste se puede evaluar o categorizarlo en: totalmente recto, término intermedio y dañado o quebrado.

#### **2.6.4.2. Índice de valor de importancia**

El Índice de Valor de Importancia (IVI) es un indicador de la importancia fitosociológica de una especie dentro de una comunidad. Este índice fue creado por Curtis y McIntosh (1951), bajo la premisa de que “la variación en la composición florística es una de las características más importantes que deben ser determinadas en el estudio de una vegetación”. Este índice indica qué tan importante es una especie dentro de una comunidad vegetal. La especie que tiene el IVI más alto significa entre otras cosas que es ecológicamente dominante; que absorbe muchos nutrientes, ocupa un mayor espacio físico y controla en un alto porcentaje la energía que llega a ese sistema (Maldonado, 2016).

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

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

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

#### **2.6.4.3. Cociente de Mezcla**

El CM indica la homogeneidad o heterogeneidad del bosque, para esto se relaciona el número de especies y el número de individuos totales. Este análisis permite tener una idea de la intensidad de mezcla, es decir, de la forma como se distribuyen los individuos de las diferentes especies dentro del bosque (Samaniego, 2015).

#### **2.6.4.4. Riqueza**

El término riqueza ecológica hace referencia al número de las especies que integran la comunidad, en tanto que el término abundancia se refiere al número de individuos por especie que se encuentran en la comunidad (García, 2014).

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. LOCALIZACIÓN

El área de estudio comprendió la zona alta de un bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo, según el sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental (MAE, 2013). El mismo está ubicado dentro de la demarcación hidrográfica del río Pastaza donde se encuentra la captación de agua de la Estación Biológica Pindo Mirador, en áreas de las estribaciones de la colonia 24 de mayo de la parroquia Mera, dentro de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Llanganates (Figura 1).

Los límites del área de estudio son:

**Norte:** Santa Clara

**Sur:** Shell

**Este:** Fátima y Teniente Hugo Ortiz

**Oeste:** Parque Nacional Llanganates

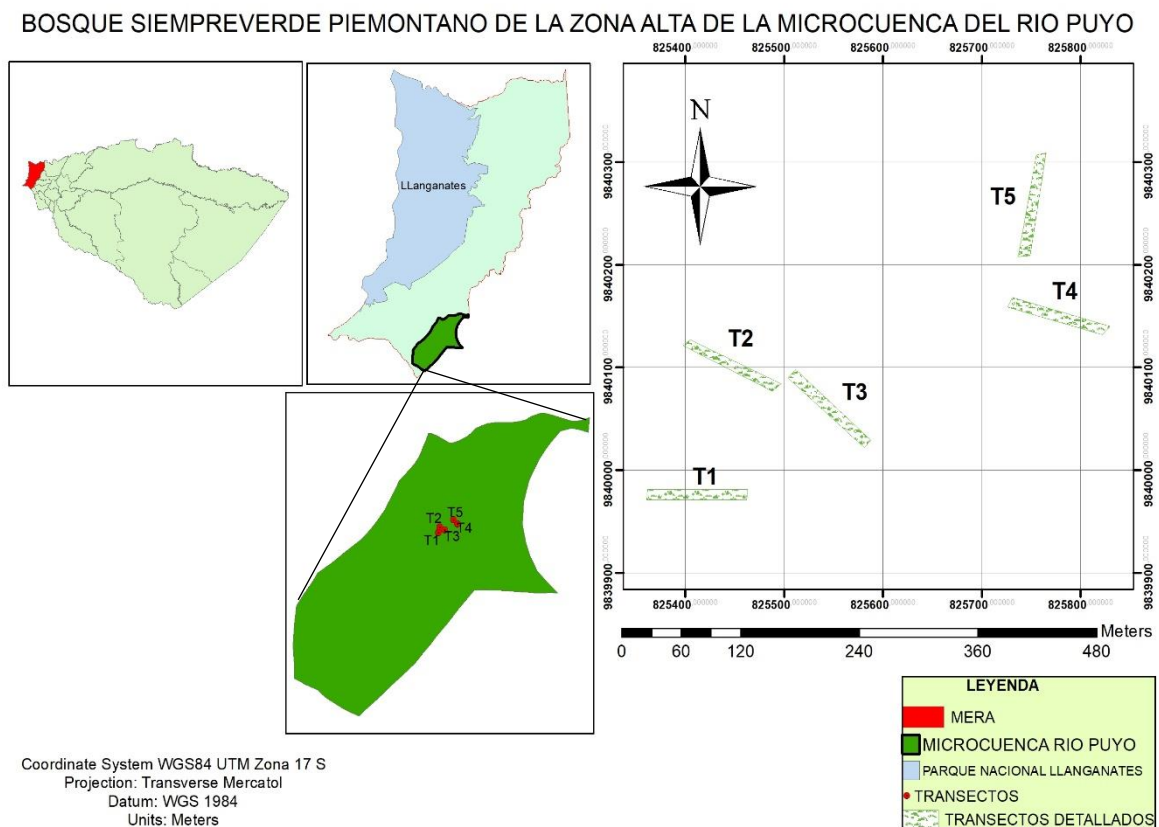


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio



Las condiciones bioclimáticas predominantes del área de estudio corresponden a un clima tropical megatérmico húmedo, con una temperatura media anual de 21,3°C y una precipitación anual de 4119 mm. La precipitación más baja ocurre de enero a abril, mientras que la más alta ocurre de mayo a julio, la humedad relativa es de 84% (INAMHI, 2014). El área de estudio presenta una altitud promedio de 1228,72 msnm (Tabla 1)

Tabla 1. Coordenadas geográficas y altitud de cada transecto

Transectos (códigos)	Tamaño (ha)	Altitud (msnm)	Coordenadas geográficas	
			X	Y
T1	0,1	1122,4	825462	9839971
T2	0,1	1221,3	825488	9840077
T3	0,1	1234,8	825581	9840022
T4	0,1	1272,6	825822	9830132
T5	0,1	1292,5	825749	9840209

### 3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio se enmarcó dentro de una investigación de carácter descriptivo. Este tipo de investigación busca especificar las propiedades, características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así describir lo que se investiga (Rodríguez, 2015). En si este tipo de investigación, facilita medir la información recolectada para luego describir, analizar e interpretar sistemáticamente las características del fenómeno estudiado con base a la realidad del escenario planteado. Según Díaz y Calzadilla (2016), la investigación descriptiva opera cuando se requiere delinear las características específicas descubiertas por las investigaciones exploratorias. Esta descripción podría realizarse usando métodos cualitativos y, en un estado superior de descripción, usando métodos cuantitativos. Estos últimos tienen como función esencial medir (de la forma más precisa posible) las características, propiedades, dimensiones o componentes descubiertos en las investigaciones exploratorias; de esta manera, los estudios exploratorios se interesan por descubrir, mientras que las investigaciones descriptivas, en última instancia, se interesan en medir con la mayor precisión posible. Estos elementos justificaron la investigación de tipo descriptiva ya que se realizaron mediciones y se

recolectó información que permitió describir, analizar e interpretar sobre bases ecológicas el comportamiento de los parámetros fitosociológicos asociados a la estructura vertical y horizontal del bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo.

Dentro de la estructura vertical se describieron las siguientes variables:

- Clases de altura (estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo)
- Altura de inserción de la copa de los árboles
- Posición sociológica
- Número de individuos por estrato

En la estructura horizontal se describieron las variables:

- Clases diamétricas
- Abundancia
- Dominancia
- Frecuencia
- Índice de valor de importancia ecológica (IVI)
- Distribución de las especies
- Cociente de mezcla
- Riqueza de especies

### **3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.3.1. Descripción de los métodos de investigación**

Para el desarrollo del proyecto de investigación se utilizaron los métodos de observación y de trabajo de campo.

##### **Método de observación**

Se observó a través de recorridos *in situ* el estado de conservación o presencia de perturbaciones en cada uno de los transectos de la zona alta de la microcuenca del río Puyo, lo cual permitirá fundamentar sobre bases teóricas el comportamiento de las variables asociadas a la composición florística y estructura de la comunidad de bosque siempreverde piemontano.

##### **Trabajo de campo**

Se realizó un inventario florístico a todos los árboles con  $d_{1,30} \geq 10$  cm para su identificación botánica en campo, con el apoyo del Sr. Gabriel Grefa como experto botánico en la zona, las especies arbóreas fueron verificadas con el Libro de Árboles de Ecuador (Palacios, 2016) y la colección de muestras del Herbario Ecuatoriano Amazónico (ECUAMZ) de la Universidad Estatal Amazónica. Se utilizó la técnica del muestreo

sistemático para la instalación de los transectos mediante análisis *in situ*, considerando la accesibilidad, topografía y la inexistencia de información florística del sitio de estudio. Se establecieron cinco transectos permanentes de 0,1 ha (10 x 100 m) en la zona alta o de amortiguamiento de la microcuenca, separados en intervalos de 100 m lineales. Para ello se estableció inicialmente el eje central y se tomaron cinco metros a cada lado, donde se registraron en una matriz de campo todas las especies con  $d_{1.30} \geq 10$  cm, medido del suelo, con los siguientes datos: nombre común, nombre científico, familia, especie,  $d_{1.30}$ , altura total y altura de inserción de la copa (Figura 2).

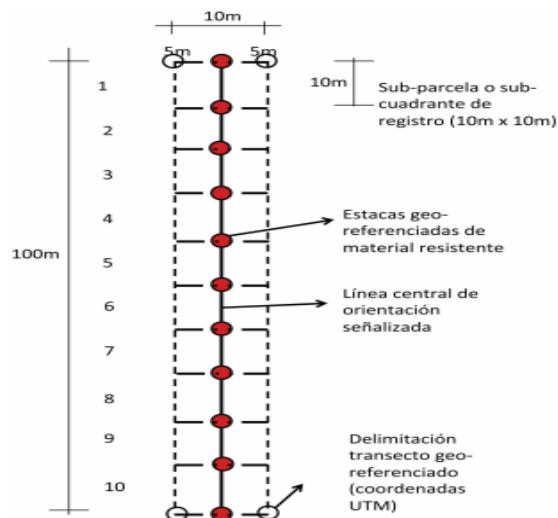


Figura 2. Modelo de transectos para el estudio florístico.

### 3.3.2. Metodología para el estudio de composición florística y estructura del bosque siempreverde piemontano

#### 3.3.2.1. Composición florística

Para caracterizar la composición florística del bosque siempreverde piemontano se obtuvo un listado de todas especies e individuos distribuidos en cada transecto con criterio de  $d_{1.30} \geq 10$  cm. Con los datos de la composición florística se realizó un análisis de cluster (Dendrograma jerárquico) a partir de las medidas de Bray-Curtis con un 50% de similitud en la abundancia de especies, lo cual permitió la identificación de grupos ecológicos. Esto fue posible con el programa Biodiversity Profesional, versión 2.0, que permite calcular medidas de diversidad para un conjunto de datos por muestras (McAleece, 1997). Este método agrupa a los individuos y objetos en conglomerados, de tal forma que los objetos del mismo conglomerado son más parecidos entre sí que a los objetos de otros conglomerados. Lo que se intenta es maximizar la homogeneidad de los objetos dentro de los conglomerados, mientras que a la vez se maximiza la heterogeneidad entre los agregados (Carmona, 2013).

### 3.3.2.2. Posición sociológica

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

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

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

**Dónde:**

**PSa:** Posición sociológica absoluta

**VF:** Valor fitosociológico del subestrato

**n:** Número de individuos de cada especie

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

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

### 3.3.2.3. Estratificación vertical

La estructura vertical del bosque siempreverde piemontano fue analizada mediante estratificación de tres clases de estratos, según los criterios de Godínez y López (2006). Se obtuvo una ecuación de regresión para comprobar la relación entre las variables altimétricas y se realizó un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) con un nivel de confiabilidad del 95%, a través del programa estadístico SPSS ver. 22.0.

**Estrato inferior**

$h \leq 10$  m

**Estrato intermedio**

$h$  10,1 m - 20 m

**Estrato superior**

$h > 20$  m

Se visualizó la presencia de estratos mediante el diagrama de dispersión, el cual relacionó las variables altura total y altura de inserción de la copa, a partir de los descrito por Melo y Vargas (2003).

### 3.3.2.4. Estructura horizontal

#### 3.3.2.4.1. Coeficiente de mezcla (CM)

Este parámetro expresa la homogeneidad o heterogeneidad de la composición florística del área en evaluación, y se calculó dividiendo el número de especies entre el número de árboles o individuos, (Lamprecht, 1990). El parámetro indica que cuanto más grande es el denominador, el bosque es más homogéneo y viceversa, cuanto más pequeño el bosque es más heterogéneo. (2)

$$CM = \frac{N^{\circ} \text{ especies}}{N^{\circ} \text{ árboles}}$$

#### 3.3.2.4.2. Patrón de distribución de la vegetación

El patrón de distribución de la vegetación se determinó mediante el índice de dispersión, considerando la abundancia y frecuencia (Nascimento *et al.*, 2001): (3)

$$ID = \frac{S^2}{X}$$

**Dónde:**

**ID** = Índice de dispersión o de agregación

“**S<sup>2</sup>**” es el número de individuos en “*i*” ésimas unidades muestrales.

“**X**” es la media de la abundancia de las especies en las unidades muestrales.

Valores de ID menores que 1 indican la inexistencia de agrupamiento, entre 1 y 1,5 indican tendencia al agrupamiento y valores mayores que 1,5 indican agrupamiento.

#### 3.3.2.4.3. Índice de valor de importancia ecológica

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

$$IVI = AR + DR + FR \quad (4)$$

#### Abundancia absoluta (Aa)

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

#### Abundancia relativa (Ar)

Se determinó la abundancia absoluta de cada especie expresada en porcentaje, ecuación: (5)

$$Ar = \frac{Aa}{AT} \times 100$$

**Dónde:**

**Aa** =Número de individuos de cada especie

**AT** = Abundancia total

**Dominancia absoluta (Da)**

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

**Área basal (AB)**

Para determinar el área basal se utilizó la siguiente fórmula:

$$AB = 0.7854 * DAP^2 \tag{6}$$

**DAP** =diámetro a la altura del pecho (m)

**Dominancia relativa (Dor)**

Es el valor expresado en porcentaje de la dominancia absoluta: (7)

$$Dor = \frac{Doa}{DoT} \times 100$$

**Dónde:**

**Doa** = Dominancia de la especie

**DoT** =Dominancia total

**Frecuencia absoluta (fa)**

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

**Frecuencia relativa (fr)**

Se determinó la frecuencia relativa a partir de la siguiente fórmula: (8)

$$Fr = \frac{Fa}{Total\ de\ unidades\ muestreadas} \times 100$$

**3.3.2.4.4. Riqueza florística**

Se determinaron los siguientes índices de riqueza florística (Margalef, Chao 2, Jacknife y Whittaker. Los tres primeros se obtuvieron mediante el programa Biodiversity Profesional.

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

Se calculó mediante la siguiente expresión: (9)

$$Dmg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

**Dónde:**

**S**= número de especies

**N** = número total de individuos

El método no paramétrico Chao 2, se utiliza como estimador de la riqueza florística a escala alfa, es decir se determina el número de especies en una sola muestra (especies únicas). Otros autores han encontrado que el valor de Chao 2 provee el estimador menos sesgado para muestras pequeñas (Moreno, 2001). Se calculó por la fórmula: (10)

$$Chao2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

**Dónde:**

**S**= número total de especies de la muestra

**L**= número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”)

**M**= número de especies que ocurren en exactamente dos muestras

El método no paramétrico Jackknife de segundo orden se utilizó para realizar estimación de riqueza a escala alfa. Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra, así como en el número de especies que ocurren en exactamente dos muestras (Moreno, 2001). Se obtuvo por la fórmula: (11)

$$Jack\ 2 = S + \frac{L(2m - 3)}{m} - \frac{M(m - 2)^2}{M(m - 1)}$$

**Dónde:**

**S**=número total de especies de la muestra

**L**= número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”)

**M**= número de especies que ocurren en exactamente dos muestras

También se realizó estimación de riqueza a escala beta a través del índice de Whittaker (Whittaker, 1972), donde se describe la fórmula: (12)

$$\beta = \frac{S}{\alpha - 1}$$

**Donde:**

**S** = Número de especies registradas en un conjunto de muestras (diversidad gamma)

**α** = Número promedio de especies en las muestras (alfa promedio). Este índice ha probado ser el más robusto para medir el reemplazo entre comunidades (Wilson y Schmida, 1984; Magurran, 1988) citados por Moreno (2001).

### **3.3.2.5. Análisis de componentes principales**

Se procesó la información de la matriz de especies y los transectos de estudio mediante método multivariado de análisis de componentes principales, a través del programa ecológico CANOCO versión 5.0, con el propósito de determinar las especies que más contribuyeron a la abundancia de cada transecto y medir las correlaciones entre los sitios de estudio.



## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Composición florística del bosque siempreverde piemontano de la zona alta de la microcuenca del río Puyo

El inventario florístico en la zona alta de la microcuenca del río Puyo reportó un total de 30 familias botánicas, 65 especies y 322 individuos, lo cual indicó un patrón característico de los bosques húmedos tropicales (bosques siempreverde piemontano) donde predomina una alta riqueza de especies y baja abundancia (Figura 3), (Anexo 1). A su vez, se determinó una elevada variabilidad de familias botánicas, pero con una distribución desproporcionada en cuanto al número de individuos y especies. Estos resultados se corresponden con los criterios de Alvis (2009) y Ter Steege *et al.*, (2013), donde refieren que en este tipo de ecosistema una de las características fundamentales es el gran número de especies representadas por pocos individuos, además con patrones complejos de tipo espacial.

Se comprobó, de forma general, que las familias con mayor riqueza de especies no se corresponden con las de mayor número de individuos. Resultaron con mayor número de especies, en orden representativo, las familias Fabaceae (8), Lauraceae (5), Urticaceae (5) y Annonaceae (5) que representaron el 14,95% del total de especies y con mayor número de individuos Arecaceae (101), Euphorbiaceae (58), y Melastomataceae (33), que representaron el 59,7% del total. La alta representatividad de la familia Arecaceae está dada por la presencia de la especie *Wettinia maynensis*, lo cual indicó el predominio de palmas como grupo ecológico predominante en la zona alta de la microcuenca del río Puyo a una altitud comprendida entre de 1122,4-1292,5 msnm. Según Pintaud *et al.*, (2008) la familia de las palmeras, por sus características tropicales e higrófilas, es omnipresente en todos los ecosistemas amazónicos, patrones biogeográficos son muy evidentes en esta región a nivel de la distribución de las palmeras, destacándose la riqueza de la parte occidental de la Amazonía. En esta zona, se reportaron 130 especies (dos tercios del total), de las cuales 76 son endémicas, incluyendo cinco compartidas con altitudes superiores a 1000 m de los Andes orientales (*Wettinia maynensis* y las cuatro especies amazónicas de *Aiphanes*). También es notorio destacar que aunque se reconoce la región por su alta diversidad de palmas, en el área de estudio, esta familia estuvo representada solo por dos especies (*Wettinia maynensis* y *Bactris setulosa*), lo cual la ubicó en la quinta posición respecto al número de especies, aspecto este que se mostró diferente a otros estudios reportados para las condiciones de la Amazonía ecuatoriana

donde se reporta a esta familia dentro de las tres primeras posiciones (Patiño *et al.*, 2015, Samaniego, 2015, Coronado *et al.*, 2015, Mosquera y Hurtado, 2014, Valois *et al.*, 2013). Por otra parte, 14 familias que conforman el 46,66% del total estuvieron representadas solamente por una especie e individuo, tales como: Sapotaceae, Araliaceae, Boraginaceae, Celastraceae, Cyatheaceae, Elaeocarpaceae, Lamiaceae, Lecythidaceae, Myrtaceae, Phyllanthaceae, Proteaceae, Rutaceae, Siparunaceae y Sapindaceae. Este resultado reflejó una amplia distribución en la composición florística.

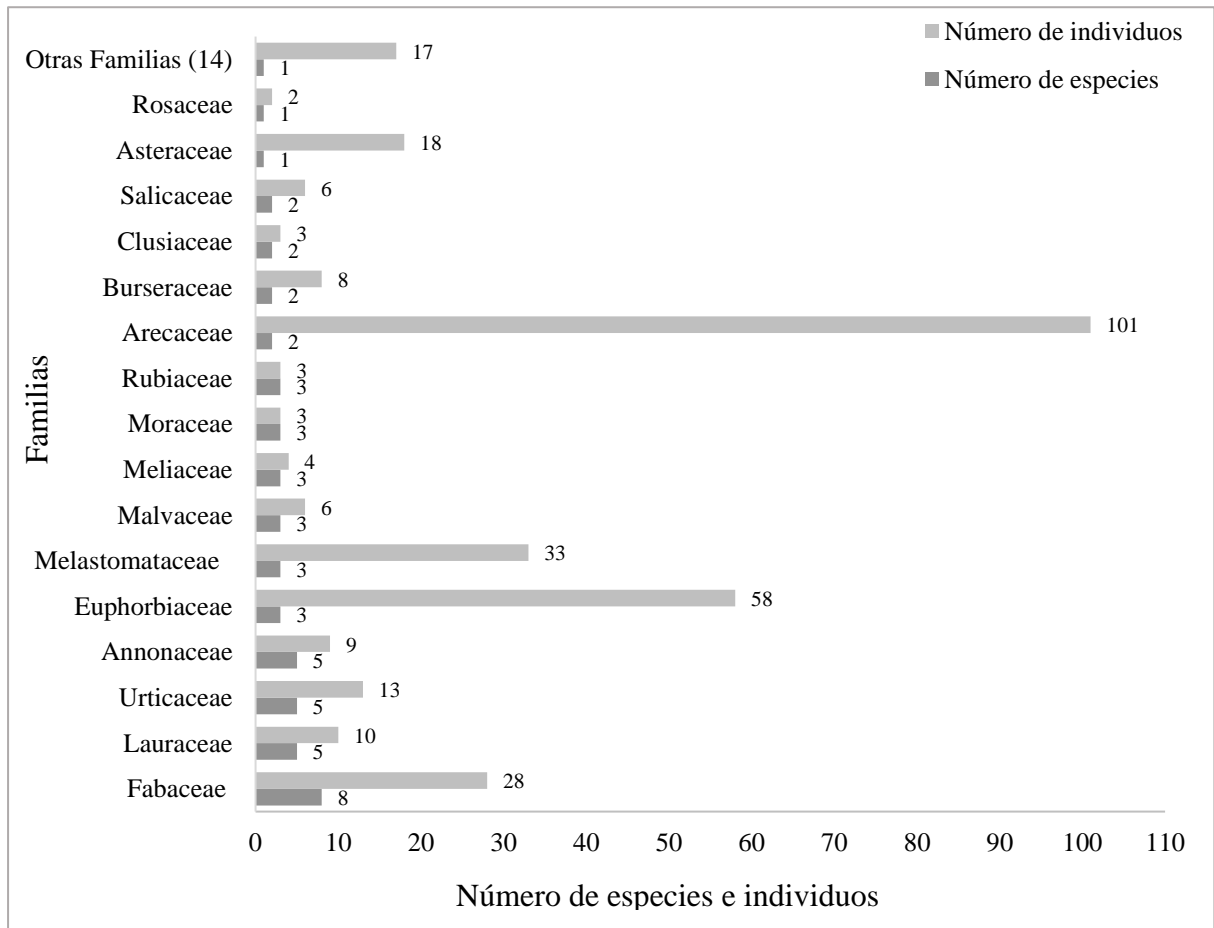


Figura 3. Representación del número de especies e individuos por familias botánicas.

A partir de las medidas de Bray-Curtis el dendrograma jerárquico, con un 50% de similitud en la abundancia de especies, permitió la identificación de dos grupos ecológicos dentro del bosque húmedo tropical (Figura 4), cuya vegetación es diferenciable por su fisionomía, estructura, estado de conservación, topografía y por la localización en la zona de estudio. El primer grupo estuvo conformado por: T1, T2, T4, T5 y el segundo grupo por T3. Este último grupo presentó una divergencia significativa en relación al resto, lo cual se debe a la menor cantidad de especies (14) con mayor número de individuos (75), resultando las especies *Alchornea glandulosa*, *Miconia splendens* y *Wettinia maynensis* con mayor abundancia. La variación encontrada en

cuanto a la abundancia indicó la formación de nichos ecológicos, lo cual pudiera aportar información valiosa para entender los factores asociados a la heterogeneidad del microhábitat de cada especie. Estos resultados pudieran constituir una herramienta importante en la planificación de los programas de gestión para la conservación, restauración y uso sostenible de los recursos florísticos. Valencia *et al.*, (2004) en un estudio sobre distribución de especies arbóreas y variación del hábitat local en Yasuní, Amazonía ecuatoriana, reportaron que la topografía predice la composición de especies arbóreas y que muchas especies cambian en abundancia a lo largo del valle montañoso, lo que permitió formar nichos topográficos.

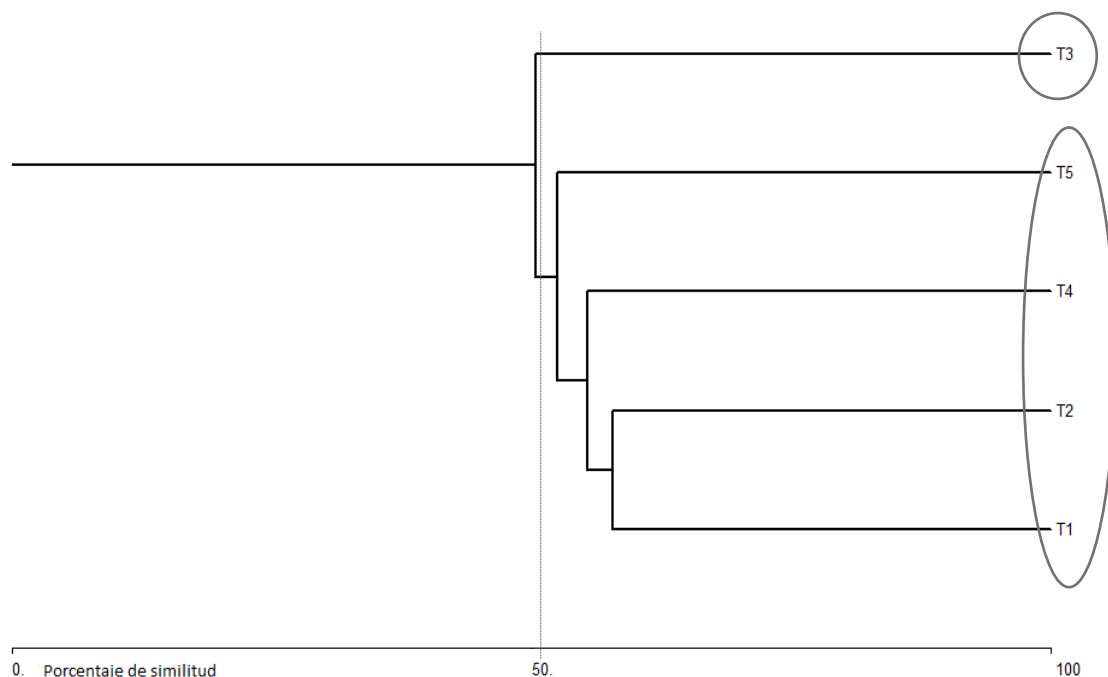


Figura 4. Dendrograma jerárquico según las medidas de Bray-Curtis para el agrupamiento de las unidades de muestreo de acuerdo a la abundancia de especies.

#### 4.2. Posición sociológica de las especies

De acuerdo a la posición sociológica (Figura 5), del total de las especies inventariadas en los cinco transectos, el 78% se encuentran presente en un solo estrato (estrato intermedio), 17% son compartidas por el estrato inferior e intermedio y solo el 5% de las especies presentaron una distribución vertical continua, determinado por su presencia en los tres estratos. Esto concuerda con los resultados obtenidos en la caracterización bosque húmedo tropical del Parque Nacional Llanganates (Samaniego, 2015) donde la presencia de especies en los tres estratos estuvo representada por un número inferior al total de especies, las mismas que aseguran su lugar en la estructura y composición de la formación boscosa. Esto corrobora lo planteado por Finol (1971), que indica que cuanto más regular

es la distribución de los individuos de una especie en la estructura vertical de un bosque (disminución gradual del número de árboles a medida que se sube del estrato inferior), tanto mayor será su valor en la posición sociológica relativa. Estos resultados reflejaron las especies que se encuentran sociológicamente en retroceso y con bajo potencial reproductivo (Anexo 2). La baja presencia de especies en los tres estratos reflejó el predominio de un patrón de distribución vertical no continuo que las hace más vulnerable a futuros escenarios de cambios ambientales, muy propicios en la zona alta de la microcuenca del río Puyo, como son: deslizamiento de suelos, fuertes vientos, cambios de uso de suelos y deforestación, aspectos que limitan la estabilidad y permanencia de las especies en el área de estudio. Según Louman *et al.*, (2001) estas características responden a diferentes exigencias ecológicas de las especies y a la capacidad de competir con otras por la disponibilidad de recursos.

Según Joao (2015), los análisis ecológicos orientados a entender la estabilidad y permanencia de las especies en los ecosistemas sirve de herramienta para la toma de decisiones de aprovechamiento y manejo ambiental.

Las especies que ocuparon mayor posición sociológica relativa y a la vez de mayor distribución continua, en orden representativo, fueron: *Alchornea glandulosa*, *Inga velutina*, *Dacryodes olivifera*.

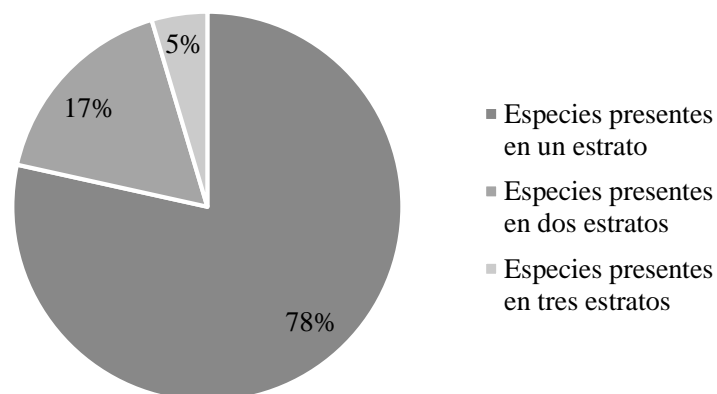


Figura 5. Porcentaje de especies presentes en los estratos inferior, intermedio y superior de la comunidad de bosque siempreverde piemontano.

#### 4.3. Estratificación vertical

El análisis de la estratificación vertical en función de las clases de altura encontró una distribución irregular en cuanto al número de individuos en las tres clases de altura, especialmente en el estrato superior (Figura 6), (Anexo 3). El estrato intermedio (10,1 - 20 m) resultó el más representado (225 individuos), seguido del estrato inferior ( $\leq 10$  m) (90 individuos) y por último el estrato superior ( $> 20$  m) (7 individuos). Esto reflejó la

fisionomía característica del ecosistema de bosque siempreverde piemontano amazónico, distinguido por árboles entre 10-20 m de altura. Estos resultados concuerdan con lo reportado para un bosque siempreverde piemontano del Parque Nacional Llanganates, donde el estrato intermedio se presentó con mayor abundancia, 1487 individuos (Samaniego, 2015). A su vez, contrasta con lo reportado por Trejo (2010), citado por González *et al.*, (2017) donde mencionan que la estructura de los bosques tropicales está típicamente conformada por asociaciones de árboles de baja estatura que miden alrededor de 7-8 m de altura. Los resultados obtenidos también coinciden con Blaser y Camacho (1991), donde mencionan que una característica de los bosques siempreverdes es poseer mayor riqueza de especies y alta densidad de individuos en los estratos medio e inferior ya que en este tipo de ecosistemas predominan representantes arbóreos de familias tropicales como Meliaceae, Sapotaceae, y Arecaceae.

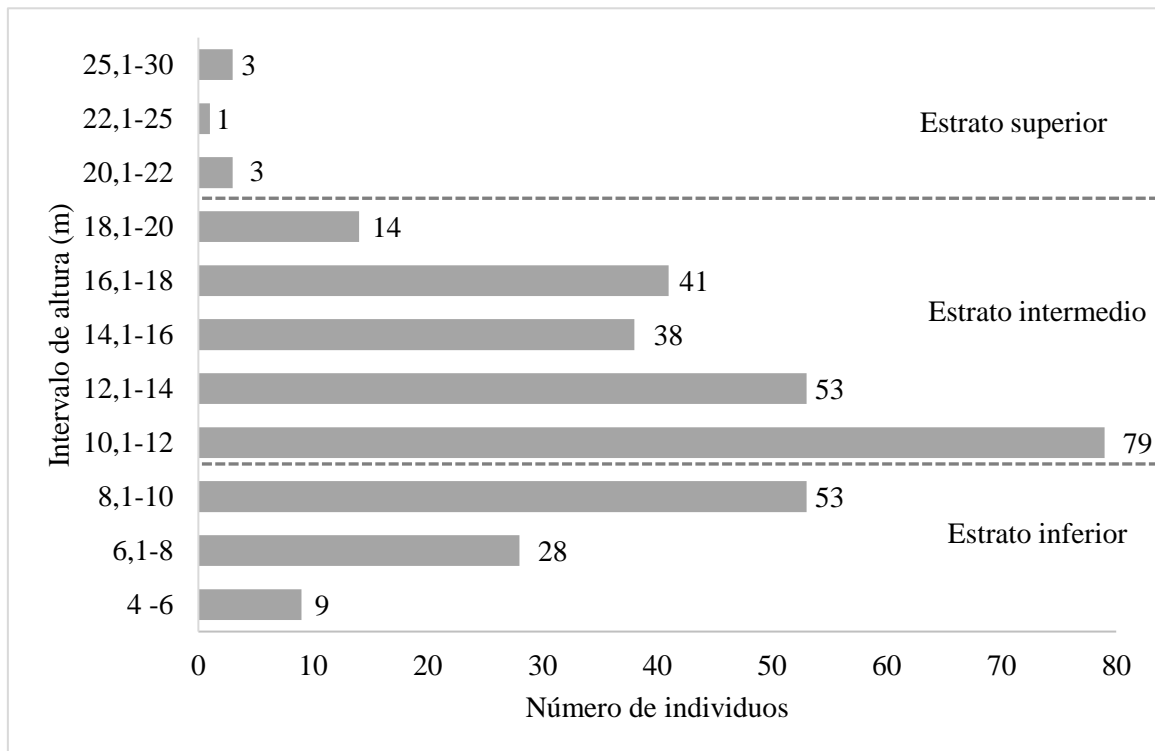


Figura 6. Número de individuos por clases de altura (estrato superior, medio e inferior).

De acuerdo a la mayor abundancia y frecuencia, por clases de altura, tres especies estuvieron representadas para el estrato superior, resultando las dominantes, y seis para el inferior que corresponden a las dominadas (Tabla 2).

Tabla 2. Representación de especies características en base a la frecuencia y abundancia por estratos del bosque siempreverde piemontano

<b>Estrato</b>	<b>Especies características en base a la frecuencia y a la abundancia</b>	<b>Familia</b>	<b>Altura media (m)</b>
Superior (> 20 m)	<i>Dacryodes olivifera</i>	Burseraceae	26,25
	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	25,00
	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	22,00
Intermedio (10,1-20 m)	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	17,44
	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	16,03
	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	15,50
	<i>Inga multinervis</i>	Fabaceae	15,00
	<i>Ocotea cernua</i>	Lauraceae	15,00
	<i>Sapium glandulosum</i>	Euphorbiaceae	14,67
	<i>Cecropia ficifolia</i>	Urticaceae	13,20
Inferior (≤10 m)	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12,88
	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	12,67
	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	9,5
	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	9,3
	<i>Tovomitopsis membranacea</i>	Clusiaceae	9,0
	<i>Trichilia pallida</i>	Meliaceae	9,0
	<i>Sterculia colombiana</i>	Malvaceae	9,0
	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	8,7
	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	8,6

Se comprobó mediante el diagrama de dispersión que la altura de inserción de la copa (AIC) es un buen predictor de la altura total de las plantas (AT) ( $p \leq 0,05$ ), ajustado a un modelo de regresión lineal con un coeficiente de correlación de 54% (Figura 7).

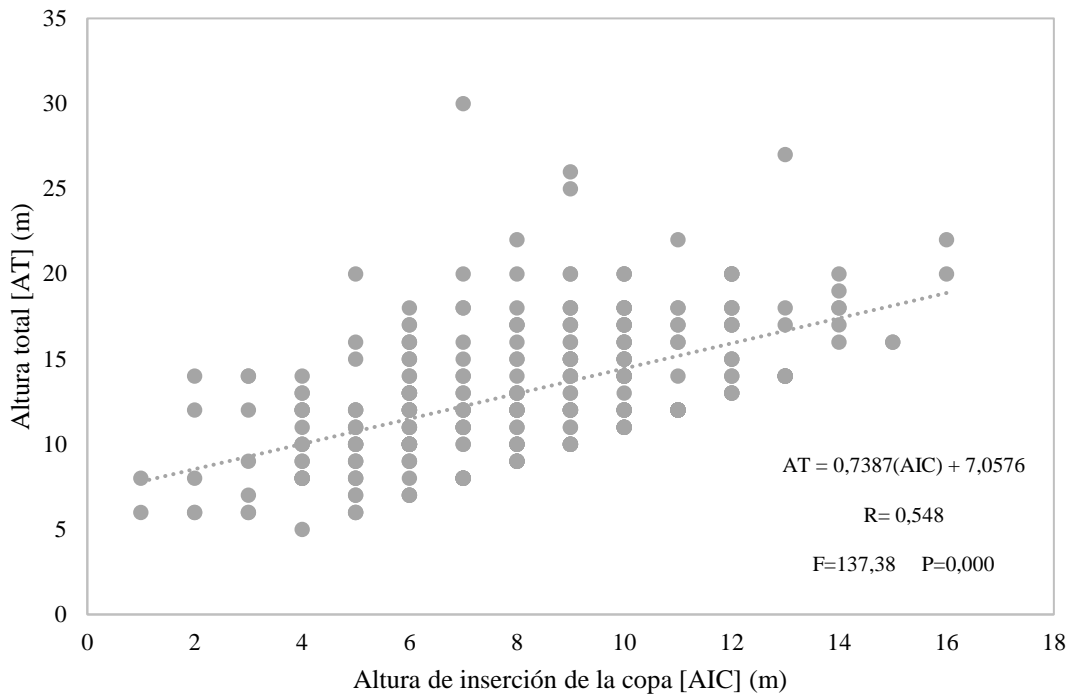


Figura 7. Diagrama de dispersión que muestra la relación de la altura total con la altura de inserción de la copa de los árboles presentes en el bosque siempreverde piemontano.

#### 4.4. Distribución por clases diamétricas

La estructura por clases diamétricas para el área total y por transectos estuvo caracterizada por la concentración de individuos en las clases diamétricas inferiores, solamente hubo representación en las clases diamétricas superiores a 60 cm en T1 y T2 (Figura 8 a, b, c, d, e, f). Se obtuvo que el mayor porcentaje de individuos (66%) se concentró en la primera clase diamétrica (10-20 cm), seguido por la clase de 20,1-30 cm que obtuvo un porcentaje de (18,94%). El 8,07% en las clases con intervalos de 30,1-40 cm, mientras que el 6,83% de los individuos ocuparon las clases de diámetros superiores a los 40,1 cm. Estos resultados indicaron la existencia de condiciones ecológicas que al parecer estimulan la regeneración natural asistida por un proceso de sucesión ecológica avanzada. La baja frecuencia de individuos en clases diamétricas superiores está asociado a la presencia de poblaciones mezcladas de diferentes ritmos de crecimiento, diferentes edades, competencia entre individuos por los recursos de luz, agua, nutrientes, espacio, y a tala de las especies de interés comercial. Según investigaciones realizadas en la zona Pindo Mirador, correspondiente al área donde se situó la investigación, es un área que sufrió

fragmentación hace muchos años, lo cual corrobora la reducción de la composición florística con especies jóvenes predominantes y la disminución de árboles grandes (Luzuriaga, 2014; Jadán, 2014).

Lamprecht (1990), acierta que al aumentar la clase diamétrica disminuye la cantidad de individuos, debido a la competencia de las especies por los recursos ecológicos (luz, nutrientes y agua), lo que implica la mortalidad de individuos que no logran superar esta condición. También Carreón *et al.*, (2014) reportaron mayor concentración de individuos en las clases diamétricas superiores, asociado a la existencia de condiciones ecológicas que estimulan la regeneración y la alta capacidad de recuperación de la vegetación secundaria neotropical, sobre todo si las fuentes de propágulos están cercanas y la intensidad en el uso del suelo no es severa.

La distribución diamétrica en el área de estudio se asemejó a la forma típica de una “Jota” invertida, representativa de un bosque natural heterogéneo o con una alta tendencia a la heterogeneidad, patrón característico de poblaciones disetáneas y maduras. Este resultado se corresponde con los criterios de Melo y Vargas (2003) y Yepes *et al.*, (2015), los cuales apuntan a que la distribución de una “Jota” invertida está dado por el avanzado estado de desarrollo y equilibrio dinámico que tienen estos ecosistemas en el aspecto poblacional.

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



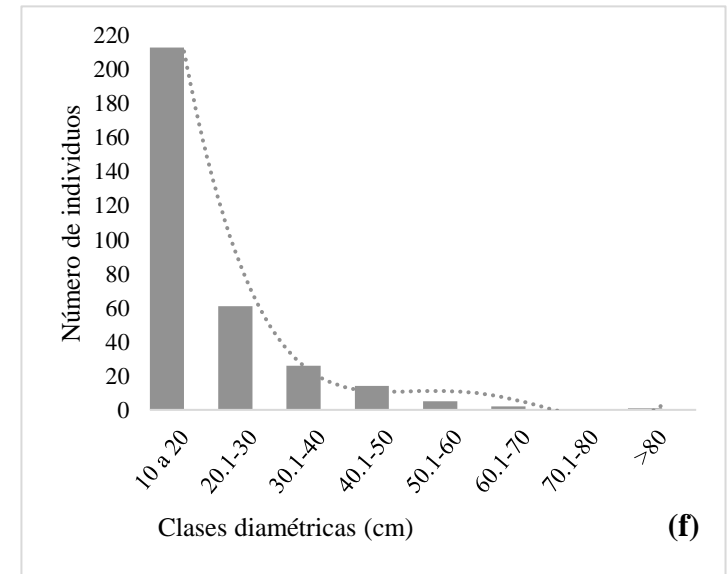
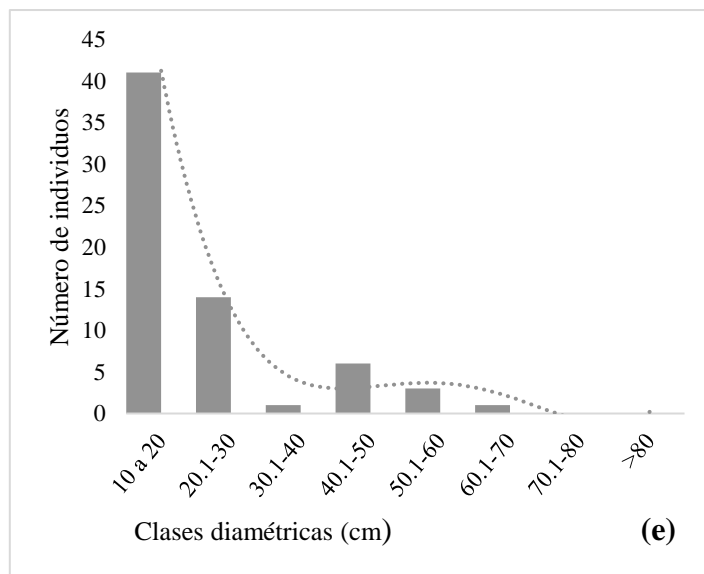
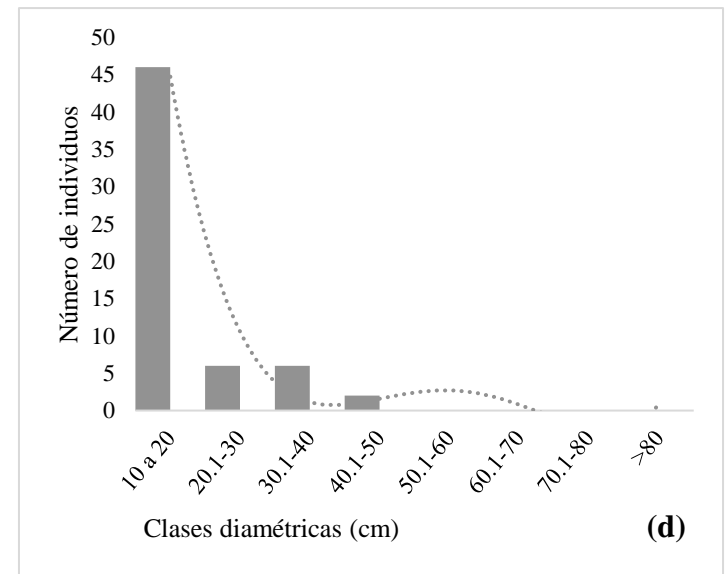
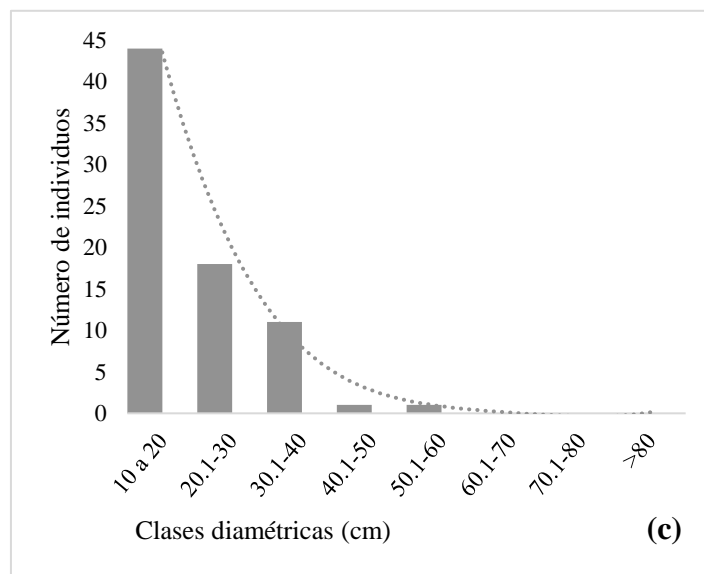
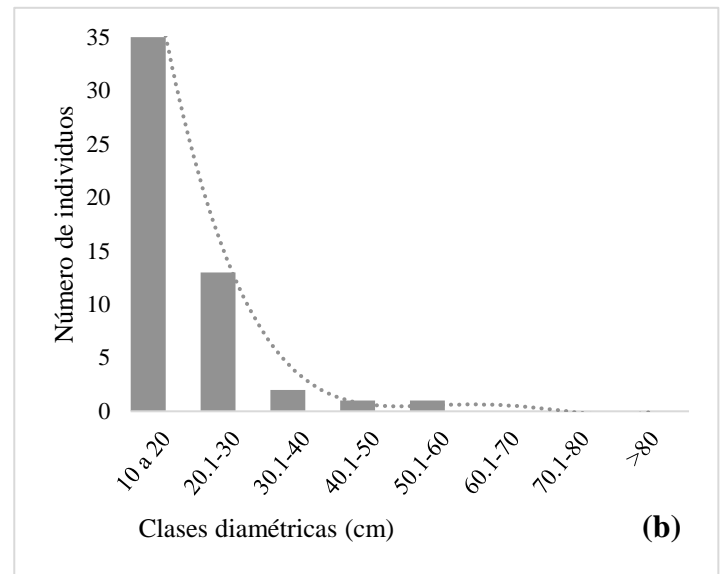
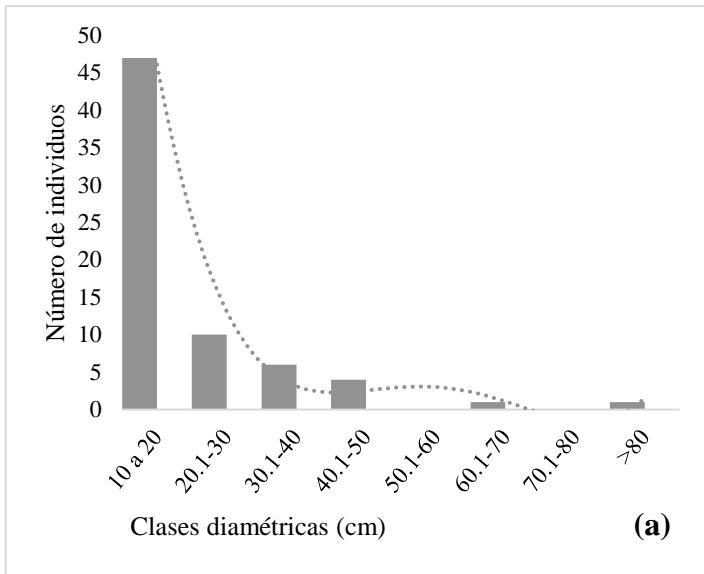


Figura 8. Distribución de clases diamétricas del componente arbóreo por transectos y total (a) Transecto 1, (b) Transecto 2, (c) Transecto 3, (d) Transecto 4, (e) Transecto 5, (f) Total.

#### 4.5. Cociente de Mezcla

El cociente de mezcla, por clases diamétricas, resultó con una proporción superior para la clase inferior (10-20 cm), lo cual indicó que por cada cinco individuos es posible encontrar una especie diferente. En las clases superiores esta proporción fue menor e indicó una mayor heterogeneidad (Tabla 3). Esto se corresponde con Lamprecht (1990), que señala que en bosques amazónicos el cociente de mezcla varía en una proporción de 1:3 y 1:4 y en condiciones promedio es de aproximadamente 1:7. El mismo autor, en un bosque tropical de Colombia, identificó 1:7 como cociente de mezcla aproximado para un área de bosque con condiciones ambientales similares.

Tabla 3. Cociente de mezcla para cada una de las clases diamétricas del bosque siempreverde piemontano

Clase diamétrica (cm)	Número de especies	Número de individuos	Cociente de mezcla
10-20	45	212	1:5
20,1-30	26	61	1:2
30,1-40	9	27	1:3
40,1-50	8	14	1:2
50,1-60	3	5	1:2
60,1-70	2	2	1:1
70,1-80	0	0	1:0
>80	1	1	1:1

#### 4.6. Patrón espacial de la vegetación

El patrón de distribución espacial de la vegetación resultó entre 19 especies agrupadas y 46 aleatorias, con un mayor porcentaje (70,77%) en este último (Figura 9). Las especies *Miconia rivalis*, *Piptocoma discolor*, *Laetia procera*, *Alchornea glandulosa*, *Cordia panamensis*, *Sterculia colombiana*, *Inga velutina* y *Wettinia maynensis* mostraron una fuerte agregación en la distribución espacial de la vegetación (mayores valores de ID). Aquellas especies que mostraron una distribución aleatoria (ID entre 1 y 1,5) está determinado por la menor frecuencia de los individuos en el bosque (Anexo 4). Según Joao (2015), en los bosques se observan estos patrones cuando existe una gran competencia, así las interacciones competitivas conducen a que la distribución vaya desde el agrupamiento hacia la aleatoriedad. El tipo más común de distribución es la agregada en grupos separados, que resulta de la respuesta de los árboles a los cambios en el hábitat

(bióticos–abióticos), variaciones climáticas diarias o estacionales y patrones reproductivos.

Maestre *et al.*, (2008), refieren la importancia de los estudios sobre los patrones espaciales de distribución de las especies y los procesos ecológicos asociados a ello ya que permiten conocer y entender el funcionamiento de estos ecosistemas ante distintos problemas ambientales naturales (competencia entre individuos y fenómenos naturales), los cuales a su vez permiten adoptar medidas para su restauración y conservación.

La diversidad y distribución de las especies arbóreas en los boques tropicales se encuentran determinadas, parcialmente, por variables ambientales como fertilidad y tipo de suelo, topografía, drenaje, régimen de inundación y espacio, así como por procesos aleatorios o biológicos, entre otros, los cuales operan a diferentes escalas (Mosquera *et al.*, 2014).

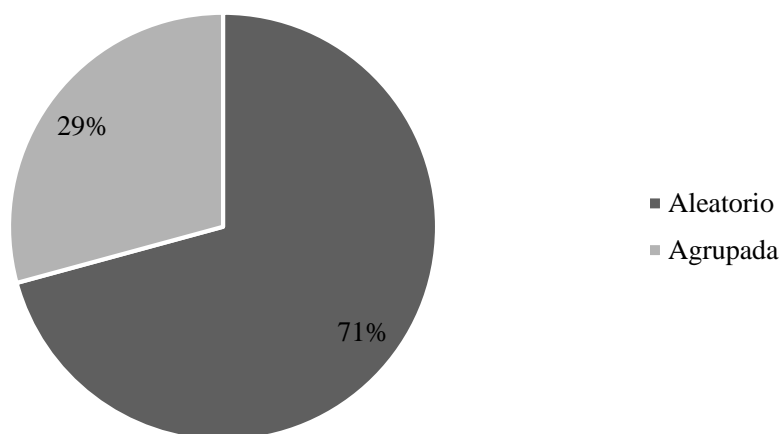


Figura 9. Porcentaje del patrón de distribución espacial que caracteriza al bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo.

#### 4.7. Índice de valor de importancia ecológica a nivel de especie

La estructura horizontal permitió evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies a partir de los parámetros ecológicos asociados a la abundancia, frecuencia y dominancia relativa. Conforme el índice de valor de importancia ecológico calculado, a nivel de especies, la vegetación se caracterizó heterogénea (Figura 10), (Anexo 5). El peso ecológico de las especies con  $d_{1,30} > 10$  cm resultó con valores diferentes. La baja participación de las especies, de acuerdo a los parámetros fitosociológicos, las convierte en vulnerable ante disturbios naturales y antrópicos tales como: deslizamientos de suelo, tala de árboles maduros y uso de productos forestales no maderables (corteza, resina, fibras, semillas, hojas, etc).

Entre las diez especies de mayor peso ecológico *Wettinia maynensis*, *Alchornea glandulosa* y *Miconia splendens*, de las familias *Arecaceae*, *Euphorbiaceae*,

Melastomataceae, representaron el 15,15% de la flora encontrada, ocupando las tres primeras posiciones por su alta frecuencia y fundamentalmente, por su elevada abundancia, acumulando de conjunto el 28% del valor de importancia. El resto de las especies que marcaron hasta la décima posición ecológica presentaron valores similares entre ellas. Estos resultados demostraron que uno de los aspectos más notorios en cuanto a estructura horizontal del bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo fue la alta densidad de palmas, ocupando la primera posición ecológica una especie de este importante grupo ecológico.

Por otra parte, resultó preocupante la posición ecológica que ocupó *Piptocoma discolor*, especie pionera de bosque secundario, típica de la sucesión ecológica, lo cual puede ser considerada indicadora de cambios ambientales. Esta variación en los patrones estructurales del ecosistema resulta interesante para orientar acciones a favor de la restauración ecológica.

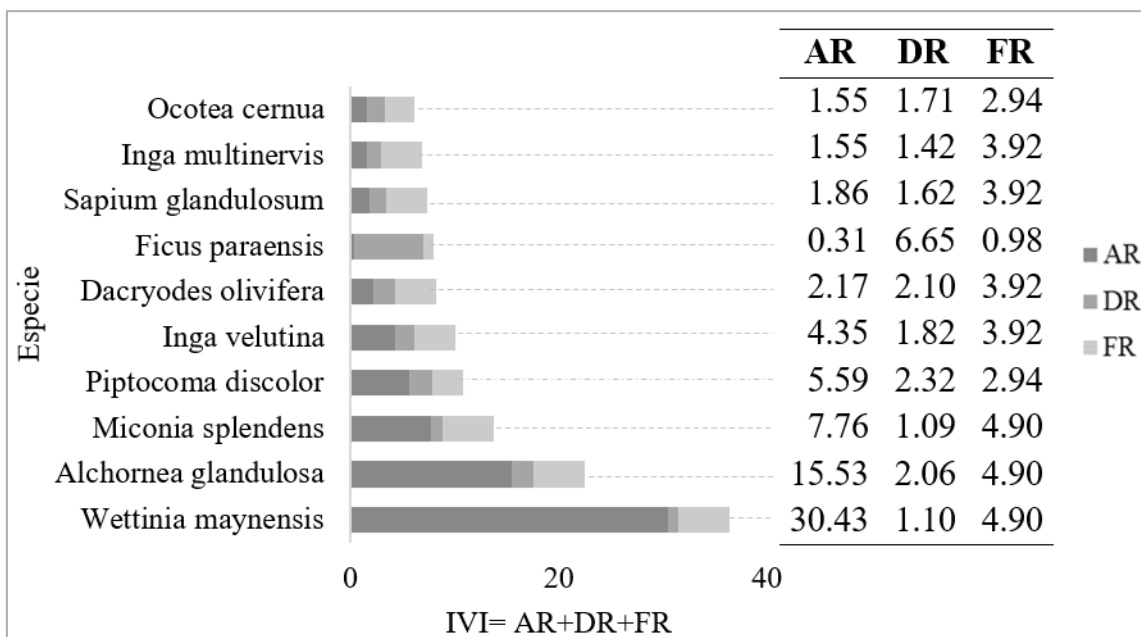


Figura 10. Índice de valor de importancia ecológica de las diez especies más importantes del bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo.

#### 4.8. Riqueza de especies

Se encontró variabilidad en la riqueza florística para cada uno de los transectos de estudio, expresado a través de los índices de riqueza de especies (Tabla 4). El cálculo del índice de Margalef reflejó que T2 y T5 presentaron mayor riqueza de especies, lo cual pudiera estar asociado a la relación proporcional que existió entre el número de especies y el número de individuos, sin embargo el resto de los índices de riqueza (Chao 2, Jackknife y

Whittaker), considerado índices de mayor robustez como estimadores no paramétricos reportaron, de manera general, que T4 y T5 son las áreas de mayor riqueza de especies y por consiguiente se corresponde con las que mostraron un mejor estado de conservación, ubicadas en la zona más alta de la microcuenca a 1292,5 msnm, donde la topografía es más inaccesible y predomina una mayor cantidad de especies. Según Moreno (2001), planteó que no existe un método mejor para determinar la riqueza de especies y que cada índice de riqueza de especies tiene su interpretación en función de la relación proporcional entre número de especies y de individuos, pero para cada una hay que buscar la aproximación más apropiada.

Tabla 4. Índice de riqueza de especies para los transectos del bosque siempreverde piemontano de la zona alta microcuenca río Puyo.

<b>Índice de Riqueza</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
Margalef	34,8	<b>37,3</b>	34,13	36	<b>37,17</b>
Chao 2	18,8	69	119,42	<b>166,24</b>	<b>187,72</b>
Jackknife	20,4	46,1	65,4	<b>84,25</b>	<b>102,6</b>
Whittaker	<b>1,17</b>	0,86	0,71	1,12	<b>1,37</b>

#### **4.9. Análisis de componentes principales**

El análisis de componentes principales (PCA) resultó con autovalores de 0,36 y 0,27 para los dos primeros ejes, lo cual indicó una alta correlación entre las unidades de muestreo y la abundancia de especies, comprobando las especies que más se asocian a cada transecto. Entre los dos primeros ejes se explicó el 64% de la varianza total explicada y solo el primer componente el 36% de la variabilidad de los datos (Tabla 5).

Tabla 5. Varianza explicada del análisis de componentes principales según la abundancia de especies.

<b>Ejes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Varianza total</b>
<b>Autovalores</b>	0.3658	0.2749	0.2049	0.1544	
<b>Variación explicada (acumulativa)</b>	36.58	64.07	84.56	100.00	51.85559

El diagrama de ordenación (Figura 11) describió un patrón de distribución espacial determinado por la abundancia de especies, mostrando una baja correlación las especies agrupadas en T5, T1 y T4 (forman un ángulo aproximado de 90°). Se demostró que T5, T4 y T1 mostraron la mayor abundancia de especies (tamaño de los círculos, Figura 12), siendo además las únicas áreas donde se reportó la presencia de especies raras (*Cordia panamensis*, *Duguetia hadrantha*, *Guarea kunthian* y *Guarea purusana*, *Endlicheria seríceea*, *Eschweilera caudiculata*, *Hieronyma alchorneoides*, *Isertia laevis*, *Matisia longiflora* y *Maytenus macrocarpaen*), contribuyendo también a la riqueza de especies, mientras que T2 y T3 resultaron con una baja abundancia de especies, lo que las convierte en áreas más vulnerables. Los resultados obtenidos posibilitaron la identificación de especies claves tales como: *Wettinia maynensis*, *Alchornea glandulosa* y *Miconia splendens* como contribuyentes a la biodiversidad en la microcuenca del río Puyo. Según Jiménez *et al.*, (2017) el análisis de componentes principales de acuerdo a la distribución de especies permite evaluar la relación que se establece entre los sitios, las especies y algunas variables del medio, pudiendo conocer cuáles especies, alcanzaron los mayores valores de abundancia en ambientes con determinados niveles de perturbación.

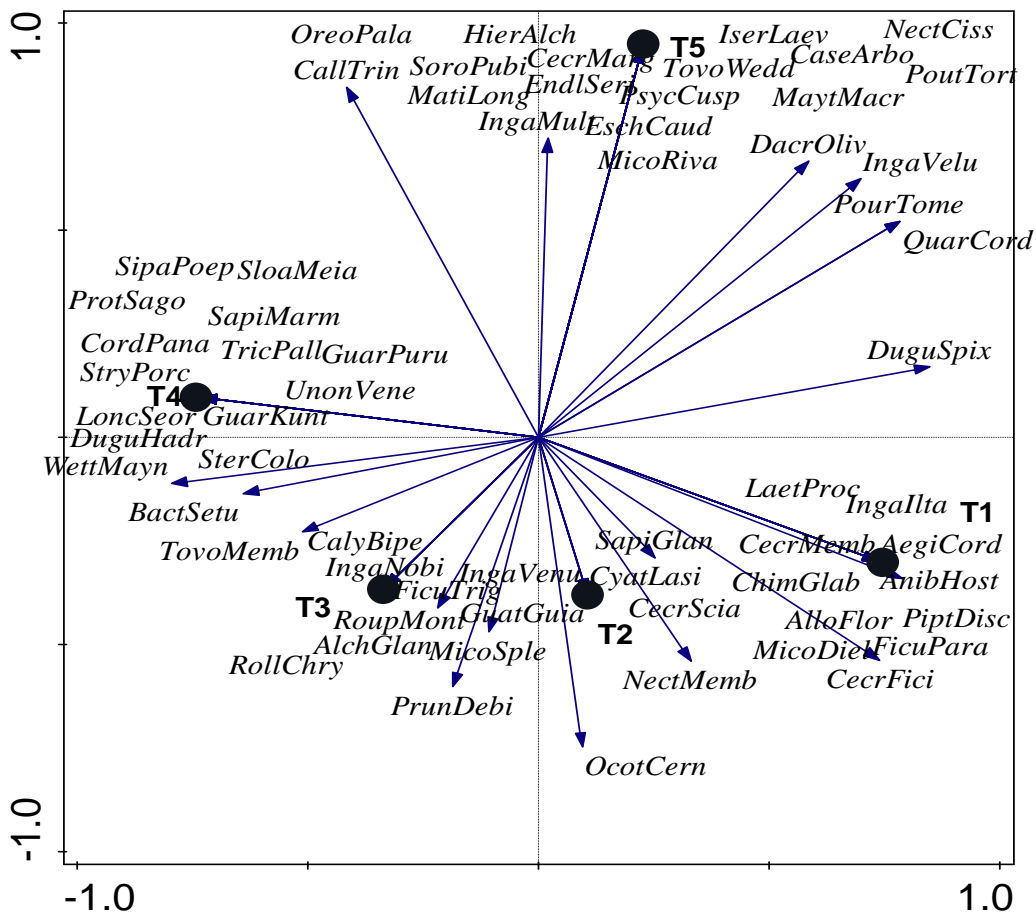


Figura 11. Ordenación espacial de los transectos y la abundancia de especies del bosque siempreverde piemontano.

**Leyenda:** *Laetia procera* (LaetProc); *Inga ilta* (IngaIlta); *Sapium glandulosum* (SapiGlan); *Cecropia membranacea* (CecrMemb); *Aegiphila cordata* (AegyCord); *Cyathea lasiosora* (CyatLasi); *Chimarrhis glabriflora* (ChimGlab); *Aniba hostmanniana* (AnibHost); *Cecropia sciadophylla* (CecrScia); *Allophylus floribundus* (AlloFlor); *Piptocoma discolor* (PiptDisc); *Miconia dielsii* (MicoDiel); *Ficus paraensis* (FicuPara); *Cecropia ficifolia* (CecrFici); *Nectandra membranacea* (NectMemb); *Ocotea cernua* (OcotCern); *Bactris setulosa* (BactSetu); *Tovomitopsis membranacea* (TovoMemb); *Calyptranthes bipennis* (CalyBipe); *Inga nobilis* (IngaNobi); *Inga venusta* (IngaVenu); *Ficus trigona* (FicuTrig); *Guatteria guianensis* (GuatGuia); *Roupala montana* (RoupMont) ; *Alchornea glandulosa* (AlchGlan); *Miconia splendens* (MicoSple); *Rollinia chrysoarpa* (RollChry); *Prunus debilis* (PrunDebi); *Siparuna poeppigii* (SipaPoep); *Sloanea meianthera* (SloaMeia); *Protium sagotianum* (ProtSago); *Sapium marmieri* (SapiMarm); *Cordia panamensis* (CordPana); *Trichilia pallida* (TricPall); *Guarea purusana* (GuarPuru); *Stryphnodendron porcatum* (StryPorc); *Unonopsis veneficiorum* (UnonVene); *Lonchocarpus seorsus* (LoncSeor); *Guarea kunthiana* (GuarKunt) ; *Duguetia hadrantha* (DuguHadr) ; *Wettinia maynensis* (WettMayn) ; *Sterculia colombiana* (SterColo); *Oreopanax palamophyllus* (OreoPala); *Calliandra trinervia* (CallTrin); *Hieronyma alchorneoides* (HierAlch); *Isertia laevis* (IserLaev); *Nectandra cissiflora* (NectCiss) ; *Sorocea pubivena* (SoroPubi); *Cecropia marginalis* (CerMa) ; *Tovomita weddelliana* (TovoWeda); *Casearia arborea* (CaseArbo); *Pouteria torta* (PoutTort); *Matisia longiflora* (MatiLong); *Endlicheria sericea* (EndlSer); *Psychotria cuspidulata* (PsyCusp); *Maytenus macrocarpa* (MaytMarc); *Inga multinervis* (IngaMult); *Eschweilera caudiculata* (EschCaud) ; *Miconia rivalis* (MicoRiva); *Dacryodes olivifera* (DacrOliv); *Inga velutina* (IngaVelu); *Pourouma tomentosa* (PourTome); *Quararibea cordata* (QuarCord) ; *Duguetia spixiana* (DuguSpix)

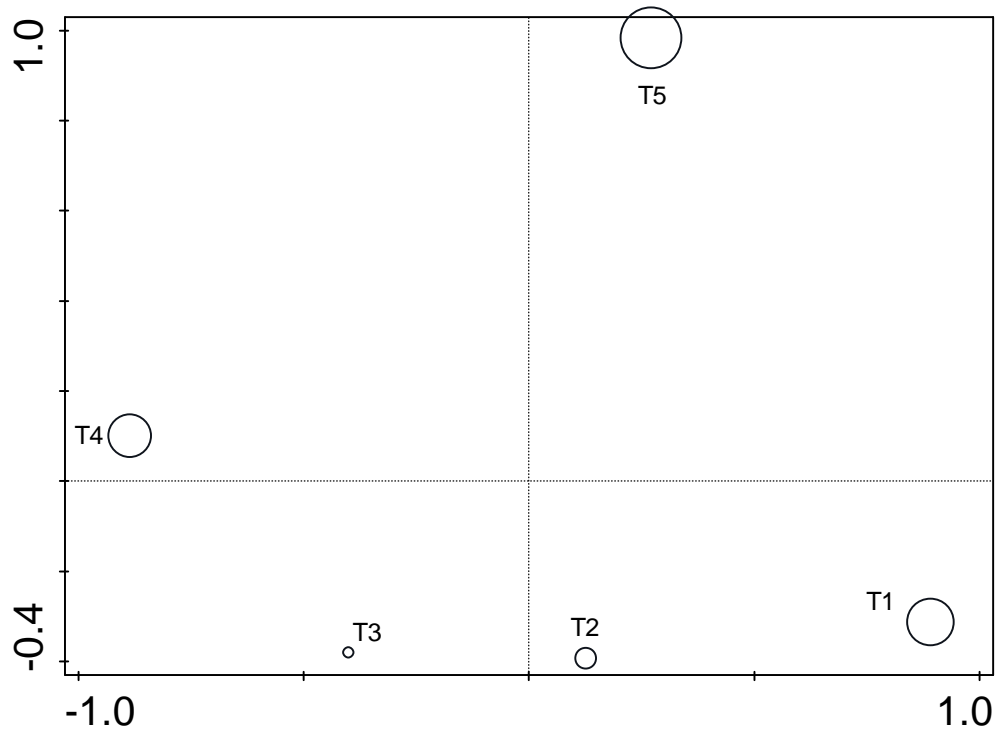


Figura 12. Distribución del número de especies por transectos (Un aumento del tamaño de los círculos indica mayor cantidad de especies).



## CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- El inventario florístico en la zona alta de la microcuenca del río Puyo resultó con una alta riqueza de especies y baja abundancia, con predominio de palmas como grupo ecológico, aunque se presentaron ligeras alteraciones en la composición de la vegetación, diferenciada en dos grupos florísticos.
- La posición sociológica reflejó que el 78% de las especies (representadas en un solo estrato) se encuentran en retroceso y con bajo potencial reproductivo, lo cual indicó el predominio de un patrón de distribución vertical no continuo, que las hace vulnerable a cambios ambientales muy propicios en la zona como son: deslizamiento de suelos, fuertes vientos, cambios de uso de suelos y deforestación, aspectos que limitan la estabilidad y permanencia de las especies en el área de estudio.
- Los patrones de estructura vertical y horizontal del bosque siempreverde piemontano reflejaron la existencia de un ecosistema heterogéneo, distinguido por árboles de 10-20 m de altura, con la mayor concentración de individuos en las clases diamétricas inferiores, lo cual reflejó la existencia de un proceso de sucesión ecológica avanzada donde prevalecen las interacciones competitivas.
- El índice de valor de importancia ecológica (IVI) indicó que las especies *Wettinia maynensis*, *Alchornea glandulosa* y *Miconia splendens* resultaron con mayor peso ecológico, siendo especies claves de este ecosistema, mientras que *Piptocoma discolor* (especie pionera de bosque secundario) también ocupó una posición favorable, indicador de cambios ambientales.
- Los índices de riqueza expresaron variabilidad en cada uno de los transectos de estudio, resultando T4 y T5 con mayor riqueza de especies, siendo las áreas de mejor estado de conservación, ubicadas en la zona más alta de la microcuenca del río Puyo a 1300 msnm donde la topografía es inaccesible.
- El análisis de componentes principales (ACP) indicó una alta correlación entre los transectos y la abundancia de especies, lo cual describió un patrón de distribución espacial determinado por la abundancia de especies, mostrando T5, T1 y T4 un comportamiento diferenciado que aporta, desde una perspectiva ambiental, las bases ecológicas para la restauración del bosque siempreverde piemontano.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Continuar con el inventario del bosque siempreverde piemontano e incorporar variables ambientales que permitan validar la toma de decisiones en las prácticas ambientales.
- Señalizar las especies clave del ecosistema (*Wettinia maynensis*, *Alchornea glandulosa* y *Miconia splendens*) como criterio para los programas de restauración ecológica.

## CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, V. Araujo, P. Iturre, M. (2006). Caracteres estructurales de las masas. Facultad de ciencias forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. E-Book ISBN 978-987-1676-34-7.
- Ahuanari, H., y Hugo, V. (2015). Diversidad florística y estructural de los bosques de las comunidades nativas de Esperanza, La Florida, San Pedro y Mairidicai, de la cuenca del río Putumayo–Perú.
- Alvis, G.J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Vol 7 No. 1, 116-119.
- Araujo, P.S.F.; Christo, A.G.; Rodrigues, G.B.R. y Silva, A. F. (2009). Composição florística e estrutura de um fragmento de floresta estacional semidecidual aluvial em viçosa (MG). Floresta, Curitiba, PR. Vol. 39, No. 4, p. 793-805 p.
- Araujo-Murakami, A., Bascope, F., Cardona-Peña, V., De la Quintana, D., Fuentes, A., Jørgensen, P y Seidel, R. (2005). Composición florística y estructura del bosque amazónico preandino en el sector del Arroyo Negro, Parque Nacional Madidi, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 40(3), 281-303.
- Arellano, H., y Rangel, J. O. (2008). Patrones en la distribución de la vegetación en áreas de páramo de Colombia: heterogeneidad y dependencia espacial. *Caldasia*, 30(2), 355-411.
- Armijos, E., (2002). Estudio hidrofísico de las Cuencas de los ríos Napo, Pastaza y Santiago dentro del proyecto HYBAM. Thèse d'ingénieur civil de l'UCE (Universidad Central de Ecuador), 126 p.
- Balvanera, P. (2013). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas* 21(1-2):136-147
- Bascope, F., Jorgensen, P. (2005). Caracterización de un bosque montano húmedo: Yungas, La Paz. *Ecología en Bolivia*, 40(3), 365-379.
- Bertzky, M. et al. (2011). Indirect Land Use Change from biofuel production: implications for biodiversity. JNCC Report, No. 456.
- Blaser, J., y Camacho, M. (1991). Estructura, composición y aspectos silviculturales de un bosque de roble (*Quercus* spp.) del piso montano en Costa Rica (Vol. 185). CATIE.

- Budiharta, S., Meijaarda, E., Wells, J. A., Abram, N. A. y Wilson, K. A. (2016). Enhancing feasibility: Incorporating a socio-ecological systems framework into restoration planning. *Environmental Science & Policy*, 64, 83-92.
- Cabrera, M., y Ramírez, W. (2014). Restauración ecológica de los páramos de Colombia: Transformación y herramientas para su conservación. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Cacias, A. (2015). Caracterización de la estructura y composición florística en islas de bosque menor en las sabanas del heath. Tesis de grado. Universidad mayor de San Andrés facultad de agronomía carrera de ingeniería agronómica.
- Camacho, Y. (2012). Estudio fitosociológico de dos lotes en el piso de bosque premontano en la parroquia Carayaca, estado Vargas, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*, 56(1), 63-72.
- Caranqui, J. (2015). Análisis temporal entre dos estados del bosque siempre verde de tierras bajas en la estación experimental Pastaza.
- Carmona, J. (2013). Análisis Multivariado Ken Mastsuda. Universidad de Serena Chile. Volumen 1. 45p (5).
- Carreón, R. J., y Valdez, J. I. (2014). Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 20(1), 119-130.
- Chamorro, A. y Obando, J. (2015). Rendimiento En Área Basal Y Composición Florística En Tres Tipos De Bosques Secundarios. Provincia De Sucumbíos, Cantón Lago Agrio, Parroquia El Eno. Tesis Previa A La Obtención Del Título De Ingeniero Forestal. 75p:22
- Colin, S. (2015). La importancia de rescatar, preservar, mantener y cuidar la micro cuenca del Río Magdalena, Distrito Federal. *Revista del Centro de Investigación de la Universidad de la Salle*. Vol. 5, núm. 19.
- Curtis, J. Y R. McIntosh. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-496.
- Del Río, M., Montes, F., Cañellas, I., y Montero, G. (2003). Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales*, 12(1), 159-176.

- Díaz, V. P., y Calzadilla, A. (2016). Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la Salud. *Revista Ciencias de la Salud*, 14(1), 115-121.
- Duffy JE. (2014). Why biodiversity is important to the functioning of real-world ecosystems, in *Front Ecol Environ* 7(8).
- Echeverría, C., Smith-Ramírez, C., Aronson, J. y Barrera-Cataño, J. I. (2015). Establishing the ecological restoration network in Argentina: from Rio1992 to SIACRE2015. *Restoration Ecology*, 23, 95-103
- Ehrenberg, C. (1996). Paradigmas de conservación forestal. *Unasylva*. Revista internacional de silvicultura e industrias forestales. FAO-Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.
- Espinoza, P., y Calet, P. (2012). Estructura y composición florística del bosque de terraza media adyacente al arboretum “el Huayo”, CIEFOR-Puerto Almendras, río Nanay, Iquitos-Perú.
- FAO (1995). *Forest Resources Assessment 1990*. FAO Forestry Paper 112. Rome, Italy.
- FAO (2010). *Global Forest Resources Assessment 2010*. Food and Agriculture Organisation, Rome.
- FAO. (2013). *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Informe Principal. Estudios FAO.
- Figueroa, S. N., y Nobre, C. A. (1990). Precipitation distribution over central and western tropical South America. *Climanalyse*, 5(6), 36-45.
- Finol Urdaneta, H. (1971). Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana (Venezuela)* v. 14 (21) p. 29-42.
- Finol, H. (1976). Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques venezolanos. *Revista Forestal Venezolana*, 19 (26), 17-44.
- García-Licona, J. B., Esparza-Olguín, L. G., & Martínez-Romero, E. (2014). Estructura y composición de la vegetación leñosa de selvas en diferentes estadios sucesionales en el ejido El Carmen II, Calakmul, México. *Polibotánica*, (38), 01-26.
- Godínez, O; López, L. (2006). Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de*

Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 73(2): 283-314.

- González-Ramírez, M., Zaragoza-Caballero, S., y Pérez-Hernández, C. X. (2017). Análisis de la diversidad de Coleóptera en el bosque tropical caducifolio en Acahuizotla, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(2), 381-388.
- Gutiérrez-Báez, C., Ortiz-Díaz, J. J., Flores-Guido, J. S., y Zamora-Crescencio, P. (2012). Diversidad, estructura y composición de las especies leñosas de la selva mediana subcaducifolia del Punto de Unión Territorial (PUT) de Yucatán, México. *Polibotánica*, (33), 151-174.
- Guzmán, S. y Oswaldo, E. (2015). Líneas estratégicas para el manejo del bosque húmedo tropical premontano en la estribación oriental del Parque Nacional Llanganates, Ecuador (Doctoral dissertation, Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. Facultad de Forestal y Agronomía. Centro de Estudios Forestales).
- Honorio-Coronado, E. N., Vega-Arenas, J. E., y Corrales-Medina, M. N. (2015). Diversidad, estructura y carbono de los bosques aluviales del noreste peruano. *Folia Amazónica*, 24(1), 55-70.
- Hosokawa, R. T. (1986). *Manejo de economía de florestas*. Roma, FAO. 125 p.
- INAMHI, I. N. (1978-2014) *Anuarios Meteorológicos*. Estación Meteorológica Puyo (2000-2014). Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp>
- Jacques D., Kergoat L., Hiernaux P., Mougin E. y Defourny P. (2014). Monitoring dry vegetation in semi-arid areas with MODIS SWIR bands. *Remote Sens. Environ.* 153, 40-49. DOI: 10.1016/j.rse.2014.07.027
- Jadán, O., Günter, S., Torres, B., y Selesi, D. (2014). Riqueza y potencial maderable en sistemas agroforestales tradicionales como alternativa al uso del bosque nativo, Amazonia del Ecuador. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 12(28), 13-22.
- Jadán, O., Torres, B., Selesi, D., Peña, D., Rosales, y C. Günter, S. (2016). Diversidad florística y estructura en cacaotales tradicionales y bosque natural (Sumaco, Ecuador). *Colombia Forestal*, 19(2), 129-142.
- Jayakumar, S. Seong, S. K.; Joon, H. (2011). Floristic inventory and diversity assessment - a critical review. *International Academy of Ecology and Environmental Sciences* 1(3-4):151-168 p.

- Jiménez, L., Gusmán, J., Capa-Mora, D., Quichimbo, P., Mezquida, E. T., Benito, M., y Rubio, A. (2017). Riqueza y diversidad vegetal en un bosque siempreverde piemontano en los Andes del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7(1).
- Jiménez, L.S., Capa-Mora, D., Quichimbo, P., Mezquida, E.T., Benito, M., y Rubio, A. (2016). Influencia de las características ambientales en la composición florística de un bosque siempreverde piemontano. *Bosques Latitud Cero*. 6(2): 1-16.
- Joao, E. F. (2015). Estructura y composición del bosque Miombo del sector norte de Canjombe, Kuanza-Sul (Doctoral dissertation, Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. Facultad de Forestal y Agronomía. Departamento Forestal).
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido-*. Ed: Cooperación Técnica. República Federal de Alemania. 335 p.
- Lavado Casimiro W, Labat D, Guyot J and Ardoin-Bardin S. (2011). Assessment of climate change impacts on the hydrology of the Peruvian Amazon–Andes basin *Hydrol. Process.* 25 3721–34
- León-Yáñez, Valencia, R.; Pitman, N.; Jørgensen, P. M. (2012). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. P. 1-489.
- Ley Organica De Recursos Hídricos, Usos Y Aprovechamiento Del Agua (Segundo Suplemento del Registro Oficial 305, 6-VIII-2014).
- Li Y., G. Hui., Z. Zhao, Y. Hu. and S. Ye (2014) Spatial structural characteristics of three hardwood species in Korean pine broad-leaved forest-Validating the bivariate distribution of structural parameters from the point of tree population. *Forest Ecology and Management* 314:17-25.
- Louman, B., Valerio, J., y Jiménez, W. (2001). Bases ecológicas. *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Serie Técnica. Manual Técnico*, (46), 19-78.
- Luzuriaga, C. X. (2014). Inventario florístico del bosque que rodea a la laguna en la estación biológica Pindo mirador Pastaza-ecuador. *Tsafiqui*, (6), 15-25.

- MAE, 2013. Ministerio del ambiente del Ecuador. Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- MAE. (2012). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito- Ecuador.
- Maestre, F.; Escudero, A.; Bonet, A. (2008). Introducción al análisis de datos espaciales en ecología y ciencias ambientales. Métodos y aplicaciones. Universidad Rey Juan Carlos. España.
- Maestre, F; Callaway, R; Valladares, F; y Lortie, C. (2013). Refining the stress gradient hypothesis for competition and facilitation in plant communities. *Journal of Ecology*, 97(2), 199-205.
- Maldonado Ojeda, S. E. (2016). Estructura y composición florística del bosque siempreverde Montano Bajo de la microcuenca el Suhi, Palanda, Zamora Chinchipe-Ecuador (Bachelor's thesis, Loja: Universidad Nacional de Loja).
- Margalef, R. (1995). *Ecología*. Barcelona: Omega. 951 p.
- Martínez, A., Costa, M., y López, J. A. (2009). Environmental change in NW Iberia between 7000 and 500 cal BC. *Quaternary International*, 200(1-2), 77-89.
- McAleece, N. (1997). *Biodiversity pro.*
- McDonald, T., Gann, G. D., Jonson, K. y Dixon, K. W. (2016). International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. Washington, D.C., USA: Society for Ecological Restoration.
- Meli, P., Aguilar-Fernández, R. y Carabias, J. (2015). Restauración ecológica en Marqués de Comillas. En J. Carabias, J. de la Maza y R. Cadena (Coord.). *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias* (pp. 429-458), México D.F., México: Natura y Ecosistemas Mexicanos A.C
- Meli, P., Martínez-Ramos, M. y Rey-Benayas, J. M. (2013). Selecting species for passive and active riparian restoration in Southern Mexico. *Restoration Ecology*, 21, 163- 165.
- Melo, V., y Vargas, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima. CRQ-CARDER-CORPOCALDAS-CORTOLIMA.



- Mendoza, Z. A., Betancourt, Y., y Geada, G. (2015). Composición florística y estructura de los bosques secos de la Provincia de Loja, Ecuador. *ARNALDOA*, 20(1), 117-128.
- Michela, J. F., y de Galíndez, M. J. (2016). Caracterización de un bosque del centro oeste de la provincia de chaco, Argentina. *Foresta Veracruzana*, 18(1), 33-44.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). (2014). Resolución Ministerial N° 248-2014- MINAM, Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural. 07 de agosto.
- Montilla, A y Pacheco, H (2014). Comportamiento temporal y espacial del bosque ribereño en el curso bajo del río Portoviejo y la quebrada Chilán, provincia de Manabí, Ecuador. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 33 (1) 21-35.
- Mora C, Tittensor DP, Adl S, Simpson AGB y Worm B. (2013). How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?, in *PLoS Biol* 9(8)
- Mora-Donjuán, C. A., Buendía-Rodríguez, E., Rubio-Camacho, E. A., Alanís-Rodríguez, E., y Treviño-Garza, E. J. (2016). Distribución espacial, composición y estructura de un matorral en el noreste de México. *Revista fitotecnia mexicana*, 39(1), 87-95.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T manuales y tesis SEA. Volumen I. Zaragoza 84 p.
- Mosquera, H. Q., y Hurtado, F. M. (2014). Diversidad florística arbórea y su relación con el suelo en un bosque pluvial tropical del Chocó Biogeográfico. *Revista árvore*, 38(6), 1123-1132.
- Muller, E. (2002). Los Bosques Secundarios Salen a la Luz. ¿Qué son los bosques secundarios? Quito, Ecuador. 16 p.
- Murcia, C., y Guariguata, M. R. (2014). La restauración ecológica en Colombia: tendencias, necesidades y oportunidades (Vol. 107). CIFOR.
- Nascimento H, Laurance W, Oliveira A, Laurance S, Condit R, Sanchez-Thorin A, Lovejoy T, Andrade A, D'Angelo S, Ribeiro J, Dick C (2001) Pervasive alteration of tree communities in undisturbed Amazonian Forests. *Nature* 428: 171-175.
- Neill, D. (2012). ¿Cuántas especies nativas de plantas vasculares hay en Ecuador? *REVISTA AMAZÓNICA Ciencia y Tecnología*. Universidad Estatal Amazónica UEA, Puyo, Pastaza, Ec. Volumen N° 1, pp. 70, 83.

- Ni R., Y. Baiketuerhan, C. Zhang, C., X. Zhao and K. V. Gadov (2014) Analysing structural diversity in two temperate forests in northeastern China. *Forest Ecology and Management*. 316:139-147.
- Pacheco, M., granizo, T., C. Guerrero, y L. Suárez (Eds.). (2011). Libro Rojo de las Aves del Ecuador. SIMBIOE/Conservación Internacional/EcoCiencia/Ministerio del Ambiente/UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador, tomo 2. Quito, Ecuador.
- Pacheco, S. Malizia, L. R. y Brown, A. D. (2013). "La provisión de agua como Servicio Ambiental de la Reserva de Biosfera de las Yungas". En UNESCO. Experiencias exitosas en Iberoamerica, Reservas de la biosfera: su contribución a la provisión de servicios de los ecosistemas. Francia: UNESCO, pp. 09-20.
- Palacios, B., Aguirre, Z., Lozano, D., y Yaguana, C. (2016). Riqueza, estructura y diversidad arbórea del bosque montano bajo, Zamora Chinchipe – Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 6(2): 104 – 117
- Palacios, W. (2016). Arboles del Ecuador: Familias y géneros; especies representativas. Ciudadela el Olivo. Universidad Técnica del Norte Ibarra-Ecuador. 882 p.
- Palacios, W., y Jaramillo, N. (2004). Gremios ecológicos forestales del noroccidente del Ecuador: implicaciones en el manejo del bosque nativo. *Lyonia*. Volumen 6(2), p. 57.
- Palacios, W. (1993). Investigación y manejo forestal en el Ecuador. In Mena, P.A.; Suárez, L.eds. *La Investigación para la conservación de la diversidad biológica en el Ecuador*. Quito, Ecuador, *Ecociencia*.p 283-300.
- Patiño, J., Lozano, P., Tipán, C., Navarrete, H., López, R., Asanza, M., y Torres, B. (2015). Composición florística y estructura de un bosque siempreverde piemontano de 600 a 700 msnm en la cuenca del río Piatúa, Napo, Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 4(2), 166-214.
- Pintaud, J. C., Galeano, G., Balslev, H., Bernal, R., Borchsenius, F., Ferreira, E., ... & Noblick, L. (2008). Las palmeras de América del Sur: diversidad, distribución e historia evolutiva. *Revista peruana de biología*, 15, 7-30.
- Rodríguez, M. (2015). Tipos de investigación científica. Tesis e investigaciones Análisis-SPSS.

- Rubio, D. (1991). Regeneración natural y demografía de *Miconia guianensis* Aublet. en Jatun Sacha. Tesis de grado para optar por el título de Ingeniero Forestal. Ibarra, Ecuador. 64 p.
- Ruíz D. (2004). La biodiversidad en la ecorregión de los Llanos de Venezuela y las prioridades para su conservación. *Ecosistemas* 13, 124-129.
- Ruiz-Jaén, M. C., y Aide, T. M. (2005). Vegetation structure, species diversity, and ecosystem processes as measures of restoration success. *Forest Ecology and Management*, 218(1-3), 159-173
- Samaniego, E. (2015) Líneas estratégicas para el manejo del bosque húmedo tropical premontano en la estribación oriental del Parque Nacional Llanganates, Ecuador. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. 175p: 27.
- Samaniego, E., García, Y., Neill, D., Arteaga, Y., Vargas, J y Rojas, L. (2015). Diversidad florística de tres sitios de un bosque siempreverde piemontano de la región oriental amazónica del Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*. 4 (1): 32-47.
- Sanchez, H. Garcia, Y. Lopez, G. Arteaga, Y. Rios, J y Guerrero, J. (2017). Efecto del grado de antropización en la estructura, en tres sitios fragmentados bosque siempreverde piemontano. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*. Vol. 5(2):172-180
- Santos, T., y Tellería, J. L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Revista Ecosistemas*, 15(2).
- Sierra, R. (2013). Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años. *Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends*. Quito, Ecuador.
- Tapia, M. F., Homeier, J., Espinosa, C. I., Leuschner, C., y de la Cruz, M. (2015). Deforestation and forest fragmentation in South Ecuador since the 1970s—losing a hotspot of biodiversity. *PloS one*, 10 (9), e0133701.
- Ter Steege, H., Pitman, N. C., Sabatier, D., Baraloto, C., Salomão, R. P., Guevara, J. E, y Monteagudo, A. (2013). Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science*, 342(6156), 1243092.
- Toledo, R. (2004). Grado de antropización y manejo forestal en relación con la diversidad y abundancia de las comunidades de aves en la cuenca del río

Cuyaguaje. Tesis en opción al título académico de Master en Ciencias Forestales. Mención Manejo del Bosque. Universidad de Pinar del Río, Cuba.

- Valdés-Sáenz, M. A., García-Quintana, Y., Escarré-Esteve, A., Flores, J., Geada-López, G., Arteaga-Crespo, Y., y Valdés-Sáenz, C. R. (2014). Estructura de un bosque natural perturbado de *Pinus tropicalis* Morelet en Galalón, Cuba. *Botanical Sciences*, 92(3), 417-423.
- Valencia, R., Foster, R. B., Villa, G., Condit, R., Svenning, J. C., Hernández, C., y Balslev, H. (2004). Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon: large forest plot in eastern Ecuador. *Journal of Ecology*, 92(2), 214-229.
- Valois-Cuesta, H., Martínez-Ruiz, C., Rentería Cuesta, Y. Y., y Panesso Hinestroza, S. M. (2013). Diversidad, patrones de uso y conservación de palmas (Arecaceae) en bosques pluviales del Chocó, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 61(4).
- Whittaker, H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3):213-251.
- Wunder, S. (2001). Deforestation and economics in Ecuador: Asíntesis. Forestry Discussion Paper 35, Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen. January.
- Yepes, A., Herrera, J., Phillips, J., Cabrera, E., Galindo, G., Granados, E., y Cardona, M. (2015). Contribución de los bosques tropicales de montaña en el almacenamiento de carbono en Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 63(1).

## CAPITULO VII. ANEXOS

**Anexo1:** Composición florística del área de estudio de los 5 transectos del bosque siempreverde piemontano en la zona alta de la microcuenca del río Puyo.

Trans.	Ind	Nombre científico	Familia	DAP	Altura	
					Ht	Hc
1	1	<i>Inga ilta</i>	Fabaceae	19,43	14	9
1	3	<i>Cecropia ficifolia</i>	Urticaceae	11,15	11	7
1	4	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	32,17	18	10
1	5	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	11,46	12	5
1	6	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	22,29	17	10
1	7	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,65	10	11
1	8	<i>Miconia dielsii</i>	Melastomataceae	10,19	9	6
1	9	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	20,38	14	19
1	10	<i>Inga ilta</i>	Fabaceae	19,11	16	9
1	11	<i>Miconia dielsii</i>	Melastomataceae	10,19	11	7
1	12	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	14,97	10	5
1	13	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	10,51	8	5
1	14	<i>Cecropia ficifolia</i>	Urticaceae	15,29	12	6
1	15	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	32,80	18	6
1	16	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	25,16	17	8
1	17	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	15,92	9	6
1	18	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	30,25	17	6
1	19	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	16,24	6	3
1	20	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	13,69	7	6
1	21	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	18,47	13	6
1	22	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	11,46	5	4
1	23	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	63,69	20	8
1	24	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	10,51	9	5
1	25	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	17,52	9	8
1	26	<i>Cecropia membranacea</i>	Urticaceae	27,07	18	14
1	27	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	34,39	18	13
1	28	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	41,08	17	6
1	29	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	35,35	18	14
1	30	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,92	12	11
1	31	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	13,06	10	6
1	32	<i>Laetia procera</i>	Salicaceae	11,46	11	7
1	33	<i>Quararibea cordata</i>	Malvaceae	28,66	12	4
1	34	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16,56	12	11
1	35	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	10,83	9	4
1	36	<i>Aniba hostmanniana</i>	Lauraceae	13,06	13	6
1	37	<i>Inga multinervis</i>	Fabaceae	16,56	14	7
1	39	<i>Pourouma tomentosa</i>	Urticaceae	10,83	11	5
1	40	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	10,19	8	4
1	41	<i>Cecropia ficifolia</i>	Urticaceae	27,71	17	8

1	42	<i>Laetia procera</i>	Salicaceae	15,61	14	10
1	43	<i>Cecropia membranacea</i>	Urticaceae	13,69	14	10
1	45	<i>Aegiphila cordata</i>	Lamiaceae	23,89	15	9
1	46	<i>Duguetia spixiana</i>	Annonaceae	12,74	12	4
1	47	<i>Laetia procera</i>	Salicaceae	12,10	13	9
1	48	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	34,71	18	10
1	49	<i>Ficus paraensis</i>	Moraceae	92,36	20	12
1	50	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	22,29	12	3
1	51	<i>Laetia procera</i>	Salicaceae	11,15	11	7
1	52	<i>Sapium glandulosum</i>	Euphorbiaceae	21,34	15	8
1	53	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	11,15	11	6
1	54	<i>Dacryodes olivifera</i>	Burseraceae	12,10	10	5
1	56	<i>Allophylus floribundus</i>	Sapindaceae	13,38	8	4
1	57	<i>Chimarrhis glabriflora</i>	Rubiaceae	40,13	20	14
1	58	<i>Duguetia spixiana</i>	Annonaceae	13,38	12	4
1	59	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	13,06	9	3
1	60	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16,88	9	8
1	61	<i>Pourouma tomentosa</i>	Urticaceae	17,20	15	9
1	62	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	28,34	15	9
1	63	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,01	8	7
1	64	<i>Ocotea cernua</i>	Lauraceae	35,03	16	10
1	65	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,61	12	11
1	66	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12,74	11	10
1	67	<i>Dacryodes olivifera</i>	Burseraceae	50,00	22	16
1	68	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	45,86	18	12
1	69	<i>Duguetia spixiana</i>	Annonaceae	14,97	13	8
1	70	<i>Nectandra membranacea</i>	Lauraceae	19,43	15	10
1	71	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	12,42	12	7
1	72	<i>Laetia procera</i>	Salicaceae	15,92	12	8
1	73	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,65	8	7

Trans.	Ind.	Nombre Científico	Familia	DAP	Altura	
					Ht	Hc
2	1	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16,56	12	11
2	2	<i>Inga venusta</i>	Fabaceae	25,16	17	10
2	3	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,29	13	12
2	4	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,33	12	11
2	5	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	21,97	18	9
2	6	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,92	11	10
2	8	<i>Inga venusta</i>	Fabaceae	45,86	20	10
2	9	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	17,83	13	8
2	10	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	13,69	9	8

2	11	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	15,61	12	7
2	12	<i>Guatteria guianensis</i>	Annonaceae	14,97	10	6
2	13	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	27,39	17	9
2	14	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	55,41	20	10
2	15	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16,56	16	15
2	16	<i>Guatteria guianensis</i>	Annonaceae	29,30	14	12
2	17	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,29	14	12
2	19	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16,56	16	14
2	20	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	18,15	12	11
2	21	<i>Cyathea lasiosora</i>	Cyatheaceae	11,15	7	6
2	22	<i>Prunus debilis</i>	Rosaceae	21,02	12	8
2	23	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12,42	8	7
2	24	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,29	12	11
2	25	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	17,83	11	10
2	26	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16,56	12	11
2	27	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	21,97	14	8
2	28	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	13,06	12	11
2	29	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	18,79	14	13
2	30	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	20,38	12	9
2	31	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	37,58	20	16
2	32	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	13,69	11	10
2	33	<i>Tovomitopsis membranacea</i>	Clusiaceae	13,38	10	5
2	35	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	29,94	18	12
2	36	<i>Sapium glandulosum</i>	Euphorbiaceae	16,24	13	7
2	37	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	12,10	11	4
2	38	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Urticaceae	16,88	14	9
2	39	<i>Dacryodes olivifera</i>	Burseraceae	18,47	7	5
2	44	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	28,66	17	12
2	45	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,29	13	12
2	46	<i>Ocotea cernua</i>	Lauraceae	12,74	12	9
2	47	<i>Bactris setulosa</i>	Arecaceae	15,29	9	8
2	48	<i>Cecropia ficifolia</i>	Urticaceae	14,01	12	6
2	49	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	35,35	20	12
2	50	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	24,52	18	11
2	51	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	19,11	10	6
2	52	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,65	14	13
2	55	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	22,93	15	9
2	57	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	12,74	10	6
2	60	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	15,92	9	5
2	61	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	22,61	16	9
2	62	<i>Cecropia ficifolia</i>	Urticaceae	16,56	14	10
2	63	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	13,38	11	5
2	64	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	28,98	17	9

Trans.	Ind.	Nombre científico	Familia	DAP	Altura	
					Ht	Hc
3	1	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	21,66	10	8
3	2	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,65	11	9
3	3	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	23,57	14	3
3	4	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	10,19	10	9
3	6	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	13,38	12	11
3	7	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	14,97	11	8
3	8	<i>Ocotea cernua</i>	Lauraceae	29,94	18	9
3	9	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,65	12	11
3	10	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,97	10	9
3	11	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	21,34	13	6
3	12	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	34,71	15	6
3	13	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	13,06	6	5
3	14	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,65	12	10
3	15	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,01	10	9
3	16	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,33	10	9
3	17	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	24,84	14	4
3	18	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,01	12	9
3	19	<i>Ocotea cernua</i>	Lauraceae	23,25	15	10
3	20	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,01	10	9
3	21	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	10,83	10	4
3	22	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12,42	7	6
3	23	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,01	8	7
3	25	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	15,61	10	5
3	26	<i>Ocotea cernua</i>	Lauraceae	17,52	14	10
3	28	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,33	14	13
3	29	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	29,30	18	10
3	30	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,01	13	12
3	31	<i>Roupala montana</i>	Proteaceae	21,34	18	9
3	32	<i>Ficus trigona</i>	Moraceae	24,20	10	8
3	33	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	15,61	13	6
3	34	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,29	12	11
3	35	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	11,78	6	5
3	36	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	27,07	16	6
3	37	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	33,44	14	10
3	38	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	17,20	8	7
3	39	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	13,06	10	9
3	40	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	35,67	20	12
3	41	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	15,29	12	6
3	42	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	11,78	11	6
3	43	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	39,49	18	8



3	44	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	17,20	16	6
3	45	<i>Sapium glandulosum</i>	Euphorbiaceae	27,07	15	12
3	46	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16,24	8	7
3	47	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,33	10	8
3	48	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	13,06	13	12
3	49	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	32,17	17	8
3	50	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,97	14	13
3	51	<i>Sapium glandulosum</i>	Euphorbiaceae	12,10	12	7
3	52	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,97	10	9
3	53	<i>Inga multinervis</i>	Fabaceae	25,80	17	13
3	54	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	32,17	17	12
3	55	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	37,26	18	11
3	56	<i>Inga nobilis</i>	Fabaceae	19,11	16	11
3	57	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16,56	14	13
3	58	<i>Prunus debilis</i>	Rosaceae	26,11	17	10
3	59	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16,56	11	9
3	60	<i>Calyptanthes bipennis</i>	Myrtaceae	15,92	13	4
3	61	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	41,40	20	12
3	62	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	19,11	14	3
3	63	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	13,06	8	7
3	64	<i>Rollinia chrysocarpa</i>	Annonaceae	22,29	13	8
3	65	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,65	11	10
3	66	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	21,34	16	7
3	67	<i>Nectandra membranacea</i>	Lauraceae	10,83	12	8
3	68	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	33,12	18	12
3	69	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	27,39	17	10
3	70	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	26,11	17	12
3	73	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Rutaceae	31,21	17	12
3	74	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	22,93	11	5
3	75	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	31,21	16	5
3	77	<i>Sapium glandulosum</i>	Euphorbiaceae	35,67	20	7
3	78	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,61	12	10
3	79	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	13,38	11	10
3	80	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	55,41	20	9
3	81	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,01	12	11

Trans.	Ind.	Nombre científico	Familia	DAP	Altura	
					Ht	Hc
4	1	<i>Inga multinervis</i>	Fabaceae	17,83	15	9
4	2	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,97	10	6
4	3	<i>Protium sagotianum</i>	Burseraceae	24,20	13	7
4	4	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16,88	14	2
4	5	<i>Cordia panamensis</i>	Boraginaceae	21,66	12	4
4	6	<i>Cordia panamensis</i>	Boraginaceae	19,43	11	6

4	7	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,61	9	8
4	8	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12,10	6	2
4	9	<i>Cordia panamensis</i>	Boraginaceae	24,20	13	9
4	10	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,29	14	13
4	11	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	11,15	8	4
4	12	<i>Calliandra trinervia</i>	Fabaceae	33,12	15	6
4	13	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,61	9	8
4	14	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,29	10	6
4	15	<i>Cordia panamensis</i>	Boraginaceae	10,51	9	4
4	16	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,92	15	9
4	17	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,61	16	10
4	18	<i>Stryphnodendron porcatum</i>	Fabaceae	37,26	14	10
4	19	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	17,52	16	8
4	20	<i>Tovomitopsis membranacea</i>	Clusiaceae	12,10	8	2
4	21	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	13,38	10	4
4	23	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,65	6	5
4	24	<i>Sapium marmieri</i>	Euphorbiaceae	22,61	10	7
4	25	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,65	12	10
4	26	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	35,99	12	2
4	27	<i>Duguetia hadrantha</i>	Annonaceae	37,90	20	10
4	28	<i>Trichilia pallida</i>	Meliaceae	11,78	8	5
4	29	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	17,83	15	10
4	30	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	28,03	18	10
4	31	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	12,74	12	9
4	32	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	12,74	9	5
4	33	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	17,52	15	12
4	35	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	12,74	13	10
4	36	<i>Sterculia colombiana</i>	Malvaceae	15,29	8	5
4	37	<i>Sterculia colombiana</i>	Malvaceae	18,15	10	7
4	38	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	13,69	10	8
4	39	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,33	12	10
4	40	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,65	14	13
4	42	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	14,97	10	8
4	43	<i>Dacryodes olivifera</i>	Burseraceae	10,51	26	9
4	44	<i>Siparuna poeppigii</i>	Siparunaceae	13,69	12	10
4	45	<i>Bactris setulosa</i>	Arecaceae	10,51	8	7
4	46	<i>Lonchocarpus seorsus</i>	Fabaceae	12,10	12	10
4	47	<i>Bactris setulosa</i>	Arecaceae	13,38	12	6
4	48	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	18,79	6	3
4	49	<i>Unonopsis veneficiorum</i>	Annonaceae	20,38	14	7
4	50	<i>Guarea purusana</i>	Meliaceae	45,22	17	10
4	51	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,33	12	10
4	52	<i>Sloanea meianthera</i>	Elaeocarpaceae	13,69	12	6
4	53	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,97	16	15
4	55	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	17,52	12	8

4	57	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	41,08	17	11
4	58	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14,33	8	7
4	59	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	13,69	10	8
4	60	<i>Sapium marmieri</i>	Euphorbiaceae	16,56	14	9
4	61	<i>Guarea kunthiana</i>	Meliaceae	16,24	16	11
4	62	<i>Sterculia colombiana</i>	Malvaceae	14,65	12	10
4	63	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	33,12	17	11
4	64	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	31,53	16	6
4	65	<i>Trichilia pallida</i>	Meliaceae	17,83	10	6

Trans.	Ind.	Nombre científico	Familia	DAP	Altura	
					Ht	Hc
5	1	<i>Pourouma tomentosa</i>	Urticaceae	41,72	12	9
5	4	<i>Sapium glandulosum</i>	Euphorbiaceae	22,93	13	6
5	7	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	24,20	14	10
5	8	<i>Sorocea pubivena</i>	Moraceae	19,11	12	9
5	9	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	19,75	12	5
5	10	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16,56	12	9
5	11	<i>Nectandra cissiflora</i>	Lauraceae	10,51	12	9
5	12	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	11,15	15	7
5	13	<i>Casearia arborea</i>	Salicaceae	26,43	15	6
5	14	<i>Pouteria torta</i>	Sapotaceae	10,00	10	6
5	15	<i>Matisia longiflora</i>	Malvaceae	22,29	10	6
5	16	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	18,47	16	10
5	17	<i>Psychotria cuspidulata</i>	Rubiaceae	10,19	6	1
5	18	<i>Oreopanax palamophyllus</i>	Araliaceae	11,15	12	6
5	19	<i>Duguetia spixiana</i>	Annonaceae	13,06	15	10
5	20	<i>Pourouma tomentosa</i>	Urticaceae	10,00	11	6
5	22	<i>Calliandra trinervia</i>	Fabaceae	19,11	13	6
5	23	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	20,06	15	5
5	24	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	19,11	12	8
5	25	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	23,25	10	5
5	26	<i>Endlicheria sericea</i>	Lauraceae	12,10	9	6
5	27	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	42,36	17	14
5	28	<i>Quararibea cordata</i>	Malvaceae	31,21	8	1
5	29	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	18,15	11	7
5	30	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	Phyllanthaceae	28,66	16	10
5	31	<i>Dacryodes olivifera</i>	Burseraceae	41,72	30	7
5	32	<i>Eschweilera caudiculata</i>	Lecythidaceae	10,00	6	2
5	33	<i>Miconia rivalis</i>	Melastomataceae	10,00	7	3
5	34	<i>Tovomita weddelliana</i>	Clusiaceae	15,29	10	6
5	35	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	17,52	15	8
5	36	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	28,03	18	7
5	37	<i>Dacryodes olivifera</i>	Burseraceae	51,91	27	13

5	38	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	66,88	25	9
5	39	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	18,47	12	8
5	40	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	19,43	8	6
5	41	<i>Miconia rivalis</i>	Melastomataceae	27,07	12	6
5	42	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12,10	10	6
5	43	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16,56	11	8
5	44	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	18,15	7	6
5	45	<i>Inga multinervis</i>	Fabaceae	22,93	14	6
5	46	<i>Inga multinervis</i>	Fabaceae	15,29	8	4
5	48	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	54,14	22	8
5	49	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	13,38	10	6
5	51	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	18,79	12	5
5	52	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	41,40	18	10
5	53	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	18,79	10	6
5	54	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	19,11	13	8
5	55	<i>Miconia rivalis</i>	Melastomataceae	19,43	15	10
5	56	<i>Isertia laevis</i>	Rubiaceae	13,69	7	5
5	57	<i>Miconia rivalis</i>	Melastomataceae	10,19	8	4
5	58	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15,92	14	11
5	59	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	45,54	20	9
5	60	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	19,11	10	6
5	61	<i>Miconia rivalis</i>	Melastomataceae	23,89	12	7
5	62	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	13,38	12	8
5	63	<i>Dacryodes olivifera</i>	Burseraceae	19,11	13	4
5	64	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	19,11	14	10
5	65	<i>Miconia rivalis</i>	Melastomataceae	22,93	13	6
5	66	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	18,15	15	12
5	67	<i>Maytenus macrocarpa</i>	Celastraceae	15,29	14	6
5	68	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	50,96	20	5
5	69	<i>Cecropia marginalis</i>	Urticaceae	22,29	18	7
5	70	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	21,97	17	9
5	71	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	10,51	8	4
5	72	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	49,04	22	11
5	73	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	18,47	10	4

**Anexo 2:** Posición sociológica de las especies en el área de estudio.

Familia	Especie	≤ 10 m			10,1 ≥ 20 m			> 20,1 m			Psa	PSr
		ni	vfi	ni*vf i	ni	vfi	ni*vf	ni	vfi	ni*vf		
Annonaceae	<i>Duguetia hadrantha</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Annonaceae	<i>Duguetia spixiana</i>			0	4	0,018	0,071			0	0,0711	0,1446
Araliaceae	<i>Oreopanax palamophyllus</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Arecaceae	<i>Bactris setulosa</i>	2	0,022	0,0444	1	0,004	0,004			0	0,0489	0,0994
Annonaceae	<i>Guatteria guianensis</i>	1	0,011	0,0111	1	0,004	0,004			0	0,0156	0,0316
Annonaceae	<i>Rollinia chrysoarpa</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Annonaceae	<i>Unonopsis veneficiorum</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Arecaceae	<i>Wettinia maynensis</i>	40	0,44	17,778	58	0,258	14,95			0	32,729	66,582
Asteraceae	<i>Piptocoma discolor</i>			0	18	0,080	1,44			0	1,44	2,9294
Bursaceae	<i>Protium sagotianum</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Boraginaceae	<i>Cordia panamensis</i>	1	0,011	0,0111	3	0,013	0,04			0	0,0511	0,1039
Bursaceae	<i>Dacryodes olivifera</i>	2	0,022	0,0444	1	0,004	0,004	4	0,57	2,286	2,3346	4,7494
Celastraceae	<i>Maytenus macrocarpa</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Clusiaceae	<i>Tovomita weddelliana</i>	1	0,011	0,0111			0			0	0,0111	0,022
Clusiaceae	<i>Tovomitopsis membranacea</i>	2	0,022	0,0444			0			0	0,0444	0,0904
Cyatheaceae	<i>Cyathea lasiosora</i>	1	0,011	0,0111			0			0	0,0111	0,022
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea meianthera</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	10	0,111	1,1111	39	0,173	6,76	1	0,14	0,143	8,014	16,303
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i>			0	6	0,027	0,16			0	0,16	0,325
Euphorbiaceae	<i>Sapium marmieri</i>	1	0,011	0,0111	1	0,004	0,004			0	0,0156	0,0316
Fabaceae	<i>Calliandra trinervia</i>			0	2	0,009	0,017			0	0,0178	0,0361
Fabaceae	<i>Lonchocarpus seorsus</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Fabaceae	<i>Stryphnodendron porcatum</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Fabaceae	<i>Inga ilta</i>			0	2	0,009	0,017			0	0,0178	0,0361
Fabaceae	<i>Inga nobilis</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Fabaceae	<i>Inga velutina</i>	2	0,022	0,0444	10	0,044	0,444	2	0,29	0,571	1,0603	2,1570
Fabaceae	<i>Inga venusta</i>			0	2	0,009	0,017			0	0,0178	0,0361
Fabaceae	<i>Inga multinervis</i>	1	0,011	0,0111	4	0,018	0,071			0	0,0822	0,1672
Lauraceae	<i>Nectandra cissiflora</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Lecythidaceae	<i>Eschweilera caudiculata</i>	1	0,011	0,0111			0			0	0,0111	0,022
Lamiaceae	<i>Aegiphila cordata</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Lauraceae	<i>Aniba hostmanniana</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Lauraceae	<i>Endlicheria sericea</i>	1	0,011	0,0111			0			0	0,0111	0,022
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>			0	2	0,009	0,017			0	0,0178	0,0361
Lauraceae	<i>Ocotea cernua</i>			0	5	0,022	0,111			0	0,1111	0,2260
Malvaceae	<i>Sterculia colombiana</i>	2	0,022	0,0444	1	0,004	0,004			0	0,0489	0,0994
Moraceae	<i>Ficus trigona</i>	1	0,011	0,0111			0			0	0,0111	0,022
Malvaceae	<i>Quararibea cordata</i>	1	0,011	0,0111	1	0,004	0,004			0	0,0156	0,0316
Melastomataceae	<i>Miconia rivalis</i>	2	0,022	0,0444	4	0,018	0,071			0	0,1156	0,2350
Myrtaceae	<i>Calyptanthes bipennis</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Malvaceae	<i>Matisia longiflora</i>	1	0,011	0,0111			0			0	0,0111	0,022
Melastomataceae	<i>Miconia dielsii</i>	1	0,011	0,0111	1	0,004	0,004			0	0,0156	0,0316
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Meliaceae	<i>Guarea purusana</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	2	0,022	0,0444			0			0	0,0444	0,0904
Melastomataceae	<i>Miconia splendens</i>	10	0,111	1,1111	15	0,067	1			0	2,1111	4,2948
Moraceae	<i>Ficus paraensis</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Moraceae	<i>Sorocea pubivena</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Proteaceae	<i>Roupala montana</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090

Rubiaceae	<i>Isertia laevis</i>	1	0,011	0,0111			0			0	0,0111	0,023
Rubiaceae	<i>Psychotria cuspidulata</i>	1	0,011	0,0111			0			0	0,0111	0,023
Rosaceae	<i>Prunus debilis</i>			0	2	0,009	0,017			0	0,0178	0,0361
Rubiaceae	<i>Chimarrhis glabriflora</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Sapindaceae	<i>Allophylus floribundus</i>	1	0,011	0,0111			0			0	0,0111	0,023
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	1	0,011	0,0111			0			0	0,0111	0,022
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Salicaceae	<i>Laetia procera</i>			0	5	0,022	0,111			0	0,1111	0,2260
Siparunaceae	<i>Siparuna poeppigii</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i>			0	2	0,009	0,017			0	0,0178	0,0361
Urticaceae	<i>Pourouma tomentosa</i>			0	4	0,018	0,071			0	0,0711	0,1446
Urticaceae	<i>Cecropia ficifolia</i>			0	5	0,022	0,111			0	0,1111	0,2260
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090
Urticaceae	<i>Cecropia marginalis</i>			0	1	0,004	0,004			0	0,0044	0,0090

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

**Anexo 3:** Estratos: inferior, intermedio, superior.

<b>Estrato inferior</b>		
<b>&lt; 10 m de altura</b>		
<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>No de individuos</b>
Annonaceae	<i>Wettinia maynensis</i>	40
Melastomataceae	<i>Miconia splendens</i>	10
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	10
Clusiaceae	<i>Tovomitopsis membranacea</i>	2
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	2
Malvaceae	<i>Sterculia colombiana</i>	2
Melastomataceae	<i>Miconia rivalis</i>	2
Fabaceae	<i>Inga velutina</i>	2
Arecaceae	<i>Bactris setulosa</i>	2
Burseraceae	<i>Dacryodes olivifera</i>	2
Fabaceae	<i>Inga multinervis</i>	1
Clusiaceae	<i>Tovomita weddelliana</i>	1
Lecythidaceae	<i>Eschweilera caudiculata</i>	1
Sapindaceae	<i>Allophylus floribundus</i>	1
Boraginaceae	<i>Cordia panamensis</i>	1
Cyatheaceae	<i>Cyathea lasiosora</i>	1
Lauraceae	<i>Endlicheria sericea</i>	1
Moraceae	<i>Ficus trigona</i>	1
Annonaceae	<i>Guatteria guianensis</i>	1
Rubiaceae	<i>Isertia laevis</i>	1
Malvaceae	<i>Matisia longiflora</i>	1
Melastomataceae	<i>Miconia dielsii</i>	1
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	1
Rubiaceae	<i>Psychotria cuspidulata</i>	1
Malvaceae	<i>Quararibea cordata</i>	1
Euphorbiaceae	<i>Sapium marmieri</i>	1

<b>Estrato intermedio</b>		
<b>10,1 ≥ 20 m de altura</b>		
<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>No de individuos</b>
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	39
Melastomataceae	<i>Miconia splendens</i>	15
Melastomataceae	<i>Miconia rivalis</i>	4
Asteraceae	<i>Piptocoma discolor</i>	18

Fabaceae	<i>Inga velutina</i>	10
Fabaceae	<i>Inga venusta</i>	2
Fabaceae	<i>Inga ilta</i>	2
Fabaceae	<i>Inga multinervis</i>	4
Urticaceae	<i>Cecropia ficifolia</i>	5
Boraginaceae	<i>Cordia panamensis</i>	3
Arecaceae	<i>Wettinia maynensis</i>	58
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i>	6
Urticaceae	<i>Pourouma tomentosa</i>	2
Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i>	2
Fabaceae	<i>Calliandra trinervia</i>	2
Annonaceae	<i>Duguetia spixiana</i>	4
Salicaceae	<i>Laetia procera</i>	5
Lauraceae	<i>Ocotea cernua</i>	5
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>	2
Urticaceae	<i>Pourouma tomentosa</i>	2
Rosaceae	<i>Prunus debilis</i>	2
Fabaceae	<i>Inga nobilis</i>	1
Fabaceae	<i>Lonchocarpus seorsus</i>	1
Aegiphila cordata	<i>Aegiphila cordata</i>	1
Lauraceae	<i>Aniba hostmanniana</i>	1
Arecaceae	<i>Bactris setulosa</i>	1
Myrtaceae	<i>Calyptranthes bipennis</i>	1
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i>	1
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i>	1
Urticaceae	<i>Cecropia marginalis</i>	1
Rubiaceae	<i>Chimarrhis glabriflora</i>	1
Burseraceae	<i>Dacryodes olivifera</i>	1
Annonaceae	<i>Duguetia hadrantha</i>	1
Moraceae	<i>Ficus paraensis</i>	1
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	1
Meliaceae	<i>Guarea purusana</i>	1
Annonaceae	<i>Guatteria guianensis</i>	1
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	1
Celastraceae	<i>Maytenus macrocarpa</i>	1
Melastomataceae	<i>Miconia dielsii</i>	1
Lauraceae	<i>Nectandra cissiflora</i>	1
Araliaceae	<i>Oreopanax palamophyllus</i>	1
Burseraceae	<i>Protium sagotianum</i>	1
Malvaceae	<i>Quararibea cordata</i>	1
Annonaceae	<i>Rollinia chrysocarpa</i>	1
Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	1
Euphorbiaceae	<i>Sapium marmieri</i>	1
Siparunaceae	<i>Siparuna poeppigii</i>	1
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea meianthera</i>	1



Moraceae	<i>Sorocea pubivena</i>	1
Malvaceae	<i>Sterculia colombiana</i>	1
Fabaceae	<i>Stryphnodendron porcatum</i>	1
Annonaceae	<i>Unonopsis veneficiorum</i>	1
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	1

<b>Estrato Superior</b>		
<b>&gt; 20,1 m de altura</b>		
<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>No de individuos</b>
Burseraceae	<i>Dacryodes olivifera</i>	4
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	1
Fabaceae	<i>Inga velutina</i>	2

**Anexo 4:** Patrón de distribución espacial de la vegetación

<b>Especie</b>	<b>S2</b>	<b>Media Aritmética</b>	<b>Índice de dispersión</b>	<b>Patrón de distribución</b>
<i>Aegiphila cordata</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Alchornea glandulosa</i>	41,50	10,00	4	AGRUPADA
<i>Allophylus floribundus</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Aniba hostmanniana</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Bactris setulosa</i>	0,80	0,60	1	ALEATORIA
<i>Calliandra trinervia</i>	0,30	0,40	1	ALEATORIA
<i>Calyptranthes bipennis</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Casearia arborea</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Cecropia ficifolia</i>	2,00	1,00	2	AGRUPADA
<i>Cecropia sciadophylla</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Cecropia marginalis</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Cecropia membranacea</i>	0,80	0,40	2	AGRUPADA
<i>Chimarrhis glabriflora</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Cordia panamensis</i>	3,20	0,80	4	AGRUPADA
<i>Cyathea lasiosora</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Dacryodes olivifera</i>	1,30	1,40	1	ALEATORIA
<i>Duguetia hadrantha</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Duguetia spixiana</i>	1,70	0,80	2	AGRUPADA
<i>Endlicheria sericea</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Eschweilera caudiculata</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Ficus trigona</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Ficus paraensis</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Guarea kunthiana</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Guarea purusana</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Guatteria guianensis</i>	0,80	0,40	2	AGRUPADA
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Inga ilta</i>	0,80	0,40	2	AGRUPADA
<i>Inga multinervis</i>	0,50	1,00	1	ALEATORIA
<i>Inga nobilis</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Inga velutina</i>	7,70	2,80	3	AGRUPADA
<i>Inga venusta</i>	0,80	0,40	2	AGRUPADA
<i>Isertia laevis</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Laetia procera</i>	5,00	1,00	5	AGRUPADA
<i>Lonchocarpus seorsus</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Matisia longiflora</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Maytenus macrocarpa</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Miconia splendens</i>	3,00	5,00	1	ALEATORIA
<i>Miconia dielsii</i>	0,80	0,40	2	AGRUPADA
<i>Miconia rivalis</i>	7,20	1,20	6	AGRUPADA
<i>Nectandra cissiflora</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Nectandra membranacea</i>	0,30	0,40	1	ALEATORIA
<i>Ocotea cernua</i>	1,50	1,00	2	AGRUPADA
<i>Oreopanax palamophyllus</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Piptocoma discolor</i>	20,30	3,60	6	AGRUPADA

<i>Pourouma tomentosa</i>	1,20	0,80	2	AGRUPADA
<i>Pouteria torta</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Protium sagotianum</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Prunus debilis</i>	0,30	0,40	1	ALEATORIA
<i>Psychotria cuspidulata</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Quararibea cordata</i>	0,30	0,40	1	ALEATORIA
<i>Rollinia chrysoarpa</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Roupala montana</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Sapium glandulosum</i>	1,20	1,20	1	ALEATORIA
<i>Sapium marmieri</i>	0,80	0,40	2	AGRUPADA
<i>Siparuna poeppigii</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Sloanea meianthera</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Sorocea pubivena</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Sterculia colombiana</i>	1,80	0,60	3	AGRUPADA
<i>Stryphnodendron porcatum</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Tovomita weddelliana</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Tovomitopsis membranacea</i>	0,30	0,40	1	ALEATORIA
<i>Trichilia pallida</i>	0,80	0,40	2	AGRUPADA
<i>Unonopsis veneficiorum</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA
<i>Wettinia maynensis</i>	53,80	19,60	3	AGRUPADA
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	0,20	0,20	1	ALEATORIA

**Anexo 5:** Índice de valor de importancia ecológica de las especies

<b>ESPECIE</b>	<b>AR</b>	<b>DR</b>	<b>FR</b>	<b>IVI</b>
<i>Aegiphila cordata</i>	0,311	2,080	0,980	3,371
<i>Alchornea glandulosa</i>	15,528	2,060	4,902	22,490
<i>Allophylus floribundus</i>	0,311	0,963	0,980	2,254
<i>Aniba hostmanniana</i>	0,311	0,940	0,980	2,231
<i>Bactris setulosa</i>	0,932	0,940	1,961	3,833
<i>Calliandra trinervia</i>	0,621	1,880	1,961	4,462
<i>Calyptrocalyx bipennis</i>	0,311	1,146	0,980	2,437
<i>Casearia arborea</i>	0,311	1,903	0,980	3,194
<i>Cecropia ficifolia</i>	1,553	1,220	1,961	4,733
<i>Cecropia sciadophylla</i>	0,311	1,215	0,980	2,506
<i>Cecropia marginalis</i>	0,311	1,605	0,980	2,896
<i>Cecropia membranacea</i>	0,621	1,467	0,980	3,069
<i>Chimarrhis glabriflora</i>	0,311	2,889	0,980	4,180
<i>Cordia panamensis</i>	1,242	1,364	0,980	3,586
<i>Cyathea lasiosora</i>	0,311	0,803	0,980	2,094
<i>Dacryodes olivifera</i>	2,174	2,096	3,922	8,191
<i>Duguetia hadrantha</i>	0,311	2,728	0,980	4,019
<i>Duguetia spixiana</i>	1,242	0,974	1,961	4,177
<i>Endlicheria sericea</i>	0,311	0,871	0,980	2,162
<i>Eschweilera caudiculata</i>	0,311	0,720	0,980	2,011
<i>Ficus trigona</i>	0,311	1,743	0,980	3,033
<i>Ficus paraensis</i>	0,311	6,649	0,980	7,940
<i>Guarea kunthiana</i>	0,311	1,169	0,980	2,460
<i>Guarea purusana</i>	0,311	3,256	0,980	4,547
<i>Guatteria guianensis</i>	0,621	1,593	0,980	3,195
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	0,311	2,063	0,980	3,354
<i>Inga ilta</i>	0,621	1,387	0,980	2,988
<i>Inga multinervis</i>	1,553	1,417	3,922	6,891
<i>Inga nobilis</i>	0,311	1,376	0,980	2,667
<i>Inga velutina</i>	4,348	1,821	3,922	10,090
<i>Inga venusta</i>	0,621	2,556	0,980	4,158
<i>Isertia laevis</i>	0,311	0,986	0,980	2,277
<i>Laetia procera</i>	1,553	0,954	0,980	3,487
<i>Lonchocarpus seorsus</i>	0,311	0,871	0,980	2,162
<i>Matisia longiflora</i>	0,311	1,605	0,980	2,896
<i>Maytenus macrocarpa</i>	0,311	1,101	0,980	2,391
<i>Miconia splendens</i>	7,764	1,089	4,902	13,755

<i>Miconia dielsii</i>	0,621	0,734	0,980	2,335
<i>Miconia rivalis</i>	1,863	1,361	0,980	4,205
<i>Nectandra cissiflora</i>	0,311	0,757	0,980	2,048
<i>Nectandra membranacea</i>	0,621	1,089	1,961	3,670
<i>Ocotea cernua</i>	1,553	1,706	2,941	6,199
<i>Oreopanax palamophyllus</i>	0,311	0,802	0,980	2,093
<i>Piptocoma discolor</i>	5,590	2,315	2,941	10,847
<i>Pourouma tomentosa</i>	1,242	1,435	1,961	4,638
<i>Pouteria torta</i>	0,311	0,720	0,980	2,011
<i>Protium sagotianum</i>	0,311	1,743	0,980	3,033
<i>Prunus debilis</i>	0,621	1,696	1,961	4,278
<i>Psychotria cuspidulata</i>	0,311	0,734	0,980	2,025
<i>Quararibea cordata</i>	0,621	2,155	1,961	4,737
<i>Rollinia chrysocarpa</i>	0,311	1,605	0,980	2,896
<i>Roupala montana</i>	0,311	1,536	0,980	2,827
<i>Sapium glandulosum</i>	1,863	1,623	3,922	7,408
<i>Sapium marmieri</i>	0,621	1,410	0,980	3,011
<i>Siparuna poeppigii</i>	0,311	0,986	0,980	2,277
<i>Sloanea meianthera</i>	0,311	0,986	0,980	2,277
<i>Sorocea pubivena</i>	0,311	1,376	0,980	2,667
<i>Sterculia colombiana</i>	0,932	1,154	0,980	3,066
<i>Stryphnodendron porcatum</i>	0,311	2,683	0,980	3,974
<i>Tovomita weddelliana</i>	0,311	1,101	0,980	2,391
<i>Tovomitopsis membranacea</i>	0,621	0,916	1,961	3,498
<i>Trichilia pallida</i>	0,621	1,065	0,980	2,667
<i>Unonopsis veneficiorum</i>	0,311	1,467	0,980	2,758
<i>Wettinia maynensis</i>	30,435	1,100	4,902	36,437
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	0,311	2,247	0,980	3,538
	100	100	100	300

**Anexo 6:** Fotografías de la Fase de Campo del proyecto de investigación



**Fotografía 1:** Equipo de trabajo: Reconocimiento del área de estudio

**Fotografía 2:** Sendero de ingreso a la zona alta de la microcuenca del río Puyo



**Fotografía 3,4,5:** Apertura y marcación de transectos, según metodología planteada, para proceder al levantamiento de información florística de la zona de estudio.





**Fotografías 6,7,8:** Levantamiento de información florística, para la elaboración del inventario con el fin de estudiar la estructura y composición del bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo.



**Fotografías 9,10:** Identificación de especies



**Fotografías 11:** Equipo de colaboración en el trabajo de campo