

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL



REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

PATRONES FITOSOCIOLÓGICOS, DISTRIBUCIÓN Y BIOMASA
ARBÓREA DE TRES ECOSISTEMAS DE BOSQUE EN LA ZONA ALTA
DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PUYO

AUTOR:

Francis Alejandro Rivera Cardenas

DIRECTOR DEL PROYECTO:

PhD. Yudel García Quintana

PhD. Yasiel Arteaga Crespo

Puyo-Ecuador

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Por medio del presente yo Rivera Cardenas Francis Alejandro con C.I. 1600675092 declaro ser el autor del trabajo titulado: **“PATRONES FITOSOCIOLOGICOS, DISTRIBUCIÓN Y BIOMASA ARBÓREA DE TRES ECOSISTEMAS DE BOSQUE EN LA ZONA ALTA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PUYO”**, a la vez cedo los derechos de autor a la Universidad Estatal Amazónica, para que pueda realizar publicaciones sobre la misma, así como su almacenamiento tanto en medios físicos como electrónicos.

Francis Rivera

Rivera Cardenas Francis Alejandro

C.I. 1600675092

Autor

**CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE PROYECTO DE INVESTI
GACIÓN Y DESARROLLO**

Por medio del presente, Yo, Yudel García Quintana, docente de la Universidad Estatal Amazónica y Tutor del proyecto de investigación **“PATRONES FITOSOCIOLÓGICOS, DISTRIBUCIÓN Y BIOMASA ARBÓREA DE TRES ECOSISTEMAS DE BOSQUE EN LA ZONA ALTA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PUYO”**, certifico que el mismo fue desarrollado en su totalidad tanto en la fase de campo como la redacción final del documento por el alumno: Rivera Cardenas Francis Alejandro con C.I. 1600675092 el cual ya ha culminado en todas sus etapas, cumpliendo un total de 400 horas.

Atentamente,



Dr. Yudel García Quintana PhD.

DOCENTE TITULAR



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND



Oficio No. 106-IL-UEA-2018

Puyo, 02 de enero de 2019

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El trabajo de titulación correspondiente al estudiante. RIVERA CARDENAS FRANCIS ALEJANDRO con C.I. , con el Tema: **"PATRONES FITOSOCIOLÓGICOS, DISTRIBUCIÓN Y BIOMASA ARBÓREA DE TRES ECOSISTEMAS DE BOSQUE EN LA ZONA ALTA DE LA MICROCUENCA DEL RIO PUYO "**, de la carrera Ingeniería Ambiental, Director de proyecto PhD. Yudel Garcia Quintana, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 6%, Informe generado con fecha 2 de enero de 2019 por parte del director, conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.

ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título: “PATRONES FITOSOCIOLÓGICOS, DISTRIBUCIÓN Y BIOMASA ARBÓREA DE TRES ECOSISTEMAS DE BOSQUE EN LA ZONA ALTA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PUYO”

Autor (a): Francis Alejandro Rivera Cardenas
Unidad de Titulación: Ingeniería Ambiental
Director del proyecto: PhD. Yudel García Quintana
PhD. Yasiel Arteaga Crespo
Fecha: 03 de enero del 2019

Introducción y contexto de la investigación:

El presente proyecto de investigación se desarrolló en tres sistemas de bosque de la zona alta de la microcuenca del río Puyo, donde se caracterizó la estructura fitosociológica, la distribución de las especies en función de la abundancia y se estimó el potencial de carbono acumulado.

Cumplimiento de objetivos:

Los objetivos propuestos se cumplieron al 100%, abordando los parámetros de la estructura ecológica del bosque primario, secundario y del sistema silvopastura, así como los modelos ecológicos de distribución de especies y la contribución de biomasa de cada sistema de estudio.

Principales resultados obtenidos:

Se caracterizó la composición florística de tres sistemas de bosque, resultando el sistema silvopastura con más baja riqueza, la diversidad fue baja en los tres sitios como reflejo de las alteraciones antropogénicas y naturales, se determinó el patrón de posición sociológica determinado por una distribución vertical no continúa, las especies de mayor importancia ecológica, en cuanto a la distribución se identificó la tendencia del sistema silvopastura en cuanto a distanciamiento de la abundancia de especies y su bajo aporte de biomasa.

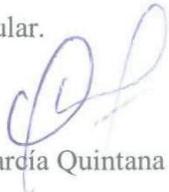
El egresado se destacó en cuanto a la actividad curricular por su trabajo autónomo, compromiso, responsabilidad, interés y motivación del mismo, lo cual condujo a culminar de forma exitosa con las 400 horas establecidas en el Reglamento de Régimen Académico de la UEA.

La presentación final del trabajo cumple con las normas establecidas en la reglamentación institucional.

La redacción, ortografía, calidad de los gráficos, tablas y anexos es adecuada.

Sin otro particular.
Atentamente,

PhD. Yudel García Quintana



PhD. Yasiel Arteaga Crespo



AVAL

Quien suscribe, Yudel Garcia Quintana y Yasiel Arteaga Crespo. Docente de la Universidad Estatal Amazónica avaliza el Proyecto de investigación:

Título: "PATRONES FITOSOCIOLÓGICOS, DISTRIBUCIÓN Y BIOMASA ARBÓREA DE TRES ECOSISTEMAS DE BOSQUE EN LA ZONA ALTA DE LA MICROCOENCA DEL RIO PUYO"

Autor (a): Francis Alejandro Rivera Cardenas

Certifico haber acompañado el proceso de elaboración del Proyecto de Investigación y considero cumple los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución.

Por lo antes expuesto se avala el Proyecto de investigación para que sea presentado ante la Coordinación de la Carrera de Ingeniería Ambiental como forma de titulación como Ingeniero en Ambiental, y que dicha instancia considere el mismo a fin de que tramite lo que corresponda.

Para que a si conste, firmo la presente a los 03 días de enero del 2019.

Atentamente,



PhD. Yudel Garcia Quintana



PhD. Yasiel Arteaga Crespo

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento primeramente a DIOS por darme la vida y permitir levantarme todos los días, darme fuerza y sabiduría para salir adelante durante mi formación académica.

A mis padres por el apoyo incondicional que me han brindado desde el inicio de mi formación académica, a mi madre Verónica Cárdenas por nunca dejarme solo todo este tiempo siendo un pilar fundamental en mi vida, dispuesta a desvelarse junto a mi si era necesario en mis largas noches de estudio siempre apoyándome para que no me rinda y siga adelante cumpliendo mis objetivos, a mi padre Sergio Rivera por siempre brindarme su apoyo en todos los momentos difíciles que he tenido, por siempre aconsejarme que luche por cumplir mis metas y salir adelante siendo día a día mejor persona. Gracias a los dos por ser mis padres.

Agradezco a mi abuelito Zoilo Rivera, a mi abuelita Laura Flores, a mi hermano Manuel Rivera por siempre estar pendientes de mi progreso aconsejándome que no me rinda, que siga adelante luchando día a día.

Agradezco a la universidad estatal amazónica por abrirme sus puertas y permitirme formar parte de su cuerpo estudiantil, a los docentes por transmitir sus conocimientos a lo largo de los nueve semestres que duro mi formación profesional. Y en especial a mis tutores Yudel García Quintana y Yasiel Arteaga Crespo que me fueron guiando paso a paso para poder culminar mí proyecto de titulación.

Agradezco a mis compañeros y amigos Carlos Cruz, Robinson Herrera, Jimena Revelo, por ser los mejores, ayudándonos siempre sin pedir nada a cambio, brindarme su confianza y apoyo durante mi formación académica.

Agradezco de igual manera a una persona muy especial en mi vida que me supo brindar apoyo incondicional en todo este tiempo Jimena Revelo.

Francis Alejandro Rivera Cardenas

DEDICATORIA

Este triunfo le dedico a DIOS, a mis padres por darme la vida, apoyarme desde el inicio de mi formación académica, a mis abuelitos, hermano y familia que siempre me han aconsejado que siga adelante luchando por cumplir mis metas.

A mi tutor y compañeros que formaron parte de mi formación académica que siempre me apoyaron.

Francis Alejandro Rivera Cardenas

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

El objetivo de este trabajo fue evaluar los patrones fitosociológicos, distribución y biomasa arbórea de sistemas de bosque (primario, secundario y silvopastura) en la zona alta de la microcuenca del río Puyo. Se realizaron 15 transectos de 0,1 ha (10 x 100 m), registrando las especies con $d_{1,30} \geq 10$ cm. La estructura ecológica fue determinada mediante la posición sociológica, el índice de valor de importancia ecológica, índices de riqueza y diversidad a escala alfa. Se realizó un análisis de correspondencia canónica sin tendencia (DCA) a través del programa CANOCO ver.5.0 para representar la distribución de las especies en función de la abundancia por cada transecto y, se determinó la biomasa aérea acumulada por transectos. Los resultados registraron en el bosque primario un total de 335 individuos, 76 especies y 31 familias botánicas, resultando las familias con mayor riqueza: Fabaceae (8), Rubiaceae (7), Euphorbiaceae (6) que representaron el 27,6% del total de las especies. En el bosque secundario 289 individuos, 60 especies y 27 familias botánicas, resultando con mayor riqueza las familias Fabaceae (9), Urticaceae (7), Lauraceae (6), representando el 36,7% del total de especies. En el sistema de silvopastura un total de 100 individuos, 11 especies y 10 familias botánicas, donde la familia Melastomataceae (3) resultó la de mayor riqueza, representando el 30% del total de las especies. La posición sociológica reflejó la tendencia de un patrón de distribución vertical no continuo. Las especies de mayor importancia ecológica por cada sistema de bosque fueron: *Wettinia maynensis*, *Piptocoma discolor* y *Miconia splendens*. La diversidad de especies por el índice de Shannon mostró diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre el sistema silvopastura con el bosque primario y secundario. El DCA describió la distribución de la abundancia de las especies y su relación con el grado de perturbación, el cual resultó con una alta correlación entre la abundancia y el grado de perturbación. Se comprobó que el bosque primario tiene un potencial de biomasa aérea acumulada muy superior al resto de los sistemas de bosque, con valores de TB Mg $28,58 \pm 8,81$ y TB Mg/ha $285,76 \pm 88,13$.

Palabras claves: bosque primario, bosque secundario, sistema de silvopastura, estructura fitosociológica, distribución de especies y biomasa aérea.

ABSTRACT, AND KEYWORDS

The objective of this work was to evaluate the phytosociological patterns, distribution and arboreal biomass of forest systems (primary, secondary and silvopasture) in the upper area of the Puyo river basin. There were 15 transects of 0.1 ha (10 x 100 m), registering the species with $d1.30 \geq 10$ cm. The ecological structure was determined by the sociological position, the value index of ecological importance, indexes of wealth and diversity at the alpha scale. The analysis of canonical correspondence without trend (DCA) was carried out through the CANOCO program ver.5.0 to represent the distribution of the species according to the abundance for each transect and the aerial biomass accumulated by transects. The results registered in the primary forest a total of 335 individuals, 76 species and 31 botanical families, resulting in the richest families: Fabaceae (8), Rubiaceae (7), Euphorbiaceae (6) that represented 27.6% of the total of the species. In the secondary forest there were 289 individuals, 60 species and 27 botanical families, with the richest families being Fabaceae (9), Urticaceae (7), Lauraceae (6), representing 36.7% of the total of species. In the silvopastoral system, a total of 100 individuals, 11 species and 10 botanical families, where the family Melastomataceae (3) was the richest, representing 30% of the total of the species. The sociological position reflected the tendency of a non-continuous vertical distribution. The species of importance ecological higher for each forest system were: *Wettinia maynensis*, *Piptocoma discolor* and *Miconia splendens*. The diversity of species by the Shannon index showed significant differences ($p \leq 0.05$) between the silvopasture system with the primary and secondary forest. The DCA described the distribution of species abundance and its relationship to the degree of disturbance, which resulted in a high correlation between abundance and degree of disturbance. It was found that the primary forest has an accumulated aerial biomass potential much higher than the rest of the forest systems, with TB values of 28.58 ± 8.81 and TB Mg / ha 285.76 ± 88.13 .

Keywords: primary forest, secondary forest, silvopasture system, phytosociological structure, distribution of species and aerial biomass.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
2.1 GENERALIDADES DE LOS ECOSISTEMAS DE BOSQUES TROPICALES .	3
2.1.1 ECOSISTEMAS DE BOSQUES TROPICALES	3
2.1.2 BOSQUES TROPICALES DEL ECUADOR.....	4
2.1.3 CAUSAS DE LA DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES TROPICALES AMAZÓNICOS	4
2.1.4 IMPORTANCIA DE LOS BOSQUES TROPICALES AMAZÓNICOS	5
2.1.5 LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS BOSQUES	6
2.1.5.1 REGULACIÓN DEL CICLO HÍDRICO Y PROTECCIÓN DE CUENCAS	6
2.1.5.2 CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	6
2.1.5.3 SUMIDEROS DE CARBONO	6
2.1.6 LA BIOMASA AÉREA Y SU CONTRIBUCIÓN AL AMBIENTE.....	7
2.2 LOS SISTEMAS DE BOSQUE PRIMARIO, SECUNDARIO Y SILVOPASTURA	8
2.2.1 BOSQUE PRIMARIO.....	8
2.2.2 BOSQUE SECUNDARIO	8
2.2.3 SISTEMA SILVOPASTORIL	8
2.3 PARÀMETROS DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA DE UN ECOSISTEMA DE BOSQUE	8
2.3.1 ESTRUCTURA VERTICAL Y HORIZONTAL	8

2.3.2	COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	9
2.3.3	ESTRATIFICACIÓN DE ALTURAS	9
2.3.4	FITOSOCIOLOGÍA.....	10
2.3.5	DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES.....	10
2.3.6	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)	11
2.3.6.1	ABUNDANCIA.....	11
2.3.6.2	DOMINANCIA	11
2.3.6.3	FRECUENCIA	11
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS		12
3.1	LOCALIZACIÓN.....	12
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	13
3.3	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	14
3.4	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	15
3.4.1	METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA FITOSOCIOLÓGICA DE LOS ECOSISTEMAS DE BOSQUE	16
3.4.1.1	COMPOSICIÓN FLORÍSTICA.....	16
3.4.1.2	POSICIÓN SOCIOLÓGICA.....	16
3.4.1.3	INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVI).....	17
3.4.1.4	RIQUEZA FLORÍSTICA.....	19
3.4.1.5	DIVERSIDAD DE ESPECIES.....	19
3.4.1.6	METODOLOGÍA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES Y GRADO DE PERTURBACIÓN	20
3.4.1.7	METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE BIOMASA AÉREA	21
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		22

4.1	ESTRUCTURA FITOSOCIOLÓGICA DE TRES ECOSISTEMAS DE BOSQUE (PRIMARIO, SECUNDARIO Y SISTEMA SILVOPASTURA)	22
4.1.1	COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE TRES SISTEMAS DE BOSQUE.....	22
4.2	POSICIÓN SOCIOLÓGICA DE LAS ESPECIES	27
4.3	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA A NIVEL DE ESPECIE	29
4.4	RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES	31
4.4.1	DIVERSIDAD DE ESPECIES	32
4.5	DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES Y SU RELACIÓN CON EL GRADO DE PERTURBACIÓN.....	32
4.6	POTENCIAL DE BIOMASA AÉREA ACUMULADA POR SISTEMA DE BOSQUE	35
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		37
5.1	CONCLUSIONES	37
5.2	RECOMENDACIONES.....	39
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFIA		40
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....		47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 .Ubicación geográfica del área de estudio.....	12
Figura 2. Modelo de transectos para el estudio florístico.....	15
Figura 3. Representación del número de especies e individuos por familias botánicas del bosque primario.	23
Figura 4. Representación del número de especies e individuos por familias botánicas del bosque secundario.	24
Figura 5. Representación del número de especies e individuos por familias botánicas del sistema de silvopastura.	25
Figura 6. Dendrograma jerárquico según las medidas de Bray-Curtis para la agrupación de las unidades de muestreo de acuerdo a la composición florística.	26
Figura 7. Porcentaje de especies presentes en los estratos inferior, intermedio y superior del bosque primario.	27
Figura 8. Porcentaje de especies presentes en los estratos inferior, intermedio y superior del bosque secundario.	28
Figura 9. Porcentaje de especies presentes en los estratos inferior, intermedio y superior del sistema de silvopastura.	28
Figura 10. Índice de valor de importancia ecológica de las diez especies más importantes del bosque primario de la microcuenca del río Puyo.	29
Figura 11. Índice de valor de importancia ecológica de las diez especies más importantes del bosque secundario de la microcuenca del río Puyo.....	30
Figura 12. Índice de valor de importancia ecológica de las diez especies más importantes del sistema de silvopastura de la microcuenca del río Puyo.	31
Figura 13. Representación espacial de la abundancia de especies y grado de perturbación (La dimensión de los triángulos representa la abundancia de especie).....	33
Figura 14. Análisis de correspondencia canónica sin tendencia (DCA) para la ordenación espacial de la abundancia de especies y el grado de perturbación por cada transecto de estudio.....	34

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Formula para calcular la posición sociológica.....	16
Ecuación 2. Formula para calcular la posición sociológica absoluta.....	16
Ecuación 3. Fórmula para calcular la posición sociológica relativa	17
Ecuación 4. Fórmula para calcular IVI	17
Ecuación 5. Fórmula para calcular la abundancia relativa.....	18
Ecuación 6. Fórmula para calcular el área basal.....	18
Ecuación 7. Fórmula para calcular la dominancia relativa	18
Ecuación 8. Fórmula para calcular la frecuencia relativa.....	19
Ecuación 9. Fórmula para calcular el índice de Margalef.	19
Ecuación 10. Fórmula para calcular el índice de Shannon.	19
Ecuación 11. Ecuación alométrica utilizada para estimar la biomasa aérea	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas y fisiografía de los tres sistemas de bosque de estudio.	13
Tabla 2. Interpretación del índice de Shannon	20
Tabla 3. Índice de riqueza de especies para los tres sistemas del bosque siempreverde piemontano de la zona alta microcuenca río Puyo.	31
Tabla 4. Valores medios de diversidad de Shannon para los tres sistemas del bosque siempreverde piemontano de la zona alta microcuenca río Puyo.....	32
Tabla 5. Estadísticos del análisis de correspondencia canónica sin tendencia (DCA).....	33
Tabla 6. Biomasa aérea acumulada por cada sistema de bosque de la microcuenca del río Puyo.	36

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de bosque proporcionan medios de subsistencia a más de mil millones de personas que viven en condiciones de pobreza extrema en todo el mundo y aportan empleo remunerado a más de cien millones. Son el hogar de más del 80% de la biodiversidad terrestre del planeta y ayudan a proteger cuencas hidrográficas fundamentales para suministrar agua limpia a gran parte de la humanidad. Sin embargo, la situación de cambios plantea desafíos enormes para los bosques, la biodiversidad y para las personas (FAO, 2016).

La cuenca amazónica constituye la red hidrológica más grande del mundo, cuenta con 7.351.000 km², dentro de los límites 123.000 km² pertenecen a la cuenca amazónica del Ecuador, la cual posee una maravillosa y extensa biodiversidad, a su vez, los componentes de sus bosques lo hacen únicos y complejos (Wang *et al.*, 2014). Su importancia radica en la diversidad de ecosistemas y por la situación geográfica en la que se encuentra, hacen que sea un lugar con atractivos científicos, turísticos y económicos, además de ser considerada por su enorme capacidad de almacenamiento de carbono, si esta fuera destruida, quemada y talada de forma excesiva, sin control, todo el carbono almacenado se liberaría causando problemas ambientales a nivel mundial (Rodríguez, 2012).

Los bosques de la cuenca Amazónica al ser ya maduros tienen la habilidad de producir oxígeno y a su vez la capacidad para la fijación de carbono, manteniendo un balance adecuado (Rodríguez, 2012). En la actualidad los ecosistemas de bosques desempeñan su actividad natural más importante, que es almacenar carbono en su vegetación y cambiar con la atmósfera dióxido de carbono por medio de la fotosíntesis, disminuyendo los efectos del cambio climático producidos de forma natural o antropogénica (FAO, 2014). Los diferentes impactos negativos producidos por el cambio climático a nivel mundial (IPCC, 2013), dan como resultado el interés por estimar el carbono que se almacena en la vegetación (Brienen *et al.*, 2015).

Los bosques que conforman la microcuenca del río Puyo son ecosistemas vulnerables, reconocidos por los múltiples beneficios sociales, ambientales y económicos que proporcionan, siendo la fuente principal de ingresos para diversas comunidades indígenas aledañas a la zona de estudio, sin embargo, no están exento a los problemas ambientales. La fragmentación y degradación antropogénica de los ecosistemas presentes, el cambio de uso de suelo de bosques a sistemas agrícolas y silvopastoriles, así como los deslizamientos de suelo disminuyen la calidad de los servicios ambientales y por consiguiente alteran a la

biodiversidad. Por ello los estudios relacionados con los patrones fitosociológicos, composición florística, estructura, diversidad de especies, formas de distribución y potencial de biomasa aérea acumulada resultan una necesidad vital para aportar con soluciones viables a los problemas ambientales, sociales y económicos existentes y de esta manera contribuir a la recuperación de los servicios ecosistémicos, regulación de los ciclos hidrológicos, captura de carbono, conectar paisajes fragmentados y a la conservación de la biodiversidad.

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo influyen las alteraciones antropogénicas y naturales en los patrones estructurales de tres ecosistemas de bosque de la zona alta de la microcuenca del río Puyo?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Evaluar los patrones fitosociológicos, distribución y biomasa arbórea de tres ecosistemas de bosque (primario, secundario y silvopastura) como contribución a la conservación de la biodiversidad en la zona alta de la microcuenca del río Puyo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la estructura fitosociológica de tres ecosistemas de bosque.
- Analizar la distribución de las especies arbóreas y su relación con el grado de perturbación de tres ecosistemas de bosque.
- Determinar el potencial de biomasa aérea acumulada de tres ecosistemas de bosque.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 GENERALIDADES DE LOS ECOSISTEMAS DE BOSQUES TROPICALES

2.1.1 ECOSISTEMAS DE BOSQUES TROPICALES

Los bosques tropicales constituyen el 7% de la superficie terrestre, estos son de gran interés ya que poseen una gran diversidad de especies de flora y fauna, es importante conocer la extensión de estos bosques, y también la tasa de deforestación y regeneración por el impacto que genera en las especies (Tucker & Townshend, 2000). Los bosques tropicales cuentan con servicios ecosistémicos que se han visto afectados por la actividad agrícola como la fijación de CO₂, la captación de agua y mantenimiento del suelo (Pinto & Paredes, 2014).

Los ecosistemas de bosques tropicales son el hogar del 90% de insectos y el 30% de las aves registradas y conocidas en la superficie terrestre, los bosques tropicales son mucho mas que la agrupación de arboles son un habitat donde elementos bióticos y abióticos interaccionan entre si, creando características ideales para el desarrollo de la vida de flora y fauna (Fraume 2012).

Los ecosistemas de bosques tropicales presentan características importantes (Perez, 2015 y Alcaraz, 2012):

- Los bosques húmedos tropicales cuentan con árboles de aproximadamente 30 m a 50 m de altura.
- Su riqueza florística es muy elevada presenta un total de 40-100 especies arbóreas por hectárea.
- Cuentan con hojas en general grandes, con apice puntiagudo.
- Dispersión de semillas con una alta participación de animales.
- El proceso de descomposicion es rápido por la temperatura y humedad elevada, que ayudan en la degradación rápida de la materia organica
- Los ecosistemas de bosques tropicales presentan temperaturas de 25°C a 27° C, pero su temperatura máxima puede llegar a 35° C.

2.1.2 BOSQUES TROPICALES DEL ECUADOR

Dentro del bosque húmedo tropical existen 25 ecosistemas localizados en la Región Amazónica (MAE, 2012). La Amazonía ecuatoriana posee una gran cantidad de bosques ricos en especies arbóreas, esto se debe a las características que presentan como el clima, los factores edáficos y el relieve al interactuar con los organismos bióticos crean diferentes hábitats (Palacios *et al.*, 2016). Es importante la conservación de la Amazonía para evitar la deforestación, conservación de suelos y la riqueza de flora y fauna (Tapia *et al.*, 2015).

La Amazonía ecuatoriana tiene un equilibrio en las funciones y procesos que cumplen los ecosistemas, por su alta diversidad de especies, paisajes y cultura, además es considerada como un sumidero de carbono (Arroba y Pacheco, 2018).

Los bosques húmedos tropicales de la amazonia poseen una abundancia y diversidad arbórea muy elevada, esto se debe a sus características como el clima, relieve, factores edáficos que interactúan formando diversos hábitats (Palacios *et al.*, 2016). La precipitación anual sobrepasa los 2000 mm anuales, cuenta con una temperatura anual de 27° C, la humedad atmosférica anual supera el 90% (Samaniego, 2015).

2.1.3 CAUSAS DE LA DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES TROPICALES AMAZÓNICOS

La destrucción de los bosques tropicales a causa de la deforestación y la degradación de los bosques son unas de las principales causas de pérdida de biodiversidad, de incremento de emisiones de carbono y de otros gases de efecto invernadero (GEI) (Simula, 2009; Sasaki *et al.* 2011; Budiharta *et al.* 2014). En los últimos años las tasas de deforestación se han reducido en varios países, pero la degradación de los bosques ha aumentado (Budiharta *et al.* 2014).

La deforestación es la disminución de la cobertura boscosa, en la amazonia la tala ilegal de especies maderables, la expansión de la frontera agrícola, los incendios forestales, proyectos de infraestructuras, la extracción de minerales y la cacería ilegal de animales (Armenteras *et al.* 2015). Se realiza un proceso de conversión de cobertura boscosa a no boscosa, la degradación es un proceso que ocurre mientras existe la cobertura (Simula, 2009) da como resultado la pérdida de algunas funciones de los bosques (estado) que puede llegar a ser irreversible (Lund, 2009). En la degradación se considera que en los bosques tropicales

ocurre principalmente por medio de la tala selectiva, los incendios y el efecto de borde en relación con la fragmentación a la vez reducen o pierden la capacidad que tienen para proveer servicios ecosistémicos o sufren cambios en la composición de especies, causando afectaciones a nivel social, cultural y ecológico (Souza *et al.* 2013; Budiharta *et al.* 2014)

La región amazónica constituye el 50% del territorio, presentan gran biodiversidad, cuenta con una gran riqueza de recursos naturales y es conocido como el pulmón de la tierra, forma parte del ciclo de carbono que mantiene un ecosistema equilibrado, los recursos necesitan ser conservados y manejarlos de forma adecuada acorde con los criterios de sustentabilidad (Bravo *et al.*, 2017).

2.1.4 IMPORTANCIA DE LOS BOSQUES TROPICALES AMAZÓNICOS

Los bosques tropicales existentes en la Amazonía constituyen el pilar fundamental para mantener la estabilidad permanente de la vida, poseen la capacidad de crear condiciones especiales para el medio biótico y abiótico. Estas condiciones brindan beneficios a diversos factores naturales, denominados bienes y servicios ambientales, siendo primero los recursos naturales utilizados por el hombre para su comercialización y consumo, y en segundo lugar son los procesos ecológicos que los ecosistemas ofrecen de forma natural a la sociedad, estos pueden tener una valoración económica de acuerdo a los beneficios que brindan (Cargua, 2017).

Los bosques amazónicos son de mucho interés por su gran biodiversidad tanto en flora como en fauna, sus recursos hídricos, la conservación de las cuencas hídricas, los beneficios económicos que se derivan de ellos y la seguridad de la población (Encalada y Montalván, 2007).

Los bosques amazónicos nos brindan grandes beneficios, enmarcados en tres categorías de acuerdo con Pagiola, Landell - Mills y Bishop (2002).

- Se encargan de la protección de las cuencas hidrográficas, los bosques tienen un papel muy importante en la regulación de los flujos hidrológicos y en la reducción de la sedimentación.
- Conservación y protección de la biodiversidad. Los bosques tienen una proporción significativa de la diversidad del mundo. La pérdida o disminución de estos hábitats conduce a la pérdida de especies.

- Secuestro de carbono. Los bosques en pie son grandes depósitos de carbono y los bosques en crecimiento secuestran carbono de la atmósfera.

2.1.5 LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS BOSQUES

Los servicios ambientales brindados por los bosques, en la actualidad se encuentran orientados al manejo sostenible de sus recursos. Los principales servicios son la protección de las cuencas hidrográficas, protección y conservación de la biodiversidad y el secuestro de carbono, cuenta con otros servicios adicionales en relación con el sustento y protección de los nutrientes que se encuentran en el suelo, la estabilidad climática, servicios paisajísticos y de recreación (Franquis y Infante, 2003).

2.1.5.1 REGULACIÓN DEL CICLO HÍDRICO Y PROTECCIÓN DE CUENCAS

Los bosques están encargados del mantenimiento de la calidad y cantidad del recurso hídrico, y sobre todo la protección de las capas del suelo que permiten que el agua proveniente de las lluvias se infiltre, abasteciendo nuevamente las aguas subterráneas, la reforestación sobre las cuencas hidrográficas muestran la perdurabilidad y equilibrio del agua en su estado natural (Franquis y Infante, 2003).

2.1.5.2 CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Las características de los bosques indican el comportamiento y desarrollo de las especies de flora y fauna, en función de la conducta, fisiología, demografía, capacidad de dispersión y morfología. Contemplan las agrupaciones de especies, por ello son importantes los estudios de manejo forestal ya que ayudan a tomar medidas correctivas, en la protección, estabilidad y permanencia de la biodiversidad en su máximo esplendor (Arroba y Pacheco, 2018).

2.1.5.3 SUMIDEROS DE CARBONO

Los bosques constituyen un pilar fundamental en el ámbito del calentamiento global, ya que estos capturan y almacenan el carbono presente en la atmósfera incorporándolo en su estructura por medio de la fotosíntesis que le ayudan en su crecimiento (Franquis y Infante, 2003), a su vez contribuyen a mejorar la calidad del aire, que actualmente está siendo afectado por la acción de sustancias tóxicas, producidas por el cambio climático.

Se conoce que las especies de plantas leñosas por su larga vida almacenan una mayor cantidad de carbono en su madera y tejidos, este carbono es liberado a la atmósfera como CO₂, metano y monóxido de carbono, después que el árbol muere (Franquis y Infante, 2003).

2.1.6 LA BIOMASA AÉREA Y SU CONTRIBUCIÓN AL AMBIENTE

Los bosques cuentan con la mayor diversidad de animales y plantas en el mundo y a su vez almacenan enormes cantidades de carbono que cualquier otro ecosistema, sin embargo los bosques se están degradando y convirtiendo en diferentes usos de suelo de manera preocupante, se calcula que la deforestación de los bosques tropicales representan un 15% y el 25% de las emisiones de dióxido de carbono (Laurance *et al.*, 2004). La deforestación de los bosques provoca que el carbono almacenado se libere en la atmósfera causando desestabilización y alteraciones en el clima (Greenman *et al.*, 2007).

La estimación de la biomasa tiene como finalidad comprender los ciclos de energía y nutrientes, a su vez observar el comportamiento de la vegetación en el ciclo del carbono, el actual manejo de los bosques naturales requiere la utilización de ecuaciones de predicción de peso de los diversos componentes de los árboles para registrarse en inventarios de biomasa, las utilización de ecuaciones permiten estimar el peso de las especies forestales con mucha precisión (Acosta *et al.*, 2002; Návar *et al.*, 2004).

El CO₂ en la atmósfera ha aumentado en los últimos 200 años, incrementando de 280 ppm a 350 ppm de CO₂ y sigue aumentando con una tasa promedio de 1 ppm al año, las plantas utilizan CO₂ y liberan O₂, durante su proceso fotosintético; los árboles almacenan el carbono en su estructura leñosa por largos periodos, se les considera como reservas naturales de carbono, la capacidad que tienen los ecosistemas forestales para el almacenamiento de carbono en forma de biomasa aérea varía en función de la edad, composición florística y densidad de cada estrato poblacional (Schulze *et al.*, 2000).

La biomasa es la cantidad de materia orgánica de origen animal o vegetal presente en un área específica, la biomasa es utilizada para medir los nutrientes en diversas partes de las plantas o en estratos de la vegetación, facilitando verificar diferentes especies o vegetación similar en diferentes lugares, es importante estimar la biomasa para realizar inventarios de sumideros de CO₂, y la productividad primaria neta de la vegetación fotosintética (García y Martínez, 2014). El dióxido de carbono está relacionado directamente con la biomasa y se puede determinar a partir del secado de la materia orgánica (FAO, 2013).

2.2 LOS SISTEMAS DE BOSQUE PRIMARIO, SECUNDARIO Y SILVOPASTURA

2.2.1 BOSQUE PRIMARIO

Un bosque primario es el que se ha visto alterado temporalmente por la acción de factores naturales (deslizamientos, vientos, caída de árboles viejos), en donde la riqueza de especies es alta pero su abundancia es baja (Mecca, 2012).

2.2.2 BOSQUE SECUNDARIO

Se conoce como bosque secundario al realce o crecimiento de nuevas especies vegetales y leñosas en el área donde antes era un bosque primario, luego que este fuera talado para extraer su madera o generar más campos agrícolas y ganaderos, se dice que van a crecer las mismas especies, pero no con el mismo potencial que las originales por el hecho que no va a presentar las mismas condiciones naturales en su estructura y composición. Al igual que no va a prestar los mismos servicios ecosistémicos que brindaba el bosque primario (CATIE, 2016).

En el bosque secundario la vegetación se encuentra en un estado de sucesión secundaria, porque su vegetación primaria fue removida de forma completa o parcial, ya sea por acción natural o antropogénica (García, 2006).

2.2.3 SISTEMA SILVOPASTORIL

Un sistema silvopastoril está integrado por pasto y árboles los mismos que brindan un servicio como el uso de especies arbóreas para diferentes usos, y el pasto para la alimentación de animales, el cual maneja un sistema sostenible (ECORAE, 2001). En el sistema silvopastoril intervienen 5 componentes que son: arbóreo, forrajeo, ganadero, clima y suelo (Menéndez, 2015).

2.3 PARÁMETROS DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA DE UN ECOSISTEMA DE BOSQUE

2.3.1 ESTRUCTURA VERTICAL Y HORIZONTAL

La estructura del bosque es la organización natural de los individuos en la masa boscosa total, teniendo como referencia la abundancia, distribución y la dominancia de las especies que forman parte del bosque y su relación en función del tamaño y edad. En concordancia

con el desarrollo vertical y horizontal a través de la sucesión arbórea (Quispe, 2010; Melo y Vargas, 2003).

Es la relación que existe entre el suelo y el dosel de las especies vegetales de los bosques tropicales, en estructura vertical se toman en cuenta tres niveles para la identificación vegetal, la clasificación superior es para el estrato arbóreo, la clasificación media para el estrato arbustivo, y el estrato inferior para el sotobosque (Quispe, 2010; Melo y Vargas, 2003).

La estructura horizontal se caracteriza por evaluar la conducta individual de los árboles y especies que se encuentran en la superficie del bosque, la distribución arbórea se puede describir por medio de clases diamétricas, esta estructura nos permite conocer las amenazas y limitaciones que presentan las plantas al medio ambiente. Para realizar el cálculo de la estructura horizontal, se utilizan parámetros que indiquen la importancia ecológica de las especies, estos son: frecuencia, abundancia y dominancia (Alvis, 2009).

2.3.2 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Se entiende por composición florística a la agrupación de ciertas especies de plantas, que se desarrollan juntas en un determinado lugar ya sea por sus similares condiciones como la luz, agua, nutrientes y drenaje (Mazzeo, 2007). Por otra parte, la composición florística permite su comprensión y comparación por medio de la densidad, distribución y bioma (Cano *et al.*, 2009).

2.3.3 ESTRATIFICACIÓN DE ALTURAS

Hace referencia a la distribución y características de las plantas y organismos presentes en los ecosistemas. En la estratificación del bosque tenemos que el estrato más alto es el dosel formado por árboles de gran tamaño, el estrato medio es el sotobosque está formado por arbustos y hiervas, y el estrato inferior llamado rastrero está compuesto por plantas herbáceas (Arroba y Pacheco, 2018).

En los bosques tropicales se establecen tres tendencias: En la primera tendencia el crecimiento del bosque se da de forma irregular y dispereja durante el desarrollo y crecimiento vegetal, aquí se establecen tres fases en los bosques primarios: fase de claro, fase de reconstrucción y la fase madura. En la fase de claro existes tres tipos de bosques: los árboles del futuro que cuentan con la capacidad de ampliar sus copas, árboles del presente

que poseen la expresión fisiológica máxima y por último los árboles del pasado con la degradación de sus copas daño paso a la formación de claros (Melo y Vargas, 2003).

La segunda tendencia muestra la estructura del bosque, sus interacciones con el medio biótico y abiótico, la distribución de las especies vegetales del estrato inferior, en relación con la cantidad de energía solar que reciben (Melo y Vargas, 2003).

La tercera tendencia muestra la estructura donde los árboles del bosque se agrupan en diferentes estratos y pisos altitudinales (Melo y Vargas, 2003).

2.3.4 FITOSOCIOLOGÍA

La fitosociología, es una valiosa herramienta para delimitar con gran precisión los cambios en las condiciones climáticas según lo que la vegetación va cambiando, no sólo con la altitud sino también con la orientación, insolación. Etc.

Es una ciencia que se encarga del estudio de las comunidades vegetales y sus interacciones con el medio que los rodea. Guiándose en inventarios de vegetación, con ayuda del método inductivo y estadístico, se elabora un sistema jerárquico, taxonómico y de amplitud universal, la asociación es la unidad básica (Ramírez, *et al.* 2015).

2.3.5 DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES

La distribución de especies es una herramienta necesaria para elaborar planes de conservación y manejo de las especies, son la base para estructurar estudios de ecología, taxonomía, biogeografía y evolución, los modelos relacionan la presencia o ausencia de especies en diferentes lugares (Guillera *et al.*, 2015).

La distribución de especies, son representaciones cartográficas de un espacio para la presencia de una especie en función a las variables asignadas para generar dicha representación, el objetivo de los modelos es predecir en buena parte, las distribuciones futuras tanto de especies como de ecosistemas con el fin de generar posibles escenarios de gestión para su adecuado manejo (Mateo *et al.* 2011). Se debe tener en cuenta que existen muchas variables de entrada que pueden ser climáticas, topográficas o geológicas se espera que, algunas de estas variables, de forma individual o en combinación, puedan definir los factores ambientales que delimiten las condiciones favorables para la presencia de una especie (Guisan y Zimmermann 2000). Esto se ve sobre todo en condiciones de montaña,

donde cualquier variación de altura, temperatura y precipitación, describe un tipo de hábitat o ecosistema completamente diferente (Buytaert et al. 2011).

2.3.6 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)

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

El índice de valor de importancia se obtiene por medio de la suma relativa de la frecuencia, abundancia y dominancia. Esto indica el valor de importancia fitosociológica que presenta una especie dentro de un ecosistema, la especie que presenta un IVI mayor es considerada como dominante y absorbe mayor cantidad la luz solar y los nutrientes presentes en el suelo (Poma, 2013)

2.3.6.1 ABUNDANCIA

Según (Lozada y Pinzón, 2006), la abundancia es el número de árboles de cada especie y el número total de especies arbóreas presentes en un área determinada, de aquí se derivan las abundancia absoluta y relativa. La abundancia hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos (Alvis, 2009).

2.3.6.2 DOMINANCIA

La dominancia muestra la influencia que tiene una especie sobre las demás, aquellas que cuentan con una dominancia alta son las que tienen una mejor adaptabilidad a los factores físicos del hábitat (Carrera, 2013).

2.3.6.3 FRECUENCIA

La frecuencia nos permite observar si una especie está presente o ausente en una determinada parcela del total de parcelas intervenidas para la realización del estudio (Alvis, 2009).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

El área de estudio se localizó en tres sectores de la zona alta de la microcuenca del río Puyo, que corresponde a un bosque primario, secundario y sistema silvopastura, ubicado dentro de la circunscripción demográfica del río Pastaza, enmarcado en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Llanganates (Figura 1).

Los límites del área de estudio son:

Norte: Napo.

Sur: Morona Santiago.

Este: Pastaza.

Oeste: Tungurahua.

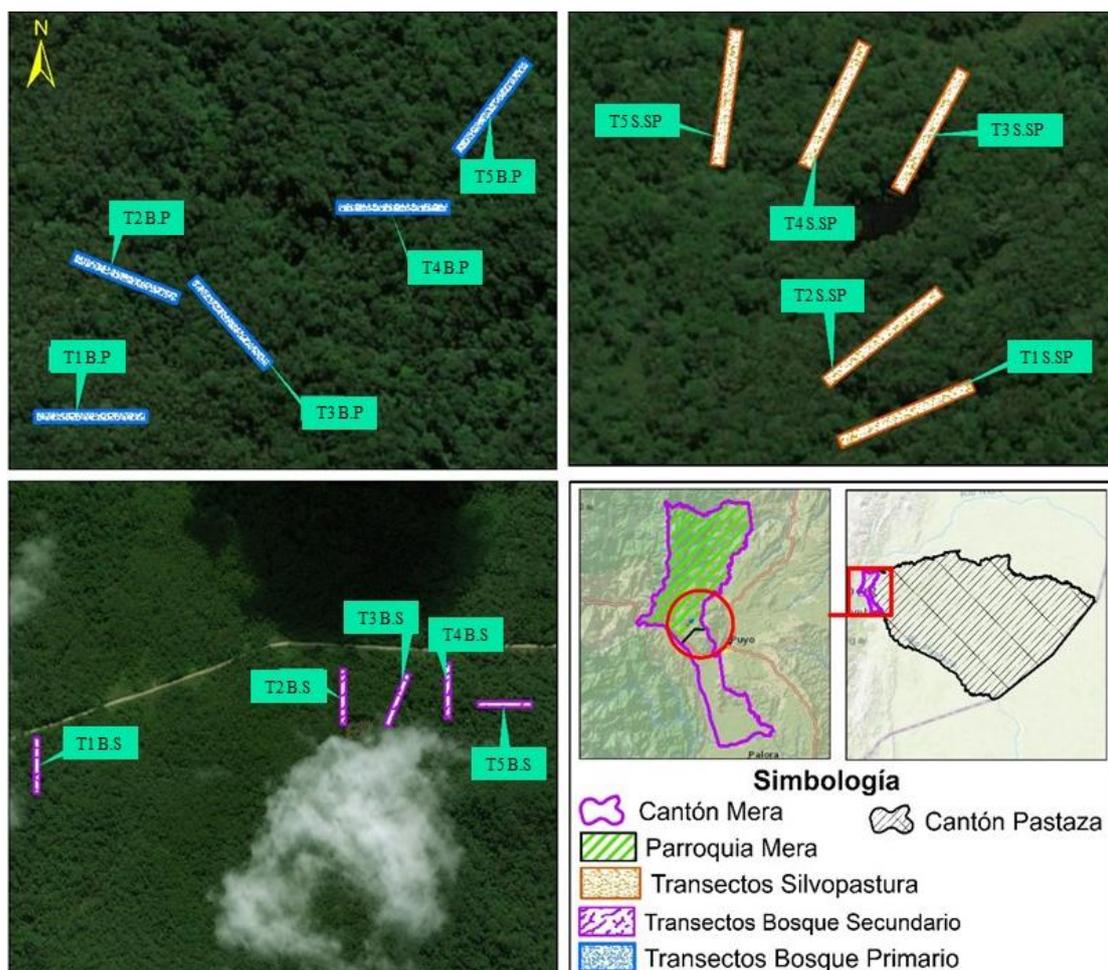


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio

Las condiciones climáticas que predominan dentro en el area de estudio correponden a un clima tropical húmedo, su temperatura media anual de 21,3°C y su precipitación anual de 4119 mm. De enero a abril se da la precipitacion más baja y de mayo a julio la más alta, cuenta con una altitud promedio de 1100 msnm (INAMHI, 2013).

En el área de estudio se instalaron 15 transectos de 0,1 ha en las siguientes coordenadas y altitudes (Tabla 1).

Tabla 1. Coordenadas geográficas y fisiografía de los tres sistemas de bosque de estudio.

Transectos (códigos)	Tamaño (ha)	Pendiente	Altitud (msnm)	Coordenadas Geográficas	
				X	Y
T1BP	0,1	20	1122	825468	9839978
T2BP	0,1	15	1221	825496	9840083
T3BP	0,1	10	1234	825513	9840096
T4BP	0,1	45	1272	825737	9840162
T5BP	0,1	30	1292	825749	9840212
T6BS	0,1	15	1330	827526	9841986
T7BS	0,1	15	1338	827468	9842060
T8BS	0,1	5	1346	827394	9842036
T9BS	0,1	10	1350	827275	9842049
T10BS	0,1	5	1353	826711	9841924
T11SSP	0,1	15	1162	824769	9839342
T12SSP	0,1	20	1166	824838	9839344
T13SSP	0,1	5	1167	824910	9839329
T14SSP	0,1	10	1169	824937	9839244
T15SSP	0,1	15	1163	824961	9839178

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto se caracterizó por una investigación de tipo descriptiva, de acuerdo a lo expuesto por (Rodríguez, 2015). Ya que se describió el comportamiento de las variables asociadas a los patrones fitosociológicos, distribución de las especies y biomasa aérea, determinados por la posición sociológica, composición de especies, parámetros estructurales, valor de

importancia ecológica de las especies de cada sistema de bosque, distribución de especies en función de la abundancia y biomasa aérea acumulada en los tres sistemas de bosque (bosque primario, secundario y sistema silvopastura).

Dentro de las variables de estructura ecológica se describió:

- Posición sociológica
- Abundancia
- Dominancia
- Frecuencia
- Índice de valor de importancia ecológica (IVI)
- Riqueza de especies
- Diversidad de especies

Dentro de las variables de distribución de especies y su relación con el grado de distribución se describió:

- Abundancia de especies
- Cantidad de transectos
- Grado de perturbación

Para calcular la biomasa aérea se tomó en cuenta las siguientes variables:

- Densidad de la madera
- Área basal

3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación se desarrolló a partir de Marzo del 2018 hasta noviembre del 2018, se utilizaron los métodos de observación y trabajo de campo. El método de observación fue posible ya que se realizaron recorridos in situ en los tres sistemas de bosque (primario, secundario y sistema silvopastura), apreciando el grado de alteración, lo que permitió fundamentar desde el punto de vista cualitativo el grado de perturbación en cada uno de los transectos de la zona alta. El trabajo de campo se desarrolló mediante el inventario florístico realizado en la zona alta de la microcuenca del río Puyo, tomando datos en cada transecto relacionados con el número de individuos, nombre científico,

nombre común, familia botánica, altura total, altura comercial y el diámetro a la altura del pecho.

3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó un inventario de las especies arbóreas que conforman a cada sistema de bosque (primario, secundario y sistema de silvopastura). En cada sistema se realizó un levantamiento florístico en cinco transectos a todos los árboles con un $d_{1.30} \geq 10$ cm, para un total de 15 transectos. La identificación botánica en campo se realizó con la ayuda de un experto de flora amazónica contratado dentro del proyecto de investigación "Restauración forestal de la microcuenca del río Puyo mediante técnicas de nucleación como contribución a los servicios ecosistémicos" que se desarrolla en conjunto con la Universidad Estatal Amazónica, GADPPz y la ONG The Nature Conservancy.

Se empleó la técnica del muestreo sistemático para la instalación de las parcelas. El tamaño de los transectos (Figura 2) fue de 0,1 ha (10 x 100 m), 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 ubicaron y registraron las especies arbóreas con $d_{1.30} \geq 10$ cm, medido del suelo.

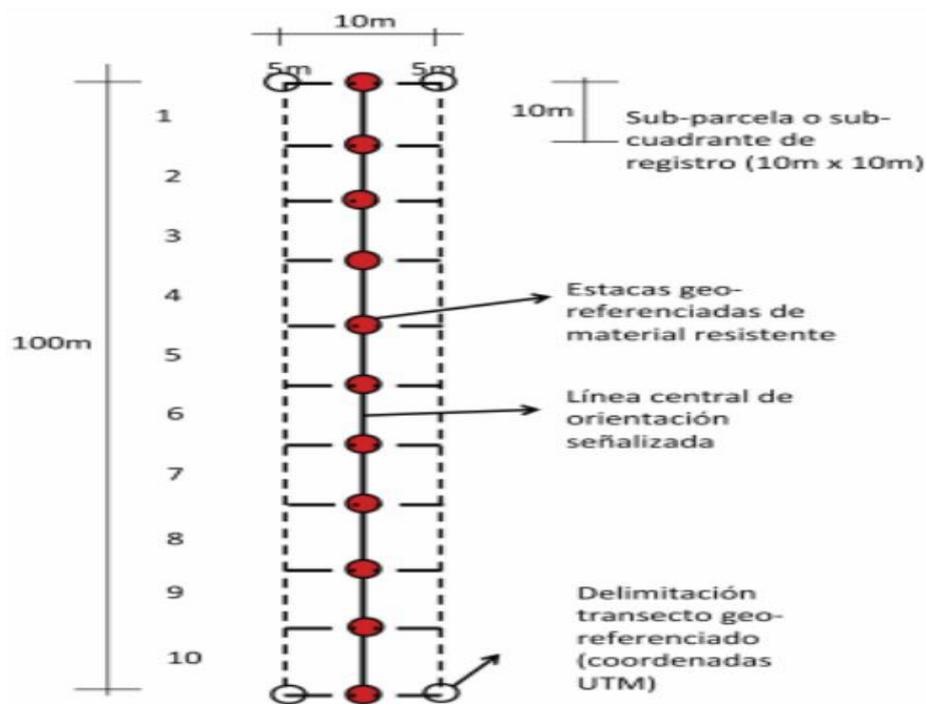


Figura 2. Modelo de transectos para el estudio florístico.

3.4.1 METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA FITOSOCIOLÓGICA DE LOS ECOSISTEMAS DE BOSQUE

Como parte del estudio de los patrones fitosociológicos se determinaron los siguientes parámetros (Composición florística, posición sociológica relativa, estratificación de alturas, valor de importancia ecológica, riqueza, diversidad de especies).

3.4.1.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Para obtener la composición florística de los tre sistemas de bosques de la zona alta de la microcuenca del río Puyo, se realizó una lista de todos los individuos y especies distribuidas en cada uno de los 15 transectos, tomando en cuenta el criterio de $d_{1.30} \geq 10$ cm. Con todos los datos obtenidos se realizó un dendrograma jerárquico a partir de las medidas de Bray-Curtis con un 40% de similitud en la composición de especies, lo cual permitió la formación e identificación de grupos ecológicos. La obtención del dendrograma fue posible con la ayuda del programa Biodiversity Profesional 2.0, con el propósito de agrupar los individuos de mayor similitud en función de la abundancia de especies.

3.4.1.2 POSICIÓN SOCIOLÓGICA

Para conocer la posición sociológica de cada especie arbórea se siguió la metodología de (Finol, 1976). A cada sustrato se le asignó un valor fitosociológico, que se obtuvo al dividir el número de individuos del sustrato por el número total de individuos de todas las especies se utilizó la siguiente ecuación 1:

Ecuación 1. Formula para calcular la posición sociológica.

$$VF = n/N$$

- VF= Valor Fitosociológico del sustrato.
- n= número de individuos del sub-estrato.
- N= número total de individuos de todas las especies.

Posición sociológica absoluta

La posición sociológica absoluta se calculó a través de la suma de cada sustrato mediante el producto de VF de cada estrato, considerado por el número de individuos de la especie en ese mismo estrato se utilizó la siguiente ecuación 2:

Ecuación 2. Formula para calcular la posición sociológica absoluta.

$$PSa = VF(i) \times n(i) + VF(m) \times n(m) + VF(s) \times n(s)$$

- **PSa**= Posición sociológica absoluta.
- **VF**= Valor fitosociológico del sustrato.
- **n**= Número de individuos de cada especie.
- **i**=Inferior.
- **m**=medio.
- **s**=superior.

Posición sociológica relativa

La posición sociológica relativa (PSr) de cada especie se expresó como porcentaje sobre la sumatoria total de los valores absolutos por medio de la ecuación 3.

Ecuación 3. Fórmula para calcular la posición sociológica relativa

$$PSr = \frac{PSa \text{ especie}}{\sum PSa} \times 100$$

- **PSa especie**= Posición sociológica absoluta de cada especie.
- $\sum PSa$ = Sumatoria total de la posición sociológica absoluta.

3.4.1.3 INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVI)

Se calculó el índice de valor de importancia ecológica (IVI) de las especies, a través de la metodología de (Melo y Vargas, 2003; Bascopé y Jorgensen, 2005), lo cual permitió realizar la comparación del peso ecológico de las especies de cada sistema de bosque (primario, secundario y sistema de silvopastura), según los criterios de (Alvis, 2009).

El IVI se determinó mediante la ecuación 4:

Ecuación 4. Fórmula para calcular IVI

$$IVI = AR + DR + FR$$

Abundancia absoluta (Aa)

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

Abundancia relativa (AR)

Se determinó la abundancia relativa de cada especie expresada en porcentaje, ecuación 5:

Ecuación 5. Fórmula para calcular la abundancia relativa

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

- **Aa**= Abundancia absoluta
- **AT** = Abundancia total

Dominancia absoluta (Da)

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

Área basal (AB)

Se determinó el área basal utilizando la siguiente ecuación 6:

Ecuación 6. Fórmula para calcular el área basal

$$AB = 0.7854 \times DAP^2$$

- **DAP** =diámetro a la altura del pecho (m).
- **AB**= Area basal.
- **0.7854**= es la división de $\frac{\pi}{4}$.

Dominancia Relativa (DR)

Es el valor expresado en porcentaje de la dominancia absoluta, se calculó con la siguiente ecuación 7:

Ecuación 7. Fórmula para calcular la dominancia relativa

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

- **Doa** = Dominancia absoluta de la especie
- **DoT** =Dominancia total.

Frecuencia absoluta (Fa)

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

Frecuencia relativa (FR)

Se determinó la frecuencia relativa a partir de la siguiente ecuación 8:

Ecuación 8. Fórmula para calcular la frecuencia relativa.

$$Fr = \frac{Fa}{FaT} \times 100$$

- **Fa**= Frecuencia absoluta
- **FaT**= Frecuencia absoluta total

3.4.1.4 RIQUEZA FLORÍSTICA

Se estimó la riqueza florística por el cálculo del índice de Margalef (Magurran, 2013) se ingresaron los datos en el programa Biodiversity Profesional 2.0.

El índice de Margalef se basa en estimar la relación que existe entre el número de especies y el número total de individuos muestreados (Margalef, 1995). Se calculó mediante la siguiente ecuación 9:

Ecuación 9. Fórmula para calcular el índice de Margalef.

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

- **S**= número de especies
- **N** = número total de individuos
- **ln** = logaritmo natural

Los datos obtenidos de la riqueza de especies fueron procesados estadísticamente mediante ANOVA y prueba de comparación de medias de Tukey al 95% de confiabilidad, lo cual fue posible con el uso del programa estadístico SPSS ver. 22.0

3.4.1.5 DIVERSIDAD DE ESPECIES

Se determinó la diversidad de especies mediante el índice de Shannon, según lo establecido por (Shannon y Weaver, 1949) se aplicó la siguiente ecuación 10:

Ecuación 10. Fórmula para calcular el índice de Shannon.

$$H = - \sum_i p_i \ln p_i$$

H= índice de Shannon

p_i = proporción que representa cada especie en función de la abundancia total

ln= logaritmo natural

Para la interpretación del índice de Shannon se utilizó los siguientes rangos y significados (Tabla 2).

Tabla 2. Interpretación del índice de Shannon

Rangos	Significado
0-1,35	Diversidad baja
1,36 -3,5	Diversidad media
Mayor a 3,5	Diversidad alta

Los datos obtenidos de la diversidad de especies fueron procesados estadísticamente mediante ANOVA y prueba de comparación de medias de Tukey al 95% de confiabilidad, lo cual fue posible con el uso del programa estadístico SPSS ver. 22.0

3.4.1.6 METODOLOGÍA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES Y GRADO DE PERTURBACIÓN

Se evaluó el grado de perturbación por el método de observación directa en los tres ecosistemas bosque primario, secundario y sistema silvopastura, para lo cual se calificó como: poco intervenido (1), medianamente intervenido (2) y muy intervenido (3), a partir de la metodología propuesta por (Aguirre y Yaguana 2012). Los criterios asumidos para esta variable fueron la deforestación, extracción de leña y productos forestales no maderables y claros de bosque, efectos del viento, deslizamientos de suelos. Los datos fueron procesados mediante un análisis de correspondencia, utilizando el programa estadístico SPSS.

Se determinó la relación de la distribución de especies arbóreas con el grado de perturbación, para lo cual se utilizó el programa ecológico CANOCO ver. 5.0 (Ter Braak y Smilauer, 1998). Los datos empleados para el análisis fueron la matriz de abundancia de especies y la matriz del grado de perturbación. El método sugerido por el programa fue el análisis de correspondencia sin tendencia (DCA), debido a que la longitud del gradiente resultó elevada para los datos analizados.

3.4.1.7 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE BIOMASA AÉREA

Para estimar la biomasa aérea se utilizó la ecuación alométrica propuesta por (Chave *et al.*, 2005) aplicando la ecuación 11:

Ecuación 11. Ecuación alométrica utilizada para estimar la biomasa aérea

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

- ρ = densidad específica de la madera en g/cm³
- DBH= todos los árboles ≥ 10 cm de diámetro a la altura del pecho
- AGB= biomasa en kg de masa seca.

Se utilizó datos de densidad específica de madera de las especies, de estudios desarrollados en el área local. En casos donde la densidad específica no estuvo disponible se utilizó la media global (ρ) para América del Sur tropical (0,632 g/cm³) (Chave *et al.*, 2014).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ESTRUCTURA FITOSOCIOLÓGICA DE TRES ECOSISTEMAS DE BOSQUE (PRIMARIO, SECUNDARIO Y SISTEMA SILVOPASTURA)

4.1.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE TRES SISTEMAS DE BOSQUE

En el inventario florístico que se realizó en la zona alta de la microcuenca del río Puyo, en los tres sistemas de bosque (primario, secundario y silvopastura) se comprobó que existe un patrón diferenciado en la composición florística, con una mayor riqueza en el bosque primario. Esto evidencia el cambio sustancial en la composición florística de bosque primario a secundario y silvopastura.

En el sistema de bosque primario se obtuvieron un total de 335 individuos, 76 especies y 31 familias, esto reflejó un patrón característico del bosque siempreverde piemontano determinado por una mayor cantidad de individuos. Esto se corresponde con los criterios descritos por Ter Steege *et al.*, (2013), donde refiere que en el bosque primario una de sus características es poseer una gran cantidad de especies con pocos individuos. Las especies más representativas en este sistema de bosque fueron: *Wettinia maynensis*, *Alchornea glandulosa*, *Miconia splendens* (Figura 3, Anexo 1). Además, se comprobó que estas especies son las que presentaron mayor número de individuos y son especies predominantes de la zona alta de la microcuenca del río Puyo.

Se comprobó que las familias con mayor riqueza de especies, no corresponden con las de mayor número de individuos, dando como resultado el número mayor de especies en orden representativo, Fabaceae (8), Rubiaceae (7), Euphorbiaceae (6) que representaron el 27.6% del total de las especies y con mayor número de individuos Arecaceae (101), Euphorbiaceae (59) y Melastomataceae (32), representando el 57,3% del total de los individuos, la familia Arecaceae predominó por la presencia de *Wettinia maynensis*, lo que nos indicó que las palmas predominan como grupo ecológico en la zona alta de la microcuenca del río Puyo. Según Pintaud *et al.*, (2008) las palmeras, al presentar características tropicales e higrófilas, son omnipresente en los ecosistemas amazónicos, sus patrones biogeográficos son evidentes en esta región a nivel de la distribución de las palmeras, destacando la riqueza de la zona occidental de la Amazonía. En esta zona, se reportaron 130 especies.

En cuanto a las 12 familias que conforman el 37.5 % del total estuvieron conformadas solo por una especie e individuo, como: Araliaceae, Burseraceae, Celastraceae, Cyatheaceae, Elaeocarpaceae, Lamiaceae, Lecythidaceae, Nyctaginaceae, Phyllanthaceae, Proteaceae, Rutaceae, Siparunaceae. Este resultado reflejó una amplia distribución en la composición florística.

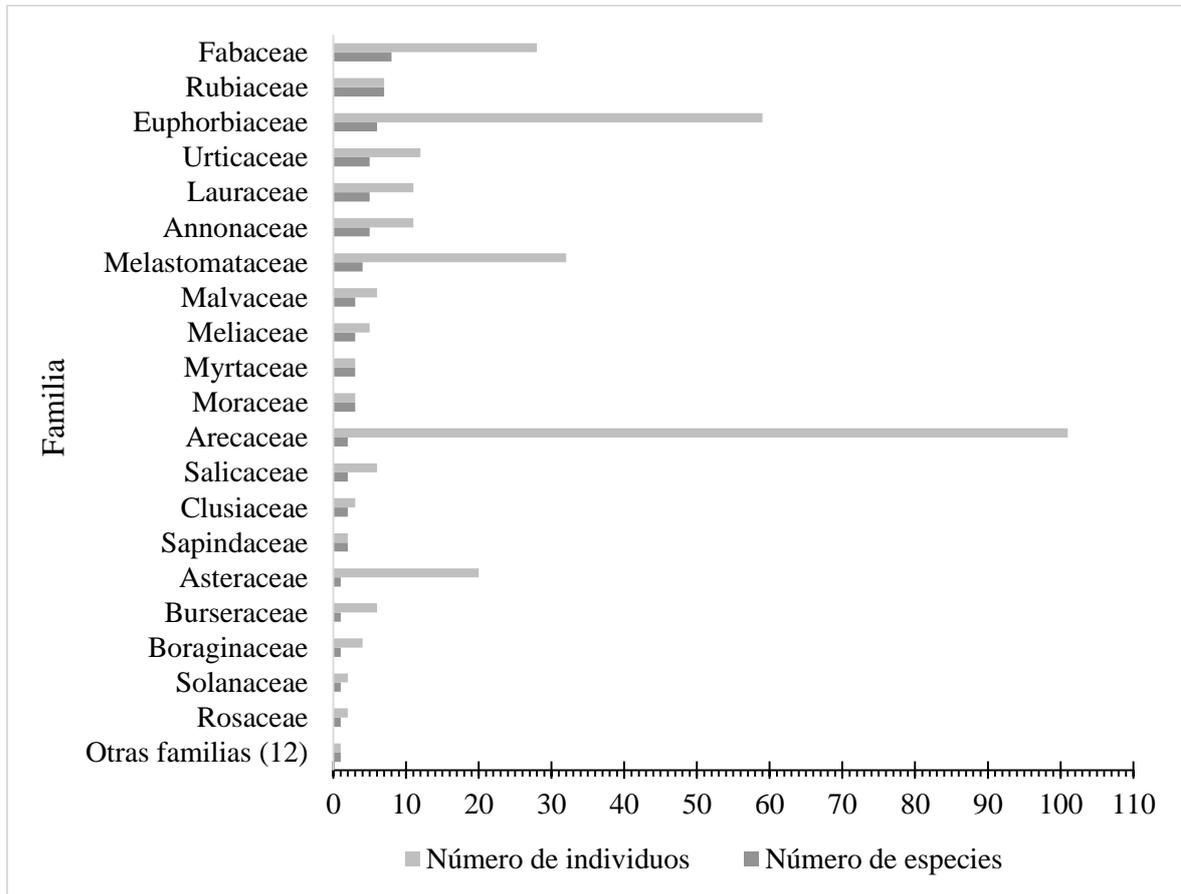


Figura 3. Representación del número de especies e individuos por familias botánicas del bosque primario.

En el sistema de bosque secundario se obtuvo un total de 289 individuos, 60 especies y 27 familias, las especies con mayor representación de individuos en el sistema fueron: *Piptocoma discolor*, *Miconia splendens*, *Wettinia maynensis*, *Croton lechleri* (Figura 4 Anexo 2. Estos resultados reflejan la existencia de especies típicas de bosques secundarios, indicadoras de la sucesión ecológica. Esto se corresponde con los criterios de Alvis (2009), donde explica que en el bosque secundario una de sus características es contar con una alta diversidad de especies con pocos individuos, donde predominan especies pioneras de la sucesión como patrón característico del bosque secundario.

Se comprobó que las familias con mayor riqueza de especies, no corresponden con las de mayor número de individuos, dando como resultado el número mayor de especies en orden representativo, Fabaceae (9), Urticaceae (7), Lauraceae (6) representando el 36.7% del total de especies y con mayor numero de individuos Asteraceae (42), Euphorbiaceae (38) y Melastomataceae (38), representando el 40.8% del total de los individuos, la familia Asteraceae, predominó por la presencia de *Piptocoma discolor*.

En cuanto a las 9 familias que conforman el 33.3% del total estuvieron conformadas solo por una especie e individuo como: Anacardiaceae, Boraginaceae, Elaeocarpaceae, Lamiaceae, Lecythidaceae, Myrtaceae, Sapotaceae, Symplocaceae, Vochysiaceae. Este resultado reflejó una amplia distribución en la composición florística.

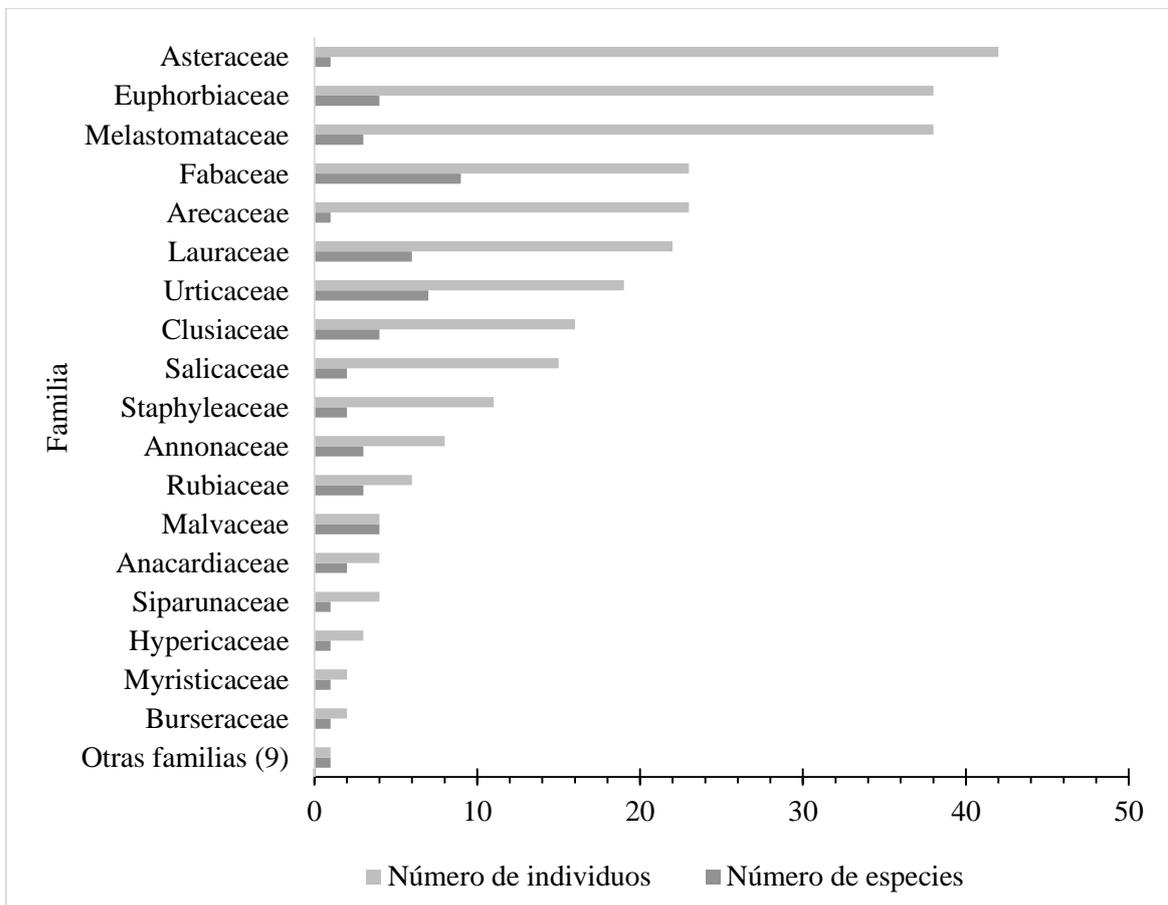


Figura 4. Representación del número de especies e individuos por familias botánicas del bosque secundario.

En el sistema silvopastura se obtuvo un total de 100 individuos, 11 especies y 10 familias, es notorio la baja representatividad en la composición de especies. Las especies con mayor relevancia en el sistema por su mayor cantidad de individuos fueron: *Miconia splendens* y

Piptocoma discolor, ambas son especies de la sucesión ecológica (Figura 5, Anexo 3). Estos resultados corroboran el criterio de Perez (2006), que en los sistemas de silvopastura existen pocas especies, por el motivo que los agricultores dejan arboles al azar, ya sea para que estos les brinden sombra, frutos y bases para amarrar a sus animales.

Se comprobó que las familias con mayor riqueza de especies no corresponden con las de mayor número de individuos. El número mayor de especies en orden representativo corresponde a la familia Melastomataceae (3) que represento el 30% del total y con mayor numero de individuos resultaron las familias Melastomataceae (43) y Asteraceae (15) representando el 58 % del total de los individuos, la familia Melastomataceae predomino por la presencia de *Miconia splendens*.

En cuanto a la unica familia que conforman el 10 % del total de familias estuvo conformada solo por una especie e individuo como: Phyllanthaceae. Este resultado reflejó una amplia distribución en la composición florística.

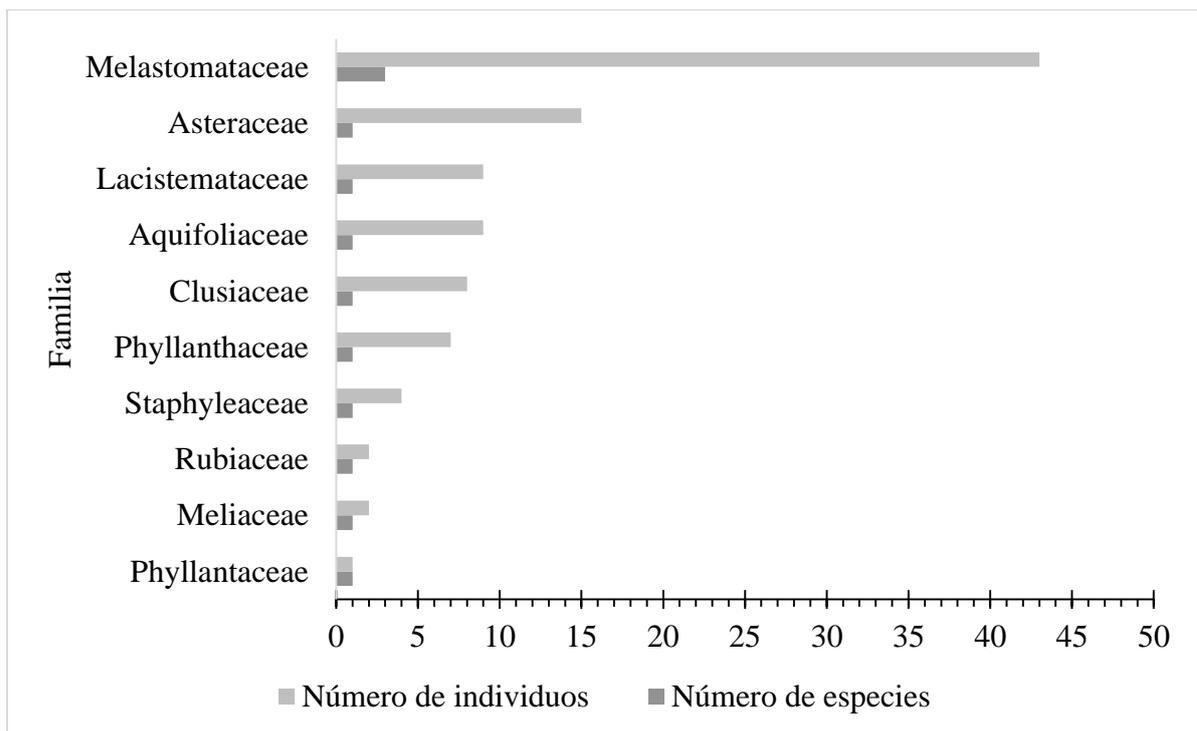


Figura 5. Representación del número de especies e individuos por familias botánicas del sistema de silvopastura.

A través de las medidas establecidas por Bray-Curtis en el dendrograma jerárquico (Figura 6) mostró con un 40% de similitud acorde a la abundancia de especies la formación de tres grupos ecológicos dentro del bosque siempreverde de la microcuenca del río Puyo, como reflejo que la vegetación presente en la zona de estudio se diferencia por su topografía, estructura, fisonomía, localización y accesibilidad de las áreas y fundamentalmente por el estado de conservación. El primer grupo estuvo conformado por los transectos T1, T2, T5, T4, T3, T7, T8, T10, T6 que representan todas las áreas de bosque primario y algunas de bosque secundario, presentando 110 especies conformadas por 551 individuos, se estima que este grupo se forma por compartir especies como: *Dacryodes olivifera*, *Inga velutina*, *Miconia splendens*, *Wettinia maynensis*, *Piptocoma discolor*, *Sapium glandulosum*, *Alchornea glandulosa*; el segundo grupo estuvo conformado por T12, T14, T15, T13, T11, todos representativos de sistema silvopastura, con un total de 11 especies y 100 individuos, compartiendo las siguientes especies: *Hieronyma duquei*, *Lozania Klugii*, *Miconia splendens*, *Piptocoma discolor* y el tercer grupo, conformado por T9 cuenta, correspondiente al bosque secundario, con 19 especies y 73 individuos, este se diferencia por tener especies únicas de esta área que no se comparte con otros transectos.

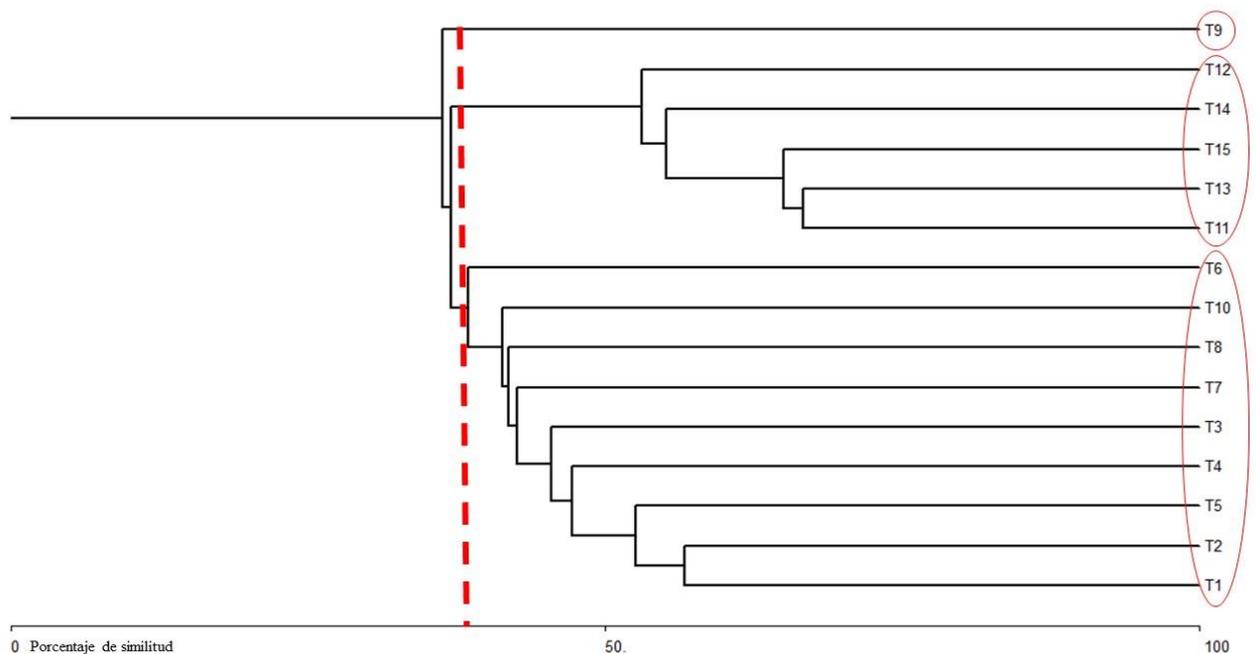


Figura 6. Dendrograma jerárquico según las medidas de Bray-Curtis para la agrupación de las unidades de muestreo de acuerdo a la composición florística.

4.2 POSICIÓN SOCIOLÓGICA DE LAS ESPECIES

La posición sociológica del bosque primario se muestra en la (figura 7, Anexo 4) que expresa el total de especies muestreadas en los cinco transectos, la mayor cantidad de individuos pertenecen al estrato medio obteniéndose un 69% acorde al rango de altura de $10,1 \text{ m} \geq 20 \text{ m}$, el estrato inferior con el 29% de individuos pertenecen al rango de altura $\leq 10 \text{ m}$ y el estrato superior con el 2% de individuos en un rango de altura $>20,1 \text{ m}$. Los resultados reflejaron un estado vulnerable en el estrato superior, representado por un patrón de distribución vertical no continuo, debido a que pocas especies son compartidas en los demás estratos lo que le confiere una situación preocupante por tratarse de una zona alta donde predominan fuertes vientos, deslizamiento de suelos y algunos elementos que evidencian el efecto de la antropización.

Según Acosta (2006), una especie tiene su lugar asegurado 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.

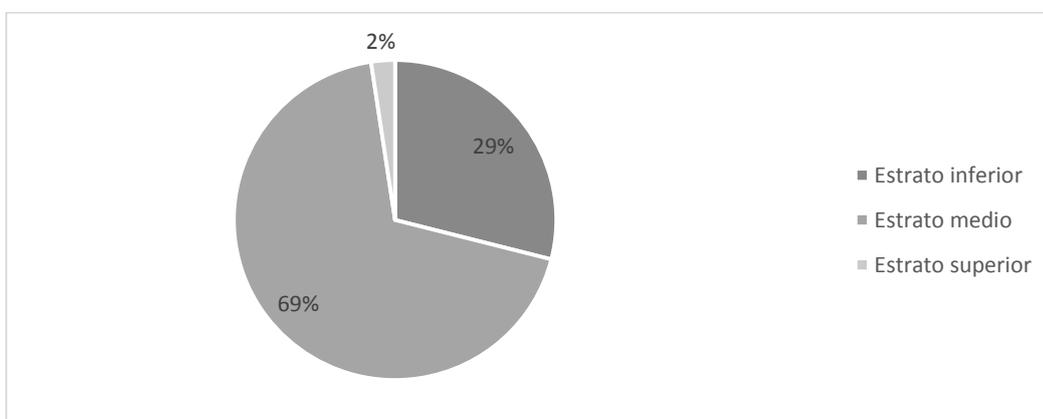


Figura 7. Porcentaje de especies presentes en los estratos inferior, intermedio y superior del bosque primario.

La posición sociológica del bosque secundario se muestra en la (figura 8, Anexo 5) que expresa el total de especies muestreadas en los cinco transectos, la mayor cantidad de individuos pertenecen al estrato medio, obteniéndose un 63% acorde al rango de altura de $10,1 \text{ m} \geq 20 \text{ m}$, el estrato inferior con el 35% de individuos pertenecen al rango de altura $\leq 10 \text{ m}$ y el estrato superior con el 2% de individuos en un rango de altura $>20,1 \text{ m}$. Estos

resultados son indicadores del avanzado estado de sucesión ecológica predominante en el área, donde la distribución vertical no continua es más acentuado en comparación con el bosque primario.

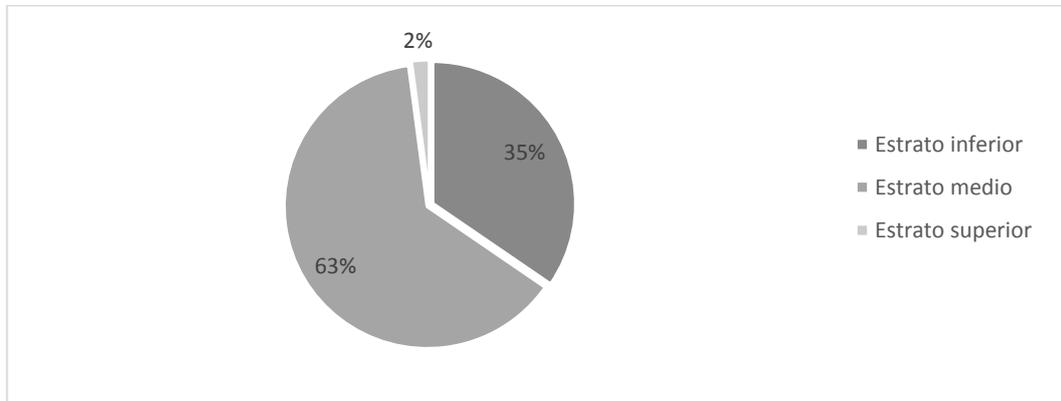


Figura 8. Porcentaje de especies presentes en los estratos inferior, intermedio y superior del bosque secundario.

La posición sociológica del sistema de silvopastura se muestra en la (figura 9, Anexo 6) que expresa el total de especies muestreadas en los cinco transectos, la mayor cantidad de individuos pertenecen al estrato inferior, obteniéndose un 87% acorde al rango de altura de ≤ 10 m, el estrato medio con el 13% de individuos pertenecen al rango de altura $10,1 \text{ m} \geq 20$ m y el estrato superior con el 0% de individuos en un rango de altura $>20,1$ m. En este sistema de bosque es notable la marcada distribución vertical no continua típica de este ecosistema donde no existen especies del estrato superior que sean compartidas con los demás estratos del ecosistema como resultado del cambio de uso de suelo y las prácticas silvopastoriles que ocasionan el ramoneo de los arboles.

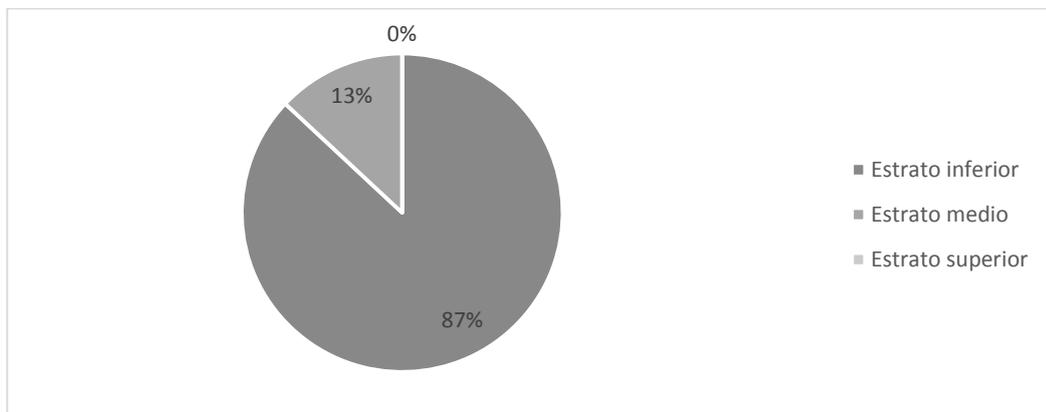


Figura 9. Porcentaje de especies presentes en los estratos inferior, intermedio y superior del sistema de silvopastura.

4.3 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA A NIVEL DE ESPECIE

El índice de valor de importancia ecológica de bosque primario permitió evaluar el comportamiento individual de las especies a partir de parámetros ecológicos asociados a la abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa, de acuerdo al valor del índice de valor de importancia calculado por especies (figura 10, Anexo 7).

El peso ecológico que presentaron las especies con $d_{1.30} \geq 10\text{cm}$, dió como resultado que las especies más dominantes son las de menor abundancia y frecuencia. De acuerdo a los parámetros fitosociológicos las especies con menor participación son consideradas vulnerables ante disturbios antropogénicos y naturales como: deforestación, deslizamientos y uso de productos forestales no maderables (PFNM).

Entre las diez especies más importantes de la flora registrada, se destacan las siguientes: *Wettinia maynensis*, *Ficus paraensis*, *Alchornea glandulosa*, que contienen el porcentaje de IVI más alto. Lo que resultó preocupante es que la especie *Piptocoma discolor*, se ubicó en quinto lugar de las especies con más IVI, ya que es una especie pionera de bosque secundario, que puede indicar posibles cambios en el ambiente.

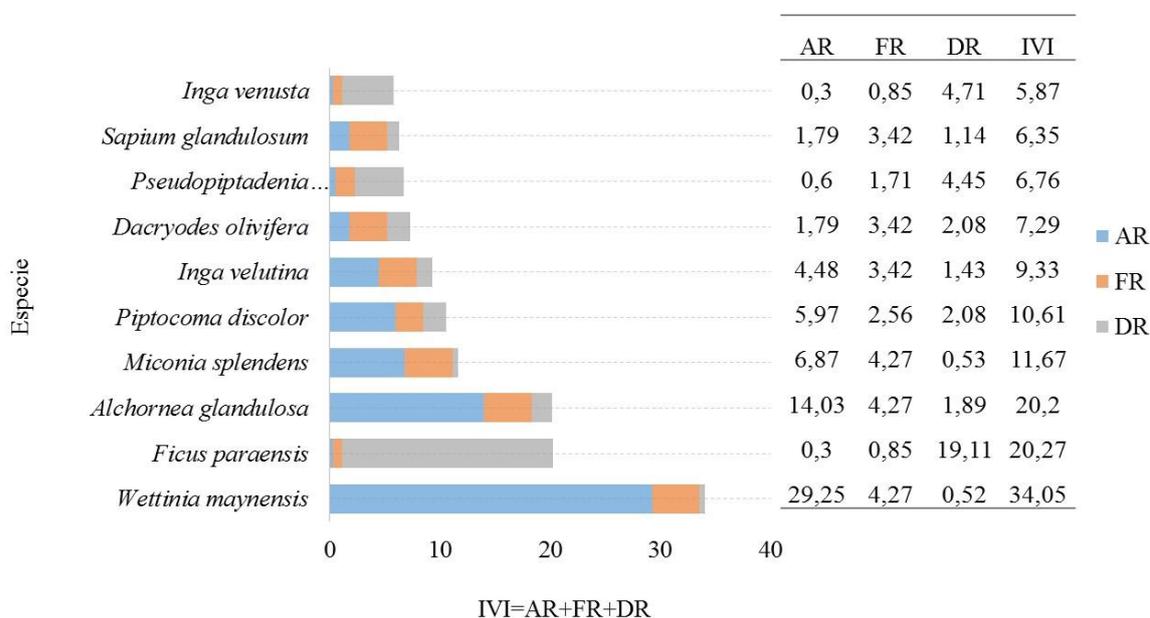


Figura 10. Índice de valor de importancia ecológica de las diez especies más importantes del bosque primario de la microcuenca del río Puyo.

El índice de valor de importancia ecológica de bosque secundario permitió evaluar el comportamiento individual de las especies a partir de parámetros ecológicos asociados a la abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa, de acuerdo al valor del índice de valor de importancia calculado por especies (figura 11, Anexo 8).

Entre las diez especies más importantes de la flora registrada en el bosque secundario se destacan las siguientes: *Piptocoma discolor*, *Miconia splendens*, *Wettinia maynensis*, que contienen el porcentaje de IVI más alto, esto concuerda con estudios de Merino (2011), que indican que la especie predominante del bosque tropical amazónico secundario es *Piptocoma discolor* al ser una especie pionera por su fácil adaptación, crecimiento y maduración dentro de claros.

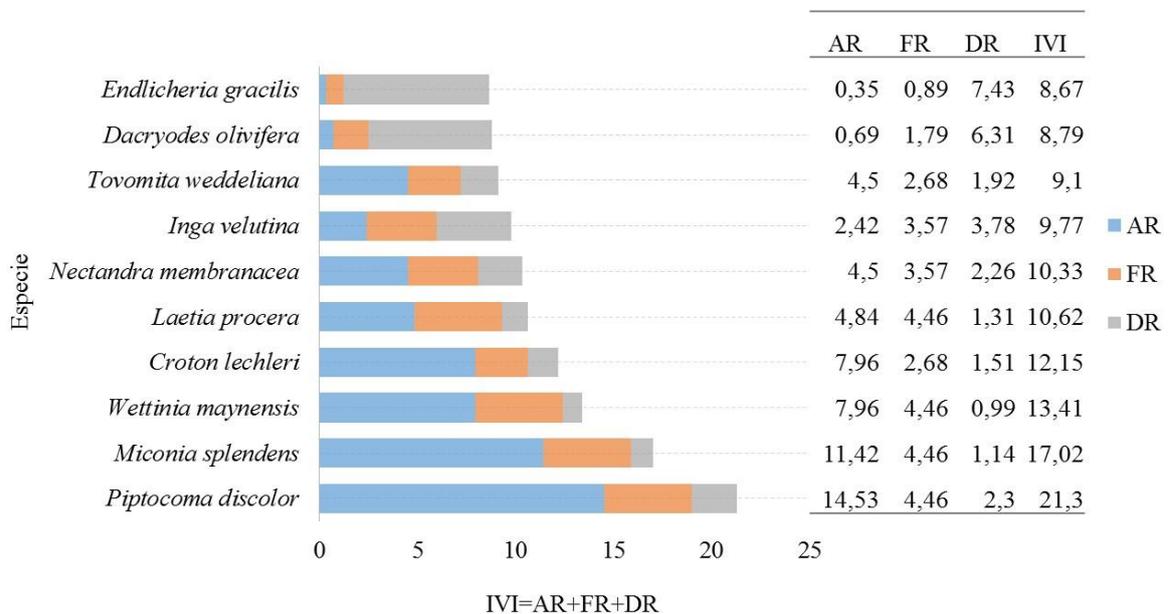


Figura 11. Índice de valor de importancia ecológica de las diez especies más importantes del bosque secundario de la microcuenca del río Puyo.

El índice de valor de importancia ecológica del sistema de silvopastura permitió evaluar el comportamiento individual de las especies (figura 12, Anexo 9). De acuerdo a los parámetros fitosociológicos entre las diez especies con mayor valor de importancia ecológica en el sistema de silvopastura se encontraron: *Miconia splendens*, *Piptocoma discolor*, *Ilex sp.*, que contienen el porcentaje de IVI más alto. Es notable como los resultados del IVI en el bosque primario difieren en relación al sistema silvopastura, lo que pone en evidencia la influencia de los factores antropogénicos en la estructura fitosociológica de cada sistema de

bosque, lo cual puede ser útil para tomar decisiones respecto al mantenimiento de las especies claves del ecosistema de bosque siempreverde piemontano y por consiguiente para contribuir a la biodiversidad amazónica.

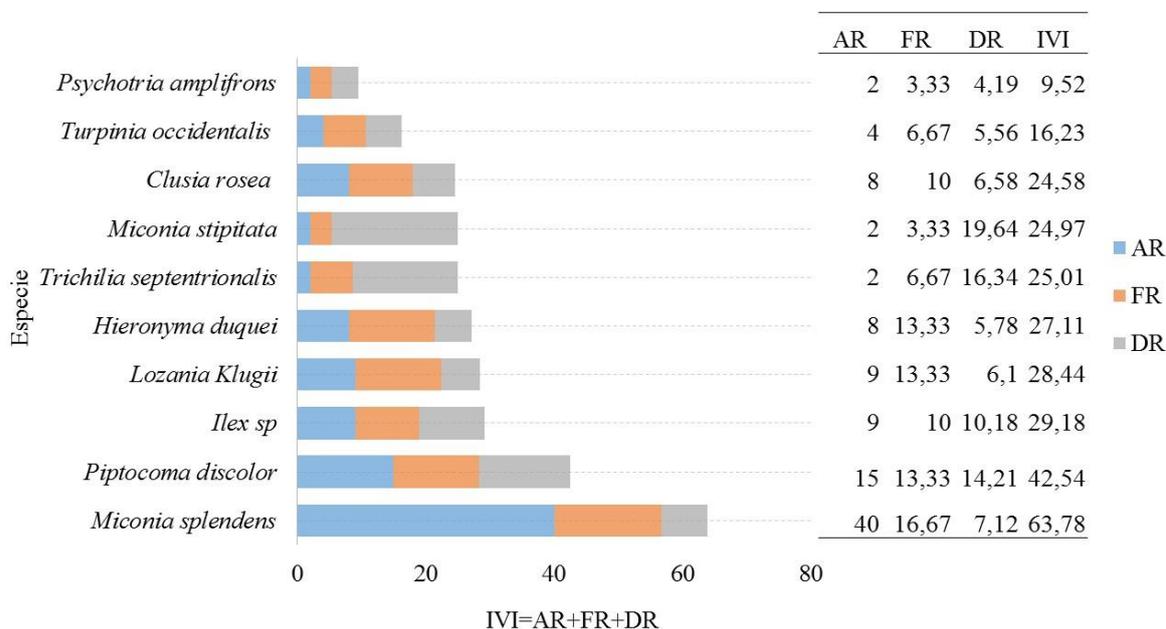


Figura 12. Índice de valor de importancia ecológica de las diez especies más importantes del sistema de silvopastura de la microcuenca del río Puyo.

4.4 RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES

Los valores medios de la riqueza de especies, expresados a través del índice de Margalef, en cada sistema de bosque reflejó a partir del ANOVA y la prueba de comparación de medias de Tukey que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre el sistema silvopastura con el bosque primario y secundario, presentaron una mayor riqueza el sistema silvopastura. Esto podría estar explicado por la relación proporcional existente entre el número de especies y el número de individuos (Tabla 3), ya que en este ecosistema la composición florística fue inferior.

Tabla 3. Índice de riqueza de especies para los tres sistemas del bosque siempreverde piemontano de la zona alta microcuenca río Puyo.

VALORES MEDIOS DEL INDICE DE RIQUEZA (M)	
Sistema de bosque	MARGALEF
Bosque primario	66,48 ± 2,14 ^a
Bosque secundario	70,16 ± 7,68 ^a
Silvopastura	95,42 ± 12,26 ^b

Leyenda: Letras desiguales en la columna muestran diferencias significativas para la prueba de Tukey con una $p \leq 0,05$.

4.4.1 DIVERSIDAD DE ESPECIES

Los resultados del índice de diversidad de Shannon a partir del ANOVA y la prueba de comparación de medias de Tukey mostraron que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre el sistema silvopastura con el bosque primario y secundario (Tabla 4). Todos los valores de diversidad reflejaron que los tres sistemas de bosque de la zona baja presentaron una diversidad baja, solo al considerar el máximo valor de diversidad el bosque primario alcanzó el límite para ser considerado como diversidad media. Esto reflejó que las alteraciones antropogénicas y naturales que se presentan en cada sistema de bosque han ejercido su efecto en la baja diversidad de la zona, aunque es notable que en el sistema silvopastura los valores son muy inferiores al resto de los ecosistemas.

Tabla 4. Valores medios de diversidad de Shannon para los tres sistemas del bosque siempreverde piemontano de la zona alta microcuenca río Puyo

VALORES MEDIOS DE LOS INDICES DE DIVERSIDAD			
SISTEMAS BOSQUES	Índice de diversidad de Shannon (H')	Índice de diversidad de Shannon máxima (H' max)	Equitatividad (J')
Bosque Primario	1,09 ± 0,17 ^b	1,36 ± 0,09 ^b	0,80 ± 0,08 ^a
Bosque Secundario	1,18 ± 0,12 ^b	1,34 ± 0,11 ^b	0,88 ± 0,04 ^a
Silvopastura	0,65 ± 0,07 ^a	0,77 ± 0,11 ^a	0,85 ± 0,05 ^a

Leyenda: Letras desiguales en la columna muestran diferencias significativas para la prueba de Tukey con una $p \leq 0,05$.

4.5 DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES Y SU RELACIÓN CON EL GRADO DE PERTURBACIÓN

El análisis de correspondencia canónica sin tendencia (DCA) describió la distribución de la abundancia de las especies y su relación con el grado de perturbación en función de los transectos de estudio en cada sistema de bosque, el cual resultó con una alta correlación entre la abundancia de las especies con el grado de perturbación en los transectos (Tabla 5). El primer eje fue capaz de explicar el 64,27% de la varianza total explicada. La longitud del gradiente fue de 4,4, por lo que el método lineal no fue apropiado y por consiguiente se recomendó el DCA.

Tabla 5. Estadísticos del análisis de correspondencia canónica sin tendencia (DCA)

Estadística	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4
Valores propios	0.6427	0.2848	0.1736	0.0730
Variación explicada (acumulativa)	16.84	24.31	28.86	30.77
Longitud del gradiente	4.44	2.11	1.60	1.60
Correlación pseudo-canónica (supl.)	0.8462	0.1236	0.2892	0.1332

Se comprobó mediante distribución espacial la relación de la distribución de especies con el grado de perturbación por cada transecto. Los transectos de estudio correspondientes al sistema de bosque silvopastura presentaron tendencias a distanciarse en cuanto a la abundancia de especies, siguiendo un gradiente asociado al grado de perturbación, resultando con menor abundancia de especie (representación del tamaño del triángulo) (Figura 13 y 14).

La contribución de la abundancia de las especies resultó con diferencias significativas entre los transectos de estudio, siendo mayor en bosque primario y secundario. Las especies que más contribuyeron a la abundancia en T1, T2, T3, T4, T5 del sistema Bosque Primario fueron: *Alchornea glandulosa*, *Wettinia maynensis*, *Piptocoma discolor*, *Miconia splendens*. En T1, T2, T3, T4, T5 del sistema de Bosque Secundario fueron: *Tovomita weddeliana*, *Wettinia maynensis*, *Croton lechleri*, *Piptocoma discolor*, *Miconia splendens*. En T1, T2, T3, T4, T5 que corresponden al sistema Silvopastura fueron: *Miconia splendens*, *Piptocoma discolor* e *Ilex sp.*

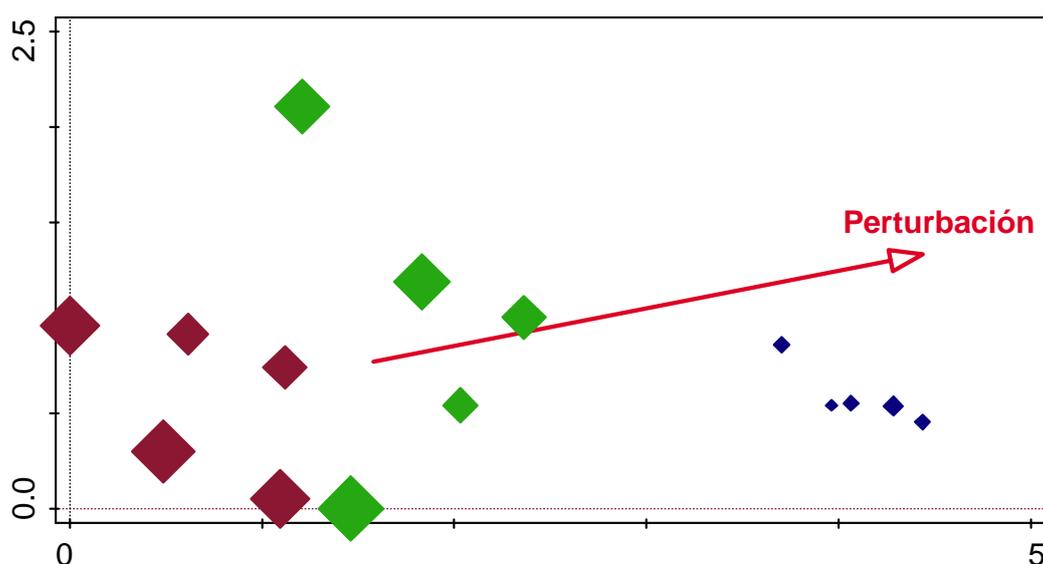


Figura 13. Representación espacial de la abundancia de especies y grado de perturbación (La dimensión de los triángulos representa la abundancia de especie).

Leyenda: los rombos de color rojo hacen referencia ha bosque primario, los rombos de color verde de bosque secundario y los rombos de color azul al sistema de silvopastura.

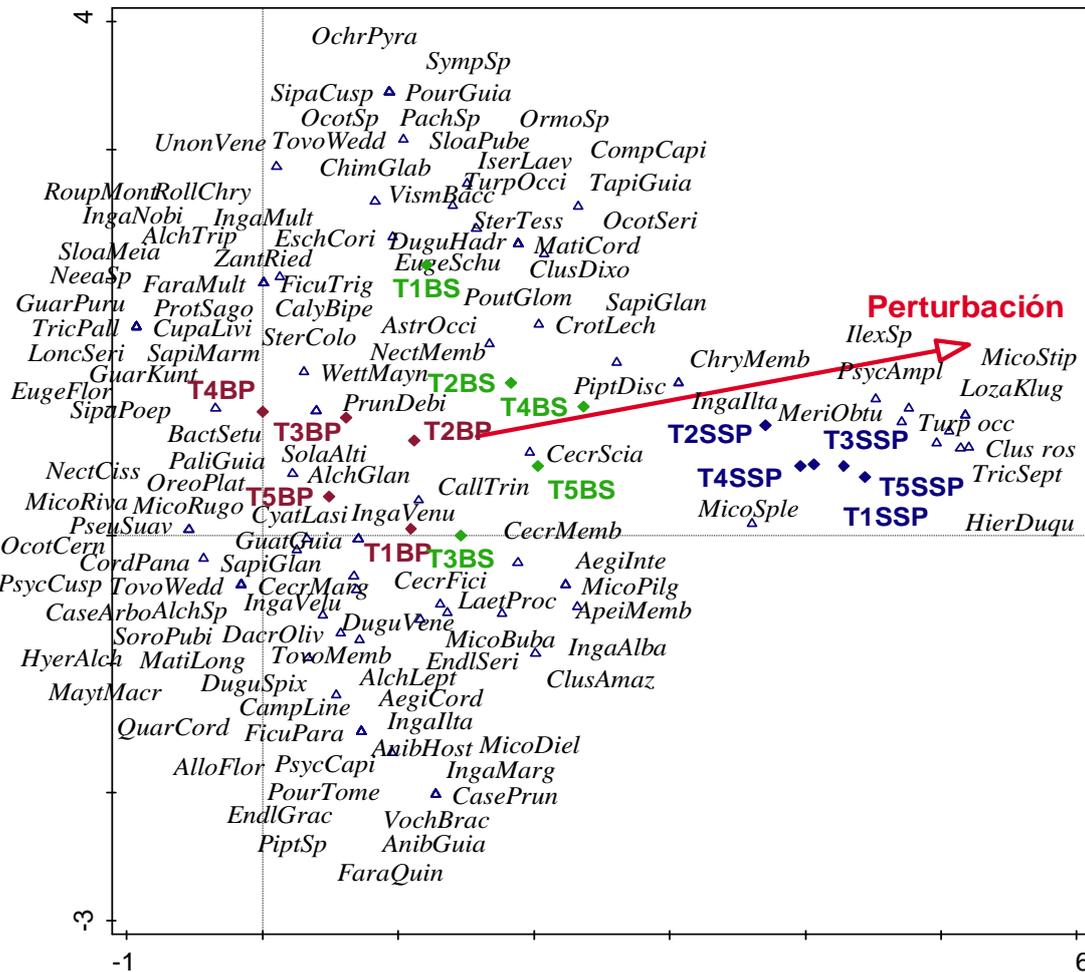


Figura 14. Análisis de correspondencia canónica sin tendencia (DCA) para la ordenación espacial de la abundancia de especies y el grado de perturbación por cada transecto de estudio.

Leyenda: *Aegiphila cordata* (AegiCord), *Aegiphila integrifolia* (AegiInte), *Alchornea glandulosa* (AlchGlan), *Alchornea leptogyna* (AlchLept), *Alchornea sp* (Alchsp), *Alchornea triplenervia* (AlchTrip), *Allophylus floribundus* (AlloFlor), *Aniba guianensis* (AnibGuía), *Aniba hostmanniana* (AnibHost), *Apeiba membranacea* (ApeiMemb), *Astronium occidentale* (AstrOcchi), *Bactris setulosa* (BactSetu), *Calliandra trinervia* (CalliTrin), *Calyptanthus bipennis* (CalyBipe), *Campomanesia lineatifolia* (CampLine), *Casearia arborea* (CaseArbo), *Casearia prunifolia* (CasePrun), *Cecropia ficifolia* (CecrFici), *Cecropia marginalis* (CecrMarg), *Cecropia membranacea* (CecrMemb), *Cecropia sciadophylla* (Cecr Scia), *Chimarrhis glabriflora* (ChimGlab), *Chrysochlamys membranacea* (ChryMemb), *Clusia amazónica* (ClusAmaz), *Clusia dixonii* (ClusDixo), *Clusia rosea* (ClusRose), *Componeura capitellata* (CompCapi), *Cordia panamensis* (CordPana), *Croton lechleri* (CrotLech), *Cupania lívida* (CupaLivi), *Cyathea lasiosora* (CyatLasi), *Dacryodes olivifera* (DacrOliv), *Duguetia hadrantha* (DuguHadr), *Duguetia spixiana* (DuguSpix), *Duguetia veneficiorum*

(*DuguVene*), *Endlicheria gracilis* (*EndlGrac*), *Endlicheria sericea* (*EndlSeri*), *Eschweilera coriácea* (*EschCori*), *Eugenia florida* (*EugeFlor*), *Eugenia schunkei* (*EugeSchu*), *Faramea multiflora* (*FaraMult*), *Faramea quinqueflora* (*FaraQuin*), *Ficus paraensis* (*FicuPara*), *Ficus trigona* (*FicuTrig*), *Guarea kunthiana* (*GuarKunt*), *Guarea purusana* (*GuarPuru*), *Gutteria guianensis* (*GuatGuia*), *Hieronyma duquei* (*HierDuqu*), *Hyeronima alchorneoides* (*HyerAlch*), *Ilex sp* (*Ilexsp*), *Inga alba* (*IngaAlba*), *Inga ilita* (*IngaIita*), *Inga marginata* (*IngaMarg*), *Inga multinervis* (*IngaMult*), *Inga nobilis* (*IngaNobi*), *Inga velutina* (*IngaVelu*), *Inga venusta* (*IngaVenu*), *Isertia laevis* (*IserLaev*), *Laetia procera* (*LaetProc*), *Lonchocarpus sericeus* (*LoncSeri*), *Lozania Klugii* (*LozaKlug*), *Matisia cordata* (*MatiCord*), *Matisia longiflora* (*Matilong*), *Maytenus macrocarpa* (*MaytMacr*), *Meriania obtusifolia* (*MeriObtu*), *Miconia bubalina* (*MicoBuba*), *Miconia dielsii* (*MicoDiel*), *Miconia pilgeriana* (*MicoPilg*), *Miconia rivalis* (*MicoRiva*), *Miconia rugosa* (*MicoRugo*), *Miconia splendens* (*MicoSple*), *Miconia stipitata* (*MicoStip*), *Nectandra cissiflora* (*NectCiss*), *Nectandra membranácea* (*NectMemb*), *Neea sp* (*Neeasp*), *Ochroma pyramidale* (*OchrPyra*), *Ocotea cernua* (*OcotCern*), *Ocotea sericea* (*OcotSeri*), *Ocotea sp* (*Ocotsp*), *Oreopanax platanifolius* (*OreoPlat*), *Ormosia sp* (*Ormosp*), *Pachira sp* (*Pachsp*), *Palicourea guianensis* (*PaliGuia*), *Piptadenia sp* (*Piptsp*), *Piptocoma discolor* (*PiptDisc*), *Pourouma guianensis* (*PourGuia*), *Pourouma tomentosa* (*PourTome*), *Pouteria glomerata* (*PoutGlo*), *Protium sagotianum* (*ProtSago*), *Prunus debilis* (*PrunDebi*), *Pseudopiptadenia suaveolens* (*PseuSuav*), *Psychotria amplifrons* (*PsycAmpl*), *Psychotria capitata* (*PsycCapi*), *Psychotria cuspidata* (*PsycCusp*), *Quararibea cordata* (*QuarCord*), *Rollinia chrysoarpa* (*RollChry*), *Roupala montana* (*RoupMont*), *Sapium glandulosum* (*SapiGlan*), *Sapium marmieri* (*SapiMarm*), *Siparuna cuspidata* (*SipaCusp*), *Siparuna poeppigii* (*SipaPoep*), *Sloanea meianthera* (*SloaMeia*), *Sloanea pubescens* (*SloaPube*), *Solanum altissimum* (*SolaAlti*), *Sorocea pubivena* (*SoroPubi*), *Sterculia colombiana* (*SterColo*), *Sterculia tessmannii* (*SterTess*), *Symplocos sp* (*Sympsp*), *Tapirira guianensis* (*TapiGuia*), *Tovomita weddelliana* (*TovoWedd*), *Tovomitopsis membranácea* (*TovoMemb*), *Trichilia pallida* (*TricPall*), *Trichilia septentrionalis* (*TricSept*), *Turpinia occidentalis* (*TurpOcci*), *Unonopsis veneficiorum* (*UnonVene*), *Vismia baccifera* (*VismBacc*), *Vochysia brasilinae* (*VochBrac*), *Wettinia maynensis* (*WettMayn*), *Zanthoxylum riedelianum* (*Zant ried*).

4.6 POTENCIAL DE BIOMASA AÉREA ACUMULADA POR SISTEMA DE BOSQUE

La biomasa aérea acumulada (AGB) en cada sistema de bosque (primario, secundario y silvopastura) se muestra en la tabla 6. Se comprobó que el bosque primario tiene un potencial de biomasa aérea acumulada muy superior al resto de los sistemas de bosque, con diferencias significativas según el ANOVA y prueba de comparación de medias de Tukey con ($p \leq 0,05$), lo cual se debe a su alta diversidad arbórea y mayor área basal. En cambio el bosque secundario resultó con una biomasa aérea acumulada media, siendo significativa en cuanto al contenido bruto de TB Mg pero no así en TB Mg/ha y el sistema de silvopastura presentó la menor cantidad de biomasa aérea acumulada, debido a su baja diversidad arbórea y menor área basal. Los efectos negativos que tienen los bosques siempreverde piemontano

de la microcuenca del río Puyo presentan complicaciones para la captura de carbono. Los bosques tropicales amazónicos son de gran interés porque contribuyen y ayudan en la captura de CO₂ en función de la biomasa aérea proporcionada por especies vegetales, las alteraciones en ellos influyen fuertemente en la captura y fijación de carbono en estos ecosistemas. Estos resultados concuerdan con Acosta *et al.*, (2002), en el cual plantean que la capacidad que tienen los ecosistemas para almacenar el carbono en biomasa puede variar en función de la densidad de la población, edad y composición florística. Lerma y Orjuela, (2014), mencionan que la mayor parte de áreas naturales presentan una estructura discontinua. Resultados parecidos fueron compartidos por Nebel *et al.*, (2001) en la Amazonía peruana.

Tabla 6. Biomasa aérea acumulada por cada sistema de bosque d ela mcicuenca del río Puyo.

Sistema Bosque	TB Mg	TB Mg/ha
bosque primario	28,58 ± 8,81 ^b	285,76 ± 88,13 ^b
bosque secundario	16,62 ± 7,84 ^a	156,3 ± 78,31 ^a
sistema silvopastura	4,84 ± 2,19 ^a	48,44 ± 21,92 ^a

Leyenda: Letras desiguales en la columna muestran diferencias significativas para la prueba de Tukey con una $p \leq 0,05$.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La flora registrada en el bosque primario fue de 335 individuos, 76 especies y 31 familias, en el bosque secundario de 289 individuos, 60 especies y 27 familias y en el sistema de silvopastura se registraron 100 individuos, 11 especies y 10 familias, esto reflejó que el bosque primario posee mayor composición florística, aunque la diversidad (0.65 - 1.18) resultó baja en cada sistema de bosque como indicador de las alteraciones antropogénicas y naturales predominantes en la microcuenca del río Puyo.
- La posición sociológica, de bosque primario expresó la mayor cantidad de individuos en el rango de altura $10,1 \text{ m} \geq 20 \text{ m}$, con el 69% perteneciente al estrato medio, en el bosque secundario se encontró la mayor cantidad de individuos en el rango de altura $10,1 \text{ m} \geq 20 \text{ m}$, con el 63% perteneciente al estrato medio y en el sistema de silvopastura el estrato inferior con un rango altura de $\leq 10 \text{ m}$ se obtuvo la mayor cantidad de individuos representando el 87%, lo cual indicó el predominio de un patrón de distribución vertical no continuo más acentuado en el sistema silvopastura que los hace vulnerables a cambios ambientales como: deslizamiento de suelos, cambios de uso de suelos, deforestación y fuertes vientos predominantes en la zona alta de la microcuenca del río Puyo.
- El índice de valor de importancia ecológica (IVI) indicó que las especies de mayor peso ecológico del bosque primario fueron: *Wettinia maynensis*, *Ficus paraensis*, *Alchornea glandulosa* y *Pitocoma discolor*, en el bosque secundario: *Piptocoma discolor*, *Miconia splendens*, *Wettinia maynensis*, y en el sistema silvopastura las especies: *Miconia splendens*, *Piptocoma discolor* e *Ilex sp.* Esto reflejó la presencia de especies pioneras en los tres sistemas, indicadoras de la sucesión, y además permitió seleccionar las especies claves de cada ecosistema.
- Se comprobó mediante distribución espacial la relación de la distribución de especies con el grado de perturbación por cada transecto. Los transectos correspondientes al sistema de bosque silvopastura presentaron tendencias a distanciarse en cuanto a la

abundancia de especies, siguiendo un gradiente asociado al grado de perturbación, resultando con menor abundancia de especies.

- El potencial de biomasa aérea acumulada de bosque primario tuvo una biomasa superior al resto de los sistemas de bosque, con diferencias significativas por su mayor abundancia de especies y mayor área basal. El bosque secundario resultó con una biomasa aérea acumulada media, siendo significativa en cuanto al contenido bruto de TB Mg pero no en TB Mg/ha, mientras el sistema de silvopastura presentó la menor cantidad de biomasa aérea acumulada, por su baja abundancia y menor área basal.

5.2 RECOMENDACIONES

- Continuar con el inventario del bosque siempreverde piemontano de la zona alta de la microcuenca del río Puyo e incorporar variables ambientales de interés que ayuden a validar las decisiones en las prácticas ambientales.
- Elaborar convenios con entidades gubernamentales y ONG, para la conservación y mantenimiento de los ecosistemas de bosques pertenecientes a la microcuenca del río Puyo.
- Presentar los resultados de investigación a las instituciones encargadas del proyecto (UEA-GADPPz y ONG NTC) como información base para su contribución a la elaboración del plan de manejo de la zona alta de la microcuenca del río Puyo.

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFIA

- Acosta Mireles, M., Vargas Hernández, J., Velázquez Martínez, A., & Etchevers Barra, J. D. (2002). Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. *Agrociencia*, 36(6).
- Aguirre, Z. y Yaguana, N. (2012). Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales. Herbario Loja # 5. Departamento de Botánica y Ecología de la Universidad Nacional de Loja. Loja – Ec. 30 p.
- Alcaraz, F. (2012). Selvas ecuatoriales y tropicales. Universidad de Murcia España.
- 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.
- Armenteras, D., González, T.M., Luque-Moreno, F., Rodríguez, N., Argotty, F., Bonfl, C., Espinosa, C.I., Luis Machín, J.A., Rejalaga Noguera, L., Ruiz Gómez, V., Gusmán, E., Herrera, A., Funes, I., Savé, R., Jara, A., Ramón, P., Retana, J., Espelta, J.M. (2015). IBERO REDD+. Red CYTED para el monitoreo del estado de la conservación y recuperación de bosques húmedos y secos en Latinoamérica en el contexto de la deforestación evitada. Síntesis de avances en la implementación de REDD + en los países participantes de la Red IBERO REDD+ en América Latina. Publicado por Cytred+. 52 p.
- Arroba, G., y Pacheco, G. (2018). Análisis de la estructura y composición florística del bosque de la estación biológica Kutukú. Quito, Ecuador.
- Bascopé, F. y Jorgensen, P. (2005). Caracterización de un bosque montano húmedo: Yungas, La Paz. *Ecología en Bolivia*, 40(3), 365-379.
- Bravo, C., Marín, H., Marrero-Labrador, P., Ruiz, M. E., Torres-Navarrete, B., Navarrete-Alvarado, H., y Changoluisa-Vargas, D. (2017). Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonia Ecuatoriana. *Bioagro*, 29(1), 23-36.
- Brienen, R. J., Phillips, O. L., Feldpausch, T. R., Gloor, E., Baker, T. R., Lloyd, J. y Martínez, R. V. (2015). Long-term decline of the Amazon carbon sink. *Nature*, 519(7543), 344.

- Budiharta S, Meijaard E, Erskine PD, et al. (2014). Restoring degraded tropical forests for carbon and biodiversity. *Environ Res Lett.* doi: 10.1088/1748- 9326/9/11/114020
- Buytaert W, Cuesta-Camacho F, Tobon C (2011). Potential impacts of climate change on the environmental services of humid tropical alpine regions, *Global Ecology And Biogeography*, Vol: 20, Pages: 19-33, Issn: 1466-822
- Cano, A., y Steverson, R. (2009). Diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la Estación Biológica Carparú, Waupes. *Revista Colombia Forestal*, 63.
- Cargua, S. (2017). Costo de oportunidad de la conservación del bosque en la hacienda el Prado (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Carrera, C. (2013). Estructura y Diversidad Florística del Bosque Los Pijos en el Cantón Isidro Ayora Provincia del Guayas. Universidad Técnica de Quevedo, Quevedo.
- CATIE. (2016). Definición de Bosques Secundarios y Degradados en Centroamérica.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D. y Lescure, J. P. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), 87-99.
- Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M.S., Delitti, W.B.C., Duque, A., Eid, T., Fearnside, P.M., Goodman, R.C., Henry, M., Martínez-Yrizar, A., Mugasha, W.A., Muller-Landau, H.C., Mencuccini, M., Nelson, B.W., Ngomanda, A., Nogueira, E.M., Ortiz-Malavassi, E., Pélissier, R., Ploton, P., Ryan, C.M., Saldarriaga, J.G. y Vieilledent, G., (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Glob. Chang. Biol.* 20, 3177–3190.
- ECORAE. (2001). Compendio de recomendaciones tecnológicas para los principales cultivos de la Amazonia ecuatoriana. Quito, Ecuador.
- Encalada, J., y Montalván, L. (2007). Composición florística, estructura, endemismo y etnobotánica del bosque nativo el Limo, Cantón Puyango, provincia de Loja. Loja, Ecuador.

- FAO (Food and Agriculture Organization). (2013). *Antología de Conocimiento para la Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales. Recreaciones para Estimación y la Supervisión*. 28 p.
- FAO. (2014). *Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe*. Santiago de Chile: FAO
- Finol, H. (1976). *Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques venezolanos*. *Revista Forestal Venezolana*, 19 (26), 17-44.
- Franquis, F., y Infante, A. (2003). *Los Bosques y su Importancia para el Suministro de Servicios Ambientales*. *Rev. For.*
- Fraume, N. (2012). *Diccionario Ambiental*. Ecoe ediciones. http://www.elbosqueprotector.es/El_Bosque_Protector/Tropical_files/Bosque%20tropical_un%20paraiso%20en%20peligro.pdf
- García, A. (2006). *Panamá; Ganadería Extensiva y Destrucción de los Bosques*. Panamá: Eumed.
- García, J. y Martínez, M. (2014). *Biomasa y Biotecnología*. Departamento de Biología Medioambiental. Centro de investigaciones biológicas del consejo superior de investigaciones científicas. Madrid – España. Tomado de http://digital.csic.es/bitstream/10261/137345/5/Sem@aforo_2014_Garcia_Martinez.Pdf
- Greenman, C., Stephens, P., Smith, R., Dalgliesh, G. L., Hunter, C., Bignell, G., ... & Ekins, S. (2007). *Patterns of somatic mutation in human cancer genomes*. *Nature*, 446(7132), 153.
- Guillera-Arroita, J Lahoz-Monfort, J Elith, A Gordon, H Kujala, P Lentini, M McCarthy, R Tingley y B Wintle. (2015). *Is my species distribution model fit for purpose? Matching data and models to applications*. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 24, 276–292. doi:10.1111/geb.12268
- Guisan, A. & Zimmermann, N. E. (2000). *Predictive habitat distribution models in ecology*. *Ecological Modelling*. (135) Issues 2-3. 147-186 p.

- INAMHI (Instituto nacional de meteorología e hidrología). (2013). Anuario meteorológico N53. Ecuador
- IPCC. (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis; Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, editado por Thomas F. Stocker, Qin Dahe, Gian-Kasper Plattner, Melinda Tignor, Simon K. Allen, Judith Boschung, Alexander Nauels, Yu Xia, Vincent Bex y Pauline M. Midgley. Cambridge: Cambridge University Press.
- Koohafkan, P. y Altieri, MA. (2010). Globally important agricultural heritage systems: a legacy for the future. UN-FAO, Rome
- Laurance, W. F., Albernaz, A. K., Fearnside, P. M., Vasconcelos, H. L., & Ferreira, L. V. (2004). Deforestation in Amazonia. *Science*, 304(5674), 1109-1111.
- Lerma Martínez, M. A., & Orjuela Gálvez, E. L. (2014). Modelos Alométricos Para La Estimación De La Biomasa Aérea Total En El Páramo De Anaime, Departamento Del Tolima, Colombia
- Lozada, F. y Pinzón, J. (2006). Diseño metodológico de restauración de la reserva forestal Carpatos. Recuperado de: 40 <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/restauracion-reserva/restauracionreserva.pdf>
- Lund, G. (2009). What is a degraded forest? White Paper on Forest Degradation Definitions Prepared for FAO.
- MAE. (2012). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito- Ecuador.
- Magurran, A. E. (2013). Measuring biological diversity. John Wiley & Sons.
- 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).
- Mateo R. M, Felicísimo. J, Muñoz (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista Chilena de Historia Natural*. 84:217-240.
- Mazzeo, N. (2007). Estructura y uncionamiento de ecosistemas. Montevideo: Universal Republica del Uruguay.

- Mecca, J. (2012). Legislacion de bosques nativos de la provincia de la Pampa. Revista Perspectivas de las Ciencias Económicas y Jurídicas. Vol. 2. N°1. Santa Rosa: FCEyJ (UNLPam): EdUNLPam: ISSN 2250-4087, pp. 117-130.
- Melo, O., y Vargas, R. (2003). Evaluacion ecologica y silvocultural de ecosistemas boscosos. Universidad de Tolima. CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLINA, 235 P, IL.
- Menéndez, R. (2015). Evaluación de la regeneración natural en dos tipos de cobertura en la reserva Ecológica Mache Chindul del cantón Quininde provincia de esmeraldas. Ecuador.
- Merino, J. (2011). Estudio Económico de dos formas de aprovechamiento forestal del pigue (pollalesta discolor) en el cantón Mera, provincia de Pastaza [en línea]. Tesis Ingeniero Forestal. Ecuador, Quito: Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [Consulta: 21 septiembre 2018]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/749>.
- NÁVAR, C.J.; GONZÁLEZ, B.N.; GRACIANO, L.J.; DALE, V. and PARRESOL, B. 2004. Additive biomass equations for pine species of forest plantations of Durango, México. Madera y Bosques 10(2):17-28
- Pagiola, S. Landell - Mills, N. Bishop, J. (2002). Market - Based Mechanisms for Forest Conservation and Development. World Bank Institute. New York: Earthscan Publications Ltd.
- 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
- Perez, E. (2006). Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán. Turrialba, Costa Rica.
- Pinto, C. A. L., y Paredes, S. R. Y. (2014). Los servicios ecosistémicos en el Perú. Xilema, 27(1), 62-75.
- Poma, K. (2013). Composición florística, estructura y endemismo de un bosque siempreverde de tierras bajas de la Amazonía, en el cantón Taisha, Morona Santiago.

Recuperado de:
<http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5213/1/COMPOSICI%C3%93N%20FLOR%C3%8DSTICA,%20ESTRUCTURA%20Y%20ENDEMISMO%20DE%20UN%20BOSQUE%20SIEMPREVERDE.pdf>

- Quispe, W. (2010). Estructura horizontal y vertical de los tipos de bosque concesionados en la región Madre de Dios. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios, puerto Maldonado, Perú.
- Ramírez, Carlos, Sandoval, Víctor, Cisternas, Juan Carlos, Rivera, Hugo, Vidal, Osvaldo, San Martín, Cristina, Álvarez, Miguel, y Pérez, Yéssica. (2015). Utilizando la metodología fitosociológica para diferenciar hábitats: un ejemplo con especies chilenas de *Schinus* (Anacardiaceae) en la Región de Aisén, Chile. *Gayana. Botánica*, 72(2), 350-366.
- Rodríguez, D. (2012). El desarrollo sustentable de la Cuenca Amazónica en la Agenda Ambiental de la Comunidad Andina. Quito. *Revista del Centro Andino de Estudios Internacionales*.
- Rodríguez, M. (2015). Tipos de investigación científica. Tesis e investigaciones Análisis-SPSS.
- 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.
- Sasaki N, Asner GP, Knorr W, et al. (2011). Approaches to classifying and restoring degraded tropical forests for the anticipated REDD+ climate change mitigation mechanism. *iForest - Biogeosciences For* 4:1–6. doi: 10.3832/ifor0556-004
- Schulze, E. D., Ch. Wirth and M. Heimann. (2000). Managing forests after Kyoto. *Science* 289 (5487):2058-2059.
- Shannon, C.E. y Weaver, W. (1949). *The mathematical Theory of Communication*. Urbana IL. University of Illinois Press (Cfr. Spellerberg y Fedor, 2003)

- Simula, M. (2009). Hacia Una Definición De Degradación De Los Bosques: Análisis Comparativo De Las Defniciones Existentes.
- Souza, CM., Siqueira, V., Sales, H., et al (2013). Ten-year landsat classification of deforestation and forest degradation in the brazilian amazon. *Remote Sens* 5:5493–5513. doi: 10.3390/rs5115493
- 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 Braak, C. J. F. y Prentice, I. C. (1988). A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Research* 18: 271-313.
- 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.
- Tucker, C. J., y Townshend, J. R. G. (2000). Strategies for monitoring tropical deforestation using satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 21(6-7), 1461–1471.
- Wang X, S Piao, P Ciais, P Friedlingstein, RB Myneni, P Cox, M Heimann, J Miller, S Peng, y T Wang. (2014). A two-fold increase of carbon cycle sensitivity to tropical temperature variations. *Nature* 506:212-215

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo1: Composición florística del área de estudio de los 5 transectos del bosque primario de la zona alta de la microcuenca del río Puyo.

Parcela	Individuo	N. Científico	Familia	HT	HC	DAP
1	1	Inga ilta	Fabaceae	14	9	19,43
1	2	Campomanesia lineatifolia	Myrtaceae	12	4	11,46
1	3	Cecropia ficifolia	Urticaceae	11	7	11,15
1	4	Piptocoma discolor	Asteraceae	18	10	32,17
1	5	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	12	5	11,46
1	6	Piptocoma discolor	Asteraceae	17	10	22,29
1	7	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	11	14,65
1	8	Miconia dielsii	Melastomataceae	9	6	10,19
1	9	Inga velutina	Fabaceae	14	9	20,38
1	10	Inga ilta	Fabaceae	16	9	19,11
1	11	Miconia dielsii	Melastomataceae	11	7	10,19
1	12	Miconia splendens	Melastomataceae	10	5	14,97
1	13	Miconias plendens	Melastomataceae	8	5	10,51
1	14	Cecropia ficifolia	Urticaceae	12	6	15,29
1	15	Piptocoma discolor	Asteraceae	18	6	32,80
1	16	Inga velutina	Fabaceae	17	8	25,16
1	17	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	9	6	15,92
1	18	Piptocoma discolor	Asteraceae	17	6	30,25
1	19	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	6	3	16,24
1	20	Wettinia maynensis	Arecaceae	7	6	13,69
1	21	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	13	6	18,47
1	22	Wettinia maynensis	Arecaceae	5	4	11,46
1	23	Piptocoma discolor	Asteraceae	20	8	63,69
1	24	Miconia splendens	Melastomataceae	9	5	10,51
1	25	Wettinia maynensis	Arecaceae	9	8	17,52
1	26	Cecropia membranacea	Urticaceae	18	14	27,07
1	27	Piptocoma discolor	Asteraceae	18	15	34,39
1	28	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	17	6	41,08
1	29	Piptocoma discolor	Asteraceae	18	14	35,35
1	30	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	11	15,92
1	31	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	10	6	13,06
1	32	Laetia procera	Salicaceae	11	7	11,46
1	33	Quararibea cordata	Malvaceae	12	4	28,66
1	34	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	11	16,56
1	35	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	9	4	10,83
1	36	Aniba hostmanniana	Lauraceae	13	6	13,06
1	37	Inga multinervis	Fabaceae	14	7	16,56
1	38	Psychotria capitata	Rubiaceae	9	3	12,42
1	39	Pourouma tomentosa	Urticaceae	11	5	10,83
1	40	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	8	4	10,19
1	41	Cecropia ficifolia	Urticaceae	1	8	27,71
1	42	Laetia procera	Salicaceae	14	10	15,61
1	43	Cecropia membranacea	Urticaceae	14	10	13,69
1	45	Aegiphila cordata	Lamiaceae	15	9	23,89
1	46	Duguetia spixiana	Annonaceae	12	4	12,74

1	47	Laetia procera	Salicaceae	13	9	12,10
1	48	Piptocoma discolor	Asteraceae	18	10	34,71
1	49	Ficus paraensis	Moraceae	20	12	92,36
1	50	Alchornea leptogyna	Euphorbiaceae	12	3	22,29
1	51	Laetia procera	Salicaceae	11	7	11,15
1	52	Sapium glandulosum	Euphorbiaceae	15	8	21,34
1	53	Miconia splendens	Melastomataceae	11	6	11,15
1	54	Dacryodes olivifera	Burseraceae	10	5	12,10
1	55	Allophylus floribundus	Sapindaceae	8	4	13,38
1	56	Chimarrhis glabriflora	Rubiaceae	20	14	40,13
1	57	Duguetia spixiana	Annonaceae	12	4	13,38
1	58	Inga velutina	Fabaceae	9	3	13,06
1	59	Wettinia maynensis	Arecaceae	9	8	16,88
1	60	Pourouma tomentosa	Urticaceae	15	9	16,88
1	61	Inga velutina	Fabaceae	15	9	28,34
1	62	Wettinia maynensis	Arecaceae	8	7	14,01
1	63	Ocotea cernua	Lauraceae	16	10	35,03
1	64	Wettinia maynensis	Arecaceae	1	11	15,61
1	65	Wettinia maynensis	Arecaceae	11	10	12,74
1	66	Dacryodes olivifera	Burseraceae	22	16	50,00
1	67	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	18	12	45,86
1	68	Duguetia spixiana	Annonaceae	13	8	14,97
1	69	Nectandra membranacea	Lauraceae	15	10	19,43
1	70	Miconia splendens	Melastomataceae	12	7	12,42
1	71	Laetia procera	Salicaceae	12	8	15,92
1	72	Wettinia maynensis	Arecaceae	8	7	14,65
2	1	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	11	16,56
2	2	Inga velutina	Fabaceae	17	10	25,16
2	3	Wettinia maynensis	Arecaceae	13	12	15,29
2	4	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	4	14,33
2	5	Inga velutina	Fabaceae	18	9	21,97
2	6	Wettinia maynensis	Arecaceae	11	10	15,92
2	7	Solanum altissimum	Solanaceae	10	5	16,56
2	8	Inga venusta	Fabaceae	20	10	45,86
2	9	Miconia splendens	Melastomataceae	13	8	17,83
2	10	Wettinia maynensis	Arecaceae	9	8	13,69
2	11	Miconia splendens	Melastomataceae	12	7	15,61
2	12	Guatteria guianensis	Annonaceae	10	6	14,97
2	13	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	17	9	27,39
2	14	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	2	10	55,41
2	15	Wettinia maynensis	Arecaceae	16	15	16,56
2	16	Guatteria guianensis	Annonaceae	14	10	29,30
2	17	Wettinia maynensis	Arecaceae	14	12	15,29
2	18	Eschweilera coriacea	Lecythidaceae	10	5	11,46
2	19	Wettinia maynensis	Arecaceae	16	14	16,56
2	20	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	11	18,15
2	21	Cyathea lasiosora	Cyatheaceae	7	6	11,15
2	22	Prunus debilis	Rosaceae	12	8	21,02
2	23	Wettinia maynensis	Arecaceae	8	7	12,42
2	24	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	1	15,29
2	25	Wettinia maynensis	Arecaceae	11	10	17,83
2	26	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	11	16,56

2	27	Inga velutina	Fabaceae	14	8	21,97
2	28	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	11	13,06
2	29	Wettinia maynensis	Arecaceae	14	13	18,79
2	30	Piptocoma discolor	Asteraceae	1	9	20,38
2	31	Piptocoma discolor	Asteraceae	20	16	37,58
2	32	Wettinia maynensis	Arecaceae	11	10	13,69
2	33	Tovomitopsis membranacea	Clusiaceae	10	5	13,38
2	35	Piptocoma discolor	Asteraceae	18	12	29,94
2	36	Sapium glandulosum	Euphorbiaceae	13	7	16,24
2	37	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	11	4	12,10
2	38	Cecropia sciadophylla	Urticaceae	14	9	16,88
2	39	Dacryodes olivifera	Burseraceae	7	5	18,47
2	41	Piptocoma discolor	Asteraceae	7		19,75
2	42	Piptocoma discolor	Asteraceae	12		13,69
2	43	Piptocoma discolor	Asteraceae	16		19,11
2	44	Piptocoma discolor	Asteraceae	17	12	28,66
2	45	Wettinia maynensis	Arecaceae	13	12	15,29
2	46	Ocotea cernua	Lauraceae	12	9	12,74
2	47	Bactris setulosa	Arecaceae	9	8	15,29
2	48	Cecropia ficifolia	Urticaceae	12	6	14,01
2	49	Piptocoma discolor	Asteraceae	20	12	35,35
2	50	Piptocoma discolor	Asteraceae	18	11	24,52
2	51	Alchornea leptogyna	Euphorbiaceae	10	6	19,11
2	52	Wettinia maynensis	Arecaceae	14	13	14,65
2	57	Miconia splendens	Melastomataceae	10	6	12,74
2	60	Miconia splendens	Melastomataceae	9	5	15,92
2	61	Piptocoma discolor	Asteraceae	16	9	22,61
2	62	Cecropia ficifolia	Urticaceae	14	10	16,56
2	63	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	11	5	13,38
2	64	Piptocoma discolor	Asteraceae	17	9	28,98
3	1	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	10	8	21,66
3	2	Wettinia maynensis	Arecaceae	11	9	14,65
3	3	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	14	3	23,57
3	4	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	9	10,19
3	5	Faramea multiflora	Rubiaceae	11	6	13,38
3	6	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	11	13,38
3	7	Miconia splendens	Melastomataceae	11	8	14,97
3	8	Ocotea cernua	Lauraceae	1	9	29,94
3	9	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	11	14,65
3	10	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	9	14,97
3	11	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	13	6	21,34
3	12	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	15	6	34,71
3	13	Wettinia maynensis	Arecaceae	6	5	13,06
3	14	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	10	14,65
3	15	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	9	14,01
3	16	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	9	14,33
3	17	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	14	4	24,84
3	18	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	9	14,01
3	19	Ocotea cernua	Lauraceae	15	10	23,25
3	20	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	9	14,01
3	21	Miconia splendens	Melastomataceae	10	4	10,83
3	22	Wettinia maynensis	Arecaceae	7	6	12,42

3	23	Wettinia maynensis	Arecaceae	8	7	14,01
3	24	Alchornea triplenervia	Euphorbiaceae	16	8	21,97
3	25	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	10	5	15,61
3	26	Ocotea cernua	Lauraceae	14	10	17,52
3	27	Alchornea triplenervia	Rubiaceae	11	4	11,15
3	28	Wettinia maynensis	Arecaceae	14	13	14,33
3	29	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	18	10	29,30
3	30	Wettinia maynensis	Arecaceae	13	12	14,01
3	31	Roupala montana	Proteaceae	15	9	21,34
3	32	Ficus trigona	Moraceae	10	8	24,20
3	33	Miconia splendens	Melastomataceae	13	6	15,61
3	34	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	11	15,29
3	35	Wettinia maynensis	Arecaceae	6	5	11,78
3	36	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	16	6	27,07
3	37	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	14	10	33,44
3	38	Wettinia maynensis	Arecaceae	8	7	17,20
3	39	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	9	13,06
3	40	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	20	12	35,67
3	41	Miconia splendens	Melastomataceae	12	6	15,29
3	42	Miconia splendens	Melastomataceae	11	6	11,78
3	43	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	18	8	39,49
3	44	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	16	6	17,20
3	45	Sapium glandulosum	Euphorbiaceae	15	12	27,07
3	46	Wettinia maynensis	Arecaceae	8	7	16,24
3	47	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	8	14,33
3	48	Wettinia maynensis	Arecaceae	13	1	13,06
3	49	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	17	8	32,17
3	50	Wettinia maynensis	Arecaceae	14	13	14,97
3	51	Sapium glandulosum	Euphorbiaceae	12	7	12,10
3	52	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	9	14,97
3	53	Inga multinervis	Fabaceae	17	13	25,80
3	54	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	17	12	32,17
3	55	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	18	11	37,26
3	56	Inga nobilis	Fabaceae	16	11	19,11
3	57	Wettinia maynensis	Arecaceae	14	13	16,56
3	58	Prunus debilis	Rosaceae	17	10	26,11
3	59	Wettinia maynensis	Arecaceae	11	9	16,56
3	60	Calyptranthes bipennis	Myrtaceae	13	4	15,92
3	61	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	20	12	41,40
3	62	Miconia splendens	Melastomataceae	14	3	19,11
3	63	Wettinia maynensis	Arecaceae	8	7	13,06
3	64	Rollinia chrysocarpa	Annonaceae	13	8	22,29
3	65	Wettinia maynensis	Arecaceae	11	10	14,65
3	66	Miconia splendens	Melastomataceae	16	7	21,34
3	67	Nectandra membranacea	Lauraceae	12	8	10,83
3	68	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	18	12	33,12
3	69	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	17	10	27,39
3	70	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	17	12	26,11
3	71	Duguetia veneficiorum	Annonaceae	16	2	35,35
3	72	Nectandra membranacea	Lauraceae	11	6	15,92
3	73	Zanthoxylum riedelianum	Rutaceae	17	12	31,21
3	74	Miconia splendens	Melastomataceae	11	5	22,93

3	75	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	16	5	31,21
3	76	<i>Solanum altissimum</i>	Solanaceae	13	69	24,20
3	77	<i>Sapium glandulosum</i>	Euphorbiaceae	20	7	35,67
3	78	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12	10	15,61
3	79	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	11	10	13,38
3	80	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	20	9	55,41
3	81	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12	11	14,01
4	1	<i>Inga multinervis</i>	Fabaceae	15	9	17,83
4	2	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	10	6	14,97
4	3	<i>Protium sagotianum</i>	Burseraceae	13	7	23,89
4	4	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14	2	16,88
4	5	<i>Cordia panamensis</i>	Boraginaceae	12	4	21,66
4	6	<i>Cordia panamensis</i>	Boraginaceae	11	6	19,43
4	7	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	9	8	15,61
4	8	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	6	2	12,10
4	9	<i>Cordia panamensis</i>	Boraginaceae	13	9	24,20
4	10	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14	13	15,29
4	11	<i>Miconia rugosa</i>	Melastomataceae	8	4	11,15
4	12	<i>Calliandra trinervia</i>	Fabaceae	15	6	33,12
4	13	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	9	8	15,61
4	14	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	10	6	15,29
4	15	<i>Cordia panamensis</i>	Boraginaceae	9	4	10,51
4	16	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15	9	15,92
4	17	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16	12	15,61
4	18	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i>	Fabaceae	14	10	37,26
4	19	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16	8	17,52
4	20	<i>Tovomitopsis membranacea</i>	Clusiaceae	8	2	12,10
4	21	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	10	4	13,38
4	22	<i>Duguetia veneficiorum</i>	Annonaceae	16	8	23,57
4	23	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	6	5	14,65
4	24	<i>Sapium marmieri</i>	Euphorbiaceae	10	7	22,61
4	25	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12	10	14,65
4	26	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	12	2	35,99
4	27	<i>Duguetia veneficiorum</i>	Annonaceae	20	10	37,90
4	28	<i>Trichilia pallida</i>	Meliaceae	8	5	11,78
4	29	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15	10	17,83
4	30	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	18	10	28,03
4	31	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	12	9	12,74
4	32	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	9	5	12,74
4	33	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15	12	17,52
4	34	<i>Neea sp.</i>	Nyctaginaceae	6	0,52	15,29
4	35	<i>Miconia rugosa</i>	Melastomataceae	13	10	12,74
4	36	<i>Sterculia colombiana</i>	Malvaceae	8	5	15,29
4	37	<i>Sterculia colombiana</i>	Malvaceae	10	7	18,15
4	38	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	10	8	13,69
4	39	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12	10	14,33
4	40	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	14	13	14,65
4	41	<i>Eugenia florida</i>	Myrtaceae	15	9	19,11
4	42	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	10	8	14,97
4	43	<i>Dacryodes olivifera</i>	Burseraceae	26	9	41,40
4	44	<i>Siparuna poeppigii</i>	Siparunaceae	12	10	13,69
4	45	<i>Bactris setulosa</i>	Arecaceae	8	7	10,51

4	46	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	Fabaceae	12	10	12,10
4	47	<i>Bactris setulosa</i>	Arecaceae	12	6	13,38
4	48	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	6	3	18,79
4	49	<i>Unonopsis veneficiorum</i>	Annonaceae	14	7	20,38
4	50	<i>Guarea purusana</i>	Meliaceae	17	10	45,22
4	51	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12	10	14,33
4	52	<i>Sloanea meianthera</i>	Elaeocarpaceae	12	6	13,69
4	53	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16	15	14,97
4	54	<i>Cupania livida</i>	Sapindaceae	12	9	10,83
4	55	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	12	8	17,52
4	56	<i>Trichilia pallida</i>	Meliaceae	18	12	40,45
4	57	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	17	11	41,08
4	58	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	8	7	14,33
4	59	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	10	8	13,69
4	60	<i>Sapium marmieri</i>	Euphorbiaceae	14	9	16,56
4	61	<i>Guarea kunthiana</i>	Meliaceae	16	11	16,24
4	62	<i>Sterculia colombiana</i>	Malvaceae	12	10	14,65
4	63	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	17	11	33,12
4	64	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	16	5	31,53
4	65	<i>Trichilia pallida</i>	Meliaceae	10	6	17,83
5	1	<i>Pourouma tomentosa</i>	Urticaceae	12	9	41,72
5	3	<i>Sapium glandulosum</i>	Euphorbiaceae	13	6	22,93
5	6	<i>Alchornea sp.</i>	Euphorbiaceae	14	10	24,20
5	7	<i>Sorocea pubivena</i>	Moraceae	12	9	19,11
5	8	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	12	5	19,75
5	9	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12	9	16,56
5	10	<i>Nectandra cissiflora</i>	Lauraceae	12	9	10,51
5	11	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	15	7	11,15
5	12	<i>Casearia arborea</i>	Salicaceae	15	6	26,43
5	14	<i>Matisia longiflora</i>	Malvaceae	10	6	22,29
5	15	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	16	10	18,47
5	16	<i>Psychotria cuspidata</i>	Rubiaceae	6	1	10,19
5	17	<i>Oreopanax platanifolius</i>	Araliaceae	12	6	11,15
5	18	<i>Duguetia spixiana</i>	Annonaceae	15	10	13,06
5	21	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	15	5	20,06
5	22	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12	8	19,11
5	23	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	10	5	23,25
5	24	<i>Endlicheria sericea</i>	Lauraceae	9	6	12,10
5	25	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	17	14	42,36
5	26	<i>Quararibea cordata</i>	Malvaceae	8	1	31,21
5	27	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	11	7	18,15
5	28	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Phyllanthaceae	16	10	28,66
5	29	<i>Dacryodes olivifera</i>	Burseraceae	30	7	41,72
5	32	<i>Tovomita weddelliana</i>	Clusiaceae	10	6	15,29
5	33	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	15	8	17,52
5	34	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	18	7	28,03
5	35	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i>	Fabaceae	27	13	51,91
5	36	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	25	9	66,88
5	37	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12	8	18,47
5	38	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	8	6	19,43
5	39	<i>Miconia rivalis</i>	Melastomataceae	12	6	27,07
5	40	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	10	6	12,10

5	41	Wettinia maynensis	Arecaceae	11	8	16,56
5	42	Wettinia maynensis	Arecaceae	7	6	18,15
5	43	Inga multinervis	Fabaceae	14	6	22,93
5	44	Inga multinervis	Fabaceae	8	4	15,29
5	45	Inga velutina	Fabaceae	22	8	54,14
5	46	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	6	13,38
5	47	Palicourea guianensis	Rubiaceae	15	6	28,34
5	48	Wettinia maynensis	Arecaceae	92	5	18,79
5	49	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	18	10	41,40
5	50	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	6	18,79
5	51	Wettinia maynensis	Arecaceae	13	8	19,11
5	52	Miconia rivalis	Melastomataceae	15	10	19,43
5	53	Isertia laevis	Rubiaceae	7	5	13,69
5	54	Miconia rugosa	Melastomataceae	8	4	10,19
5	55	Wettinia maynensis	Arecaceae	14	11	15,92
5	56	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	20	9	45,54
5	57	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	6	19,11
5	58	Miconia rugosa	Melastomataceae	12	7	23,89
5	59	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	8	13,38
5	60	Dacryodes olivifera	Burseraceae	13	4	19,11
5	61	Miconia splendens	Melastomataceae	14	10	19,11
5	62	Miconia rivalis	Melastomataceae	13	6	22,93
5	63	Wettinia maynensis	Arecaceae	15	12	18,15
5	64	Maytenus macrocarpa	Celastraceae	14	6	15,29
5	65	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	20	5	50,96
5	66	Cecropia marginalis	Urticaceae	18	7	22,29
5	67	Inga velutina	Fabaceae	18	7	21,97
5	68	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	8	4	10,51
5	69	Inga velutina	Fabaceae	22	11	49,04
5	70	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	4	18,47

Anexo 2: Composición florística del área de estudio de los 5 transectos del bosque secundario de la zona alta de la microcuenca del río Puyo.

Parcela	Individuo	N. Científico	Familia	HT	HC	DAP
1	1	Wettinia maynensis	Arecaceae	8	9	14,01
1	3	Miconia splendens	Melastomataceae	12	8	10,67
1	4	Chimarrhis glabriflora	Rubiaceae	11	7	19,43
1	6	Nectandra membranacea	Lauraceae	15	12	40,76
1	7	Turpinia occidentalis	Staphyleaceae	12	9	13,69
1	8	Turpinia occidentalis	Staphyleaceae	10	5	11,46
1	9	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	9	10,51
1	11	Wettinia maynensis	Arecaceae	8	7	15,61
1	12	Wettinia maynensis	Arecaceae	8	7	10,19
1	13	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	11	10,83
1	14	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	11	13,69
1	15	Vismia baccifera	Hypericaceae	14	12	18,15
1	16	Turpinia occidentalis	Staphyleaceae	6	5	11,15
1	17	Unonopsis veneficiorum	Annonaceae	12	11	14,33
1	18	Wettinia maynensis	Arecaceae	12	11	12,42

1	19	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	9	13,06
1	21	Piptocoma discolor	Asteraceae	16	11	34,71
1	23	Eschweilera coriacea	Lecythidaceae	15	14	23,25
1	24	Inga velutina	Fabaceae	15	8	26,11
1	25	Ocotea sp.	Lauraceae	12	10	11,78
1	26	Pourouma guianensis	Urticaceae	15	12	17,52
1	27	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	15	12	26,75
1	28	Piptocoma discolor	Asteraceae	16	6	19,43
1	29	Siparuna cuspidata	Siparunaceae	12	10	11,15
1	31	Piptocoma discolor	Asteraceae	15	12	26,43
1	32	Sapium glandulosum	Euphorbiaceae	14	6	10,83
1	33	Tovomita weddeliana	Clusiaceae	16	12	19,75
1	34	Tovomita weddeliana	Clusiaceae	16	12	16,56
1	35	Piptocoma discolor	Asteraceae	20	10	34,39
1	36	Isertia laevis	Euphorbiaceae	10	4	14,97
1	37	Isertia laevis	Euphorbiaceae	16	10	27,71
1	38	Pachira sp	Malvaceae	10	6	13,38
1	39	Isertia laevis	Euphorbiaceae	20	9	25,48
1	40	Wettinia maynensis	Arecaceae	11	10	15,92
1	41	Isertia laevis	Euphorbiaceae	12	8	19,49
1	42	Tovomita weddeliana	Clusiaceae	10	7	16,56
1	43	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	15	10	21,66
1	44	Ochroma pyramidale	Malvaceae	12	8	12,10
1	45	Tovomita weddeliana	Clusiaceae	14	6	25,48
1	46	Inga multinervis	Fabaceae	10	6	14,01
1	47	Tovomita weddeliana	Clusiaceae	10	3	10,83
1	48	Tovomita weddeliana	Clusiaceae	10	6	11,15
1	49	Miconia splendens	Melastomataceae	16	8	20,70
1	50	Laetia procera	Salicaceae	16	15	15,92
1	51	Wettinia maynensis	Arecaceae	16	6	15,61
1	52	Tapirira guianensis	Anacardaceae	17	12	21,34
1	53	Nectandra membranacea	Lauraceae	8	7	14,01
1	54	Tovomita weddeliana	Clusiaceae	15	9	29,62
1	55	Tovomita weddeliana	Clusiaceae	10	7	15,29
1	56	Turpinia occidentalis	Staphyleaceae	10	6	10,83
1	57	Piptocoma discolor	Asteraceae	12	10	20,70
1	58	Siparuna cuspidata	Siparunaceae	10	8	14,97
1	59	Tovomita weddeliana	Clusiaceae	10	6	11,46
1	60	Siparuna cuspidata	Siparunaceae	14	9	10,19
1	61	Piptocoma discolor	Asteraceae	15	12	19,75
1	62	Tovomita weddeliana	Clusiaceae	16	9	17,83
1	63	Siparuna cuspidata	Siparunaceae	14	7	11,78
1	64	Calliandra trinervia	Fabaceae	14	7	22,61
1	65	Symplocos sp	Symplocaceae	12	9	14,01
2	1	Croton lechleri	Euphorbiaceae	12	5	19,11
2	2	Croton lechleri	Euphorbiaceae	12	6	16,88
2	3	Piptocoma discolor	Asteraceae	12	4	15,61
2	5	Piptocoma discolor	Asteraceae	12	9	15,92
2	6	Miconia splendens	Melastomataceae	10	4	13,38
2	7	Miconia splendens	Melastomataceae	10	6	10,19
2	8	Clusia dixonii	Clusiaceae	6	1,5	11,78
2	10	Endlicheria sericea	Lauraceae	13	9	10,83

2	11	Croton lechleri	Euphorbiaceae	14	5	14,33
2	12	Miconia splendens	Melastomataceae	12	6	11,46
2	13	Croton lechleri	Euphorbiaceae	13	6	21,34
2	14	Croton lechleri	Euphorbiaceae	13	5	14,33
2	15	Croton lechleri	Euphorbiaceae	10	6	14,65
2	16	Croton lechleri	Euphorbiaceae	10	5	11,46
2	17	Piptocoma discolor	Asteraceae	12	7	16,88
2	18	Piptocoma discolor	Asteraceae	12	8	14,01
2	20	Laetia procera	Salicaceae	8	4	10,83
2	21	Laetia procera	Salicaceae	12	8	13,06
2	22	Croton lechleri	Euphorbiaceae	15	3	28,03
2	24	Piptocoma discolor	Asteraceae	12	6	16,56
2	25	Croton lechleri	Euphorbiaceae	10	5	12,74
2	26	Croton lechleri	Euphorbiaceae	12	6	17,52
2	27	Croton lechleri	Euphorbiaceae	12	6	15,29
2	28	Laetia procera	Salicaceae	10	4	11,78
2	29	Piptocoma discolor	Asteraceae	13	7	24,84
2	30	Croton lechleri	Euphorbiaceae	12	5	10,51
2	31	Miconia splendens	Melastomataceae	13	8	12,74
2	33	Piptocoma discolor	Asteraceae	10	3	14,33
2	34	Miconia bubalina	Melastomataceae	10	5	14,01
2	36	Laetia procera	Salicaceae	14	9	19,75
2	37	Turpinia occidentalis	Staphyleaceae	8	3	10,19
2	39	Endlicheria sericea	Lauraceae	14	6	15,61
2	40	Ormosia sp	Fabaceae	12	6	12,10
2	41	Croton lechleri	Euphorbiaceae	13	9	22,61
2	42	Laetia procera	Salicaceae	8	4	12,42
2	43	Croton lechleri	Euphorbiaceae	10	6	15,61
2	44	Piptocoma discolor	Asteraceae	11	6	36,62
2	45	Croton lechleri	Euphorbiaceae	10	5	18,15
2	46	Croton lechleri	Euphorbiaceae	12	7	14,97
2	47	Piptocoma discolor	Asteraceae	9	7	16,88
2	48	Cecropia membranacea	Urticaceae	9	8	20,38
2	49	Piptocoma discolor	Asteraceae	14	7	21,97
2	50	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	9	14,97
2	51	Wettinia maynensis	Arecaceae	10	9	13,38
2	52	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	12	8	14,97
2	53	Ocotea sericea	Lauraceae	14	9	16,56
2	54	Sterculia tessmannii	Malvaceae	14	8	17,20
2	55	Inga velutina	Fabaceae	16	12	27,07
2	56	Ocotea sericea	Lauraceae	10	6	17,52
2	57	Cecropia membranacea	Urticaceae	10	4	10,19
2	58	Wettinia maynensis	Arecaceae	14	13	13,69
2	59	Duguetia veneficiorum	Annonaceae	8	3	11,46
2	60	Eugenia schunkei	Myrtaceae	12	4	17,20
2	61	Astronium occidentale	Anacardiaceae	8	3	11,15
2	62	Miconia splendens	Melastomataceae	12	6	17,83
2	63	Tovomita weddeliana	Clusiaceae	16	8	31,85
2	64	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	20	18	28,98
2	65	Matisia cordata	Malvaceae	7	3	17,20
2	66	Duguetia hadrantha	Annonaceae	12	4	15,29
2	67	Sloanea pubescens	Elaeocarpaceae	14	8	14,97

2	68	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	16	9	33,76
2	69	<i>Compsonaura capitellata</i>	Myristicaceae	8	4	11,78
2	70	<i>Pouteria glomerata</i>	Sapotaceae	13	7	17,20
2	71	<i>Duguetia hadrantha</i>	Annonaceae	16	10	21,02
2	72	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12	11	14,97
2	73	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	10	6	17,20
2	74	<i>Compsonaura capitellata</i>	Myristicaceae	15	9	20,06
2	75	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12	11	11,78
2	76	<i>Duguetia hadrantha</i>	Annonaceae	10	6	19,75
2	77	<i>Isertia laevis</i>	Euphorbiaceae	10	4	16,88
3	1	<i>Laetia procera</i>	Salicaceae	14	9	16,56
3	2	<i>Clusia amazonica</i>	Clusiaceae	10	3	14,01
3	3	<i>Miconia bubalina</i>	Melastomataceae	8	3	12,74
3	4	<i>Aniba guianensis</i>	Lauraceae	13	4	13,69
3	5	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	12	5	45,22
3	6	<i>Endlicheria sericea</i>	Lauraceae	15	5	14,97
3	7	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	11	5	10,51
3	8	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	11	3	15,92
3	9	<i>Croton lechleri</i>	Euphorbiaceae	14	6	24,84
3	10	<i>Vismia baccifera</i>	Hypericaceae	10	5	13,06
3	11	<i>Turpinia occidentalis</i>	Staphyleaceae	8	2	11,15
3	12	<i>Turpinia occidentalis</i>	Staphyleaceae	8	2	10,51
3	13	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	12	2	23,89
3	14	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	12	6	11,46
3	15	<i>Sapium glandulosum</i>	Euphorbiaceae	16	2	38,54
3	16	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	16	8	36,94
3	18	<i>Endlicheria sericea</i>	Lauraceae	12	8	18,47
3	19	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	12	11	18,15
3	20	<i>Vochysia brasiliensis</i>	Vochysiaceae	15	10	21,66
3	21	<i>Calliandra trinervia</i>	Fabaceae	12	3	14,65
3	22	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	15	8	19,11
3	23	<i>Inga marginata</i>	Fabaceae	5	3	12,10
3	24	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	18	5	32,80
3	26	<i>Calliandra trinervia</i>	Fabaceae	12	8	22,29
3	27	<i>Inga velutina</i>	Fabaceae	18	6	36,94
3	29	<i>Pourouma tomentosa</i>	Urticaceae	10	8	11,15
3	30	<i>Croton lechleri</i>	Euphorbiaceae	16	10	26,11
3	31	<i>Inga marginata</i>	Fabaceae	9	6	11,78
3	32	<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	16	1	18,79
3	33	<i>Tovomitopsis membranacea</i>	Urticaceae	6	4	24,20
3	34	<i>Tovomita weddeliana</i>	Clusiaceae	8	4	11,46
3	36	<i>Pourouma tomentosa</i>	Urticaceae	21	11	43,95
3	37	<i>Miconia splendens</i>	Melastomataceae	13	9	24,52
3	38	<i>Duguetia veneficiorum</i>	Annonaceae	9	6	14,01
3	39	<i>Faramea quinqueflora</i>	Rubiaceae	9	5	10,51
3	40	<i>Nectandra membranacea</i>	Lauraceae	22	10	35,67
3	42	<i>Dacryodes olivifera</i>	Burseraceae	22	8	58,28
3	43	<i>Laetia procera</i>	Salicaceae	13	8	17,83
3	44	<i>Laetia procera</i>	Salicaceae	14	10	22,61
3	45	<i>Laetia procera</i>	Salicaceae	13	7	23,89
3	46	<i>Inga marginata</i>	Fabaceae	9	5	11,78
3	47	<i>Laetia procera</i>	Salicaceae	1	7	14,65

3	48	Eschweilera coriacea	Fabaceae	7	5	30,89
3	49	Inga alba	Fabaceae	24	12	54,14
3	50	Piptadenia sp	Fabaceae	16	13	18,47
3	51	Casearia prunifolia	Salicaceae	6	3	11,46
3	52	Duguetia veneficiorum	Annonaceae	11	7	14,65
3	53	Tovomita weddeliana	Urticaceae	13	4	36,94
3	54	Miconia splendens	Melastomataceae	13	9	14,33
3	55	Wettinia maynensis	Arecaceae	9	8	12,74
3	56	Wettinia maynensis	Arecaceae	1	11	14,01
3	57	Pourouma tomentosa	Urticaceae	13	9	14,65
3	58	Nectandra membranacea	Lauraceae	15	6	32,17
3	59	Wettinia maynensis	Arecaceae	7	5	10,83
3	60	Pourouma tomentosa	Urticaceae	16	12	19,11
3	61	Wettinia maynensis	Arecaceae	14	13	18,47
3	62	Endlicheria gracilis	Lauraceae	15	7	38,54
3	63	Cordia panamensis	Boraginaceae	13	9	12,42
3	64	Pourouma tomentosa	Urticaceae	15	12	20,70
4	1	Piptocoma discolor	Asteraceae	39	5	10,51
4	2	Croton lechleri	Euphorbiaceae	9	6	11,78
4	3	Clusia amazonica	Clusiaceae	8	5	11,46
4	4	Miconia splendens	Melastomataceae	8	2	14,65
4	5	Miconia splendens	Melastomataceae	8	5	11,46
4	6	Miconia splendens	Melastomataceae	8	5	11,46
4	7	Miconia splendens	Melastomataceae	8	7	10,83
4	8	Miconia splendens	Melastomataceae	8	5	16,24
4	9	Miconia splendens	Melastomataceae	10	5	14,01
4	10	Miconia splendens	Melastomataceae	7	5	10,51
4	11	Miconia splendens	Melastomataceae	10	3	13,69
4	12	Miconia splendens	Melastomataceae	10	5	14,33
4	13	Nectandra membranacea	Lauraceae	77	5	10,19
4	14	Cecropia membranacea	Urticaceae	9	2	12,10
4	15	Sapium glandulosum	Euphorbiaceae	9	5	13,06
4	16	Croton lechleri	Euphorbiaceae	11	8	17,83
4	17	Vismia baccifera	Hypericaceae	16	9	21,34
4	18	Cecropia ficifolia	Urticaceae	15	7	20,70
4	19	Croton lechleri	Euphorbiaceae	14	8	19,75
4	20	Miconia splendens	Melastomataceae	12	5	15,29
4	21	Piptocoma discolor	Asteraceae	15	7	22,61
4	22	Laetia procera	Salicaceae	12	8	11,46
4	23	Miconia splendens	Melastomataceae	10	9	12,10
4	24	Wettinia maynensis	Arecaceae	15	14	13,69
4	25	Sapium glandulosum	Euphorbiaceae	16	10	44,59
4	26	Croton lechleri	Euphorbiaceae	12	5	14,65
4	27	Miconia splendens	Melastomataceae	10	7	12,10
4	28	Miconia splendens	Melastomataceae	14	4	12,10
4	29	Croton lechleri	Euphorbiaceae	15	5	17,20
4	30	Isertia laevis	Rubiaceae	13	6	19,43
4	31	Nectandra membranacea	Lauraceae	16	8	21,34
4	32	Nectandra membranacea	Lauraceae	16	8	17,20
4	33	Inga velutina	Fabaceae	14	6	18,47
4	34	Nectandra membranacea	Lauraceae	10	5	19,43
4	35	Isertia laevis	Rubiaceae	14	6	16,56

4	36	Inga alba	Fabaceae	16	7	35,35
4	37	Tapirira guianensis	Anacardiaceae	12	7	23,57
4	38	Chrysochlamys membranacea	Clusiaceae	7	3	10,83
4	39	Sapium glandulosum	Euphorbiaceae	15	9	24,20
4	40	Nectandra membranacea	Lauraceae	10	6	11,15
4	41	Isertia laevis	Rubiaceae	13	6	18,47
4	42	Piptocoma discolor	Asteraceae	16	2	32,80
4	43	Cecropia ficifolia	Urticaceae	12	7	11,46
4	44	Nectandra membranacea	Lauraceae	16	9	17,52
4	45	Piptocoma discolor	Asteraceae	14	8	11,46
4	47	Miconia splendens	Melastomataceae	16	6	27,39
4	48	Inga alba	Fabaceae	14	9	10,51
4	49	Piptocoma discolor	Asteraceae	17	10	20,38
4	50	Cecropia membranacea	Urticaceae	13	10	10,51
4	51	Cecropia sciadophylla	Urticaceae	13	9	10,19
4	52	Piptocoma discolor	Asteraceae	16	12	22,93
4	53	Tapirira guianensis	Anacardiaceae	13	18	28,34
4	54	Piptocoma discolor	Asteraceae	13	7	13,69
4	55	Piptocoma discolor	Asteraceae	18	11	17,83
4	56	Piptocoma discolor	Asteraceae	14	10	13,69
4	57	Calliandra trinervia	Fabaceae	9	7	10,51
4	58	Piptocoma discolor	Asteraceae	16	13	19,43
4	59	Piptocoma discolor	Asteraceae	16	11	15,29
4	60	Piptocoma discolor	Asteraceae	14	7	14,65
4	61	Piptocoma discolor	Asteraceae	11	9	10,19
4	62	Piptocoma discolor	Asteraceae	15	8	15,29
4	63	Cecropia sciadophylla	Urticaceae	16	9	15,29
4	64	Cecropia membranacea	Urticaceae	9	6	10,83
4	65	Inga ilta	Fabaceae	15	9	14,97
4	66	Tapirira guianensis	Anacardiaceae	15	12	18,79
4	67	Nectandra membranacea	Lauraceae	10	5	13,69
4	68	Cecropia ficifolia	Urticaceae	6	5	12,42
4	70	Piptocoma discolor	Asteraceae	15	11	13,38
4	71	Piptocoma discolor	Asteraceae	16	12	21,34
4	72	Piptocoma discolor	Asteraceae	12	8	21,97
4	73	Piptocoma discolor	Asteraceae	13	11	13,38
4	74	Piptocoma discolor	Asteraceae	14	11	13,06
4	75	Isertia laevis	Rubiaceae	11	8	12,74
5	1	Piptocoma discolor	Asteraceae	14	7	26,43
5	2	Piptocoma discolor	Asteraceae	13	5	24,20
5	3	Miconia splendens	Melastomataceae	9	6	10,19
5	4	Miconia splendens	Melastomataceae	10	7	14,65
5	5	Piptocoma discolor	Asteraceae	14	8	14,33
5	6	Nectandra membranacea	Lauraceae	11	4	18,15
5	7	Nectandra membranacea	Lauraceae	14	6	24,84
5	8	Miconia splendens	Melastomataceae	12	5	18,47
5	9	Turpinia occidentalis	Staphyleaceae	7	2	10,51
5	10	Apeiba membranacea	Staphyleaceae	12	5	20,06
5	11	Calliandra trinervia	Fabaceae	10	3	12,42
5	12	Miconia splendens	Melastomataceae	13	2	22,29
5	13	Piptocoma discolor	Asteraceae	18	6	47,77
5	14	Laetia procera	Salicaceae	13	8	21,97

5	15	Turpinia occidentalis	Staphyleaceae	9	4	12,42
5	16	Wettinia maynensis	Arecaceae	7	6	16,24
5	17	Duguetia veneficiorum	Annonaceae	8	5	11,15
5	18	Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	14	8	15,61
5	21	Miconia pilgeriana	Melastomataceae	9	3	11,46
5	22	Piptocoma discolor	Asteraceae	20	8	32,80
5	24	Dacryodes olivifera	Burseraceae	9	5	12,74
5	25	Miconia pilgeriana	Melastomataceae	7	2	11,78
5	26	Laetia procera	Salicaceae	10	4	13,69
5	27	Miconia bubalina	Melastomataceae	10	8	14,33
5	28	Cecropia membranacea	Urticaceae	11	8	12,10
5	30	Aegiphila integrifolia	Lamiaceae	10	7	15,29
5	31	Miconia splendens	Melastomataceae	9	3	18,47
5	32	Turpinia occidentalis	Staphyleaceae	13	8	11,15

Anexo 3: Composición florística del área de estudio de los 5 transectos del sistema silvopastura de la zona alta de la microcuenca del río Puyo.

Parcela	Individuo	N. Científico	Familia	H T	HC	DAP
1	1	Miconia splendens	Melastomataceae	12	5	22,611
1	2	Clusia rosea	Clusiaceae	11	4	24,841
1	3	Lozania Klugii	Lacistemataceae	8	2	18,153
1	4	Ilex sp	Aquifoliaceae	7	4	12,102
1	5	Ilex sp	Aquifoliaceae	7	5	14,331
1	6	Lozania Klugii	Lacistemataceae	6	4	21,975
1	7	Miconia splendens	Melastomataceae	10	8	11,783
1	8	Lozania Klugii	Lacistemataceae	7	2	20,382
1	9	Piptocoma discolor	Asteraceae	17	7	40,764
1	10	Miconia splendens	Melastomataceae	8	5	14,650
1	11	Miconia splendens	Melastomataceae	10	2	15,924
1	12	Miconia splendens	Melastomataceae	10	4	21,656
1	13	Miconia splendens	Melastomataceae	10	6	21,019
1	14	Miconia stipitata	Melastomataceae	8	4	27,707
1	15	Miconia stipitata	Melastomataceae	8	5	26,752
1	16	Hieronyma duquei	Phyllanthaceae	7	4	10,828
1	17	Miconia splendens	Melastomataceae	8	6	13,376
1	18	Miconia splendens	Melastomataceae	6	5	11,783
1	19	Miconia splendens	Melastomataceae	6	4	12,420
1	20	Psychotria amplifrons	Rubiaceae	7	4	13,376
1	21	Psychotria amplifrons	Rubiaceae	8	6	11,783
1	22	Miconia splendens	Melastomataceae	8	4	20,064
2	1	Ilex sp	Aquifoliaceae	9	2	33,121
2	2	Ilex sp	Aquifoliaceae	7	2	14,013
2	3	Ilex sp	Aquifoliaceae	7	3	15,287
2	4	Ilex sp	Aquifoliaceae	8	2	22,930
2	5	Piptocoma discolor	Asteraceae	14	5	23,248
2	6	Miconia splendens	Melastomataceae	10	5	20,701
2	7	Miconia splendens	Melastomataceae	9	5	17,197
2	8	Ilex sp	Aquifoliaceae	9	3	16,879

2	9	Miconia splendens	Melastomataceae	12	6	21,975
2	10	Ilex sp	Aquifoliaceae	8	2	21,656
2	11	Turpinia occidentalis	Staphyleaceae	9	6	10,828
2	12	Piptocoma discolor	Asteraceae	9	2	24,522
2	13	Turpinia occidentalis	Staphyleaceae	9	2	12,739
2	14	Miconia splendens	Melastomataceae	9	5	18,790
2	15	Piptocoma discolor	Asteraceae	9	3	17,516
2	16	Miconia splendens	Melastomataceae	9	4	24,522
2	17	Piptocoma discolor	Asteraceae	11	5	21,019
2	18	Piptocoma discolor	Asteraceae	11	2	22,930
2	19	Piptocoma discolor	Asteraceae	7	3	14,968
2	20	Piptocoma discolor	Asteraceae	5	2	14,650
2	21	Piptocoma discolor	Asteraceae	9	5	16,561
2	22	Miconia splendens	Melastomataceae	7	2	14,013
2	23	Lozania klugii	Lacistemataceae	6	2	12,420
2	24	Piptocoma discolor	Asteraceae	7	4	16,242
2	25	Meriania obtusifolia	Melastomataceae	9	7	12,739
2	26	Miconia splendens	Melastomataceae	8	4	14,650
3	1	Hieronyma duquei	Phyllanthaceae	10	6	13,057
3	2	Miconia splendens	Melastomataceae	9	2	26,115
3	3	Miconia splendens	Melastomataceae	9	6	17,197
3	4	Miconia splendens	Melastomataceae	8	2	26,752
3	5	Miconia splendens	Melastomataceae	8	6	20,382
3	6	Turpinia occidentalis	Staphyleaceae	7	3	16,561
3	7	Turpinia occidentalis	Staphyleaceae	6	2	17,834
3	8	Miconia splendens	Melastomataceae	9	6	14,650
3	9	Hieronyma duquei	Phyllanthaceae	13	5	20,382
3	10	Miconia splendens	Melastomataceae	7	4	17,197
3	11	Miconia splendens	Melastomataceae	6	4	11,783
3	12	Miconia splendens	Melastomataceae	8	5	16,242
3	13	Piptocoma discolor	Asteraceae	8	4	17,197
3	14	Miconia splendens	Melastomataceae	9	3	18,471
3	15	Hieronyma duquei	Phyllanthaceae	6	2	24,841
3	16	Hieronyma duquei	Phyllanthaceae	6	2	14,968
3	17	Miconia splendens	Melastomataceae	11	8	14,331
3	18	Piptocoma discolor	Asteraceae	15	5	38,217
3	19	Piptocoma discolor	Asteraceae	17	9	18,153
3	20	Lozania Klugii	Lacistemataceae	6	3	12,739
3	21	Lozania Klugii	Lacistemataceae	6	2	11,146
3	22	Lozania Klugii	Lacistemataceae	6	3	14,013
3	23	Trichilia septentrionalis	Meliaceae	17	6	33,121
4	1	Hieronyma duquei	Phyllanthaceae	5	2	11,146
4	2	Miconia splendens	Melastomataceae	5	2	13,057
4	3	Piptocoma discolor	Asteraceae	10	4	30,892
4	4	Piptocoma discolor	Asteraceae	14	5	30,573
4	5	Clusia rosea	Clusiaceae	5	2	13,057
4	6	Clusia rosea	Clusiaceae	7	2	12,420
4	7	Miconia splendens	Melastomataceae	7	2	11,783
4	8	Miconia splendens	Melastomataceae	8	5	14,331
4	9	Miconia splendens	Melastomataceae	8	2	11,465
4	10	Miconia splendens	Melastomataceae	8	3	17,197
4	11	Hieronyma duquei	Phyllanthaceae	5	3	12,102

5	1	Miconia splendens	Melastomataceae	6	2	21,019
5	2	Ilex sp	Aquifoliaceae	6	2	26,115
5	3	Miconia splendens	Melastomataceae	8	5	10,510
5	4	Miconia splendens	Melastomataceae	6	3	11,465
5	5	Miconia splendens	Melastomataceae	7	5	21,019
5	6	Clusia rosea	Clusiaceae	8	3	19,427
5	7	Miconia splendens	Melastomataceae	8	3	11,783
5	8	Clusia rosea	Clusiaceae	6	2	11,465
5	9	Miconia splendens	Melastomataceae	9	6	10,510
5	10	Miconia splendens	Melastomataceae	10	4	11,146
5	11	Clusia rosea	Clusiaceae	8	2	14,650
5	12	Trichilia septentrionalis	Meliaceae	10	4	16,561
5	13	Miconia splendens	Melastomataceae	8	4	10,191
5	14	Clusia rosea	Clusiaceae	6	4	12,739
5	15	Clusia rosea	Clusiaceae	9	5	17,516
5	16	Lozania Klugii	Lacistemataceae	9	2	13,376
5	17	Lozania Klugii	Lacistemataceae	10	4	12,420
5	18	Hieronyma duquei	Phyllantaceae	7	4	10,828

Anexo 4: Posición sociológica de las especies de bosque primario en el área de estudio.

Familia	Especie	≤10			10,1 ≥ 20			>20,1			Psa	Psr
		ni	vfi	ni*vfi	nm	vfm	nm*vfm	ns	vfs	ns*vfs		
Annonaceae	Duguetia spixiana				4	0,017	0,070				0,070	0,155
Annonaceae	Duguetia veneficiorum				3	0,013	0,039				0,039	0,087
Annonaceae	Guatteria guianensis	1	0,010	0,010	1	0,004	0,004				0,015	0,033
Annonaceae	Rollinia chrysocarpa				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Annonaceae	Unonopsis veneficiorum				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Araliaceae	Oreopanax platanifolius				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Arecaceae	Bactris setulosa	2	0,021	0,041	1	0,004	0,004				0,046	0,102
Arecaceae	Wettinia maynensis	41	0,423	17,330	56	0,243	13,635	1	0,125	0,125	31,090	69,392
Asteraceae	Piptocoma discolor	2	0,021	0,041	18	0,078	1,409				1,450	3,236
Boraginaceae	Cordia panamensis	1	0,010	0,010	3	0,013	0,039				0,049	0,110
Burseraceae	Dacryodes olivifera	2	0,021	0,041	1	0,004	0,004	3	0,375	1,125	1,171	2,613
Burseraceae	Protium sagotianum				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Celastraceae	Maytenus macrocarpa				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Clusiaceae	Tovomita weddelliana	1	0,010	0,010							0,010	0,023
Clusiaceae	Tovomitopsis membranacea	2	0,021	0,041							0,041	0,092
Cyatheaceae	Cyathea lasiosora	1	0,010	0,010							0,010	0,023
Elaeocarpaceae	Sloanea meianthera				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Euphorbiaceae	Alchornea glandulosa	10	0,103	1,031	36	0,157	5,635	1	0,125	0,125	6,791	15,157
Euphorbiaceae	Alchornea leptogyna	1	0,010	0,010	1	0,004	0,004				0,015	0,033
Euphorbiaceae	Alchornea sp.				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Euphorbiaceae	Alchornea triplernervia				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Euphorbiaceae	Sapium glandulosum				6	0,026	0,157				0,157	0,349
Euphorbiaceae	Sapium marmieri	1	0,010	0,010	1	0,004	0,004				0,015	0,033

Fabaceae	Calliandra trinervia				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Fabaceae	Inga ilta				2	0,009	0,017				0,017	0,039
Fabaceae	Inga multinervis	1	0,010	0,010	4	0,017	0,070				0,080	0,178
Fabaceae	Inga nobilis				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Fabaceae	Inga velutina	2	0,021	0,041	11	0,048	0,526	2	0,250	0,500	1,067	2,382
Fabaceae	Inga venusta				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Fabaceae	Lonchocarpus sericeus				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Fabaceae	Pseudopiptadenia suaveolens				1	0,004	0,004	1	0,125	0,125	0,129	0,289
Lamiaceae	Aegiphila cordata				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Lauraceae	Aniba hostmanniana				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Lauraceae	Endlicheria sericea	1	0,010	0,010							0,010	0,023
Lauraceae	Nectandra cissiflora				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Lauraceae	Nectandra membranacea				3	0,013	0,039				0,039	0,087
Lauraceae	Ocotea cernua	1	0,010	0,010	4	0,017	0,070				0,080	0,178
Lecythidaceae	Eschweilera coriacea	1	0,010	0,010							0,010	0,023
Malvaceae	Matisia longiflora	1	0,010	0,010							0,010	0,023
Malvaceae	Quararibea cordata	1	0,010	0,010	1	0,004	0,004				0,015	0,033
Malvaceae	Sterculia colombiana	2	0,021	0,041	1	0,004	0,004				0,046	0,102
Melastomataceae	Miconia dielsii	1	0,010	0,010	1	0,004	0,004				0,015	0,033
Melastomataceae	Miconia rivalis				3	0,013	0,039				0,039	0,087
Melastomataceae	Miconia rugosa	2	0,021	0,041	2	0,009	0,017				0,059	0,131
Melastomataceae	Miconia splendens	9	0,093	0,835	14	0,061	0,852				1,687	3,766
Meliaceae	Guarea kunthiana				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Meliaceae	Guarea purusana				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Meliaceae	Trichilia pallida	2	0,021	0,041	1	0,004	0,004				0,046	0,102
Moraceae	Ficus paraensis				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Moraceae	Ficus trigona	1	0,010	0,010							0,010	0,023
Moraceae	Sorocea pubivena				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Myrtaceae	Calyptanthus bipennis				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Myrtaceae	Campomanesia lineatifolia				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Myrtaceae	Eugenia florida				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Nyctaginaceae	Neea sp.	1	0,010	0,010							0,010	0,023
Phyllanthaceae	Hyeronima alchorneoides				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Proteaceae	Roupala montana				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Rosaceae	Prunus debilis				2	0,009	0,017				0,017	0,039
Rubiaceae	Alchornea triplernervia				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Rubiaceae	Chimarrhis glabriflora				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Rubiaceae	Faramea multiflora				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Rubiaceae	Isertia laevis	1	0,010	0,010							0,010	0,023
Rubiaceae	Palicourea guianensis				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Rubiaceae	Psychotria capitata	1	0,010	0,010							0,010	0,023
Rubiaceae	Psychotria cuspidata	1	0,010	0,010							0,010	0,023
Rutaceae	Zanthoxylum riedelianum				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Salicaceae	Casearia arborea				1	0,004	0,004				0,004	0,010

Salicaceae	Laetia procera				5	0,022	0,109				0,109	0,243
Sapindaceae	Allophylus floribundus	1	0,010	0,010							0,010	0,023
Sapindaceae	Cupania livida				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Siparunaceae	Siparuna poeppigii				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Solanaceae	Solanum altissimum	1	0,010	0,010	1	0,004	0,004				0,015	0,033
Urticaceae	Cecropia ficifolia	1	0,010	0,010	4	0,017	0,070				0,080	0,178
Urticaceae	Cecropia marginalis				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Urticaceae	Cecropia membranacea				2	0,009	0,017				0,017	0,039
Urticaceae	Cecropia sciadophylla				1	0,004	0,004				0,004	0,010
Urticaceae	Pourouma tomentosa				3	0,013	0,039				0,039	0,087

Leyenda: **PSa:** posición sociológica absoluta, **PSr:** posición sociológica relativa, **ni:** número de árboles del estrato inferior, **vfi:** valor fitosociológico del estrato inferior, **nm:** número de árboles del estrato medio, **vfm:** valor fitosociológico del estrato medio, **ns:** número de árboles del estrato superior, **vfs:** valor fitosociológico del estrato superior.

Anexo 5. Posición sociológica de las especies de bosque secundario en el área de estudio.

Familia	Especie	≤10			10,1 ≥ 20			>20,1			Psa	Psr
		ni	vfi	ni*vfi	nm	vfm	nm*vfm	ns	vfs	ns*vfs		
Anacardiaceae	Astronium occidentale	1	0,010	0,010							0,010	0,045
Anacardiaceae	Tapirira guianensis				3	0,016	0,049				0,049	0,224
Anacardiaceae	Tapirira guianensis				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Annonaceae	Duguetia hadrantha	1	0,010	0,010	2	0,011	0,022				0,032	0,145
Annonaceae	Duguetia veneficiorum	3	0,030	0,090	1	0,005	0,005				0,095	0,434
Annonaceae	Unonopsis veneficiorum				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Arecaceae	Wettinia maynensis	11	0,110	1,210	12	0,066	0,787				1,997	9,076
Asteraceae	Piptocoma discolor	2	0,020	0,040	39	0,213	8,311	1	0,167	0,167	8,518	38,714
Boraginaceae	Cordia panamensis				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Burseraceae	Dacryodes olivifera	1	0,010	0,010				1	0,167	0,167	0,177	0,803
Clusiaceae	Chrysochlamys membranacea	1	0,010	0,010							0,010	0,045
Clusiaceae	Clusia amazonica	2	0,020	0,040							0,040	0,182
Clusiaceae	Clusia dixonii	1	0,010	0,010							0,010	0,045
Clusiaceae	Tovomita weddeliana	6	0,060	0,360	6	0,033	0,197				0,557	2,530
Elaeocarpaceae	Sloanea pubescens				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Euphorbiaceae	Alchornea glandulosa				5	0,027	0,137				0,137	0,621
Euphorbiaceae	Croton lechleri	6	0,060	0,360	17	0,093	1,579				1,939	8,814
Euphorbiaceae	Isertia laevis	2	0,020	0,040	3	0,016	0,049				0,089	0,405
Euphorbiaceae	Sapium glandulosum	1	0,010	0,010	4	0,022	0,087				0,097	0,443
Fabaceae	Calliandra trinervia	2	0,020	0,040	3	0,016	0,049				0,089	0,405
Fabaceae	Eschweilera coriacea	1	0,010	0,010							0,010	0,045
Fabaceae	Inga alba				2	0,011	0,022	1	0,167	0,167	0,189	0,857
Fabaceae	Inga ilta				1	0,005	0,005				0,005	0,025

Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	3	0,030	0,090							0,090	0,409
Fabaceae	<i>Inga multinervis</i>	1	0,010	0,010							0,010	0,045
Fabaceae	<i>Inga velutina</i>	1	0,010	0,010	6	0,033	0,197				0,207	0,940
Fabaceae	<i>Ormosia</i> sp				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Fabaceae	<i>Piptadenia</i> sp				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	1	0,010	0,010	2	0,011	0,022				0,032	0,145
Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i>	1	0,010	0,010							0,010	0,045
Lauraceae	<i>Aniba guianensis</i>				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Lauraceae	<i>Endlicheria gracilis</i>				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Lauraceae	<i>Endlicheria sericea</i>				4	0,022	0,087				0,087	0,397
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>	4	0,040	0,160	7	0,038	0,268	2	0,333	0,667	1,094	4,974
Lauraceae	<i>Ocotea sericea</i>	1	0,010	0,010	1	0,005	0,005				0,015	0,070
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i>				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Malvaceae	<i>Matisia cordata</i>	1	0,010	0,010							0,010	0,045
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Malvaceae	<i>Pachira</i> sp	1	0,010	0,010							0,010	0,045
Malvaceae	<i>Sterculia tessmannii</i>				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Melastomataceae	<i>Miconia bubalina</i>	3	0,030	0,090							0,090	0,409
Melastomataceae	<i>Miconia pilgeriana</i>	2	0,020	0,040							0,040	0,182
Melastomataceae	<i>Miconia splendens</i>	16	0,160	2,560	17	0,093	1,579				4,139	18,812
Myristicaceae	<i>Compsonera capitellata</i>	1	0,010	0,010	1	0,005	0,005				0,015	0,070
Myrtaceae	<i>Eugenia schunkei</i>				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Rubiaceae	<i>Chimarrhis glabriflora</i>				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Rubiaceae	<i>Faramea quinqueflora</i>	1	0,010	0,010							0,010	0,045
Rubiaceae	<i>Isertia laevis</i>				4	0,022	0,087				0,087	0,397
Salicaceae	<i>Casearia prunifolia</i>	1	0,010	0,010							0,010	0,045
Salicaceae	<i>Laetia procera</i>	5	0,050	0,250	9	0,049	0,443				0,693	3,148
Sapotaceae	<i>Pouteria glomerata</i>				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Siparunaceae	<i>Siparuna cuspidata</i>	1	0,010	0,010	3	0,016	0,049				0,059	0,269
Staphyleaceae	<i>Apeiba membranacea</i>				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i>	8	0,080	0,640	2	0,011	0,022				0,662	3,008
Symplocaceae	<i>Symplocos</i> sp				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Urticaceae	<i>Cecropia ficifolia</i>	1	0,010	0,010	2	0,011	0,022				0,032	0,145
Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i>	4	0,040	0,160	2	0,011	0,022				0,182	0,827
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i>				2	0,011	0,022				0,022	0,099
Urticaceae	<i>Pourouma guianensis</i>				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Urticaceae	<i>Pourouma tomentosa</i>	1	0,010	0,010	3	0,016	0,049	1	0,167	0,167	0,226	1,026
Urticaceae	<i>Tovomita weddeliana</i>				1	0,005	0,005				0,005	0,025
Urticaceae	<i>Tovomitopsis membranacea</i>	1	0,010	0,010							0,010	0,045
Vochysiaceae	<i>Vochysia bracinliae</i>				1	0,005	0,005				0,005	0,025

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

árboles del estrato medio, **vfm**: valor fitosociológico del estrato medio, **ns**: número de árboles del estrato superior, **vfs**: valor fitosociológico del estrato superior.

Anexo 6. Posición sociológica de las especies de silvopastura en el área de estudio.

Familia	Especie	≤10			10,1 ≥ 20			>20,1			Psa	Psr
		ni	vfi	ni*vfi	nm	vfm	nm*vfm	ns	vfs	ns*vfs		
Aquifoliaceae	Ilex sp	9	0,103	0,931							0,931	3,829
Asteraceae	Piptocoma discolor	8	0,092	0,736	7	0,538	3,769				4,505	18,529
Clusiaceae	Clusia rosea	7	0,080	0,563	1	0,077	0,077				0,640	2,633
Lacistemataceae	Lozania Klugii	9	0,103	0,931							0,931	3,829
Melastomataceae	Meriania obtusifolia	1	0,011	0,011							0,011	0,047
Melastomataceae	Miconia splendens	37	0,425	15,736	3	0,231	0,692				16,428	67,569
Melastomataceae	Miconia stipitata	2	0,023	0,046							0,046	0,189
Meliaceae	Trichilia septentrionalis	1	0,011	0,011	1	0,077	0,077				0,088	0,364
Phyllantaceae	Hieronyma duquei	1	0,011	0,011							0,011	0,047
Phyllanthaceae	Hieronyma duquei	6	0,069	0,414	1	0,077	0,077				0,491	2,018
Rubiaceae	Psychotria amplifrons	2	0,023	0,046							0,046	0,189
Staphyleaceae	Turpinia occidentalis	4	0,046	0,184							0,184	0,756

Leyenda: **PSa**: posición sociológica absoluta, **PSr**: posición sociológica relativa, **ni**: número de árboles del estrato inferior, **vfi**: valor fitosociológico del estrato inferior, **nm**: número de árboles del estrato medio, **vfm**: valor fitosociológico del estrato medio, **ns**: número de árboles del estrato superior, **vfs**: valor fitosociológico del estrato superior.

Anexo 7. Índice de valor de importancia ecológica de las especies presentes en los 3 sistemas

Índice de valor de importancia de las especies pertenecientes a bosque primario

Especie	AR	FR	DR	IVI
Aegiphila cordata	0,299	0,855	1,278	2,432
Alchornea glandulosa	14,030	4,274	1,892	20,195
Alchornea leptogyna	0,597	1,709	0,960	3,267
Alchornea sp.	0,299	0,855	1,313	2,466
Alchornea triplenervia	0,597	0,855	0,615	2,066
Allophylus floribundus	0,299	0,855	0,401	1,554
Aniba hostmanniana	0,299	0,855	0,382	1,535
Bactris setulosa	0,896	1,709	0,382	2,987
Calliandra trinervia	0,299	0,855	2,458	3,611
Calyptanthus bipennis	0,299	0,855	0,568	1,721
Campomanesia lineatifolia	0,299	0,855	0,295	1,448
Casearia arborea	0,299	0,855	1,566	2,719
Cecropia ficifolia	1,493	1,709	0,643	3,845
Cecropia marginalis	0,299	0,855	1,114	2,267

<i>Cecropia membranacea</i>	0,597	0,855	0,931	2,383
<i>Cecropia sciadophylla</i>	0,299	0,855	0,638	1,792
<i>Chimarrhis glabriflora</i>	0,299	0,855	3,608	4,762
<i>Cordia panamensis</i>	1,194	0,855	0,805	2,853
<i>Cupania livida</i>	0,299	0,855	0,263	1,416
<i>Cyathea lasiosora</i>	0,299	0,855	0,278	1,432
<i>Dacryodes olivifera</i>	1,791	3,419	2,080	7,290
<i>Duguetia spixiana</i>	1,194	1,709	0,411	3,314
<i>Duguetia veneficiorum</i>	0,896	1,709	2,334	4,939
<i>Endlicheria sericea</i>	0,299	0,855	0,328	1,481
<i>Eschweilera coriacea</i>	0,299	0,855	0,295	1,448
<i>Eugenia florida</i>	0,299	0,855	0,818	1,971
<i>Faramea multiflora</i>	0,299	0,855	0,401	1,554
<i>Ficus paraensis</i>	0,299	0,855	19,114	20,268
<i>Ficus trigona</i>	0,299	0,855	1,313	2,466
<i>Guarea kunthiana</i>	0,299	0,855	0,591	1,744
<i>Guarea purusana</i>	0,299	0,855	4,583	5,736
<i>Guatteria guianensis</i>	0,597	0,855	1,098	2,550
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0,299	0,855	1,841	2,994
<i>Inga ilta</i>	0,597	0,855	0,832	2,284
<i>Inga multinervis</i>	1,493	3,419	0,868	5,779
<i>Inga nobilis</i>	0,299	0,855	0,818	1,971
<i>Inga velutina</i>	4,478	3,419	1,433	9,329
<i>Inga venusta</i>	0,299	0,855	4,713	5,866
<i>Isertia laevis</i>	0,299	0,855	0,420	1,573
<i>Laetia procera</i>	1,493	0,855	0,393	2,741
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	0,299	0,855	0,328	1,481
<i>Matisia longiflora</i>	0,299	0,855	1,114	2,267
<i>Maytenus macrocarpa</i>	0,299	0,855	0,524	1,677
<i>Miconia dielsii</i>	0,597	0,855	0,233	1,684
<i>Miconia rivalis</i>	0,896	0,855	1,200	2,950
<i>Miconia rugosa</i>	1,194	1,709	0,471	3,374
<i>Miconia splendens</i>	6,866	4,274	0,532	11,671
<i>Nectandra cissiflora</i>	0,299	0,855	0,248	1,401
<i>Nectandra membranacea</i>	0,896	1,709	0,531	3,136
<i>Neea sp.</i>	0,299	0,855	0,524	1,677
<i>Ocotea cernua</i>	1,493	2,564	1,258	5,315
<i>Oreopanax platanifolius</i>	0,299	0,855	0,278	1,432
<i>Palicourea guianensis</i>	0,299	0,855	1,800	2,954
<i>Piptocoma discolor</i>	5,970	2,564	2,075	10,609
<i>Pourouma tomentosa</i>	0,896	1,709	1,200	3,805
<i>Protium sagotianum</i>	0,299	0,855	1,278	2,432
<i>Prunus debilis</i>	0,597	1,709	1,245	3,551
<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i>	0,597	1,709	4,455	6,761
<i>Psychotria capitata</i>	0,299	0,855	0,346	1,499
<i>Psychotria cuspidata</i>	0,299	0,855	0,233	1,386
<i>Quararibea cordata</i>	0,597	1,709	2,008	4,315
<i>Rollinia chrysocarpa</i>	0,299	0,855	1,114	2,267
<i>Roupala montana</i>	0,299	0,855	1,020	2,173
<i>Sapium glandulosum</i>	1,791	3,419	1,140	6,350
<i>Sapium marmieri</i>	0,597	0,855	0,860	2,311
<i>Siparuna poeppigii</i>	0,299	0,855	0,420	1,573

Sloanea meianthera	0,299	0,855	0,420	1,573
Solanum altissimum	0,597	1,709	0,931	3,237
Sorocea pubivena	0,299	0,855	0,818	1,971
Sterculia colombiana	0,896	0,855	0,576	2,326
Tovomita weddelliana	0,299	0,855	0,524	1,677
Tovomitopsis membranacea	0,597	1,709	0,364	2,670
Trichilia pallida	0,896	0,855	1,222	2,972
Unonopsis veneficiorum	0,299	0,855	0,931	2,084
Wettinia maynensis	29,254	4,274	0,523	34,050
Zanthoxylum riedelianum	0,299	0,855	2,183	3,336
Total general	100	100	100	300

Leyenda: **AR:** Abundancia Relativa, **FR:** Frecuencia Relativa, **DR:** Dominancia Relativa

Anexo 8. Índice de valor de importancia de las especies pertenecientes a bosque secundario

Especie	AR	FR	DR	IVI
Aegiphila integrifolia	0,3460	0,8929	1,17	2,41
Alchornea glandulosa	1,7301	2,6786	2,33	6,74
Aniba guianensis	0,3460	0,8929	0,94	2,18
Apeiba membranacea	0,3460	0,8929	2,01	3,25
Astronium occidentale	0,3460	0,8929	0,62	1,86
Calliandra trinervia	1,7301	3,5714	1,36	6,66
Casearia prunifolia	0,3460	0,8929	0,66	1,90
Cecropia ficifolia	1,0381	0,8929	1,11	3,04
Cecropia membranacea	2,0761	2,6786	0,81	5,56
Cecropia sciadophylla	0,6920	0,8929	0,81	2,40
Chimarrhis glabriflora	0,3460	0,8929	1,89	3,13
Chrysochlamys membranacea	0,3460	0,8929	0,59	1,83
Clusia amazonica	0,6920	1,7857	0,81	3,29
Clusia dixonii	0,3460	0,8929	0,69	1,93
Compsonura capitellata	0,6920	0,8929	1,27	2,85
Cordia panamensis	0,3460	0,8929	0,77	2,01
Croton lechleri	7,9585	2,6786	1,51	12,15
Dacryodes olivifera	0,6920	1,7857	6,31	8,79
Duguetia hadrantha	1,0381	0,8929	1,75	3,68
Duguetia veneficiorum	1,3841	2,6786	0,82	4,89
Endlicheria gracilis	0,3460	0,8929	7,43	8,67
Endlicheria sericea	1,3841	1,7857	1,12	4,29
Eschweilera coriacea	0,6920	1,7857	3,67	6,15
Eugenia schunkei	0,3460	0,8929	1,48	2,72
Faramea quinqueflora	0,3460	0,8929	0,55	1,79
Inga alba	1,0381	1,7857	5,56	8,38
Inga ilta	0,3460	0,8929	1,12	2,36
Inga marginata	1,0381	0,8929	0,71	2,64
Inga multinervis	0,3460	0,8929	0,98	2,22
Inga velutina	2,4221	3,5714	3,78	9,77
Isertia laevis	3,1142	2,6786	1,82	7,61
Laetia procera	4,8443	4,4643	1,31	10,62
Matisia cordata	0,3460	0,8929	1,48	2,72
Miconia bubalina	1,0381	2,6786	0,94	4,66

Miconia pilgeriana	0,6920	0,8929	0,68	2,26
Miconia splendens	11,4187	4,4643	1,14	17,02
Nectandra membranacea	4,4983	3,5714	2,26	10,33
Ochroma pyramidale	0,3460	0,8929	0,73	1,97
Ocotea sericea	0,6920	0,8929	1,45	3,04
Ocotea sp.	0,3460	0,8929	0,69	1,93
Ormosia sp	0,3460	0,8929	0,73	1,97
Pachira sp	0,3460	0,8929	0,90	2,13
Piptadenia sp	0,3460	0,8929	1,71	2,95
Piptocoma discolor	14,5329	4,4643	2,30	21,30
Pourouma guianensis	0,3460	0,8929	1,54	2,77
Pourouma tomentosa	1,7301	0,8929	2,40	5,03
Pouteria glomerata	0,3460	0,8929	1,48	2,72
Sapium glandulosum	1,7301	2,6786	3,45	7,86
Siparuna cuspidata	1,3841	0,8929	0,72	3,00
Sloanea pubescens	0,3460	0,8929	1,12	2,36
Sterculia tessmannii	0,3460	0,8929	1,48	2,72
Symplocos sp	0,3460	0,8929	0,98	2,22
Tapirira guianensis	1,3841	1,7857	2,65	5,82
Tovomita weddeliana	4,4983	2,6786	1,92	9,10
Tovomitopsis membranacea	0,3460	0,8929	2,93	4,17
Turpinia occidentalis	3,4602	3,5714	0,64	7,67
Unonopsis veneficiorum	0,3460	0,8929	1,03	2,27
Vismia baccifera	1,0381	2,6786	1,54	5,25
Vochysia brachylinae	0,3460	0,8929	2,35	3,59
Wettinia maynensis	7,9585	4,4643	0,99	13,41
Total General	100	100	100	300

Leyenda: **AR:** Abundancia Relativa, **FR:** Frecuencia Relativa, **DR:** Dominancia Relativa

Anexo 9. Índice de valor de importancia de las especies pertenecientes a silvopastura

Especie	AR	FR	DR	IVI
Clusia rosea	8	10,0000	6,5820	24,5820
Hieronyma duquei	8	13,3333	5,7772	27,1105
Ilex sp	9	10,0000	10,1784	29,1784
Lozania Klugii	9	13,3333	6,1035	28,4368
Meriania obtusifolia	1	3,3333	4,2980	8,6313
Miconia splendens	40	16,6667	7,1177	63,7844
Miconia stipitata	2	3,3333	19,6371	24,9705
Piptocoma discolor	15	13,3333	14,2106	42,5440
Psychotria amplifrons	2	3,3333	4,1912	9,5246
Trichilia septentrionalis	2	6,6667	16,3431	25,0098
Turpinia occidentalis	4	6,6667	5,5612	16,2279
Total General	100	100	100	300

Leyenda: **AR:** Abundancia Relativa, **FR:** Frecuencia Relativa, **DR:** Dominancia Relativa

Anexo 10. Bimasa acumulada en los tres sistemas ambientales (bosque primario, secundario y silvopastura)

Transectos	TB (Mg)	TB (Mg/ha)
B.P. T1	36,38	363,83
B.P. T2	17,95	179,49
B.P. T3	30,06	300,60
B.P. T4	21,07	210,68
B.P. T5	37,42	374,20
B.S. T1	14,04	140,36
B.S. T2	13,85	139,16
B.S. T3	28,74	287,40
B.S. T4	13,89	138,87
B.S. T5	7,57	75,72
S.P. T1	6,31	63,07
S.P. T2	6,33	63,33
S.P. T3	6,68	66,83
S.P. T4	2,40	24,00
S.P. T5	2,50	24,97

Leyenda: B.P: Bosque primario; B.S: Bosque secundario; S.P: Silvopastura

Anexo 11. Diversidad de especies por el metodo de Shannon y riqueza de especies de Margaleff, en los tres sistemas ambientales (bosque primario, secundario y silvopastura).

Transectos	Diversidad Shannon			Margaleff M
	H'	H' max	J'	
B.P. T1	1,252	1,415	0,885	65,361
B.P. T2	1,007	1,279	0,788	69,215
B.P. T3	0,837	1,23	0,68	63,581
B.P. T4	1,147	1,415	0,811	66,743
B.P. T5	1,212	1,447	0,838	67,508
B.S. T1	1,2	1,38	0,869	68,329
B.S. T2	1,193	1,398	0,854	65,579
B.S. T3	1,357	1,462	0,928	68,329
B.S. T4	1,054	1,279	0,824	64,938
B.S. T5	1,082	1,176	0,92	83,612
S.P. T1	0,741	0,903	0,82	90,136
S.P. T2	0,654	0,778	0,841	85,514
S.P. T3	0,672	0,778	0,863	88,858
S.P. T4	0,559	0,602	0,929	116,191
S.P. T5	0,626	0,778	0,805	96,393

Leyenda: B.P: Bosque primario; B.S: Bosque secundario; S.P: Silvopastura

Anexo 12.



Fotografía 1. Equipo de trabajo



Fotografía 2, 3. 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.