**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**
**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

INGENIERO AMBIENTAL

**TEMA:**

# POTENCIAL DE BIOMASA AEREA ACUMULADA COMO ESTRATEGIA PARA MITIGAR EL EMPOBRECIMIENTO DE TRES ÁREAS DE BOSQUE AMAZÓNICO

**AUTORES:**

Marlon Alexis Merchán Yedra

Jessica Belén Campos Alcívar

**DIRECTOR DEL PROYECTO:**

Ph.D. Yudel García Quintana

Ph.D. Yasiel Arteaga Crespo

Puyo-Ecuador

**2019**

# DECLARACION DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS

Quien suscribe, Marlon Alexis Merchan Yedra y Jessica Belén Campos Alcívar**,** declaramos que el presente Trabajo de Titulación **"POTENCIAL DE BIOMASA AEREA ACUMULADA COMO ESTRATEGIA PARA MITIGAR EL EMPOBRECIMIENTO DE TRES ÁREAS DE BOSQUE AMAZÓNICO",** es de nuestra propia autoria y que los resultados obtenidos en el mismo se manifiesta la originalidad de la conceptualización del trabajo, interpretación de datos. Dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo, a la vez cedemos los derechos a la Universidad Estatal Amazónica.

En la ciudad de Puyo, a los 05 días del mes de febrero del 2019.

| | |
|---|---|
| **Marlon Alexis Merchan Yedra** | **Jessica Belén Campos Alcívar** |
| CI. 1600800617 | CI. 2100399258 |

# CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El proyecto de investigación y desarrollo titulado: “POTENCIAL DE BIOMASA AEREA ACUMULADA COMO ESTRATEGIA PARA MITIGAR EL EMPOBRECIMIENTO DE TRES ÁREAS DE BOSQUE AMAZÓNICO”, fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal.

_____

Dr. Pablo lozano

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

_____

Dra. Dunia Chávez

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

_____

MSc. Bolier Torres

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

# AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la culminación de este proyecto de investigación.

A Dios por darnos la vida y permitirnos seguir adelante con éxito, a nuestros padres por apoyarnos y siempre estar en cada decisión tomada con sus apoyos, consejos y ejemplos en todo el transcurso de esta etapa con su gran sabiduría y bendición.

A la Universidad Estatal Amazónica, GADMCP y TNC por brindarnos su apoyo en la realización y desarrollo del proyecto Potencial de biomasa aérea cumulada como estrategia para mitigar el empobrecimiento de tres áreas de bosque amazónico

A los docentes que en el trascurso de nuestra formación supieron impartir, transmitir sus conocimientos y experiencias.

A nuestros tutores de proyecto Dr. Yudel García Quintana y Dr. Yasiel Arteaga Crespo, por su grata ayuda en cada una de las etapas de nuestro proyecto de investigación quienes sin importar sus ocupaciones nos brindaron su tiempo y prioridad en orientación, redacción, y más que todo sus apoyos incondicionales en todo el proyecto de todo corazón muchas gracias.

***Jessica y Marlon***

# DEDICATORIA

Un gran logro siempre tiene lugar en el marco de una alta expectativa. Dedico este trabajo principalmente a mis padres Oswaldo Merchan & Margarita Yedra por haberme dado la vida y permitiendome el haber llegado hasta este momento importante de mi formación profesional quienes fueron pilar fundamental por su apoyo incondicional, consejos, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi hermana por brindarme su apoyo de una u otra manera estando cada dia conmigo deseándome lo mejor en mi formación.

A mi sobrina quien ha sido y es una mi motivación, y felicidad para poder seguir adelante y querer ser una mejor persona cada día.

Dedico también a mi tio David a quien quiero como un padre por compartir comentos singificativos, por sus consejos y por esta siempre dispuesto a escucharme y ayudarme en cualquier momento

"La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar". Thomas Chalmers

Marlon Alexis Merchan Yedra

# DEDICATORIA

Quiero dedicar este este triunfo a mis padres por mostrarme el camino hacia la superación, en especial a mi madre por sus sabios consejos y su apoyo incondicional para lograr mi meta.

A una persona especial Carlos Román una persona que ha demostrado ser un gran ejemplo de superación y excelencia en mi vida y que también ha sido un gran padre para mí de corazón gracias.

A mis abuelitos y a mis tíos por su apoyo moral, calidez y cariño siempre me apoyaron con sus consejos basados en infinita sabiduría y comprensión.

A mis hermanos por todos sus apoyos y consejos y ser parte de mi vida y en cada una de mis metas los amo.

Dedico este triunfo también a una personita especial que llego a ser parte de mi vida, posiblemente en este momento no entiendas mis palabras, pero para cuando seas capaz, quiero que te des cuenta de lo que significas para mí. Eres la razón de que me levante cada día esforzarme por el presente y el mañana eres mi principal motivación como en todos mis logros siempre estarás presente te amo con mi corazón mi amada hija Sofía

**Jessica Belén Campos Alcívar**

# RESUMEN

El propósito de la investigación fue evaluar la biomasa aérea de las especies arbóreas de tres áreas de bosque (primario, secundario y silvopastoril de la zona baja de la microcuenca del río Puyo. Se realizaron 15 transectos de 0,1 ha (10x100 $m^2$) y se midieron todos los árboles con d1.30 ≥ 10 cm, determinando aspectos de composición, estructura y biomasa a nivel de especies. Los resultados indicaron un total de 41 familias botánicas, 172 especies y 717 individuos, resultando un ecosistema con alta riqueza de especies y alteraciones en la composición donde las especies más abundantes fueron *Cecropia sciadophylla, Componteara capitellata, Iriartea deltoidea, Vochysia ferruginea*. Se obtuvo la formación de cinco grupos ecológicos en función de la abundancia de especies. El primero conformado por los transectos T1BP, T2BP, T3BP, T4BP, T5BP del Bosque primario, el segundo grupo por T1BS, T2BS, T3BS, T4BS, T5BS del Bosque secundario, el tercer grupo por T1SS, T2SS, T3SS, el cuarto grupo por T5SS y el quinto grupo por T4SS, La biomasa aérea osciló de de 10.4520 a 197.0586 Mg ha-1, en los tres sistemas de bosque con mayor acumulación en los transectos de bosque primario, en los individuos de menor clase diamétrica, siendo los de mayor potencial para la captura de carbono. El índice de valor de importancia de biomasa resulto buen indicador para reconocer que las especies *Iriartea deltoidea, Vochysia ferruginea, Compsoneura capitellata* potenciales en cuanto a captura de carbono. El análisis de correspondencia canónica sin tendencia (DCA)resulto con una alta correlación entre los transectos y biomasa aérea reportando tendencias a distancia en cueanto a la acumulación de biomasa siendo T4SS el de menor aporte de biomasa.



**Palabras claves:** especies botánicas, biomasa aérea, microcuenca contribución

# ABSTRACT

The purpose of the research was to evaluate the aerial biomass of the tree species of three forest areas (primary, secondary and silvopastoral of the lower area of the Puyo river basin.) 15 transects of 0.1 ha (10x100 m2) were made and all trees were measured with d1.30 ≥ 10 cm, determining aspects of composition, structure and biomass at the species level.The results indicated a total of 41 botanical families, 172 species and 717 individuals, resulting in an ecosystem with high species richness and alterations in the composition where the most abundant species were Cecropia sciadophylla, Componteara capitellata, Iriartea deltoidea, Vochysia ferruginea.The formation of five ecological groups was obtained according to the abundance of species.The first formed by the transects T1BP, T2BP, T3BP , T4BP, T5BP of the Primary Forest, the second group by T1BS, T2BS, T3BS, T4BS, T5BS of the Secondary Forest, the third group by T1SS, T2SS, T3SS, the fourth group by T5SS and the fifth group by T4SS, The aerial biomass ranged from 10.4520 to 197.0586 Mg ha-1, in the three forest systems with the highest accumulation in the primary forest transects, in the individuals with the lowest diametric class, being those with the greatest potential for carbon capture. The value index of importance of biomass was a good indicator to recognize that the species Iriartea deltoidea, Vochysia ferruginea, Compsoneura capitellata potential in terms of carbon capture. The analysis of canonical correspondence without trend (DCA) resulted in a high correlation between the transects and aerial biomass, reporting distance trends in relation to biomass accumulation, with T4SS being the lowest biomass contribution.



**Key words**: botanical species, aerial biomass microwatershed contribution

# INDICE GENERAL

**CAPÌTULO I. INTRODUCCIÓN** ..... **1**
**1.1 PROBLEMA** ..... **3**
**1.2 OBJETIVOS** ..... **3**
**1.2.1 Objetivo general** ..... **3**
**1.2.2 Objetivos especificos** ..... **3**
**CAPITULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA** ..... **4**
**2.1 Características generales de los bosques tropicales** ..... **4**
**2.1.1 Los bosques tropicales de la región Amazónica** ..... **5**
**2.2 Características generales de la cuenca Amazónica** ..... **6**
**2.3 Los servicios ecosistémicos** ..... **8**
**2.3.1 Tipos de servicios ecosistémicos** ..... **8**
**2.4 Bases teóricas de la composición y estructura florística** ..... **9**
**2.5 Usos de suelos y sus implicaciones** ..... **10**
**2.6 Biomasa aérea desde una perspectiva ambiental** ..... **10**
**2.7 Métodos para estimar biomasa aérea** ..... **11**
**2.8 Niveles de afectación de la biomasa aérea y estrategias para su mitigación.** ..... **15**
**CAPÌTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN** ..... **17**
**3.1 LOCALIZACIÓN** ..... **17**
**3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN** ..... **19**
**3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN** ..... **20**
**3.3.1 Descripción de los métodos de investigación.** ..... **20**
**3.3.2. Aspectos metodológicos para el estudio de la composición florística y valor de importancia ecológica de las especies del bosque siempreverde piemontano** ..... **21**
**3.3.2.1 Composición florística** ..... **21**
**3.3.2.2 Valor de importancia ecológica a nivel de especies** ..... **21**
**3.3.3 Metodología para estimar Biomasa aérea acumulada** ..... **22**
**3.3.4 Valor de importancia de biomasa a nivel de especies** ..... **23**
**3.3.5 Mapa de potencial de biomasa acumulada** ..... **23**
**3.3.6 Modelo ecológico empleado para determinar la distribución de las especies arbóreas y su contribución a la biomasa aérea acumulada.** ..... **23**
**CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN** ..... **25**
**4.1 Composición Florística de Tres Áreas de bosque amazónico** ..... **25**
**4.2 Índice de Valor Importancia Ecológica a nivel de especies** ..... **29**
**4.3 Biomasa aérea acumulada de las especies arbóreas** ..... **32**
**4.4 Indice de Valor de Biomasa** ..... **35**
**CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES** ..... **45**

**5.1 CONCLUSIONES** ..... **45**
**5.2 RECOMENDACIONES** ..... **46**
**CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFIA** ..... **47**
**CAPÍTULO VI. ANEXOS** ..... **54**

# INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas y altitud de los sistemas de bosque amazónico. ..... 17
Tabla 2. Ecuación alométrica para estimar biomasa aérea ..... 22
Tabla 3. Biomasa total acumulada por transectos en cada tipo de bosque. ..... 33
Tabla 4. Valores medios y desviación estándar de biomasa aérea en tres sistemas de bosque amazónico ..... 34
Tabla 5. Índice de valor de importancia de biomasa (BIV) para las especies de los tres tipos de bosque ..... 37
Tabla 6. Análisis de correspondencia canónica sin tendencia (DCA) ..... 40

# INDICE DE FIGURAS

**Figura 1** . Ubicación geográfica del área de estudio. ..... 18
**Figura 2.** Modelo de transecto empleado para el estudio de campo. ..... 21
**Figura 3.** Representación del número de especies por familias botánicas del Bosque Primario. ..... 26
**Figura 4.** Representación del número de especies por familias botánicas del Bosque Secundario. ..... 27
**Figura 5.** Representación del número de especies por familias botánicas del Sistema Silvopastoril. ..... 28
**Figura 6.** Dendrograma jerárquico según las medidas de Bray-Curtis para el agrupamiento de las unidades de muestreo de acuerdo a la abundancia de especies. ..... 29
**Figura 7.** Índice de valor de importancia ecológica en cinco transectos del bosque primario de la zona baja de la microcuenca río Puyo. ..... 30
**Figura 8.** Índice de valor de importancia ecológica en cinco transectos del Bosque Secundario de la zona baja de la microcuenca río Puyo. ..... 31
**Figura 9.** Índice de valor de importancia ecológica en cinco transectos del Sistema Silvopastoril de la zona baja de la microcuenca río Puyo. ..... 32
**Figura 10.** Biomasa acumulada en los transectos por clases diamétricas. ..... 35
**Figura 11.** Distribución de acumulación de biomasa por transectos bosque primario, secundario y sistemas silvopastoril ..... 39
**Figura 12.** Ordenación espacial de los transectos y acumulación de biomasa por familias. ..... 41
**Figura 13.** Distribución del número de familias por transectos (Un aumento del tamaño de los círculos indica mayor cantidad de familias). ..... 44

# CAPÌTULO I. INTRODUCCIÓN

La Amazonía del Ecuador es reconocida por albergar exuberantes bosques con una gran diversidad biológica y especies exclusivas de la región, caracterizada por condiciones especiales de clima, topografía y geología (Lozano, 2002).

La cuenca localizada en la Amazonía Ecuatoriana representa un sector importante debido a la gran biodiversidad de bosques existentes en la misma. El aumento de los impactos negativos ha generado desequilibrio, afectaciones y daños ambientales, incidiendo de esta forma en el ciclo del carbono (Sucoshañay, 2016).

La flora del Ecuador se incluye entre las más ricas y diversas del mundo, conformada por una amplia gama de tipos de vegetación, los bosques poseen una elevada productividad de biomasa debido a la fertilidad del suelo y representan un cierto porcentaje de las reservas de carbono, sin embargo, la acumulación de biomasa es el objetivo clave para el balance entre la ganancia de biomasa acumulada y las pérdidas de la misma en la conservación de los ecosistemas, pero aun son insficientes los estudios existentes sobre la producción de biomasa aérea. El nivel de producción de biomasa aérea es desconocida en partes las regiones tropicales lo que limita la valoración y conservación de estos ecosistemas debido a la escasez de estimaciones de biomasa en vivo y su variación a los diferentes ambientes, Las estimaciones de biomasa y el carbono acumulado en los bosques tropicales facilitan información importante que permite pronosticar la respuesta a las condiciones ambientales cambiantes, de forma tal que posibilite la selección de taxones para mayor efectividad en los programas de reforestación (Rodríguez-Larramendi *et al*., 2016).

En los últimos tiempos los estudios de acumulación de biomasa adquieren una alta relevancia para comprender el ciclo del carbono y su papel en los cambios climáticos, existiendo un limitado conocimiento de las familias y especies arbóreas que mayor contribuyen a las reservas de carbono y su importante relación con los atributos ecológicos, lo cual impide realizar programas de restauración que permitan tomar decisiones sobre las especies que mayor contribuyen a la captura de carbono como herramienta para mitigar el empobrecimiento de los bosques amazónicos de la región (Yepes, 2015).

Las estimaciones de biomasa en bosques son un medio útil para evaluar las reservas de carbono y las emisiones a la atmosfera durante la deforestacion y los cambios en la cobertura terrestre, de ahí que sea importante comprender losprocesos que determinan los patrones

actuales de almacenamiento de carbono y la estructura para predecir la respuesta de estos bosques a las condiciones ambientales cambiantes que permita la selección de taxones para los programas de reforestación ( Callo *et al.,* 2002).

La microcuenca del río Puyo forma parte importante de la sociedad ya que es un escenario donde los seres humanos interactúan entre ella y sus recursos naturales, estas interacciones dentro de la microcuenca ofrecen una serie de beneficios sociales, ambientales y económicos (Llerena, 2009). De ahí, la importancia de conservar las funciones de la microcuenca y los servicios ecosistémicos que proporciona, asociados a la conservación de la biodiversidad, provisión de alimento, protección del ciclo de los nutrientes, retención del carbono, la regulación de plagas y la polinización, los cuales contribuyen directamente o indirectamente al bienestar del ser humano (FAO, 2013).

Las actividades antropogénicas y los cambios de uso del suelo que caracterizan a la microcuenca del río Puyo han incidido en el deterioro progresivo de gran parte de los ecosistemas de bosques, lo que ha provocado casi la pérdida total de los bosques vírgenes de la región, sufriendo serios daños en su cobertura vegetal, cambios en la estructura y composición del suelo producto de la expansión de la frontera agrícola, lo que conlleva a pérdidas considerables de la biodiversidad, deslizamientos de suelo, disminución de la biomasa acumulada y por consiguiente afectaciones en los servicios ecosistémicos (Burbano-Orjuela, 2016).

El presente proyecto de investigación se enmarca en un ecosistema Amazónico perteneciente a bosque primario, secundario y sistema silvopastoril dentro de la demarcación de la zona baja de la microcuenca del río Puyo una altitud que oscila entre 1480 m hasta 800 m.

# 1.1 PROBLEMA

¿Cómo inciden los cambios de uso de suelo en el potencial de biomasa aérea acumulada de tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo?

# 1.2 OBJETIVOS

## 1.2.1 Objetivo general

Evaluar el potencial de biomasa aérea acumulada de tres áreas de bosque (primario, secundario y silvopastoril) en la zona baja de la microcuenca del río Puyo como estrategia para mitigar el empobrecimiento de los ecosistemas amazónicos.

## 1.2.2 Objetivos especificos

- Caracterizar la composición de especies, familias y el valor de importancia ecológica en tres áreas de bosque.
- Estimar el potencial de biomasa aérea acumulada en tres áreas del bosque amazónico.
- Determinar la distribución de las especies arbóreas y su contribución a la biomasa aérea acumulada.

# CAPITULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

## 2.1 Características generales de los bosques tropicales

En la actualidad los bosques tropicales ocupan más de 2000 millones de ha, equivalente a todo el continente sudamericano. Según Fraume (2012), un ecosistema de bosques tropicales es "aquel bosque que se encuentra situado en la zona intertropical y que presentan consecuentemente un clima tropical y vegetación predominante, la temperatura promedio anual es superior a los 24 ºC y la humedad es muy variable.

Los bosques tropicales son unos de los principales ecosistemas con mayor vegetación y también uno de los más complejos y frágiles por su diversidad, el cual abarca más del 30% de todas las especies de aves conocidas y el 90% de las especies de insectos, estos ecosistemas son un tipo de habitad donde intervienen varios elementos que actúan en interacción influyendo unos con otros moldeando las características propias de estos bosques (Balvanera, 2012).

Las características de los ecosistemas de bosques tropicales son muy extensas, de acuerdo con (Perez, 2017) las más importantes son:

- Los bosques húmedos tropicales están conformados por árboles que poseen un tamaño generalmente de 30 m, sin embargo, hay algunos que llegan a los 50 m de altura.
- La temperatura media de los bosques tropicales se encuentra entre los 23 a 27 °C en algunas ocasiones pueden aumentar hasta los 35 °C, siendo este su valor máximo de alcance.
- La vegetación de los bosques húmedos tropicales suele ser muy variada, e incluso pueden hallarse subdivisiones dependiendo de la altura que tengan los árboles o plantas.
- El proceso de descomposición es muy rápido debido a su elevada temperatura y humedad el aire de estos lugares prolifera a las bacterias, acelerando de esta manera el reciclaje de materia orgánica e inorgánica.
- La subsistencia de una gran cantidad de árboles es posible gracias a la proliferación de hongos que a pesar de tener un suelo escaso en nutrientes estos crecen y se desarrollan en gran cantidad y variedad de plantas.

### 2.1.1 Los bosques tropicales de la región Amazónica

Los bosques amazónicos representan la mayor extensión forestal del neotrópico y son considerados como los ecosistemas más importantes del mundo, no solo por su contribución a los ciclos mundiales del agua y carbono sino también por su alta riqueza y complejidad amazónica. Los bosques de la región amazónica cubren las 9,5 ha, las cuales proporcionan gran variedad de servicios ambientales (Borras, 2017).

El bosque tropical amazónico es el más vasto de todos los bosques tropicales cubriendo más de 7,4 millones de km, lo que representa el 4,9% del área continental mundial, y cubre extensiones de Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Francia, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela (CEPAL, 2016).

Los ecosistemas amazónicos tienen las mismas características que otros bosques tropicales de las diferentes regiones amazónicas de otros países sudamericanos, presentan una variabilidad climática y ecosistémica, en su mayoría se encuentran asentados sobre suelos muy pobres y muy vulnerables a la lluvia y el sol pero una de las principales es que en " los bosques húmedos tropicales suele ser muy variada e incluso pueden hallarse subdivisiones dependiendo de la altura que tengan los árboles o plantas (Pérez, 2017).

Se estima que el 17% de la población amazónica corresponde a grupos indígenas que ofrecen una variedad cultural lingüística de enorme riqueza, estos incluyen ocho nacionalidades, los cuales han aprovechado de manera sostenible gracias a su extenso conocimiento en biodiversidad, en su mayoría viven en territorios cubiertos de selvas tropicales por más de 10.000 años, conocen sus plantas, sus animales y todos los secretos mejor que nadie (Granda & Yánez, 2017).

La región Amazónica alberga cuantiosos bosques húmedos tropicales con una gran diversidad biológica y especies nativas debido a sus condiciones climáticas, topográficas y geológicas (Granda & Yánez, 2017). Se considera que la Amazonía tiene la mayor riqueza florística de todos los bosques tropicales del mundo cuenta, dentro de los tipos de ecosistemas de bosques se encuentran:

**-Bosque primario**: también denominado bosque virgen intacto regenerado de manera natural, compuesto de especies nativas en el que no existe indicio de actividad humana y donde sus procesos ecológicos no han sido alterados de manera significativa, según (FAO, 2015).

Algunas características de los bosques primario son:

- muestran dinámicas forestales naturales, tales como una composición natural de especies arbóreas, la presencia de madera muerta, una estructura natural por edades y procesos naturales de regeneración;
- el área es suficientemente grande para preservar sus características naturales;
- no presentan intervenciones significativas del hombre, o bien la última intervención significativa del hombre tuvo lugar mucho tiempo atrás habiendo permitido el restablecimiento de la composición natural de las especies arbóreas y de los procesos naturales

**Bosque secundario:** son aquellos bosques que se han regenerado sobre un bosque antes destruido, los cuales fueron modificados, alterados, explotados por actividades humanas alterando su biodiversidad y riqueza de especies. Según Chamorro, A, & Obando, J. (2015). define que el "bosque secundario es definido como la vegetación leñosa sucesional, que se desarrolla después que la vegetación original del lugar fue eliminada por la actividad humana". Existe poca evidencia de mejoras en el manejo de bosques secundarios para productos forestales y mucho menos en el manejo para servicios ambientales (Lamprecht, 1990).

**Sistema silvopastoril**: son aquellos que presentan una combinación de árboles y arbustos con especies herbáceas que son cultivadas, estos sistemas van desde lo más simple a lo más complejo y son beneficio para las actividades humanas (Navas, 2016). Son formas del uso de la tierra donde interactúan ecológica y económicamente, sea de manera secuencial o temporal, con cultivos anuales árboles y arbustos combinados simultáneamente (Caicedo *et al.,* 2013). El uso de los sistemas silvopastoriles ha sido fundamental en las prácticas de manejo de los recursos de todo el mundo, sin embargo, como disciplina científica es relativamente nueva y solo en las últimas décadas se han ido incrementando los estudios científicos y el reconocimiento de potencial de los árboles en la producción forestal (Sanchez, 2006).

### 2.2 Características generales de la cuenca Amazónica

La cuencas y microcuencas son muy importantes porque además de ser zonas productoras captadoras de agua regulan y favorecen las condiciones del clima, contribuyen al bienestar de la población brindando los recursos principales (agua, suelo y vegetación), los cuales son la base fundamental para desarrollar las actividades productivas (Bateman, 2007).

Según (Amazonia, 2009) la cuenca amazónica es reconocida por los múltiples servicios ecosistémicos que suministra a nivel local, regional y global. Esa cuenca representa cerca de la quinta parte del agua de escorrentía mundial, alberga una gran riqueza natural y cultural, es un área importante de endemismos y sus bosques constituyen un enorme sumidero de carbono".

En el ámbito lógico se necesita planificar el manejo de los recursos naturales y la sostenibilidad de los sistemas de producción y los diferentes medios de vida. Según FAO (2000).la microcuenca se define como una pequeña unidad geográfica donde vive una cantidad de familias que utiliza y maneja los recursos disponibles, principalmente suelo, agua y vegetación, generando de esta forma una escala de producción que puedan acceder a mercados que exigen calidad y cantidad del uso de los recursos y el comportamiento de los mismos con el ambiente.

Por otra parte, una acción ligada al uso de las microcuencas es que no presenten impactos positivos o negativos en el deterioro del suelo, el balance de la biomasa, la cobertura vegetal la cantidad de agua, las cuales son muy importantes para los sistemas de producción. De esta manera se busca conciliar la producción y la protección de los recursos naturales, resultando ser la mejor opción técnica y estratégica para introducir cambios en los sistemas de producción y el manejo de los temas ambientales (ECORAE, 2012).

Según la FAO (2000). algunos criterios de selección de microcuencas son:

**Estratégicos**: Pueden establecerse en un nivel macro, en el marco de políticas nacionales, departamentales o municipales. Por ejemplo, suministro de agua potable a poblaciones, presencia de embalses, corredores biológicos o áreas protegidas, ubicación de la microcuenca en áreas con planes de desarrollo integral, etc.

**Institucionales:** Son relacionados al rol de las instituciones; por ejemplo, ubicación en las zonas de atención o cobertura de éstas, tipo de público que atiende, prioridad en aspectos ambientales, etc

**Operativos:** Se relacionan con aspectos de logística, tales como: distancia de las oficinas, tamaño de la microcuenca (área y población), posibilidades de coordinación con otras instituciones y actores, entre otros.

**Técnicos agronómicos y ambientales**: Son los aspectos biofísicos (cabecera de subcuenca o cuenca, disponibilidad de agua, nivel de deterioro de los recursos naturales, riesgo para la

población, etc.) y socioeconómicos (sistemas de producción dominantes, nivel de organización, motivación para el cambio, capacidad de inversión, relevancia del curso de agua como agua potable para la población, entre otros).

### 2.3 Los servicios ecosistémicos

El reconocimiento del papel y el entendimiento de la estrecha relación entre el ambiente y los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques, al igual que todos los ecosistemas han ido evolucionando en las últimas décadas con el afán de obtener riqueza y bienestar, además de tener consecuencias negativas sobre el funcionamiento de los ecosistemas y las decisiones de las poblaciones humanas, lo cual genera preocupación por el futuro de los ecosistemas en el desarrollo tanto económico como social (Montes, 2007).

Por otra parte, el concepto de los servicios ecosistémicos nace de la necesidad de enfatizar la estrecha relación que existe entre los ecosistemas y el bienestar de la sociedad, este acercamiento está teniendo una creciente aceptación tanto en lo académico como en el diseño de políticas ante la problemática ambiental, con el fin de la toma de decisiones ante los impactos severos para mantener y sustentar todas las actividades y la vida de los seres humanos (Balvanera, 2012).

Según Quijas *et al*., (2010) "los servicios ecosistémicos son los componentes de los ecosistemas que se consumen directamente, que se disfrutan, o que contribuyen, a través de interacciones entre ellos, a generar condiciones adecuadas para el bienestar humano, los servicios ecosistémicos hacen posible la vida humana al proporcionar alimentos nutritivos y agua potable; al regular las enfermedades y el clima; al apoyar la polinización de los cultivos y la formación de suelos, y al ofrecer beneficios recreativos, culturales y espirituales.

#### 2.3.1 Tipos de servicios ecosistémicos

Son varios los tipos de servicios ecosistémicos, dentro de ellos:

**Servicios de suministro:** Son aquellos que son obtenidos del ecosistema tales alimentos, fuentes energéticas, materiales de construcción, medicinas, plantas ornamentales que benefician generalmente a los propietarios del bosque o las comunidades que lo manejan. La gran diversidad de plantas, animales y microorganismos que albergan estos bosques ofrece una gama enorme de alimentos, fuentes energéticas, materiales de construcción, medicinas, especies ornamentales o de importancia ceremonial, mascotas o plaguicidas, entre otros (Peters, 2011).

**Servicios de regulación:** aquellos servicios obtenidos de los procesos ecosistémicos tales como la calidad del aire, fertilidad del suelo, regulación del clima y el control de la erosión, estos juegan un papel fundamental en la regulación climática del planeta ya que cada uno de los servicios cumple una función significativa dentro del ecosistema. La quema de combustibles fósiles, la quema de bosques para convertirlos en campos agrícolas o ganaderos, la calidad del aire a través de sus efectos en la temperatura, la humedad relativa y el control de la erosión del suelo producido por la pérdida de cobertura vegetal (Mejia, 2016).

**Servicios culturales:** son aquellos beneficios que se obtienen de la fuente de inspiración para las manifestaciones estéticas y las obras de ingeniería, la identidad cultural y el bienestar espiritual , tanto las culturas que habitan en los bosques como las que las visitan aprecian cada una de sus cualidades estéticas, su forma de vida, su flora y fauna y todas sus tradiciones que han sido conservadas en su mayoría como forma de ecoturismo para beneficio tanto económico como social (FAO, 2018).

**Biodiversidad**: comprende tanto la diversidad dentro de una especie o un ecosistema como la diversidad entre especies o ecosistemas. Los cambios en la biodiversidad pueden influir en el suministro de servicios ecosistémicos. La biodiversidad, al igual que los servicios ecosistémicos ha de protegerse y gestionarse de forma sostenible (FAO, 2018).

### 2.4 Bases teóricas de la composición y estructura florística

La composición florística de una vegetación representa el primer paso hacia la estructura y dinámica de un bosque para conocer los diferentes aspectos ecológicos de los bosques tropicales constituyendo de esta manera una herramienta importante para la implementación de medidas adecuadas para la conservación de los bosques que han sido fragmentados por la deforestación, lo cual representa una amenaza a la integridad de los ecosistemas (Cascante, & Estrada, 2001).

No obstante, la continua reducción y fragmentación de los bosques por deforestación constituye una amenaza para los ecosistemas. En la actualidad gran parte de los bosques han desaparecido por completo o se encuentran dispersos en pequeños fragmentos, haciendo más difícil su protección y conservación. La composición florística y estructura es uno de los procesos básicos para determinar y generar información a partir de la abundancia de especies que se encuentran dentro del ecosistema y la pérdida de los mismas, este tipo de proceso es

fundamental para el seguimiento y diseño de medidas adecuadas para la protección y conservación futura de los ecosistemas (Stevenson & Rodríguez. 2008).

### 2.5 Usos de suelos y sus implicaciones

Es indescriptible que durante los últimos años se transformaron los ecosistemas en extensiones inimaginables con varios cambios entre los más destacados se encuentra la pérdida de la mitad de la cubierta forestal mundial y las perturbaciones irreversibles en más del 30% de los ecosistemas debido al crecimiento poblacional. Según Fernández (2003), sostiene que las causas y consecuencias de las tendencias de los procesos de degradación, desertificación, disminución de la biodiversidad, y en general, pérdida del capital natural y cultural son generados por la falta de modelos para los posibles efectos del cambio global y la fundamentación de estrategias para la planificación y el correcto uso del suelo.

La pérdida de suelos debido a la erosión por actividades humanas tiene impactos negativos en pérdida de productividad ya que no solo genera degradación física del suelo sino también la pérdida de nutrientes y materia orgánica (Ortíz-Yusty *et al*., 2014). Los cambios producidos por los humanos por la expansión agrícola influye sobre el clima, ciclos del agua, carbono, las emisiones de los gases causantes del efecto invernadero y la biodiversidad, así mismo como la demanda de alimentos que hace que la superficie agrícola se expanda contrayendo consecuencias sociales y ambientales , Las consecuencias del uso del suelo y los tipos de aprovechamiento que se realizan en la actualidad en los ecosistemas terrestres son parte del importante llamado cambio global que va de la mano con las alteraciones climáticas (CEPAL, 2016).

Sin embargo, las entidades conservacionistas alertan sobre los riesgos para la continuidad y protección de ecosistemas, algunos grupos políticos pronostican efectos e impactos negativos y asumen que para poder planificar el uso del suelo se debería de disponer, primero de información básica sobre las tasas de expansión del are agrícola, la distribución espacial, los controles ambientales aplicados y las dimensiones tecnológicas socioeconómicas y políticas de estos fenómenos (Harms & Timothy, 2003).

### 2.6 Biomasa aérea desde una perspectiva ambiental

Los bosques tropicales albergan gran variedad de biodiversidad plantas y animales, los cuales almacenan grandes cantidades de carbono que cualquiera de otros ecosistemas terrestres. Sin embargo, estos ecosistemas están siendo modificados en grandes tasas de deforestación ocasionando cambios en el uso del suelo y cobertura destruyendo de esta

forma los almacenes de carbonos, los cuales son liberados a la atmósfera produciendo gran desestabilización y alteraciones en el clima (Chávez-Aguilar *et al.,* 2016).

Según (Concha *et al,* 2007)" el aumento de la concentración de dióxido de carbono ($CO_2$) en la atmósfera de la tierra es una preocupación mundial y se considera como uno de los seis principales gases que intervienen en el efecto invernadero(GEI), con un porcentaje entre el 15 y 25%, el cual está contribuyendo en el cambio climático".

Según Brown (1997). "los bosques como sumideros y fuente de $CO_2$ (dióxido de carbono) han ganado gran interés e importancia debido a la creciente preocupación mundial sobre el medio ambiente y el calentamiento global, por su capacidad de contener y trasformar el $CO_2$, el cual hace parte de los gases de efecto invernadero (GEI) más importantes producidos por las actividades humanas"**.** En la actualidad más del 30% de las emisiones de dióxidos de carbono resultan de la degradación de los bosques, por lo tanto, se han visto en la necesidad actual de conservar los bosques para reducir el aumento del dióxido de carbono a la atmósfera donde el punto de partida son las estimaciones de biomasa en los ecosistemas (Chávez-Aguilar *et al.,* 2016).

Dada la relevancia de los bosques como reguladores del cambio climático, es necesario conocer la capacidad de acumulación de biomasa aérea y por ende la capacidad de captura de carbono en los tipos de bosques con el propósito de mitigar o reducir los efectos del dióxido de carbono en el medio ambiental y social. Los estudios de estimaciones de biomasa tienen como objetivo principal determinar los montos de carbono y deducir la cantidad que puede ser liberada a la atmósfera conservando los ecosistemas para alcanzar los compromisos de mitigación de gases de efecto invernadero (Schlegel, 2001).

El aumento de las concentraciones de carbono y su repercusión en el cambio climático global sugiere la necesidad de determinar la cantidad de carbono almacenado en los bosques, una de las alternativas es la captura y almacenamiento de carbono para evitar las emisiones del sector energético no sean directamente enviadas a la atmósfera capturando en las centrales térmicas y enterrándolo en el subsuelo, esto es una tecnología que genera incertidumbre y cuya viabilidad aún no se encuentra acreditada pero constituye un pretexto para justificar la construcción del peor enemigo el clima (Ordóñez *et al*., 2015).

### 2.7 Métodos para estimar biomasa aérea

El cálculo de biomasa es el primer paso para evaluar la productividad de los ecosistemas, y la contribución de los bosques tropicales en el ciclo global, la biomasa es un parámetro que

caracteriza la capacidad de los ecosistemas para acumular materia orgánica a lo largo del tiempo

La medición de biomasa aérea en cualquier componente de un ecosistema requiere de análisis de estimaciones directos o indirectos del material vegetal para determinar las inferencias respectivas, cuando se desea estimar la biomasa aérea de los árboles se debe contar con funciones que estimen la biomasa total en base a la función del tamaño y dimensión de los árboles, utilizando funciones matemáticas en relaciones alométricas que ocurren entre los órganos de un individuo (Fonseca *et al.,* 2009).

Para estimar la biomasa del árbol en un área conocida se usan diferentes tipos de modelos de regresión y combinación de variables, siendo el método de regresión el más aproximado para investigaciones de cuantificación de biomasa en bosques a través del modelo alométrico, el cual relaciona la masa seca de un árbol con una variable de fácil medición (Sprugel, 1983).

Existen tres métodos comúnmente usados para estimar la biomasa, volumen y captura de carbono en bosques, se encuentra el método tradicional, directo e indirecto:

**Método tradicional:** es basado en los datos del volumen comercial, a partir de información básica de los inventarios, densidad de la madera y factor de expansión de biomasa (FEB), puede aplicarse en bosques densos, secundarios o maduros (correspondientes a climas húmedos y semiáridos). La biomasa se estima a través de la siguiente ecuación Brown (1997).

$$BA = VC * D * FEB \quad (1)$$

**Dónde:**

**BA:** Biomasa aérea (t/ha)
**VC**: Volumen comercial ($m^3$)
**D:** Densidad de la madera ($t/m^3$)
**FEB:** Factor de expansión de la biomasa

**Método indirecto:** Una forma de estimar la biomasa con el método indirecto es a través de ecuaciones y modelos matemáticos calculados por medios de análisis de regresión entre las variables colectadas en terreno y en inventarios forestales (Brown, 1997).

Dentro de este método se utilizan métodos de cubicación del árbol donde se suman los volúmenes de madera, se toman muestras de esta y se pesan en el laboratorio para calcular los factores de conversión de volumen a peso seco, es decir, la gravedad o densidad específica" (Segura, 1997; Gonzalez, 2008).

$$D_{madera} := \frac{MS_m}{V_m} \quad (2)$$

**Dónde:**

**Dmadera=** Densidad básica específica de la madera (gcm-$^3$),
**MSm=** Masa seca de la submuestra de la madera (g).
**Vm=** Volumen fresco (verde) de la submuestra (cm$^3$)

**Método directo:** El método directo consiste en cortar el árbol y pesar la biomasa directamente, determinando luego su peso seco (Brown, 1997). Los métodos destructivos incluyen mediciones en campo, cosecha y toma de muestras de la totalidad de la vegetación. Aunque este método es más costoso y requiere de mayor tiempo, arroja resultados de alta confiabilidad, en comparación con el segundo método.

Es denominado también método destructivo y consiste en medir los parámetros básicos de un árbol, entre los más importantes, diámetro a la altura del pecho en cm (DAP), altura total en m (AT), diámetro de copa en m (DC) y longitud de copa en m (LC); derribarlo y calcular la biomasa pesando cada uno de los componentes (fuste, ramas, raíces y follaje) (Gonzalez, 2008).

**Estimación por ecuaciones alométricas:** la alometría estudia los patrones de crecimiento de los seres vivos y las proporciones de sus partes en relación a las dimensiones totales, es una herramienta matemática que permite conocer de forma simple, la cantidad de biomasa de un árbol por medio de la medición de otras variables de fácil obtención (Rügnitz *et al*., 2009).

Para realizar la estimación de biomasa aérea mediante ecuaciones alométricas se necesita de muestreo de un número de árboles para relacionar las variables tales como diámetro, altura comercial, crecimiento diamétrico, área basal y la densidad específica de la madera (Chavez, 2016).

Las ecuaciones de biomasa mejoran su predicción cuando se considera al mismo tiempo las variables diámetro y altura, pero la medición de esta última no se realiza en la práctica debido

a que toma mucho tiempo en bosques extensos y no es fácil de identificar la punta del árbol, en la mayoría de los casos se logra una precisión satisfactoria utilizando un modelo alométrico sugerido por Brown (1997).

$$Bat = e^{(-2{,}4090+0{,}9544\ In\ (DAP^2 h\delta))} \quad (3)$$

**Donde:**

**Bat =** Biomasa aérea total (kg)
**e =** Base del logaritmo natural (2,718271)
**DAP** = Diámetro a la altura del pecho (cm)
**h =** Altura total del árbol (m)
**δ =** Densidad de básica de la madera (g/cm3 o t/m3).

Otra forma de ecuación alométrica de la biomasa aérea seria la considerada por (Gasparri & Manghi, 2004). donde la biomasa aérea (por encima del suelo) se obtiene multiplicando la biomasa del fuste por un factor de expansión. Este Factor de Expansión (FE) es una constante igual a 1.74, si la biomasa de fuste (BFuste) es mayor a 190 tn/ha; y si es menor a 190 tn/ha el factor de expansión se calcula con la siguiente fórmula:

**FE** = Exp (3.213-0.506*ln (BFuste) (4)

Otra forma de ecuación alométrica, es la de Chave *et al.* (2005), ecuación para las especies de bosques húmedos tropicales que consideran altura total (h), el diámetro (D) y densidad de madera (ρ) como las únicas variables predictoras. Un argumento geométrico simple sugiere que la total biomasa aérea (AGB, en kg) de un árbol con diámetro D debe ser proporcional al producto de gravedad específica madera.

$$Bat = exp^{(-2{,}977\ +\ 0{,}9544\ In(\delta *\ DAP^2 * h))} \quad (5)$$

**Dónde:**

**Bat** = Biomasa aérea total (kg)
**DAP** = Diámetro a la altura del pecho (cm)
**δ =** Densidad básica de la madera (kg/m$^3$)

**2.8 Niveles de afectación de la biomasa aérea y estrategias para su mitigación.**

Los bosques tropicales están sometidos a numerosas presiones que amenaza la estabilidad de los bosques a largo plazo, los cambios en los usos del suelo, los aprovechamientos forestales no disponibles y el cambio global son consideradas las más principales. (Houghton, 2005; Blanc *et al*., 2009) deducen que en caso de la biomasa y dependiendo del sistema empleado y la intensidad del aprovechamiento la extracción de maderas puede significar la eliminación de 10-50% del carbono almacenado en la vegetación (Houghton, 2005). Lo que según De Fries *et al*. (2005) "permite calificar a la actividad forestal como una fuente de degradación importante pero no de remoción permanente del carbono almacenado".

En la actualidad la perdida de biomasa a nivel mundial genera gran preocupación debido al incremento de deforestación y degradación de los bosques por las actividades humanas. La deforestación es uno de los problemas ambientales más serios de los últimos tiempos. Este tema se ha convertido de interés mundial debido a la importancia de los bosques lo cual se ha incrementado durante los últimos años la tala excesiva de los bosques es una de las afectaciones principales en la disminución de biomasa lo cual ha provocado que los bosques pierdan la capacidad de capturar carbono (Burga, 2016).

Según la FAO (2008) "la mitigación es un objetivo político del desarrollo de la agro energía en muchos países Al respecto, la FAO (2008) considera que los sistemas que emplean desechos orgánicos y residuos agrícolas y forestales, así como la plantación de especies perennes para la generación de energía en tierras degradadas ofrecen un alto potencial de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Como forma de reducción de la pérdida de biomasa aérea y la reducción de los bosques por degradación y deforestación se han propuesto algunas medidas de mitigación para mitigar la pérdida de biomasa, según (Vilanova, 2010).

- Mejoras en la planificación del aprovechamiento que impliquen la adopción de técnicas de impacto reducido y un programa de monitoreo del carbono podrían contribuir a reducir considerablemente la pérdida de carbono y facilitar una recuperación más rápida del ecosistema. Los resultados proveen bases para la formulación de nuevos lineamientos en el manejo forestal en el contexto del cambio global".

- La reducción de emisiones de deforestación y degradación de bosques (REDD) al finalizar el período de cumplimiento del protocolo de Kioto (2008-2012), ofrecen una oportunidad para abordar la relación entre las actividades de aprovechamiento y sus efectos sobre el almacenamiento de carbono y biomasa. Se evalúa el impacto que tiene el aprovechamiento selectivo de maderas bajo técnicas convencionales de alto impacto ambiental sobre la biomasa aérea y el almacenamiento de carbono en árboles con diámetro (D) >10cm. Se discuten las principales consecuencias sobre la recuperación del carbono para determinar el nivel de impacto o umbral mínimo de cambio que puede ser considerado como aceptable.

Otras alternativas o proyectos como estrategias para reducción de pérdida de biomasa, Según (Gayoso & Schlegel, 2001).

- **Manejo para evitar la pérdida de biomasa:** Orientado principalmente al control de las tasas de deforestación, el cual se logra mediante la protección de bosques, manejo forestal mejorado y mediante el control de alteraciones (como control de incendios forestales). Todas estas medidas presentan una clara adicionalidad, la cual puede ser negociada en el futuro mercado de carbono.
- **Manejo para sustituir combustibles fósiles por biomasa:** Se relaciona fundamentalmente con el tema de la energía. La posibilidad estaría dada a través de plantaciones específicas para bioenergía o el aprovechamiento de desechos leñosos, se pueden reemplazar combustibles fósiles, o cómo a través de un mayor empleo de la madera se puede reemplazar el uso de otros materiales como el aluminio, cemento, u otros que consumen más energía en su elaboración".

Estudios basados en modelos climáticos predicen un areduccion en la cantidad de lluvias en la Amazonia, que podría reducir el potencial de los bosques amazónicos de funcionar como sumideros de carbono (Malhi et al., 2009). Por lo tanto, es fundamental contar con programas de monitoreode ciclo de carbono a largo plazo, para cuantificar estos posibles cambios. Los programas de reducción de emisiones causadas por deforestacion y degradación de los bosques (REDD) y los mecanismos de desarrollo limpio (MDL) forestal son buenos ejemplos (Peralta –Rivero et al., 2013). Los proyectos REDD buscan reducir las emisiones de $CO_2$ a la atmosfera demostrando reducciones reales y medibles (Rendón Thompson et al., 2009). Y los proyectos MDL forestal, buscan fijar parte del $CO_2$ en la atmosfera en la biomasa de los arboles a través de la reforestación de las áreas degradadas (Pearson, Walker & Brown 2013). En ambos casos los programas de monitoreo de carbono son importantes.

# CAPÌTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

## 3.1 LOCALIZACIÓN

El área de estudio se localizó en tres áreas de un bosque siempreverde piemontano (bosque primario, secundario y sistema silvopastoril) correspondiente a la zona baja de la microcuenca del río Puyo, ubicada dentro del territorio hidrográfico del río Pastaza, donde se encuentra ubicado el sector Pomona el cual cuenta con una extensión de 54 $km^2$, temperatura de 17º C a 24º C, con una población de 237 habitantes, Este sector alberga las comunidades de Kotococha y Lisan Wasi (INEC, 2010).

En el área de estudio se instalaron 15 transectos de 0,1 ha, cinco por cada sistema de bosque (Figura 1). Las características bioclimáticas están determinadas por un bosque húmedo tropical con una altitud promedio de 600 msnm. En base a los límites políticos-administrativos el territorio hídrico de la microcuenca presenta una temperatura entre 18°C y 24 °C según reportes del INAMHI (2014). En la Tabla 1 se muestran las coordenadas geográficas y altitud de cada sistema de bosque (primario, secundario y sistema silvopastoril).

**Tabla 1.** Coordenadas geográficas y altitud de los sistemas de bosque amazónico.

| Áreas de estudio | Coordenadas geográficas | | Altitud | Transectos |
|---|---|---|---|---|
| | X | Y | | |
| **Bosque primario** | 175073 | 9822084 | 932 | 5 |
| | 174608 | 9822313 | 956 | |
| **Bosque secundario** | 177316 | 9821759 | 979 | 5 |
| | 177610 | 9822024 | 967 | |
| **Sistema silvopastoril** | 176538 | 9823934 | 880 | 5 |
| | 176515 | 9824131 | 894 | |




**Figura 1 .** Ubicación geográfica del área de estudio**.**

## 3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación de este proyecto fue descriptiva ya que se describió la composición florística, valor de importancia ecológica a nivel de especies, y la biomasa aérea acumulada en las tres áreas de estudio (bosque primario, secundario y sistema silvopastoril).

Variables que se utilizaron para describir la composición de especies botánicas y valor de importancia ecológica:

- Número de especies
- Número de individuos por especie botánica
- Número de familias botánicas
- Abundancia relativa de especie
- Dominancia relativa por familia
- Frecuencia relativa por familia
- Índice de valor de importancia ecológica por especie

Variables que se utilizaron para describir el contenido de biomasa aérea:

- Área basal
- Densidad de la madera de cada especie
- Clases diamétricas
- Biomasa total acumulada
- Índice de valor de importancia de biomasa

Variables que se utilizaron para describir la distribución de las especies arbóreas y su contribución a la biomasa aérea:

- Matriz de abundancia de especies
- Matriz con el contenido de biomasa acumulada por transectos.

## 3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

### 3.3.1 Descripción de los métodos de investigación.

Se emplearon para este proyecto de investigación los métodos de observación y trabajo de campo.

**Método de observación:** Se utilizó este método ya que se hicieron recorridos *in situ* en cada uno de los transectos de estudio para observar el estado de vegetación y los diferentes fenómenos que están afectando al ecosistema como premisa básica para identificar desde el punto de vista teórico las especies que más contribuyeron a las biomasa área de las tres áreas de estudio (primario, secundario y sistema silvopastoril) y poder asociar el contenido de bioamasa cumulada con el estado actual de la vegetación.

**Trabajo de campo:** se realizó un inventario florístico a nivel de especies botánicas a todos los individuos con $d_{1.30} \geq 10$ cm, las cuales fueron identificadas preliminarmente en el campo con el apoyo del señor Gabriel Grefa, experto botánico en flora amazónica y a la vez se comparó con el libro de los Arboles del Ecuador (Palacios, 2017), reconocido como uno de los libros más completos que servirá de guía para los taxones arbóreos del país y además revisiones en la base de datos trópicos, donde se encuentran registradas todas las plantas a nivel mundial. El trabajo de campo se realizó mediante un muestreo sistemático en tres áreas de bosque a partir de la instalación de 15 transectos permanentes de 0,1 ha (10 x100 m), separados en intervalos de 100 m lineales según la FAO (2004). Para la instalación de los transectos se estableció inicialmente un eje central y se tomaron cinco metros de cada lado, donde se ubicaron y registraron las especies con $d_{1.30} \geq 10$cm, medidos desde el suelo, registrando los datos de género especie y familia (Figura 2).

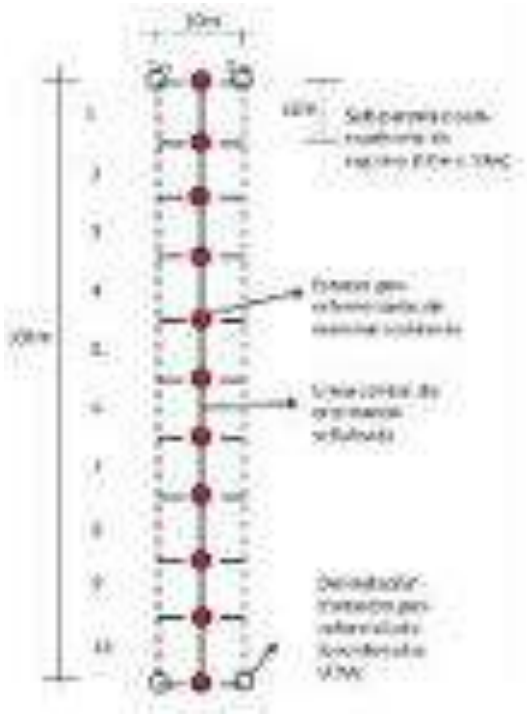

**Figura 2.** Modelo de transecto empleado para el estudio de campo.

### 3.3.2. Aspectos metodológicos para el estudio de la composición florística y valor de importancia ecológica de las especies del bosque siempreverde piemontano

#### 3.3.2.1 Composición florística

Se caracterizaro la composición de especies, familias botánicas y el valor de importancia ecológica en cada uno de los transectos de estudio. Con los datos obtenidos de la composición florística a nivel de especies por transectos se realizó un dendograma jerárquico, a partir de las medidas de Bray Curtis con un 30% de similitud, en el cual se pudo agrupar los individuos de acuerdo a la abundancia por especies. El conglomerado fue procesado con el programa Biodiversity Professional McAleece, N. (1997)., lo cual permitió mediante el uso de técnicas de Estadística Multivariada realizar agrupamientos de las unidades de muestreo.

#### 3.3.2.2 Valor de importancia ecológica a nivel de especies

Se determinó el índice de valor de importancia ecológica (IVI) que corresponde a la suma de la abundancia relativa, frecuencia relativa y la dominancia relativa de todos los individuos, según los criterios de (Moreno, 2001 & Lozada, 2010).

$$IVI = Ab + Fr + D \quad (6)$$

**Dónde:**

**Ab =** Abundancia relativa
**Fr =** Frecuencia relativa
**D =** Dominancia relativa

### 3.3.3 Metodología para estimar Biomasa aérea acumulada

La biomasa aérea se estimó a partir de la ecuación alométrica propuesta por Chave *et al*., (2005) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Ecuación alométrica para estimar biomasa aérea

| Grupo de plantas | Ecuación alométrica | Fuente |
|---|---|---|
| Madera | $AGB = \rho \times \exp(-1.499 + 2.148\ln(DBH) + 0.207(\ln(DBH))^2 - 0.0281(\ln(DBH))^3)$ | Chave *et al*.,( 2005) |

**Dónde:**

**ρ** es la densidad específica de la madera en g/cm$^3$

**DBH** son todos los árboles ≥ 10 cm de diámetro a la altura del pecho

**AGB** es la biomasa en kg de masa seca.

Se utilizaron datos de densidad específica de madera de las especies de estudios desarrollados en el área local. En algunos casos donde la densidad específica no estuvo disponible se utilizó la media global (p) para América del Sur tropical (0,632 g / cm$^3$) (Chave *et al*., 2009).

Se calculó la biomasa acumulada en Mg ha-1 por cada una de las clases diamétricas (CD). Las clases diamétricas se agruparon en intervalos de clases de 10cm, siendo clase inferior 10-20 cm y las superiores mayores a 40 cm.

Los datos obtenidos de la biomasa aérea acumulada por cada transecto en cada sistema de bosque fueron procesados estadísticamente mediante ANOVA de clasificación simple y

pruebas de comparación de rangos múltiples de medias de Tukey al 95% de confiabilidad. Esto fue posible con el uso del programa SPSS ver. 22.0

### 3.3.4 Valor de importancia de biomasa a nivel de especies

Se utilizó un índice de valor de importancia de biomasa (BIV) propuesto por (Fonseca, 2009 & Torres *et al*., In press) el cual relaciona la biomasa acumulada por cada especie botánica para determinar las especies que tienen mayor peso ecológico a partir de la suma de abundancia relativa (ARF) dominancia relativa (DRF) y Biomasa relativa (BRF) cuya expresión es:

$$BIV = ARF + DRF + BRF \quad (7)$$

**BIV**= Índice de valor de importancia biomasa

**ARF=** Abundancia relativa

**DRF=** Dominancia relativa

**BRF=** Biomasa relativa

### 3.3.5 Mapa de potencial de biomasa acumulada

Se elaboró un mapa de distribución de las especies con mayor acumulación de biomasa representando las tres áreas de estudio (Bosque primario, Bosque secundario y Sistema silvopastoril), utilizando los programas Argis versión 10.1 y SAS Planet Versión 16 mediante los datos recogidos en el trabajo de campo para el desarrollo del mismo. Este mapa se realizó a partir de las especies que tuvieron mayor acumulación de biomasa por cada sistema de estudio dentro de los 15 transectos para determinar la acumulación de biomasa de mayor a menor por cada sistema de estudio. Según Peña (2016). afirma que la utilización de mapas es una herramienta fundamental para la explicación clara y precisa de temas adoptados sobre ecosistemas y bosques tropicales.

### 3.3.6 Modelo ecológico empleado para determinar la distribución de las especies arbóreas y su contribución a la biomasa aérea acumulada.

La distribución de las especies arbóreas y su contribución a la biomasa aérea se realizó mediante el uso de modelos ecológicos de ordenamiento espacial en cada transecto de estudio, a través del programa de cálculo ecológico CANOCO ver.5.0 (Ter Braak, C. J., & Smilauer, P. 1998). Lo que ayudó a establecer la correlación canónica entre las especies y

biomasa aérea acumulada en las unidades de muestreo. El modelo sugerido por el programa fue el Análisis de Correspondencia Canónica sin tendencia como método multivariado, debido a que la longitud del gradiente resultó muy elevada. Este análisis permitió determinar las especies que más contribuyeron a la acumulación de biomasa como información básica importante para definir estrategias que permitan mitigar el empobrecimiento de carbono a nivel local en las tres áreas de bosque estudiado (primario, secundario y sistema silvopastoril).

# CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 4.1 Composición Florística de Tres Áreas de bosque amazónico

La flora registrada para cada sistema de bosque primario, secundario y sistema silvopastoril en los 15 transectos de la zona baja de la microcuenca del río Puyo incluyó un total de 41 familias botánicas, 717 individuos y 172 especies. Pitman *et al*., (2002) Reconoce que los bosques amazónicos han sido comprendidos dentro de los más biodiversos del planeta. Diversos estudios se han enfocado en intentar cuantificar la diversidad y describir la composición florística de la Amazonía para explicar por qué es una de las zonas terrestres más diversas del mundo y poder comprender los patrones ecológicos de la Amazonía (Jaramillo *et al*.,2006).

Por su parte (Patiño et al., 2015) obtuvo resultados similares en un estudio de composición florística y estructura de un bosque primario de 600 a 700 msnm la cuenca del rio Piatua, Napo. Otro estudio realizado en zonas bajas de la amazonia como (Ceron & Reyes, 2006) reportaron valores similares 576 individuos por hectárea. Tambien Ceron *et al.,* (2005) señala un numero de 654 individuos para Lago Agrio.

Las familias que presentaron mayor número de especies para el bosque primario fueron: Moraceae, Fabaceae, Lauraceae, Urticaceae, con 11, 11, 8 y 6 taxones respectivamente (Figura 3).

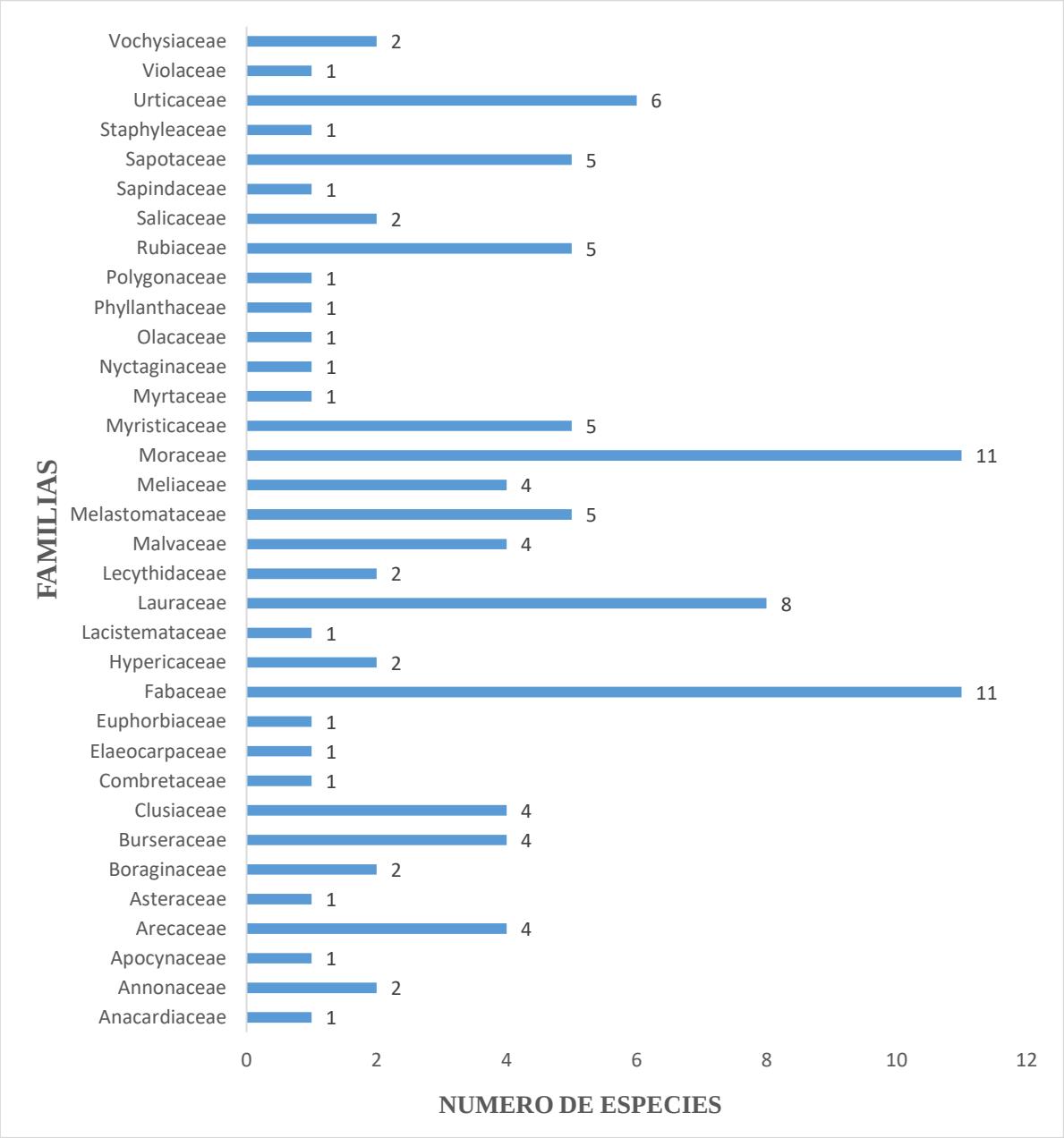


**Figura 3.** Representación del número de especies por familias botánicas del Bosque Primario.

En el bosque secundario las familias que presentaron mayor número de especies fueron: Melastomataceae, Fabaceae, Salicaceae, con 10, 7, 6 especies respectivamente y un grupo de tres familas (Urticaceae, Meliaceae, Euphorbiaceae) cada una de ellas con cinco especies (Figura 4).

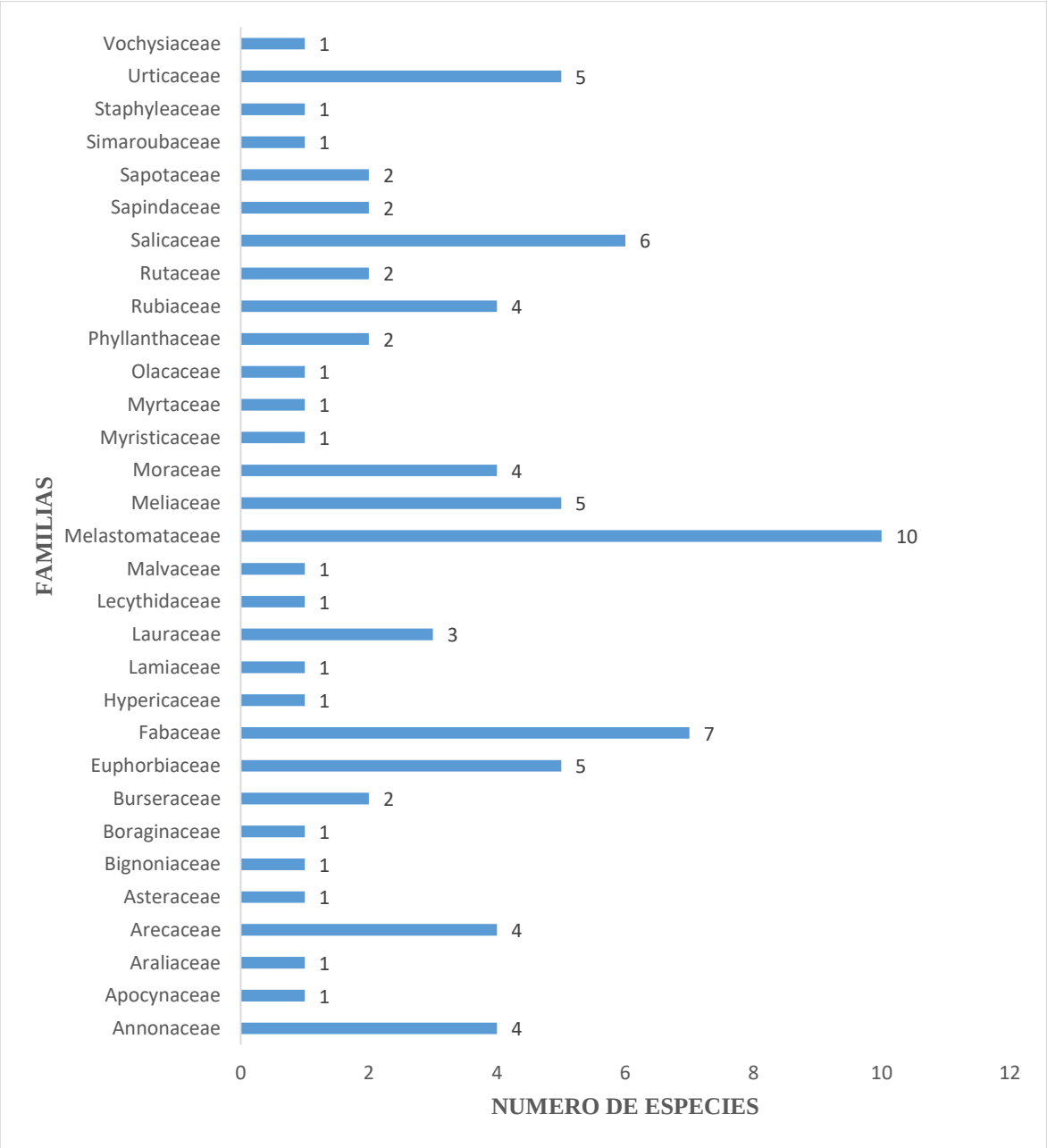


**Figura 4.** Representación del número de especies por familias botánicas del Bosque Secundario.

El Sistema Silvopastoril de forma comparativa con el resto de los sistemas de bosque se presentó con menor composición florística. Las familias con mayor número de especies son Fabaceae (9), Moraceae y Arecaceae (3) y un grupo de siete familias (Annonaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Malvaceae, Meliaceae, Rubiaceae) cada una de ellas con dos especies (Figura 5). Estos resultados dan a conocer que el bosque primario presentó mayor riqueza y composición florística debido a que se trata de un ecosistema que no ha sido alterado y presenta niveles altos de diversidad, para lo cual es importante mantener su estatus de conservación. Esto se corresponde con los estudios realizados por (Cano &

Stevenson, 2009) en aéreas de la Amazonía central donde se enmarcó el área de investigación del estudio, los cuales plantean que se trata de una de las zonas más diversas por su dominancia, frecuencia y densidad, las familias de plantas de dosel más importantes son Fabaceae, Sapotaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae y Myristicaceae, también lo reportado por (Stevenson & Rodríguez, 2008) en un estudio de composición florística y efectos de borde de bosques de la Amazonía.

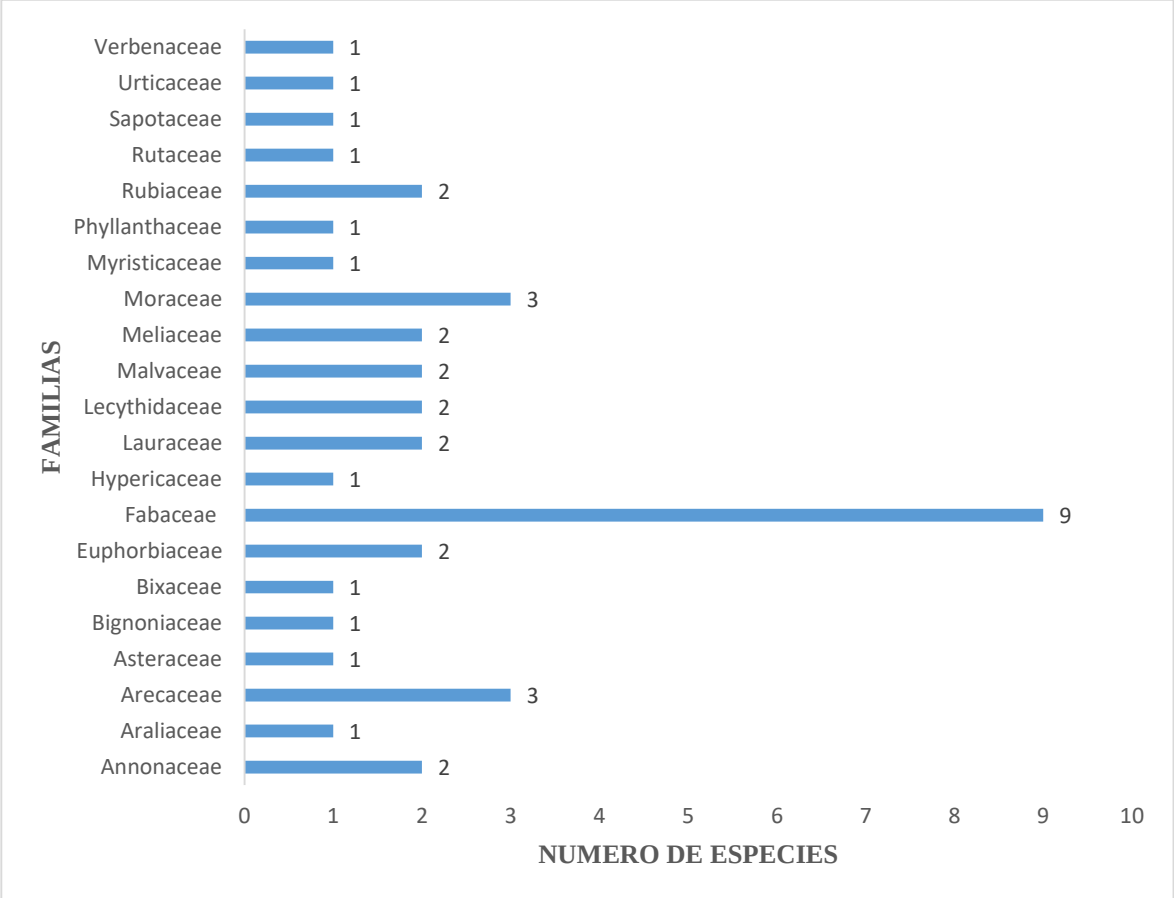


**Figura 5.** Representación del número de especies por familias botánicas del Sistema Silvopastoril.

El dendrograma jerárquico según las medidas de Bray-Curtis con un criterio de similitud de alrededor del 40% de la abundancia de especies para los 15 transectos correspondiente a los tres sistemas de bosque analizados (bosque primario, secundario y silvopastoril) resultó con cinco grupos ecológicos en función de la composición de especies.el primer grupo conformado por los transectos T1BP, T2BP, T3BP, T4BP, T5BP con similitudes entre ellos en cuanto a la abundancia de especies, correspondiendo a las áreas de bosque primario donde la composición de especies se encuentra en mejor estado de conservación , el segundo grupo compuesto por T1BS, T2BS, T3BS, T4BS, T5BS, que conforman los transectos de bosque

secundario donde predominan especies pioneras características del estado sucesional ( M*iconia bubalina, Miconia multispicata, Cecropia ficifolia, , Piptocoma discolor, Compsoneura capitellata*) el tercero, cuarto y quinto grupo determinado por las áreas del Sistema silvopastoril, resultando el sistema de bosque con menor composición y abundancia de especies, compuesto fundamentalmente por pasto.El grupo tres lo conformó T1SS, T2SS, T3SS, siendo las áreas de mayor alteración en el sistema silvopastoril, en cambio el grupo cuatro (T5SS) y el cinco (T4SS) que marcaron una mayor diferenciación resultaron áreas donde se evidencio una mayor cantidad de arboles en sucesión con el pasto.

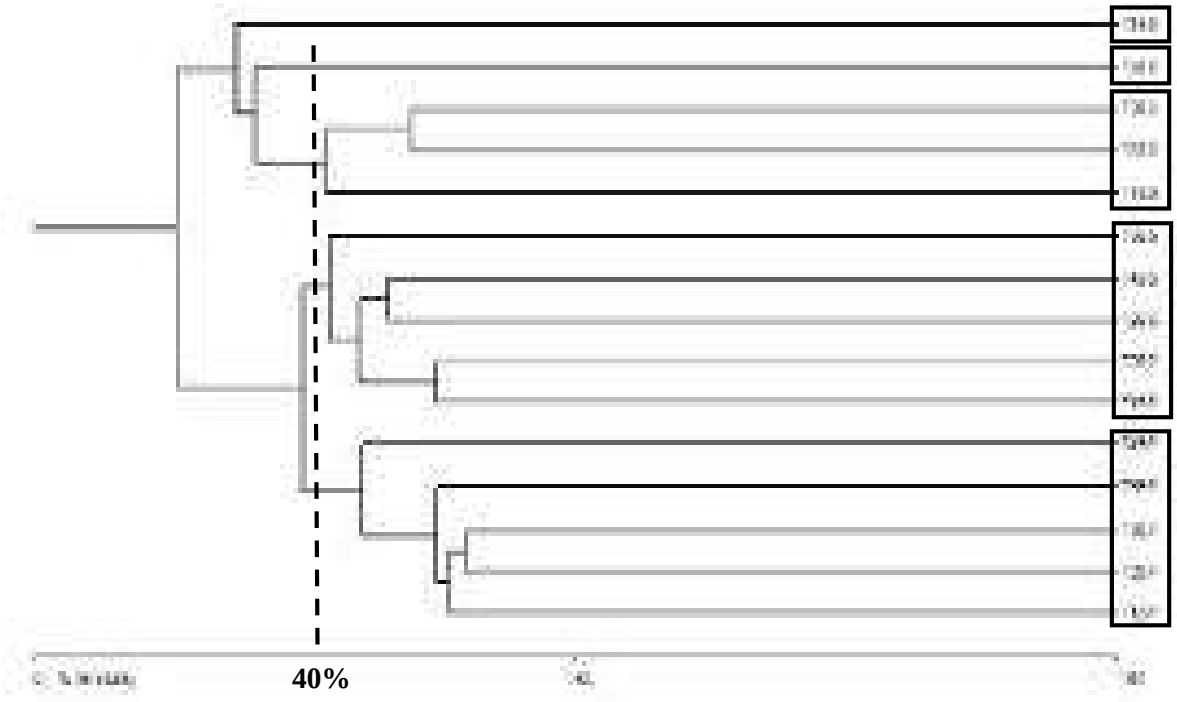


**Figura 6.** Dendrograma jerárquico según las medidas de Bray-Curtis para el agrupamiento de las unidades de muestreo de acuerdo a la abundancia de especies.

### 4.2 Índice de Valor Importancia Ecológica a nivel de especies

El índice de valor de importancia a nivel de especies define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema para lo cual permitió evaluar el comportamiento de las especies arbóreas, valor que se obtuvo mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, abundancia relativa y la dominancia relativa. Según Schlegel *et al.,* (2000). este índice representa la importancia ecológica de especies mejor que cualquiera de sus componentes individuales en relación al comportamiento horizontal. Describe la importancia relativa de cada especie en el bosque primario en el cual se tomó las diez primeras especies más representativas con mayor valor ecológico en función de su

abundancia, dominancia y frecuencia relativa, con sus respectivos valores cada una dentro del bosque primario (Figura 7, Anexo 1), determinando que la especie que representó el valor ecológico más alto dentro del bosque primario fue *Iriartea deltoidea* (16,99), resultando la especie que posee individuos de mayor tamaño en el bosque primario, lo cual aporta información a nivel de comunidad vegetal que facilita la toma de decisiones para el manejo y conservación de estas áreas de bosque.

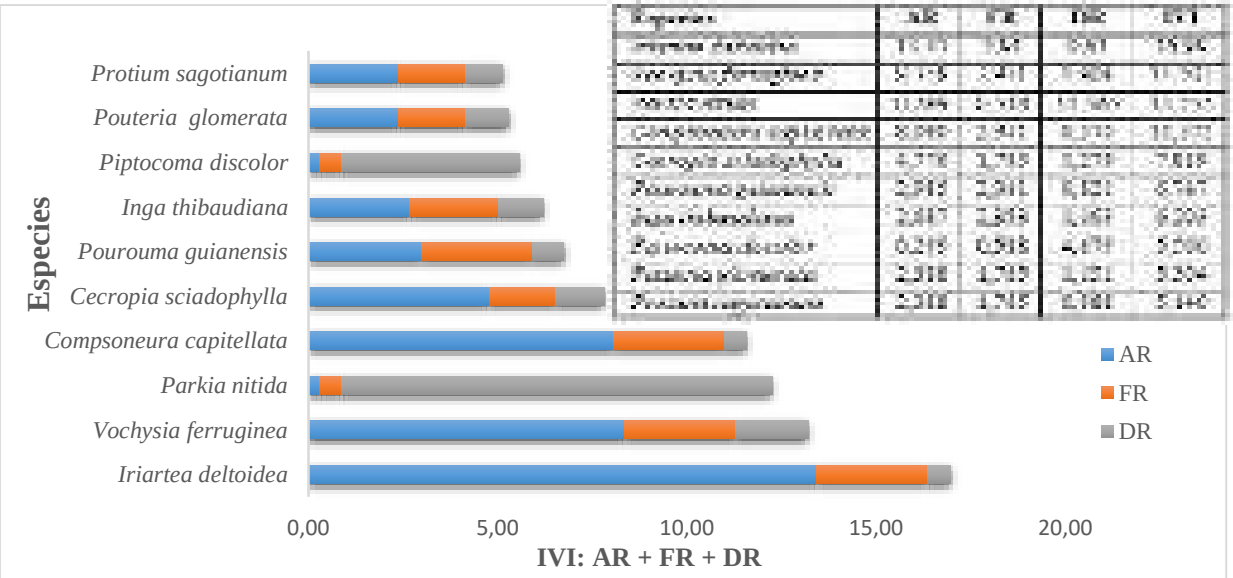


**Figura 7.** Índice de valor de importancia ecológica en cinco transectos del bosque primario de la zona baja de la microcuenca río Puyo.

En el bosque secundario se tomaron las primeras diez especies representativas en función de su abundancia, dominancia y frecuencia relativa (Figura 8, Anexo 2). La especie que representa el valor más alto fue *Rollinea pitteri* (11,32), siendo la que posee individuos de mayor área basal, lo cual se traduce en altos valores de dominancia relativa.

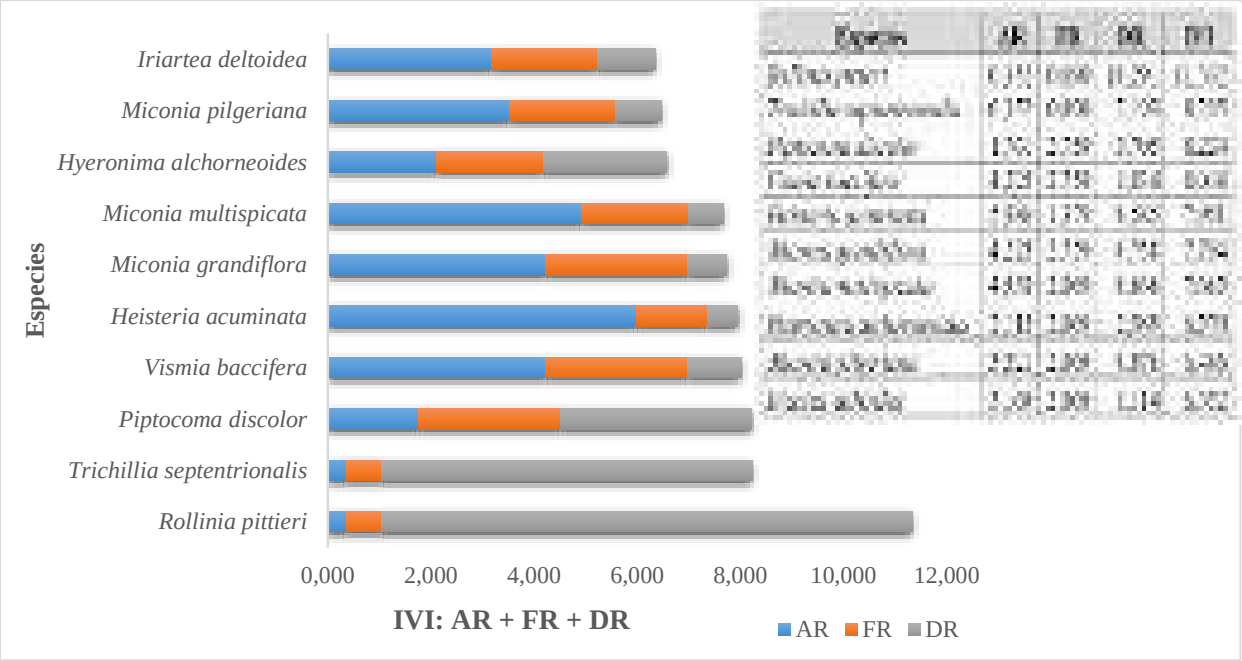


**Figura 8.** Índice de valor de importancia ecológica en cinco transectos del Bosque Secundario de la zona baja de la microcuenca río Puyo.

La importancia relativa de cada especie del Sistema Silvopastoril en función de su abundancia, dominancia y frecuencia relativa (Figura 9, Anexo 3) estuvo representado por *Chimarris Glabiflora* (25,566), dado por su mayor dominancia. En este sentido Vasquez (2008) refieren que los bosques tropicales del mundo poseen mayor abundancia de individuos con gran tamaño debido a sus factores climáticos. Es notable que la representación ecológica de las especies resultó diferente en cada sistema de bosque, lo cual es un indicador clave para determinar las especies de mayor peso ecológico dentro del bosque siempreverde piemontano, resultando las especies de valor ecológico del bosque primario las que predominan mayormente en este tipo de ecosistema. Estos resultados reflejaron que las alteraciones antropegenicas y naturales han influenciado en la estructura ecológica de los sistemas de bosque predominante en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

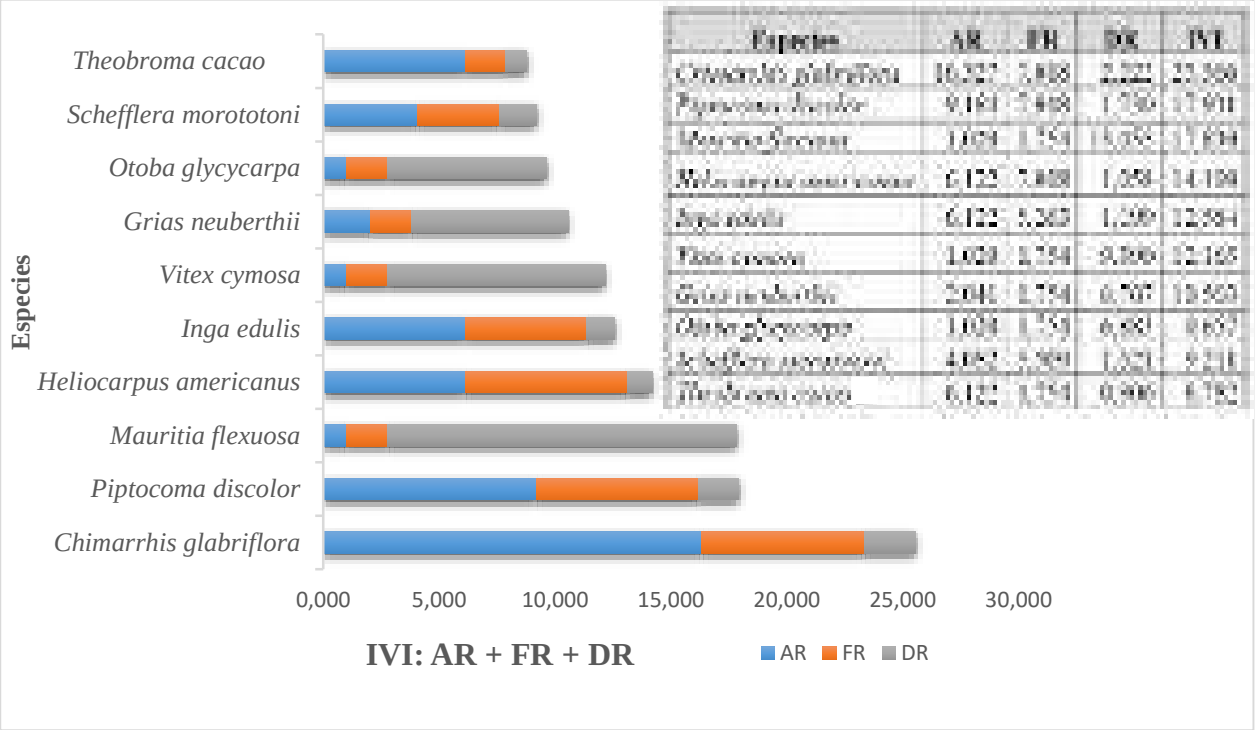


**Figura 9.** Índice de valor de importancia ecológica en cinco transectos del Sistema Silvopastoril de la zona baja de la microcuenca río Puyo.

### 4.3 Biomasa aérea acumulada de las especies arbóreas

La biomasa área acumulada (AGB) para cada uno de los transectos de estudio osciló en un rango 10.4520 a 197.0586 Mg / ha (Tabla 3). Estos resultados reflejaron variaciones en la biomasa total evidenciando una mayor acumulación de biomasa en los T1BP, T2BP, T3BP, T4SS, lo cual reflejó modificaciones en la biomasa y densidad de las especies. Estos resultados reprsentan una alta productividad de biomasa como indicador de la mayor acumulación de carbono en este tipo de ecosistema tropical, lo cual aporta información primaria que puede ser utilixada en inventarios de carbono a mayor escala. Los valores reportados de biomasa aérea acumulada son similares a los obtenidos por (Torres *et al*., 2019) en un bosque siempreverde piemontano de Napo en la Amazonía ecuatoriana. Tambien los valores obtenidos de biomasa se corresponden con Keeling & Phillips (2007), los cuales reportan que los bosques tropicales del mundo generalmente no tienen valores de AGB por encima de los 350 Mg/ha.

**Tabla 3.** Biomasa total acumulada por transectos en cada tipo de bosque.

| **Sistema** | **Bosque Primario** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Transecto** | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** |
| **TB(Mg/ha)** | 197,0586 | 123,9379 | 168,6345 | 82,0285 | 67,8892 |
| **Sistema** | **Bosque Secundario** | | | | |
| **Transecto** | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** |
| **TB(Mg/ha)** | 76,3663 | 77,8264 | 95,4951 | 84,2139 | 59,4359 |
| **Sistema** | **Sistema Silvopastoril** | | | | |
| **Transecto** | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** |
| **TB(Mg/ha)** | 19,9767 | 10,4520 | 33,7388 | 101,2278 | 34,8664 |

El análisis de la varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias de Tukey para los tres sistemas de bosque mostraron diferencias significativas ($P<0.05$) entre los valores estimados de biomasa aérea acumulada del sistema de bosque primario y secundario con el sistema silvopastoril (Tabla 4). Estos resultados reflejan el empobrecimiento en las reservas de biomasa del sistema silvopastoril comparado con el resto, lo cual infiere que los cambios de uso de suelo afectan de forma negativa el potencial de biomasa aérea. Un estudio realizado por (Ibrahim, *et al.*, 2007) de almacenamiento de carbono y biomasa aérea en tres sistemas de bosques y paisajes ganaderos obtuvieron resultados similares en sistemas sirvopasturas reportando menores valores y no aportan significativamente a diferencia de los otros sistemas a su vez insertando algunas áreas con plantaciones forestales y liberando áreas no aptas para la producción para dar paso a la regeneración natural de bosques secundarios.

Las plantaciones forestales pueden brindar un importante servicio ambiental por su potencial de capturan carbono, lo almacenan principalmente en la biomasa dura como la madera, hojas, ramas, corteza y raíces; esto depende de la composición de las especies en un bosque o plantación (López-Reyes *et al*., 2016).

Según Adrianzén (2015), señala que los bosques amazónicos son un gran almacén de biodiversidad y funcionan como sumideros de carbono debido a la biomasa aérea que acumulan en las diversas especies arbóreas.

**Tabla 4.** Valores medios y desviación estándar de biomasa aérea en tres sistemas de bosque amazónico

| Tipo de bosque | AGB (Mg) | AGB (Mg/ha) |
|---|---|---|
| **Bosque Primario** | 12,63 +- 5,58 b | 126,29 +- 55,84 b |
| **Bosque Secundario** | 7,87 +- 1,31 ab | 78,66 +- 13,13 ab |
| **Sistema Silvopastoril** | 4,00 +- 3,57 a | 40,05 +- 35,67 a |

**Leyenda:** Letras desiguales difieren significativamente para la prueba de comparacion de medias de Tukey al 0,05

La mayor acumulación de biomasa se presento en el sistema de bosque primario para todas las clases diametricas, seguido del bosque secundario y del sistema de silvopastura. La contribución de las clases diametricas a la biomasa acumulada no se comportó de manera homogénea, resultando la clase superior (>40cm) la que acumuló mayor contenido de biomasa. En la clase diamétrica de 10 – 20 cm es donde se concentró la mayor cantidad de individuos, mientras que existió una escasa representación de árboles con diámetros mayores a 40 cm. Se puede afirmar que la frecuencia de individuos en la clase diamétrica de 10,1 -20 también favorece a la captura de carbono y su distribución se debe a la alta tasa de renovación forestal, a su vez es importante considerar las características de los bosques amazónicos, determinada por los fuertes vientos y deslizamientos de suelos que causan mortalidad de los árboles más grandes. Según Adrianzén (2015), los bosques tropicales han captado un gran interés debido a que contribuyen en la captura de $CO_2$ en función de la biomasa aérea proporcionada por innumerables especies vegetales. Estos resultados se corresponden con Acosta *et al*., (2002) donde plantearon que la capacidad de los ecosistemas para almacenar carbono en forma de biomasa varía en función de la composición florística, la edad y la densidad de la población. Estudios similares fueron realizados por (Quinceno *et al*.,2016) en un estudio de estimnacion de contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales en un área de bosque primario en Colombia.Tambien con lo reportado por (Torres *et al.,* 2019) en un bosque siempreverde piemontano Napo, Ecuador.

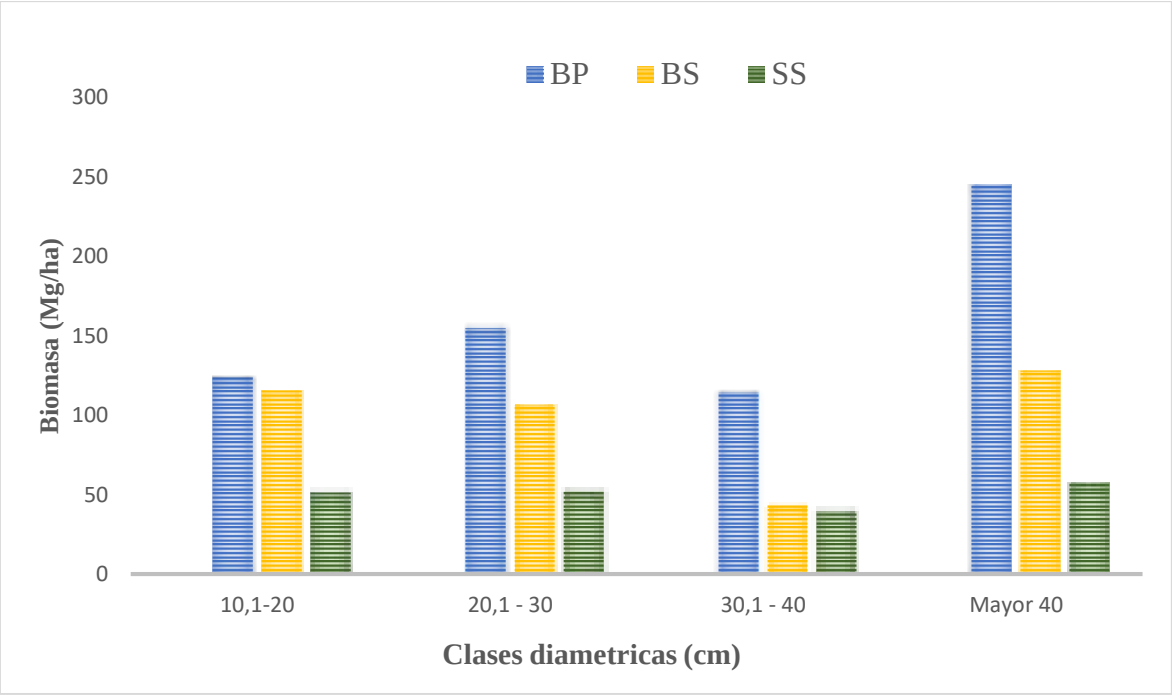


**Figura 10.** Biomasa acumulada en los transectos por clases diamétricas.

## 4.4 Indice de Valor de Biomasa

El índice de valor de biomasa (BIV) en función de la abundancia, densidad y biomasa es un buen indicador para reconocer las especies potenciales en la captura de carbono y la producción de biomasa, este índice generalmente es calculado en relación a la abundancia, frecuencia, y dominancia. Muchos trabajos de biomasa relacionados con los procesos temporales ante la acumulación de biomasa, la interacción de competencias y procesos requiere de estudios de estimación de biomasa para determinar el porcentaje de acumulación Casado (1995). Igualmente, algunos estudios relacionados con la coexistencia de especies y la densidad de individuos (Tausch & Tueller, 1989). Las ventajas en el análisis ecológico de las comunidades vegetales en cuanto a la acumulación de biomasa de cada especie, la calidad, productividad del sitio y la calidad ambiental de cada bosque específico ayudaría como base para la toma de decisiones en programas de restauración para los servicios ecosistémicos.

Los resultados del BIV (Tabla, 5) refieren a las diez especies que presentaron mayor valor de importancia de biomasa en función de la abundancia relativa, frecuencia relativa y biomasa acumulada relativa, resultando factible para identificar especies claves tanto por su estructura y potencialidad en cuanto al almacenamiento de carbono.

Las especies de mayor BIV en el bosque primario (Tabla 5, Anexo 3) fueron: *Iriartea deltoidea (14,27), Vochysia ferruginea Compsoneura (9,78), capitellata (8,89),* indicando que son las especies más abundantes en cuanto a acumulación de biomasa, en el bosque secundario (Tabla 5, Anexo 4) también se reflejaron especies con acumulación de biomasa las cuales son: *Heisteria acuminata (6,92), Miconia multispicata (5,93), Vismia baccifera (5,47).* En el sistema silvopastoril (Tabla 5, Anexo 5) también se encontraron especies abundantes con acumulación de biomasa fueron: *Chimarrhis glabriflora (*18,93), *Piptocoma discolor* (11,48) *Inga edulis (*8,03). Como se puede observar claramente dentro de las tres áreas de estudios de bosques la mayor acumulación de biomasa se encontró que en el bosque primario se reportó un porcentaje más alto de acumulación de biomasa con la especie: *Iriartea deltoidea (14,27),* , mientras que el bosque secundario se encontró en segundo lugar dado a su alta densidad de especies ya que este bosque no ha sido intervenido y en último lugar se reportó el sistema silvopatoril ya que en este bosque se puedo notar claramente como la intervención y la deforestación ha provocado la pérdida del bosque, resultando un área con predominio de especies pioneras típicas de la sucesión ecológica. En este sentido (Firbank & Watkinson, 1990) afirman que es de suma importancia realizar estudios de estimaciones de biomasa para determinar la pérdida de bosques y la alteración en cuanto a la pérdida de las reservas de carbono. Todas estas especies fueron la de mayor contribución de biomasa dentro de las tres zonas de estudio, esto constituye una contribución desproporcionada en cuanto a especies para mantener el nivel de las reservas de carbono, la baja representatividad de las especies en cuanto a acumulación puede indicar que futuros cambios del ecosistema pueden resultar en el empobrecimiento de los bosques amazónicos, resultados reportados (Fauset, 2005) donde deduce que en los bosques de la Amazonía la producción de biomasa es altamente concentrada en menos especies, las cuales pueden ser resistentes a los cambios ambientales, esta información representa una mejor comprensión en cuanto a la existencia de biomasa en bosques tropicales lo que podría conllevar a cambios futuros y escenarios sobre el cambio climático.

**Tabla 5.** Índice de valor de importancia de biomasa (BIV) para las especies de los tres tipos de bosque

| Especies Botanicas | No. Individuos | N (%) | BA (%) | AGB (%) | BIV* (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Bosque Primario** | | | | | |
| *Iriartea deltoidea* | 45 | 13,433 | 0,844 | 0,00700506 | 14,279 |
| *Vochysia ferruginea* | 28 | 8,358 | 1,410 | 0,03683425 | 9,781 |
| *Compsoneura capitellata* | 27 | 8,060 | 0,830 | 0,01674865 | 8,895 |
| *Cecropia sciadophylla* | 16 | 4,776 | 1,243 | 0,01076297 | 6,023 |
| *Parkia nitida* | 1 | 0,299 | 3,706 | 0,06335333 | 4,025 |
| *Pourouma guianensis* | 10 | 2,985 | 0,996 | 0,01480958 | 3,986 |
| *Inga thibaudiana* | 9 | 2,687 | 0,992 | 0,02862619 | 3,688 |
| *Pouteria glomerata* | 8 | 2,388 | 1,179 | 0,11120453 | 3,604 |
| *Protium sagotianum* | 8 | 2,388 | 1,092 | 0,01457011 | 3,485 |
| *Pourouma tomentosa* | 7 | 2,090 | 1,132 | 0,02272132 | 3,229 |
| ***Total, parcial*** | **159** | **47,463** | **13,423** | **0,32663598** | **60,995** |
| **Bosque Secundario** | | | | | |
| *Heisteria acuminata* | 17 | 5,986 | 0,935 | 0,00427222 | 6,922 |
| *Miconia multispicata* | 14 | 4,930 | 0,997 | 0,00908567 | 5,930 |
| *Vismia baccifera* | 12 | 4,225 | 1,242 | 0,02192521 | 5,474 |
| *Miconia grandiflora* | 12 | 4,225 | 1,058 | 0,01353372 | 5,288 |
| *Miconia pilgeriana* | 10 | 3,521 | 1,143 | 0,00947033 | 4,668 |
| *Iriartea deltoidea* | 9 | 3,169 | 1,289 | 0,0084122 | 4,461 |
| *Rollinia pittieri* | 1 | 0,352 | 3,918 | 0,10000222 | 4,304 |
| *Psychotria acuminata* | 9 | 3,169 | 1,087 | 0,01251769 | 4,260 |
| *Piptocoma discolor* | 5 | 1,761 | 2,351 | 0,14636034 | 4,160 |
| *Miconia spicata* | 8 | 2,817 | 1,228 | 0,01777995 | 4,051 |
| ***Total, parcial*** | **97** | **34,155** | **15,249** | **0,34335954** | **49,518** |
| **Sistema Silvopastoril** | | | | | |
| *Chimarrhis glabriflora* | 16 | 16,32653 | 2,587 | 0,05994262 | 18,934 |
| *Piptocoma discolor* | 9 | 9,18367 | 2,283 | 0,043261 | 11,481 |
| *Inga edulis* | 6 | 6,12245 | 1,901 | 0,03331778 | 8,034 |
| *Heliocarpus americanus* | 6 | 6,12245 | 1,786 | 0,02020422 | 7,915 |
| *Mauritia flexuosa* | 1 | 1,02041 | 6,735 | 0,18379833 | 7,817 |
| *Theobroma cacao* | 6 | 6,12245 | 1,652 | 0,00490038 | 7,776 |
| *Grias neuberthii* | 2 | 2,04082 | 4,516 | 0,06580517 | 6,578 |
| *Vitex cymosa* | 1 | 1,02041 | 5,319 | 0,10240949 | 6,374 |
| *Schefflera morototoni* | 4 | 4,08163 | 2,210 | 0,01544937 | 6,297 |
| *Otoba glycycarpa* | 1 | 1,02041 | 4,554 | 0,0350389 | 5,586 |
| ***Total, parcial*** | **52** | **53,06122** | **33,542** | **0,56412725** | **86,792** |

Se registraron 172 especies que pertenecen a 717 individuos. Los resultados de biomasa acumulada reflejaron variaciones en la biomasa por especies para cada uno de los transectos para los cual los transectos T1SS y T2SS del sistema silvopastoril están en un rango de 10 a 30 al igual el transecto T3SS y T5SS en un rango 31 a 50, el transecto T5BS del bosque secundario y T5BP del bosque primario se ubicaron en un rango de 51 a 70, el transecto T2BS y el T1BS del bosque secundario están en un rango 71 a 80, el transecto T4BS del bosque secundario se ubicaron en un rango de 81 a 90, el transecto T4SS del sistema silvopastoril y T4BS del bosque secundario oscilaron en un rango de 91 a 110, el transecto T2BP del bosque primario esta en un rango 111 a 130 al igual que el transecto T2BP que oscila en un rango de 151 a 170, el trasecto T1BP al igual q el T4BP ambos ubicados en un rango 171 a 200 de acumulación de biomasa (Figura 11), evidenciando asi una mayor acumulación de biomasa de las especies arbóreas del bosque primario.

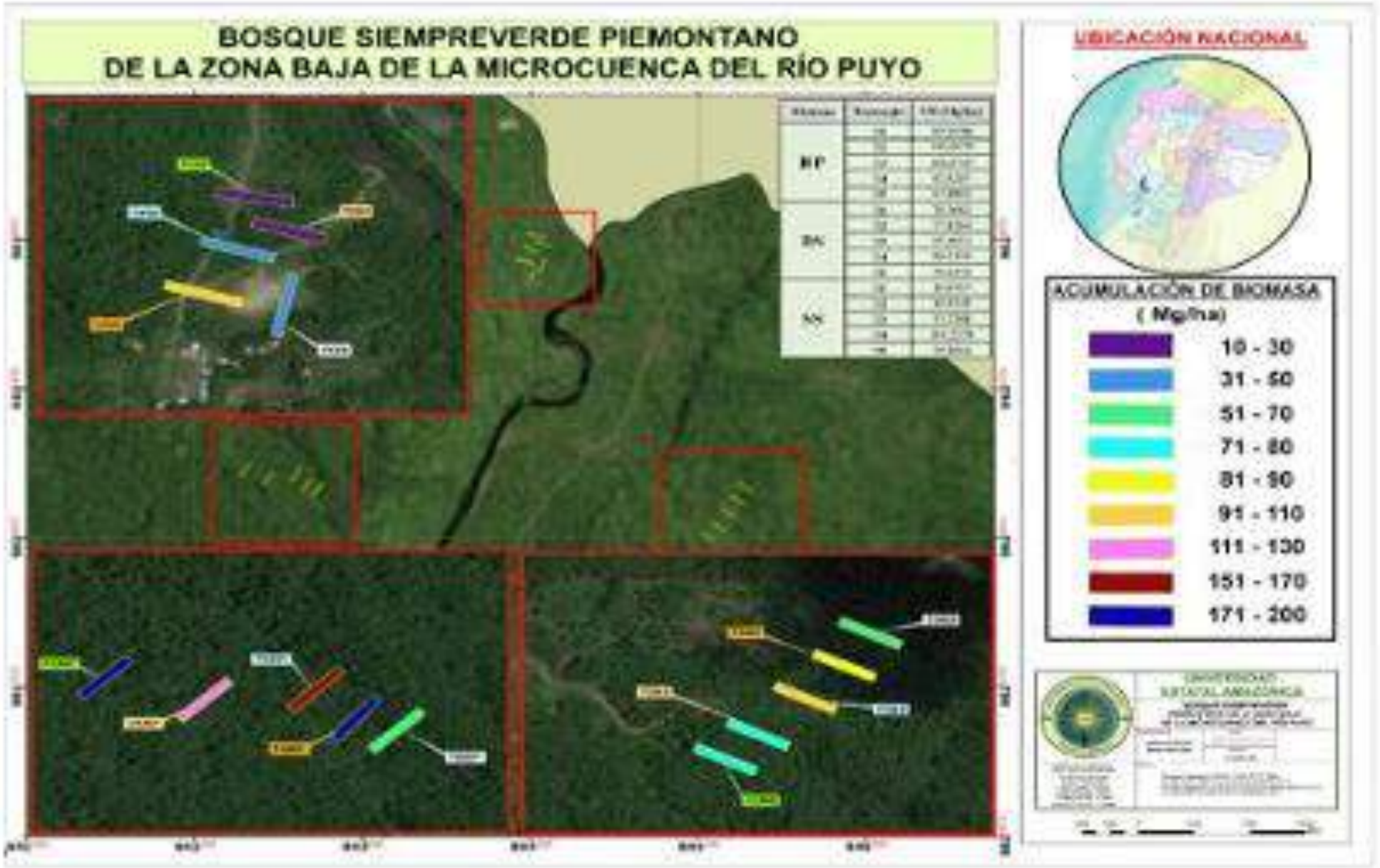


**Figura 11.** Distribución de acumulación de biomasa por transectos bosque primario, secundario y sistemas silvopastoril

## DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS Y SU CONTRIBUCIÓN A LA BIOMASA AÉREA ACUMULADA

El modelo ecológico determinado mediante el análisis de correspondencia canónica sin tendencia (DCA) describió la distribución de las especies arbóreas y su contribución a la biomasa aérea acumulada en los tres sistemas de bosque, el cual resultó con una alta correlación entre los transectos y la biomasa acumulada por las especies. El primer eje fue capaz de explicar el 84,67% de la varianza total explicada con una longitud del gradiente de 6,88 valor superior a 4 por lo que el método lineal no fue apropiado según lo establecido en el análisis ecológico espacial propuesto por (Lepš & Šmilauer, 2014).

**Tabla 6.** Análisis de correspondencia canónica sin tendencia (DCA)

| **Método DCA** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Variación total** | 6.45003 | | | |
| **Tabla de resumen** | | | | |
| Estadística | **Eje 1** | **Eje 2** | **Eje 3** | **Eje 4** |
| Valores propios | 0.8467 | 0.5315 | 0.3665 | 0.1985 |
| Variación explicada (acumulativa) | 13.13 | 21.37 | 27.05 | 30.13 |
| Longitud del gradiente | 6.88 | 3.47 | 3.47 | 2.33 |

Se comprobó mediante la distribución espacial que los 15 transectos representados en las tres áreas de estudio presentaron tendencias a distanciarse en cuanto a la acumulación de biomasa por familias siendo el T4SS correspondiente al transecto cuatro del sistema silvopastoril el de mayor distancia, resultando dentro de los de aporte de biomasa (Figura 12). En cambio, las especies del bosque secundario se encuentran agrupadas con una distancia muy cercana entre ellas y mostraron cierta similitud con el bosque primario. (Fauste *et al.*, 2015) informa que la contribución de varias especies a AGB en bosques amazónicos y sugieren que estos pueden ser menos resistentes al cambio ambiental en comparación con los bosques más diversos donde más especies contribuyen al AGB total. El estudio de la dispersión espacial de los individuos por especie es un factor fundamental para comprender o determinar el efecto de sucesos pasados sobre el patrón de distribución actual, lo cual permite generar hipótesis sobre los procesos biológicos o ambientales que estructuran los bosques tropicales (Dale, 1999).

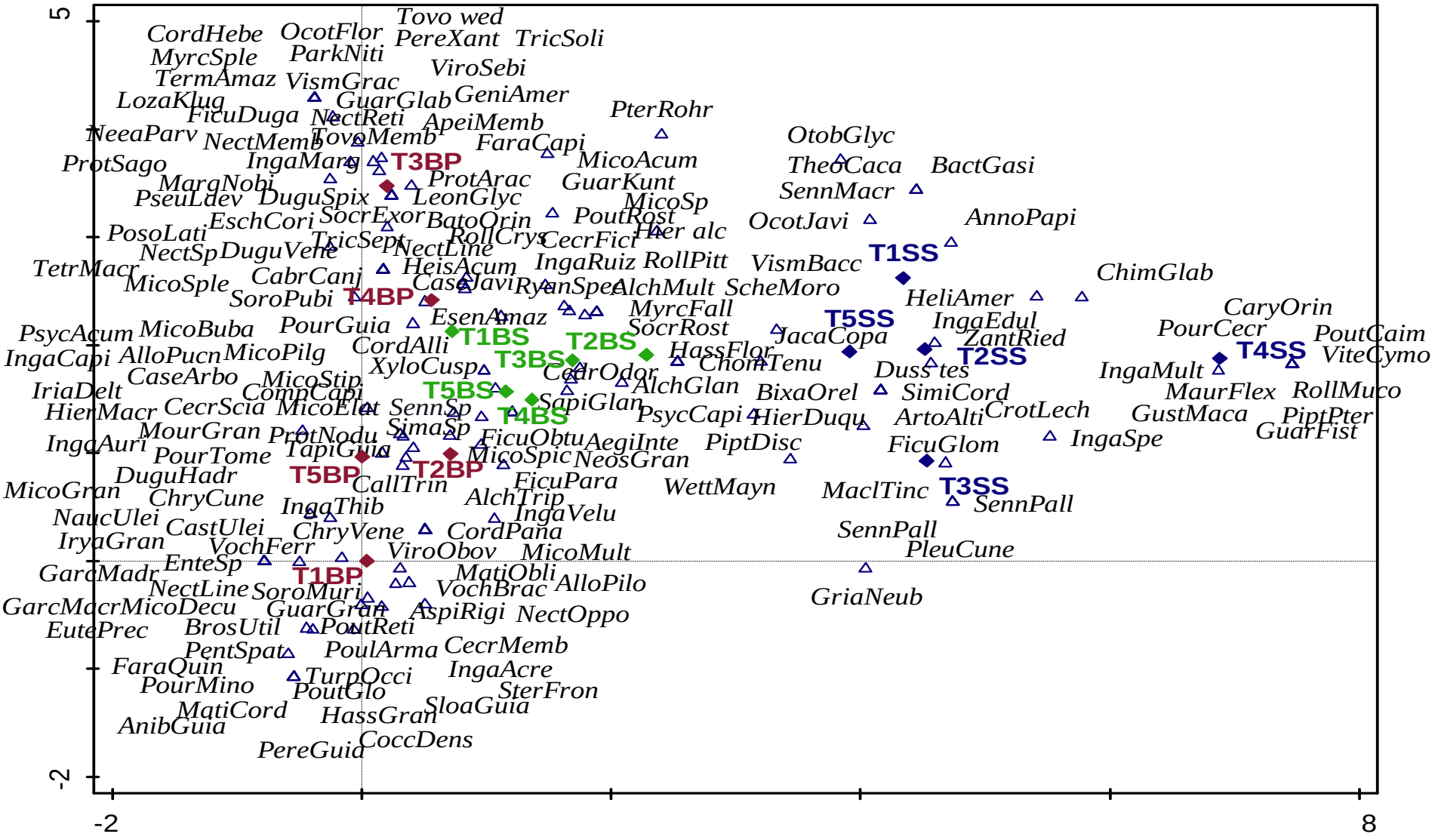


**Figura 12.** Ordenación espacial de los transectos y acumulación de biomasa por familias.

***Leyenda:*** **especies de Bosque primario:** Alchornea *triplinervia (*Alch trip*); Allophylus pilosus (*Allo pilo*); Aniba guianensis(*Anib guía*); Apeiba membranácea (*Apei memb*); Aspidosperma rigidum (*Aspi rigi*); Batocarpus orinocensis (*Bato orín*); Brosimum utile (*Bros útil*); Calliandra trinervia (*Call trin*);Casearia arbórea (*Case arbo*); Castilla ulei* (Cast ulei*); Cecropia ficifolia (*Cecr fici*) Cecropia membranacea* (Cecr memb); *Iriartea deltoidea* (Iria delt); *Chrysophyllum cuneifolium* (Chry cune); *Chrysophyllum venezuelanense* (Chry vene); *Coccoloba densifrons* (Cocc dens); *Vochysia ferruginea* (Voch fer); *Cordia hebeclada* (Cord hebe); *Cordia panamensi* (Cord pana); *Duguetia hadrantha* (Dugu hadr); *Duguetia spixiana* (Dugu spix); *Enterolobium sp(Ente sp); Eschweilera coriácea* (Esch cori); *Euterpe precatoria* (Eute pre); *Faramea capillipes (Fara capi); Faramea quinqueflora* (Fara quin);*Ficus dugandii* (Ficu duga); *Garcinia macrophylla* (Garc macr); *Garcinia madruno* (Garc madr); *Genipa americana* (Geni amer); *Grias neuberthii* (Gria neub); *Guarea glabra* (Guar glab); *Guarea grandifolia* (Guar grand); *Guarea kunthiana* (Guar kunt); *Hasseltia grandiflora* (Guar grand); *Heisteria acuminata* (Heis acum); *Inga acreana* (Inga acre); *Inga auristellae* (Inga auri); *Inga edulis* (Inga edul); *Inga marginata* (Inga marg); *Inga ruiziana* (Inga ruiz); *Parkia nítida* (Park niti); *Inga velutina* (Inga velu); *Compsoneura capitellata* (Comp capi); *Iryanthera grandis* (Irya gran); *Leonia glycycarpa* (Leon glyc); *Lozania klugii* (Loza klug); *Margaritaria nobilis* (Marg nobi); *Matisia cordata* (Matt cord); *Matisia obliquifolia* (Matt obli); *Miconia decurrens* (Mico decu); *Miconia elata* (Mico elat); *Miconia grandifolia* (Mico grand); *Miconia multispicata* (Mico mult); *Mouriri grandiflora* (Mour grand); *Myrcia splendens* (Myrc splend); *Naucleopsis ulei* (Nauc ulei); *Nectandra lineata* (Nect línea); *Nectandra lineatifolia* (Nect lineat); *Nectandra membranacea* (Nect membr); *Nectandra oppositifolia* (Nect oppo); *Nectandra reticulata* (Nect reti); *Neea parvifolia* (Neaa parv); *Ocotea floribunda* (Ocot flori); *Ocotea javitensis* (Ocot javi); *Otoba glycycarpa* (Otob glyc); *Cecropia sciadophylla* (Cecr scia); *Pentagonia spathicalyx* (Pent spat); *Perebea guianensis* (Pere guian); *Perebea xanthochyma* (Pere Xant); *Pourouma guianensis* (Pour guía); *Poulsenia armata* (Poul arma); *Inga thibaudiana* (Inga thib); *Pourouma minor* (Pour mino); *Pourouma tomentosa* (Pour tome); *Piptocoma discolor* (Pipt disc); *Pouteria reticulata* (Pout retic); *Pouteria rostrata* (Pout rost); *Protium nodulosum* (Prot nodu); *Protium aracouchini* (Prot arac); *Pouteria glomerata* (Pout glom); *Pseudolmedia laevis* (Pseu laev); *Psychotria acuminata* (Psych acumi); *Pterocarpus rohrii* (Pter rohr); *Sloanea guianensis* (Sloan guía); *Socratea exorrhiza* (Socra exorr); *Sorocea muriculata* (Soro muri); *Sorocea pubivena* (Soro pubi); *Sterculia frondosa* (Ster frond); *Tapirira guianensis* (Tapi guian); *Terminalia amazonia* (Term amaz); *Tovomita membranifolia* (Tovo memb); *Tovomita weddelliana* (Tovo wedd); *Trichilia solitudinis* (Trich solit); *Turpinia occidentalis* (Turp occid); *Virola obovata* (Viro obov); *Virola sebifera* (Viro sebi); *Vismia baccifera* ( Vism baccif); *Vismia gracilis* (Vism graci); *Vochysia braceliniae* (Voch brace); *Protium sagotianum* (Prot sago); *Wettinia maynensis* (wetti mayn).

**Leyenda: Especies del Bosque secundario:** *Aegiphila integrifolia* (Aegi integ); *Alchornea glandulosa* (Alch gland); *Alchornea multinervia* (Alch multi); *Alchornea triplinervia* (Alch tripli); *Allophylus pucntatus* (Allop pucn); *Apeiba membranacea* (Apei memb);*Aspidosperma rigidum* (Aspi rigi); *Cabralea canjerana* (Cabr canj); *Calliandra trinervia* (Calli trin); *Casearia arbórea* (Casea arbo); *Casearia javitensis* (Casea javi); *Cecropia ficifolia* (Cecr fici); *Cecropia membranacea* (Cecr memb); *Cecropia sciadophylla* (Cecr sciad); *Cedrela odorata* (Cedr odor); *Chomelia tenuiflora* (Chom tenu); *Chrysophyllum cuneifolium* (Chry cune); *Compsoneura capitellata* (Comp capi); *Cordia alliodora* (Cord allio); *Duguetia veneficiorum* (Dugue venef); *Eschweilera coriácea* (Eschw corià); *Esenbeckia amazónica* (Esen amaz); *Ficus glomerata* (Ficu glom); *Ficus obtusifolia* (Ficu obtu); *Ficus paraensis* (Ficu para); *Guarea grandifolia ( Guar grand); Guarea kunthiana* (Guar kunt); *Hasseltia floribunda* (Hass flori); *Heisteria acuminata* (Heis acum); *Hieronyma macrocarpa* (Hyer macr); *Hyeronima alchorneoides* (Hyer alcho); *Inga auristellae* (Inga auri); *Inga capitata* (Inga capi); *Inga ruiziana* (Inga ruiz); *Inga thibaudiana* (Inga thib); *Iriartea deltoidea* (Iria delt); *Jacaranda copaia* (Jaca copa); *Miconia acuminata* (Mico acum);*Miconia bubalina* (Mico buna); *Miconia elata* (Mico elat); *Miconia grandiflora* (Mico grand); *Miconia multispicata* (Mico multi); *Miconia pilgeriana* (Mico pilg); *Miconia sp* (Mico sp); *Miconia spicata* (Mico spic); *Miconia splendens* (Mico splen); *Miconia stipicata* ( Mico spic); *Myrcia fallax* (Myrc falla); *Nectandra lineata* (Nect line); *Nectandra membranacea* (Nect memb); *Nectandra sp* (Nect sp); *Neosprucea grandiflora* (Neos grand); *Piptocoma discolor* (Pipt disco); *Posoqueria latifolia* (Poso lati); *Poulsenia armata* (Poul arm); *Pourouma guianensis* (Pour guía); *Pourouma tomentosa* (Pour tomen); *Pouteria rostrata* (Pout rostr); *Protium nodulosum* (Prot nodu); *Protium sagotianum* (Prot sago); *Psychotria acuminata* (Psycacum); *Psychotria capitata* (Psych capi); *Pterocarpus rohrii* (Pter rohr); *Rollinia crysocarpa* (Rolli crys); *Rollinia pittieri* (Rolli pitt); *Ryania speciosa* (Ryan spec); *Sapium glandulosum* (Sapium gland); *Schefflera morototoni* (Sche moro); *Senna sp* (senn sp); *Simarouba sp* (Sima sp); *Socratea exorrhiza* (Socr exorr); *Socratea rostrata* (Socr rost); *Tetrathylacium macrophyllum* (Tetr macr); *Trichillia septentrionalis* (Trich sept); *Turpinia occidentalis* (Turp occi); *Vismia baccifera* (Vism bacc); *Vochysia braceliniae* (Vochy brac); *Wettinia maynensis* (Wett mayn); *Xylopia cuspidata* (Xylo cusp); *Zanthoxylum riedelianum* (Zanth ried).

**Leyenda: Especies de Sistema silvopastoril:** *Annona papilionella* (Anno papi); *Artocarpus altilis* (Arto alti); *Bactris Gasipaes* (Bact gasi); *Bixa Orellana* (Bixa orell); *Caryodendron orinocense* (Caryo orin); *Chimarrhis glabriflora* (Chim glab); *Croton lechleri* (Crot lech); *Dussia tessmannii* (Duss tess); *Ficus glomerata* (Ficus glom); *Grias neuberthii* (Grias neub); *Guarea fistulosa* (Guar fist); *Guarea kunthiana* (Guar kunt); *Gustavia macarenensis* (Gust maca); *Heliocarpus americanus* (Heli amer); *Hieronyma duquei Cuatrec* (Hier duque); *Inga spectabilis* (Inga spect); *Inga edulis* (Inga edul); *Inga multinervis* (Inga mult); *Inga spectabilis* (Inga spect) *Jacaranda copaia* (Jaca copa); *Maclura tinctoria* (Macl tinc); *Mauritia flexuosa* (Maur flex ); *Ocotea javitensis* (Ocot javi); *Otoba glycycarpa* (Otob glyc); *Piptadenia pteroclada* (Pipt pter); *Piptocoma discolor* (Pipt disc); *Pleurothyrium cuneifolium* (Pleu cune); *Pourouma cecropiifolia* (Pour cecr); *Pouteria caimito* (Pout caim); *Pterocarpus rohrii* (Pter rohrr); *Rollinia mucosa* (Rolli muco); *Schefflera morototoni* (Sche moro); *Senna pallida* (Senn pall); *Senna macrophylla* (Senna macro); *Simira cordifolia* (Simi cord); *Theobroma cacao* (Theo caca); *Vismia baccifera* (Vism bacc); *Vitex cymosa* (Vite cymo); *Wettinia maynensis* (Wett mayn); *Zanthoxylum riedelianum* (Zant ried).

Las especies con contribución a la acumulación de biomasa resultaron con diferencias significativas entre los 15 transectos, representados en las tres áreas de estudio. Las especies que más contribuyeron a la cantidad de biomasa representando a los rombos más grandes (Figura 13) en T1BP fueron seis (*Turpinea occidentalis, Pouteria glomerata , Pouteria reticulata, Guarea glabia, Pentagonia sothicalyx* y *Nectandra oppositifolia*), en T2BP fueron cuatro especies (*Ficus parciensis, Alchonea triplinervia , Inga velutina y Cordia paramensis*), en T3BP fueron diez especies (*Inga marginata, Tovomita menbrifolia, Vismia gradis , Petterocarpus rohrir, Apeiba menbranosa, Faramea Capillipes, Ficus dugandii, Protium aracouchini, Leonia glycycarpa* y *Nectandra lineata* ), en T4BP fueron tres (*Heisteria acuminata, Duguetia veneficiocum y Casearia javitensis* ) en T5BP fueron seis (*Inga thibaudiana, Chysophylum cuneifolium, Protium nodulosom, Tapirira femginea y Entebolium sp*) con menor cantidad de especies contribuyentes al total de biomasa acumulada representando al rombo con tamaño mediano ( Figura 13 ), en T1BS fueron tres (*Esenbeckia amazónica, Cordia alliodora y Ryania speciosa*) en T2BS fueron dos (*Hasseltia grandiflora y Chomelia tenuiflora*) en T3BS fueron dos (*Cedrela odorata y Alchornea triplinervia* ) en T4BS fueron 2 (*Ficus obtusifolia, y Miconia spicata* ) en T5BS fueron dos (*Senna sp y Simarouba sp*), las especies más representativas representando al rombo con menor tamaño, en T1SS fueron cuatro *( Annona papilionella , Senna macrophylla, Ocotea javitensis y Theobrama cacao* ), en T2SS fueron tres ( *Dussia tesmani, Simiria Cordofolia y Inga spectabilus* ), en T3SS fueron dos ( *Senna pallida y Gria neuberthii* ), en T4SS fueron dos (*Inga multinervis y Rollinia Mucosa*), en T5SS fueron cinco (*Jacaranda copaia , Bixa Orellana , Hieronyma duquei, Piptocoma discolor y Chomera tenviflora* ), resultando que el sistema silvpastoril tiene la menor acumulación de biomasa a diferencia de las otras dos áreas de estudios las cuales representaron mayor contenido de biomasa, indicando una menor correlación con el resto de la composición de especies, lo que representa que el sistema silvopastoril tiene una baja representatividad como

reserva de carbono y sus especies son exclusivas y no representativas del bosque siempreverede piemontano.

El análisis global de la distribución de especies en cuanto a acumulación de biomasa y la composición dentro de un mosaico de paisaje permite entender el papel que juegan cada uno de los hábitats en las tres áreas de estudio en la distribución de especies y la capacidad para garantizar la conservación de en paisajes intervenidos (Suarez, 2012).los resultados obtenidos posibilitaron la identificación de las especies que más contribuyeron a la acumulación de biomasa y reservas de carbono y a su vez los servicios ecosistémicos que aportan a la sociedad lo que se convierte en especies claves para la conservación, siendo bosque primario la reserva de acumulación de biomasa más representativa de las tres áreas de estudio la baja representación de biomasa en los bosques es una preocupación que genera dudas en cuanto a buscar e implementar medidas, estrategias o alternativas para mitigar el empobrecimiento de bosques, Según FAO ( 2008) traza tres estrategias para la conservación de los bosques a nivel mundial la reforestación y forestación , la conservación como áreas protegidas , reservas de carbonos y la sustitución de combustibles es una forma de mejorar la perdida de bosques y por ende perdidas de acumulación de biomasa para evitar así la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) de esta forma evitar la pérdida total y alteración de los ecosistemas.

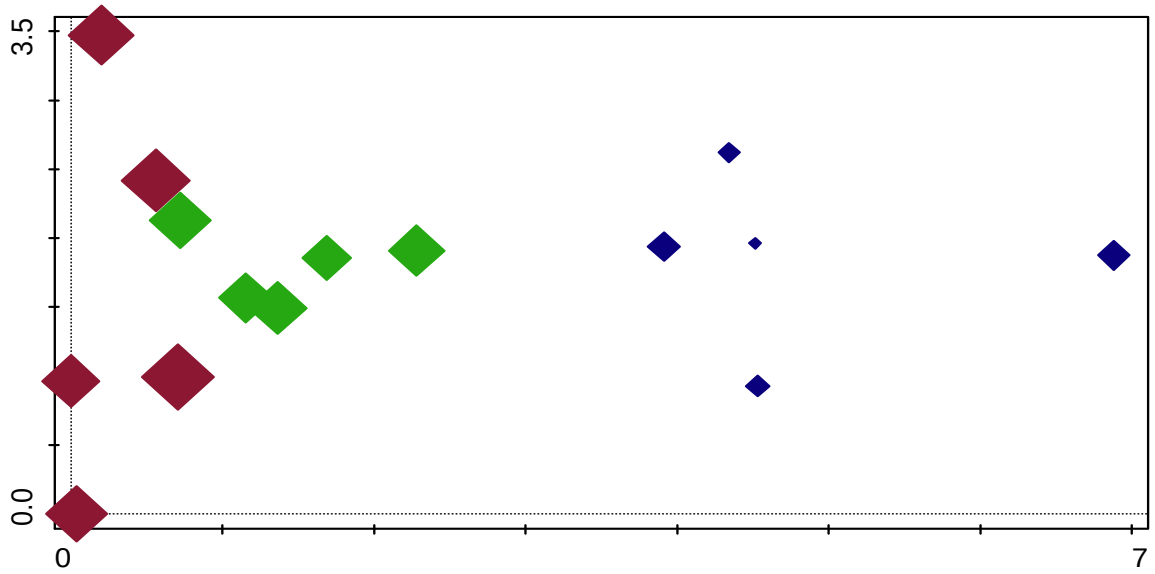


**Figura 13.** Distribución del número de familias por transectos (Un aumento del tamaño de los círculos indica mayor cantidad de familias).

# CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1 CONCLUSIONES

- La flora registrada en la zona baja de la microcuenca del río Puyo sector Pomona incluyó un total de 41 familias botánicas, 172 especies y 717 individuos, resultando ser un ecosistema con alta riqueza de especies, pero con alteraciones en la composición de especies debido a los cambios de uso de suelo, siendo las especies más abundantes *Cecropia sciadophylla, Componteara capitellata, Iriartea deltoidea* y *Vochysia ferruginea*.
- El bosque primario presentó una mayor abundancia de especies con un total de 335 individuos, mientras que el bosque secundario presentó una abundancia de 284 y el sistema silvopastoril resultó el menor con 98 individuos, lo cual permitó de acuerdo al dendrograma jerárquico clasificar la vegetación en función de su estructura y composición de la vegetación.
- La biomasa aérea resultó con variaciones significativas en los tres sistemas de bosque, siendo superior en bosque primario, con valores de 10.4520 a 197.0586 Mg-ha y mayor acumulación en los individuos de menor clase diamétrica, resultando ser los que mayor potencial presentan para la captura de carbono en los ecosistemas de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.
- El índice de valor de importancia de biomasa permitio reconocer que las especies de mayor reserva de carbono y mejor estructura son: *Iriartea deltoidea (14,27), Vochysia ferruginea Compsoneura (9,78), capitellata (8,89),* del bosque primario esto resulta un indicador favorable para determinar que futuros cambios en la zona baja de la microcuenca pueden resultar en el empobrecimiento del ecosistema amazónico.
- El modelo ecológico empleado determinado por el análisis de correspondencia canónica sin tendencia (DCA) resultó con una alta correlación, entre los transectos y abundancia de especies en tendencia o distancia de sistemas silvopastoriles debido a su baja contribución como reserva de carbono. lo cual permitió identificar que las especies del bosque primario correspondientes a los transectos T1BP y T3BP son las de mayor contribución a la reserva de carbono y que más aportan a los servicios ecosistémicos dentro de la microcuenca del río Puyo.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Continuar con el proceso de la toma de datos en parte de la investigación e incorporar más variables que sean de mayor interés en otras regiones del ecuador utilizando la metodología de este trabajo
- Socializar con las entidades gubernamentales la contribución de especies botánicas a la captura de carbono y por consiguiente los servicios ecosistémicos de la microcuenca del río Puyo, de tal manera que se puedan definir acciones prioritarias para los grupos ecológicos.
- Elaborar estrategias de mitigación en función de los grupos de vegetación que permita tomar decisiones sobre la conservación, reforestación de los bosques para evitar el empobrecimiento de los mismos.
- Desarrollar acciones con los moradores de la zona para mitigar los efectos de la antropización, perturbaciones y valorar la importancia de los servicios ecosistémicos de la zona baja de la microcuenca del rio Puyo.
- Aplicar el índice de biomasa (BIV) propuesto para la selección de especies claves en ecosistemas amazónicos como contribución a la reserva y captura de carbono ya que es un índice aceptable para la cuantificación de biomasa aérea.

## CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFIA


- Acosta Mireles, M., & Vargas Hernández, J., & Velázquez Martínez, A., & Etchevers Barra, J. (2002). Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. Agrociencia, 36 (6), 725-736.
- Adrianzén, M. (2015). Aporte de biomasa aérea de las especies arbóreas de la familia Myristicaceae en los bosques Amazónicos del Perú. Revista de Biología Tropical, 63(1).
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. Ecosistemas Vol 21 (1-2), 136-147.
- Bateman, A. 2007 Hidrología Básica y Aplicada Grupo de Investigación en transporte de Sedimentos pag. 7, 8
- Blanc L, Echard M, Herault B, Bonal D, Mar-con E, Chave J, Baraloto C (2009) Dy-namics of aboveground carbon stocks in a selectively logged tropical forest. Ecol. Applic. 19: 1397-1404.
- Borras, C. (2017, noviembre). El bosque tropical amazónico. Recuperado de https://www.ecologiaverde.com/el-bosque-tropical-amazonico-106.html
- Brown S. (1997). Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer. FAO. Forestry Paper 134, Rome, Italy.
- Burbano-Orjuela, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. Revista de Ciencias Agrícolas, 33, 117-124.
- Burga, R. M. (2016). Incremento de la Deforestación y sus consecuencias en la Pérdida de Biomasa en los Bosques de la Provincia alto Amazonas del Departamento de Loreto, 2000-2014. (Tesis para optar el título de Licenciado en Ecología), Iquitos-Peru.
- Caicedo, C. M. A., Melo, W. M., & San Juan, D. P. (2013). Caracterización botánica, nutricional y fenológica de especies arbóreas y arbustivas de uso potencial para Sistemas Silvopastoriles (SSP) en la zona de Bosque Muy Seco Tropical (BMS-T) del Norte de Nariño y Sur del Cauca.
- Callo, C.D.; Krishnamurthy, L. & Alegre, J. (2002). Secuestro de carbono por sistemas agroforestales amazónicos. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 8(2).
- Cano, Á. & Stevenson, P.R. (2009). Floristic composition and diversity of three forest types at Caparú, Vaupús Biological Station. Colombia Forestal, 12(1), 63-80.
- Casado, E. (1995). Funciones de estimación de la biomasa aérea en varias especies. Centro de Investigación Fernando González Bernáldez., 1-2.

- Cascante, A. & Estrada, A. (2001). Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 49. 213-225.
- Chamorro, A. & Obando, J. (2015). "Rendimiento en área basal y composición florística en tres tipos de bosques secundarios provincia de Sucumbíos, cantón Lago. (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Chave, J.; Andalo, C.; Brown, S.; Cairns, M. A.; Chambers, J.Q.; Eamus, D. & Lescure, J. P. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. Oecologia, 145(1), 87-99.
- Chave, J.; Coomes, D.; Jansen, S.; Lewis, S.L.; Swenson, N.G. & Zanne, A.E. (2009). Towards a worldwide wood economics spectrum. Ecology letters, 12(4), 351-366.
- Chávez-Aguilar, G., & Ángeles-Pérez, G., & Pérez-Suárez, M., & López-López, M., & García-Moya, E., & Wayson, C. (2016). Distribución de biomasa aérea en un bosque de Pinus patula bajo gestión forestal en Zacualtipán, Hidalgo, México.*Madera y Bosques*, *22* (3), 23-36.
- Chávez-Aguilar, Griselda, Ángeles-Pérez, Gregorio, Pérez-Suárez, Marlín, López-López, Miguel Ángel, García-Moya, Edmundo, & Wayson, Craig. (2016). Distribución de biomasa aérea en un bosque de Pinus patula bajo gestión forestal en Zacualtipán, Hidalgo, México. *Madera y bosques*, *22*(3), 23-36.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. (2016). La Región Amazónica. Amazonia posible y sostenible, Recuperado de https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/folleto_amazonia_posible_y_sostenible.pdf
- Concha, J., Alegre, C.J. & Pocomucha, V. (2007). Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de sistemas agroforestales de Theobroma cacao L. en el Departamento de San Martín Perú. Tesis Profesional. Fac. Ecología Aplicada, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú
- DALE, MRT. 1999. Spatial pattern analysis in plant ecology. Third edition. Cambridge University Press.Cambridge UK.326.
- De Fries R, Asner G, Achard F, Justice C, La-porte N, Price K, Small C, Townshend J (2005) Monitoring tropical deforestation for emerging carbon markets. En Moutin-ho P, Schwartzman S (Eds.) Tropical De-forestation and Climate Change. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. En-vironmental Defense. Washington, DC, EEUU. pp. 35-46.

- ECORAE (2012). Plan Integral de la Circunscripción Territorial Especial Amazónica "PI-CTEA." ECORAE. Amazonía Ecuatoriana.
- FAO. (2000). La Microcuenca como ámbito de planificación de los recursos naturales. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2004). Inventario forestal Nacional. Manual de campo. Departamento de Montes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO. (2013). Biodiversidad y servicios de ecosistema. Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación.
- FAO. (2015). Evaluación de los recursos forestales mundiales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- FAO. (2018). Servicios ecosistémicos y biodiversidad. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/
- FAO.(2008).Bioenergía, seguridad y sostenibilidad alimentarias: hacia el establecimiento de un marco internacional. Documento para la Conferencia de Alto Nivel sobre la Seguridad Alimentaria Mundial: Los desafíos del cambio climático y la bioenergía. FAO, Roma. 21 p.
- Fernández, T. (2003). Una evaluación cuantitativa de los errores en el monitoreo de los cambios de cobertura por comparación de mapas. Investigaciones Geográficas 51:73-87.
- Fonseca G, William, Alice G, Federico, & Rey B, José María. (2009). Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica. *Bosque (Valdivia)*, *30*(1), 36-47.
- Fraume, N. (2012). Diccionario Ambiental. Ecoe ediciones. Recuperado en http://booksmedicos.org/diccionario-ambiental-nestor-julio-fraume.
- Gasparri, I., & Manghi, E. (2004). Estimación de volumen, biomasa y contenido de carbono de las regiones forestales argentinas, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Gayoso, J., & Schlegel, B. (2001, marzo). Proyectos forestales para mitigación de gases de efecto invernadero. Ambiente y Desarrollo. VOL XVII - Nº 1, pp. 41 – 49.
- GEO AMAZONÍA, 2009. Perspectivas del medio ambiente en la Amazonía. PNUMA, OTCA, Universidad del Pacífico. Panamá Brasil, Perú.
- González Z., M. (2008). Estimación de la biomasa aérea y la captura de carbono en regeneración natural de Pinus maximinoi H. E. Moore, Pinus oocarpa var. ochoterenai

Mtz. y Quercus sp. en el norte del estado de Chiapas, México. Tesis de Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Naturales y Biodiversidad. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.

- Granda, M. & Yánez, P. 2017. Estudio sobre la percepción de los beneficios del programasocio bosque en la región amazónica ecuatoriana. La Granja: Revista de Ciencias de laVida. Vol. 26(2):2-3. pISSN:1390-3799; eISSN:1390-8596.
- Harms, K., & Timothy Paine, C. (2003). Regeneración de árboles tropicales e implicaciones para el manejo de bosques naturales. *Ecosistemas*, *XII* (3), 1-16.
- Houghton RA (2005) Aboveground biomass and global carbon balance. Global Change Biol. 11: 945-958.
- Ibrahim, M., Chacón, M., Cuartas, C., Naranjo, J., Ponce, G., Vega, P., ... & Rojas, J. (2007). Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Agroforestería en las Américas, 45(1), 27-36.
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). (2014). Anuario Metereológico Nro. 51–2011. Quito-Ecuador. 149 pp.
- INEC, I. (2010). Censo de población y vivienda. Censo de Población y Vivienda.
- Jaramillo, C., M. J. Rueda & G. Mora. 2006. Cenozoic Plant Diversity in the Neotropics. Science 311: 1893-1896.
- Keeling, H.C. & Phillips, O.L. (2007). The global relationship between forest productivity and biomass. Global Ecology and Biogeography, 16(5), 618-631
- Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los trópicos. Traducido por A. Carrillo. GTZ, Eschborn, 326 p.
- Llerena, H.G. (2009). Influencia del cambio climático en el caudal del rio puyo y sus efectos en la cuenca hidrográfica de la provincia de Pastaza en Ecuador, Ecuador. (Tesis presentada en opción al grado de ingeniero ambiental). Universidad Estatal Amazónica, Pastaza Ecuador.
- López-Reyes, L. Y., Domínguez-Domínguez, M., Martínez-Zurimendi, P., Zavala-Cruz, J., Gómez-Guerrero, A., & Posada-Cruz, S. (2016). Carbono almacenado en la biomasa aérea de plantaciones de hule (Hevea brasiliensis Müell. Arg.) de diferentes edades. Madera y bosques, 22(3), 49-60.
- Lozada, D.J.R. (2010). Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales. Revista Forestal Venezolana, 54(1):77-88.

- Lozano, P. (2002). Los tipos de bosque en el sur del Ecuador (pp. 29-50).
- McAleece, N. (1997). Biodiversity pro. *http://www. sams. ac. uk/research/software/research/software/bdpro. zip*.
- Mejía, M. A. (2016). Naturaleza Urbana: Plataforma de Experiencias. Bogotá. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Montes, C. (2007). Del desarrollo sostenible a los servicios de los ecosistemas. *Ecosistemas, 16* (3), 1-3.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T manuales y tesis SEA. Volumen l. Zaragoza 84 p.
- Mostacedo, Bonifacio, Balcazar, Julio, & Montero, Juan Carlos. (2006). Tipos de bosque, diversidad y composición florística en la Amazonia sudoeste de Bolivia. Ecología en Bolivia, 41(2), 99-116
- Navas, A. (2016). Sistemas silvopastoriles. Bogotá: Tropenbos Internacional Colombia & Fondo Patrimonio Natural.
- Ordóñez, J. A., Rivera V. R., Tapia, M. M., & Ahedo, H. L. (2015). Contenido y captura Potencial de carbono en la biomasa forestal de San Pedro Jacuaro, Michoacán. Revista mexicana de ciencias forestales, 6 (32), 7-16.
- Palacios, W. (2017). Arboles del Ecuador: Familias y géneros; especies representativas. Ciudadela el Olivo. Universidad Técnica del Norte Ibarra-Ecuador. 882 p.
- Patiño, J., Lozano, P., Tipán, C., Navarrete, H., López, R., Asanza, M., & Torres, B. (2015). Composición florística y estructura de un bosque siempreverde piemontano de 600 a 700 m snm en la cuenca del río Piatúa, Napo, Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, *4*(2), 166-214.
- Peña, Santiago. (2016). La biomasa: Importancia, tipos y características y formas de preparación.
- Perez, M. (2017, agosto). Bosque Húmedo Tropical: Características, Clima, Flora y Fauna. Recuperado de https://www.lifeder.com/bosque-humedo-tropical/.
- Peters, C. 2011. Economic botany and management potential of seasonally dry tropical forests. En: Dirzo, R., Young, H.S., Mooney, H.A., Ceballos, G. (eds.). Seasonally Dry Tropical Forests, pp. 239-257, Island Press, Washington, D.C., USA.
- Pitman, N. C. A., J. W. Terborgh, M. R. Silman, V. P. Nuñez, D. A. Neill, C. E. Cerón, W. A. Palacios & M. Aulestia. (2002). A comparison of the tree species diversity in two upper amazonian forests. Ecology 83(11): 3210-3224.

- Quiceno Urbina, N. J., Tangarife Marín, G. M., & Álvarez León, R. (2016). Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario en el resguardo indígena piapoco chigüiro-chátare de barrancominas, departamento del guainía (colombia). *Luna Azul*, (43), 171-202.
- Quijas, S., Schmid, B. & Balvanera, P. 2010. Plant diversity enhances provision of ecosystem services: a new synthesis. *Basic and Applied Ecology* 11:582–593
- Rodríguez-Larramendi, L. A., Guevara-Hernández, F., Reyes-Muro, L., Ovando-Cruz, J., Nahed-Toral, J., Prado-López, M., & Campos Saldaña, R. A. (2016). Estimación de biomasa y carbono almacenado en bosques comunitarios.
- Rügnitz T. M., M. C. León & R. Porro. (2009). Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Manual técnico 11, Centro Mundial Agroforestal (ICRAF)/ Consórcio Iniciativa Amazonica (IA). Lima, Perú.
- Samaniego, E.; García, Y.; Neill, D.; Arteaga, Y.; Vargas, J.C.; Rojas, L. (2015). Diversidad florística de tres sitios de un bosque siempreverde piemontano de la región oriental amazónica del Ecuador. Revista Amazónica Ciencia y Tecnología 4 (1): 32-47.
- Sánchez, E. (2006). Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras, (Tesis de posgrado). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba Costa Rica.
- Schlegel B, J Gayoso, &, J Guerra. (2000). Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial: Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecositemas forestales. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 15 p.
- Schlegel, B. (2001). Estimación de la biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempreverde. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales, Valdivia – Chile.
- Segura, M. (1997). Almacenamiento y fijación de carbono en Quercus costarricensis, en un bosque de altura en la cordillera de Talamanca, Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Silva A., F. 2006. Estimación de factores de expansión de biomasa y carbono en ecosistemas forestales del norte de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N.L. México.
- Sprugel DG. (1983). Correcting for bias in log-transformed allometric equations. *Ecology* 64(1): 209-210.

- Stevenson, P. R., & Rodríguez, M. E. (2008). Determinantes de la composición florística y efecto de borde en un fragmento de bosque en el Guaviare, Amazonía colombiana. *Colombia forestal*, *11*, 5-17.
- Stevenson, P., & Rodríguez, M. (2008). DETERMINANTES DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y EFECTO DE BORDE EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE EN EL GUAVIARE, AMAZONIA COLOMBIANA. Colombia Forestal, 11 , 5-17.
- Sucoshañay Villalba, D. J. (2016). Propuesta para el ordenamiento de la cuenca del rio puyo en la Amazonía Ecuatoriana, (Tesis de Doctorado). Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.
- Tausch & Tueller. (1989). estimacion de biomasa. Centro de Investigación Fernando González Bernáldez. , 1.2.
- Ter Braak, C. J., & Smilauer, P. (1998). CANOCO. Reference Manual and User´s Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (Version 4) Microcomputer Power. Itacha, New York.
- Torres, B., Vasseur, L., López, R., Lozano, P., García, Y., Arteaga, Y., ... & García, A. 2019. Structure and above ground biomass along an elevation small-scale gradient: case study in an Evergreen Andean Amazon forest, Ecuador. *Agroforestry Systems*, 1-11.
- Torres, B.; Vasseur, L.; López, R.; Lozano, P.; García, Y.; Arteaga, Y.; Bravo, C.; Barba, C. & García, A. (2019). Structure and above ground biomass along an elevation gradient in an Evergreen Andean Amazon Forest of Napo, Ecuador.
- Vasquez. (2008). métodos de muestreo. revista de bosques, 1-3.
- Vilanova. (2010). El Almacenamiento de Carbono en la Biomasa Aérea como Indicador del Impacto del Aprovechamiento de Maderas en la Reserva Forestal Imataca, Venezuela. Sistema de Información Científica, 660-661.
- Yepes, A., & Sierra, A., & Niño, L., & López, M., & Garay, C., & Vargas, D., & Cabrera, E., & Barbosa, A. (2016). Biomasa y carbono total almacenado en robledales del sur de los Andes Colombianos: aportes para el enfoque REDD+ a escala de proyectos. *Revista de Biología Tropical*, *64* (1), 415-428.
- Yépez Heredia, M. (2015). Los recursos naturales y el manejo de cuencas hidrográficas.

## CAPÍTULO VI. ANEXOS

**Anexo 1.** Índice de valor de importancia ecológica de las especies de las cinco parcelas del bosque primario.

| N° | N° Especies | Familia | AR | FR | DR | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Aegiphila integrifolia* | Lamiaceae | 0,352 | 0,694 | 0,945 | 1,992 |
| 2 | *Alchornea glandulosa* | Euphorbiaceae | 0,352 | 0,694 | 1,201 | 2,248 |
| 3 | *Alchornea multinervia* | Euphorbiaceae | 0,352 | 0,694 | 1,125 | 2,172 |
| 4 | *Alchornea triplinervia* | Euphorbiaceae | 2,465 | 2,083 | 0,707 | 5,255 |
| 5 | *Allophylus pucntatus* | Sapindaceae | 0,704 | 0,694 | 0,428 | 1,826 |
| 6 | *Apeiba membranacea* | Malvaceae | 1,761 | 1,389 | 1,739 | 4,889 |
| 7 | *Aspidosperma rigidum* | Apocynaceae | 0,704 | 1,389 | 0,998 | 3,091 |
| 8 | *Cabralea canjerana* | Meliaceae | 0,352 | 0,694 | 0,980 | 2,026 |
| 9 | *Calliandra trinervia* | Fabaceae | 0,352 | 0,694 | 0,578 | 1,624 |
| 10 | *Casearia arbórea* | Salicaceae | 2,113 | 2,083 | 0,980 | 5,176 |
| 11 | *Casearia javitensis* | Salicaceae | 1,761 | 0,694 | 0,769 | 3,224 |
| 12 | *Cecropia ficifolia* | Urticaceae | 1,761 | 2,778 | 0,684 | 5,223 |
| 13 | *Cecropia membranacea* | Urticaceae | 0,704 | 0,694 | 0,781 | 2,180 |
| 14 | *Cecropia sciadophylla* | Urticaceae | 1,761 | 2,778 | 1,720 | 6,259 |
| 15 | *Cedrela odorata* | Meliaceae | 0,352 | 0,694 | 0,980 | 2,027 |
| 16 | *Chomelia tenuiflora* | Rubiaceae | 0,352 | 0,694 | 1,445 | 2,492 |
| 17 | *Chrysophyllum cuneifolium* | Sapotaceae | 0,352 | 0,694 | 1,051 | 2,098 |
| 18 | *Compsoneura capitellata* | Myristicaceae | 1,056 | 2,083 | 0,681 | 3,820 |
| 19 | *Cordia alliodora* | Boraginaceae | 1,408 | 2,083 | 0,481 | 3,973 |
| 20 | *Duguetia veneficiorum* | Annonaceae | 0,352 | 0,694 | 0,813 | 1,859 |
| 21 | *Eschweilera coriácea* | Lecythidaceae | 0,352 | 0,694 | 0,361 | 1,408 |
| 22 | *Esenbeckia amazónica* | Rutaceae | 2,113 | 2,083 | 1,039 | 5,235 |
| 23 | *Ficus glomerata* | Moraceae | 0,352 | 0,694 | 1,445 | 2,492 |
| 24 | *Ficus obtusifolia* | Moraceae | 0,704 | 0,694 | 1,620 | 3,019 |
| 25 | *Ficus paraensis* | Moraceae | 0,704 | 0,694 | 1,575 | 2,974 |
| 26 | *Guarea grandifolia* | Meliaceae | 0,352 | 0,694 | 1,015 | 2,062 |
| 27 | *Guarea kunthiana* | Meliaceae | 0,704 | 1,389 | 1,320 | 3,413 |
| 28 | *Hasseltia floribunda* | Salicaceae | 0,704 | 0,694 | 0,661 | 2,060 |
| 29 | Heisteria acuminata | Olacaceae | 5,986 | 1,389 | 0,595 | 7,970 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | *Hieronyma macrocarpa* | Phyllanthaceae | 0,704 | 0,694 | 3,251 | 4,650 |
| 31 | *Hyeronima alchorneoides* | Phyllanthaceae | 2,113 | 2,083 | 2,429 | 6,625 |
| 32 | *Inga auristellae* | Fabaceae | 0,704 | 1,389 | 1,688 | 3,781 |
| 33 | *Inga capitata* | Fabaceae | 0,352 | 0,694 | 1,320 | 2,367 |
| 34 | *Inga ruiziana* | Fabaceae | 2,817 | 2,778 | 0,690 | 6,285 |
| 35 | *Inga thibaudiana* | Fabaceae | 1,761 | 2,083 | 1,337 | 5,180 |
| 36 | *Iriartea deltoidea* | Arecaceae | 3,169 | 2,083 | 1,133 | 6,385 |
| 37 | *Jacaranda copaia* | Bignoniaceae | 1,761 | 2,083 | 1,353 | 5,197 |
| 38 | *Miconia acuminata* | Melastomataceae | 1,761 | 0,694 | 0,541 | 2,996 |
| 39 | *Miconia bubalina* | Melastomataceae | 2,817 | 2,083 | 0,555 | 5,455 |
| 40 | *Miconia elata* | Melastomataceae | 1,761 | 1,389 | 0,409 | 3,559 |
| 41 | *Miconia grandiflora* | Melastomataceae | 4,225 | 2,778 | 0,763 | 7,766 |
| 42 | *Miconia multispicata* | Melastomataceae | 4,930 | 2,083 | 0,678 | 7,691 |
| 43 | *Miconia pilgeriana* | Melastomataceae | 3,521 | 2,083 | 0,891 | 6,496 |
| 44 | *Miconia dielsii* | Melastomataceae | 0,352 | 0,694 | 0,383 | 1,429 |
| 45 | *Miconia spicata* | Melastomataceae | 2,817 | 2,083 | 1,029 | 5,929 |
| 46 | *Miconia splendens* | Melastomataceae | 0,704 | 0,694 | 0,750 | 2,149 |
| 47 | *Miconia stipicata* | Melastomataceae | 2,113 | 0,694 | 0,591 | 3,398 |
| 48 | *Myrcia fallax* | Myrtaceae | 0,352 | 0,694 | 0,451 | 1,498 |
| 49 | *Nectandra lineata* | Lauraceae | 0,352 | 0,694 | 2,531 | 3,578 |
| 50 | *Nectandra membranacea* | Lauraceae | 0,352 | 0,694 | 1,088 | 2,134 |
| 51 | *Nectandra oppositifolia* | Lauraceae | 0,352 | 0,694 | 1,758 | 2,804 |
| 52 | *Neosprucea grandiflora* | Salicaceae | 0,352 | 0,694 | 0,911 | 1,958 |
| 53 | *Piptocoma discolor* | Asteraceae | 1,761 | 2,778 | 3,767 | 8,306 |
| 54 | *Posoqueria latifolia* | Rubiaceae | 0,352 | 0,694 | 0,605 | 1,652 |
| 55 | *Poulsenia armata* | Moraceae | 0,352 | 0,694 | 1,758 | 2,804 |
| 56 | *Pourouma guianensis* | Urticaceae | 0,704 | 1,389 | 0,735 | 2,828 |
| 57 | Pourouma tomentosa | Urticaceae | 0,352 | 0,694 | 3,990 | 5,037 |
| 58 | *Pouteria rostrata* | Sapotaceae | 0,704 | 1,389 | 1,015 | 3,108 |
| 59 | *Protium nodulosum* | Burseraceae | 0,704 | 1,389 | 0,813 | 2,906 |
| 60 | *Protium sagotianum* | Burseraceae | 0,352 | 0,694 | 0,340 | 1,387 |
| 61 | *Psychotria acuminata* | Rubiaceae | 3,169 | 2,083 | 0,806 | 6,058 |
| 62 | *Psychotria capitata* | Rubiaceae | 1,761 | 0,694 | 0,871 | 3,326 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 63 | *Pterocarpus rohrii* | Fabaceae | 0,352 | 0,694 | 0,361 | 1,408 |
| 64 | *Rollinia crysocarpa* | Annonaceae | 0,352 | 0,694 | 0,500 | 1,547 |
| 65 | *Rollinia pittieri* | Annonaceae | 0,352 | 0,694 | 10,465 | 11,511 |
| 66 | *Ryania speciosa* | Salicaceae | 2,465 | 1,389 | 0,625 | 4,478 |
| 67 | *Sapium glandulosum* | Euphorbiaceae | 1,056 | 1,389 | 1,459 | 3,904 |
| 68 | *Schefflera morototoni* | Araliaceae | 1,408 | 2,083 | 1,926 | 5,417 |
| 69 | *Senna macrophyla* | Fabaceae | 0,704 | 1,389 | 0,439 | 2,533 |
| 70 | *Simarouba amara* | Simaroubaceae | 0,352 | 0,694 | 0,405 | 1,452 |
| 71 | *Socratea exorrhiza* | Arecaceae | 0,352 | 0,694 | 1,051 | 2,098 |
| 72 | *Socratea rostrata* | Arecaceae | 0,352 | 0,694 | 1,240 | 2,287 |
| 73 | *Tetrathylacium macrophyllum* | Salicaceae | 0,352 | 0,694 | 0,361 | 1,408 |
| 74 | *Trichillia septentrionalis* | Meliaceae | 0,352 | 0,694 | 7,315 | 8,361 |
| 75 | *Turpinia occidentalis* | Staphyleaceae | 0,352 | 0,694 | 0,361 | 1,408 |
| 76 | *Vismia baccifera* | Hypericaceae | 4,225 | 2,778 | 1,051 | 8,054 |
| 77 | *Vochysia braceliniae* | Vochysiaceae | 2,113 | 2,083 | 0,521 | 4,717 |
| 78 | *Wettinia maynensis* | Arecaceae | 1,408 | 1,389 | 0,578 | 3,375 |
| 79 | *Xylopia cuspidata* | Annonaceae | 0,704 | 0,694 | 0,340 | 1,739 |
| 80 | *Zanthoxylum riedelianum* | Rutaceae | 1,056 | 1,389 | 1,051 | 3,496 |
| | | | 100 | 100 | 100 | 300 |

**Anexo 2.** Índice de valor de importancia ecológica de las especies de las cinco parcelas del bosque secundario.

| N° | N° Especies | Familia | AR | FR | DR | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Aegiphila integrifolia* | Lamiaceae | 0,352 | 0,694 | 0,945 | 1,992 |
| 2 | *Alchornea glandulosa* | Euphorbiaceae | 0,352 | 0,694 | 1,201 | 2,248 |
| 3 | *Alchornea multinervia* | Euphorbiaceae | 0,352 | 0,694 | 1,125 | 2,172 |
| 4 | *Alchornea triplinervia* | Euphorbiaceae | 2,465 | 2,083 | 0,707 | 5,255 |
| 5 | *Allophylus pucntatus* | Sapindaceae | 0,704 | 0,694 | 0,428 | 1,826 |
| 6 | *Apeiba membranacea* | Malvaceae | 1,761 | 1,389 | 1,739 | 4,889 |
| 7 | *Aspidosperma rigidum* | Apocynaceae | 0,704 | 1,389 | 0,998 | 3,091 |
| 8 | *Cabralea canjerana* | Meliaceae | 0,352 | 0,694 | 0,980 | 2,026 |
| 9 | *Calliandra trinervia* | Fabaceae | 0,352 | 0,694 | 0,578 | 1,624 |
| 10 | *Casearia arborea* | Salicaceae | 2,113 | 2,083 | 0,980 | 5,176 |
| 11 | *Casearia javitensis* | Salicaceae | 1,761 | 0,694 | 0,769 | 3,224 |
| 12 | *Cecropia ficifolia* | Urticaceae | 1,761 | 2,778 | 0,684 | 5,223 |
| 13 | *Cecropia membranacea* | Urticaceae | 0,704 | 0,694 | 0,781 | 2,180 |
| 14 | *Cecropia sciadophylla* | Urticaceae | 1,761 | 2,778 | 1,720 | 6,259 |
| 15 | *Cedrela odorata* | Meliaceae | 0,352 | 0,694 | 0,980 | 2,027 |
| 16 | *Chomelia tenuiflora* | Rubiaceae | 0,352 | 0,694 | 1,445 | 2,492 |
| 17 | *Chrysophyllum cuneifolium* | Sapotaceae | 0,352 | 0,694 | 1,051 | 2,098 |
| 18 | *Compsoneura capitellata* | Myristicaceae | 1,056 | 2,083 | 0,681 | 3,820 |
| 19 | *Cordia alliodora* | Boraginaceae | 1,408 | 2,083 | 0,481 | 3,973 |
| 20 | *Duguetia veneficiorum* | Annonaceae | 0,352 | 0,694 | 0,813 | 1,859 |
| 21 | *Eschweilera coriacea* | Lecythidaceae | 0,352 | 0,694 | 0,361 | 1,408 |
| 22 | *Esenbeckia amazonica* | Rutaceae | 2,113 | 2,083 | 1,039 | 5,235 |
| 23 | *Ficus glomerata* | Moraceae | 0,352 | 0,694 | 1,445 | 2,492 |
| 24 | *Ficus obtusifolia* | Moraceae | 0,704 | 0,694 | 1,620 | 3,019 |
| 25 | *Ficus paraensis* | Moraceae | 0,704 | 0,694 | 1,575 | 2,974 |
| 26 | *Guarea grandifolia* | Meliaceae | 0,352 | 0,694 | 1,015 | 2,062 |
| 27 | *Guarea kunthiana* | Meliaceae | 0,704 | 1,389 | 1,320 | 3,413 |
| 28 | *Hasseltia floribunda* | Salicaceae | 0,704 | 0,694 | 0,661 | 2,060 |
| 29 | Heisteria acuminata | Olacaceae | 5,986 | 1,389 | 0,595 | 7,970 |
| 30 | *Hieronyma macrocarpa* | Phyllanthaceae | 0,704 | 0,694 | 3,251 | 4,650 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | *Hyeronima alchorneoides* | Phyllanthaceae | 2,113 | 2,083 | 2,429 | 6,625 |
| 32 | *Inga auristellae* | Fabaceae | 0,704 | 1,389 | 1,688 | 3,781 |
| 33 | *Inga capitata* | Fabaceae | 0,352 | 0,694 | 1,320 | 2,367 |
| 34 | *Inga ruiziana* | Fabaceae | 2,817 | 2,778 | 0,690 | 6,285 |
| 35 | *Inga thibaudiana* | Fabaceae | 1,761 | 2,083 | 1,337 | 5,180 |
| 36 | *Iriartea deltoidea* | Arecaceae | 3,169 | 2,083 | 1,133 | 6,385 |
| 37 | *Jacaranda copaia* | Bignoniaceae | 1,761 | 2,083 | 1,353 | 5,197 |
| 38 | *Miconia acuminata* | Melastomataceae | 1,761 | 0,694 | 0,541 | 2,996 |
| 39 | *Miconia bubalina* | Melastomataceae | 2,817 | 2,083 | 0,555 | 5,455 |
| 40 | *Miconia elata* | Melastomataceae | 1,761 | 1,389 | 0,409 | 3,559 |
| 41 | *Miconia grandiflora* | Melastomataceae | 4,225 | 2,778 | 0,763 | 7,766 |
| 42 | *Miconia multispicata* | Melastomataceae | 4,930 | 2,083 | 0,678 | 7,691 |
| 43 | *Miconia pilgeriana* | Melastomataceae | 3,521 | 2,083 | 0,891 | 6,496 |
| 44 | *Miconia dielsii* | Melastomataceae | 0,352 | 0,694 | 0,383 | 1,429 |
| 45 | *Miconia spicata* | Melastomataceae | 2,817 | 2,083 | 1,029 | 5,929 |
| 46 | *Miconia splendens* | Melastomataceae | 0,704 | 0,694 | 0,750 | 2,149 |
| 47 | *Miconia stipicata* | Melastomataceae | 2,113 | 0,694 | 0,591 | 3,398 |
| 48 | *Myrcia fallax* | Myrtaceae | 0,352 | 0,694 | 0,451 | 1,498 |
| 49 | *Nectandra lineata* | Lauraceae | 0,352 | 0,694 | 2,531 | 3,578 |
| 50 | *Nectandra membranacea* | Lauraceae | 0,352 | 0,694 | 1,088 | 2,134 |
| 51 | *Nectandra oppositifolia* | Lauraceae | 0,352 | 0,694 | 1,758 | 2,804 |
| 52 | *Neosprucea grandiflora* | Salicaceae | 0,352 | 0,694 | 0,911 | 1,958 |
| 53 | *Piptocoma discolor* | Asteraceae | 1,761 | 2,778 | 3,767 | 8,306 |
| 54 | *Posoqueria latifolia* | Rubiaceae | 0,352 | 0,694 | 0,605 | 1,652 |
| 55 | *Poulsenia armata* | Moraceae | 0,352 | 0,694 | 1,758 | 2,804 |
| 56 | *Pourouma guianensis* | Urticaceae | 0,704 | 1,389 | 0,735 | 2,828 |
| 57 | Pourouma tomentosa | Urticaceae | 0,352 | 0,694 | 3,990 | 5,037 |
| 58 | *Pouteria rostrata* | Sapotaceae | 0,704 | 1,389 | 1,015 | 3,108 |
| 59 | *Protium nodulosum* | Burseraceae | 0,704 | 1,389 | 0,813 | 2,906 |
| 60 | *Protium sagotianum* | Burseraceae | 0,352 | 0,694 | 0,340 | 1,387 |
| 61 | *Psychotria acuminata* | Rubiaceae | 3,169 | 2,083 | 0,806 | 6,058 |
| 62 | *Psychotria capitata* | Rubiaceae | 1,761 | 0,694 | 0,871 | 3,326 |
| 63 | *Pterocarpus rohrii* | Fabaceae | 0,352 | 0,694 | 0,361 | 1,408 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 64 | *Rollinia crysocarpa* | Annonaceae | 0,352 | 0,694 | 0,500 | 1,547 |
| 65 | *Rollinia pittieri* | Annonaceae | 0,352 | 0,694 | 10,465 | 11,511 |
| 66 | *Ryania speciosa* | Salicaceae | 2,465 | 1,389 | 0,625 | 4,478 |
| 67 | *Sapium glandulosum* | Euphorbiaceae | 1,056 | 1,389 | 1,459 | 3,904 |
| 68 | *Schefflera morototoni* | Araliaceae | 1,408 | 2,083 | 1,926 | 5,417 |
| 69 | *Senna sp* | Fabaceae | 0,704 | 1,389 | 0,439 | 2,533 |
| 70 | *Simarouba sp* | Simaroubaceae | 0,352 | 0,694 | 0,405 | 1,452 |
| 71 | *Socratea exorrhiza* | Arecaceae | 0,352 | 0,694 | 1,051 | 2,098 |
| 72 | *Socratea rostrata* | Arecaceae | 0,352 | 0,694 | 1,240 | 2,287 |
| 73 | *Tetrathylacium macrophyllum* | Salicaceae | 0,352 | 0,694 | 0,361 | 1,408 |
| 74 | *Trichillia septentrionalis* | Meliaceae | 0,352 | 0,694 | 7,315 | 8,361 |
| 75 | *Turpinia occidentalis* | Staphyleaceae | 0,352 | 0,694 | 0,361 | 1,408 |
| 76 | *Vismia baccifera* | Hypericaceae | 4,225 | 2,778 | 1,051 | 8,054 |
| 77 | *Vochysia braceliniae* | Vochysiaceae | 2,113 | 2,083 | 0,521 | 4,717 |
| 78 | *Wettinia maynensis* | Arecaceae | 1,408 | 1,389 | 0,578 | 3,375 |
| 79 | *Xylopia cuspidata* | Annonaceae | 0,704 | 0,694 | 0,340 | 1,739 |
| 80 | *Zanthoxylum riedelianum* | Rutaceae | 1,056 | 1,389 | 1,051 | 3,496 |
| | | | 100 | 100 | 100 | 300 |

**Anexo 3.** Índice de valor de importancia ecológica de las especies de las cinco parcelas del Sistema Silvopastoril.

| N° | N° Especies | Familia | AR | FR | DR | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Annona papilionella* | Annonaceae | 1,020 | 1,754 | 0,941 | 3,716 |
| 2 | *Artocarpus altilis* | Moraceae | 1,020 | 1,754 | 1,028 | 3,803 |
| 3 | *Bactris Gasipaes* | Arecaceae | 2,041 | 1,754 | 1,028 | 4,824 |
| 4 | *Bixa Orellana.* | Bixaceae | 1,020 | 1,754 | 0,630 | 3,405 |
| 5 | Caryodendron orinocense | Euphorbiaceae | 1,020 | 1,754 | 1,635 | 4,410 |
| 6 | *Chimarrhis glabriflora* | Rubiaceae | 16,327 | 7,018 | 2,222 | 25,566 |
| 7 | *Croton lechleri* | Euphorbiaceae | 2,041 | 1,754 | 1,051 | 4,846 |
| 8 | *Dussia tessmannii* | Fabaceae | 1,020 | 1,754 | 0,595 | 3,370 |
| 9 | *Ficus glomerata* | Moraceae | 3,061 | 3,509 | 1,314 | 7,884 |
| 10 | *Grias neuberthii* | Lecythidaceae | 2,041 | 1,754 | 6,767 | 10,563 |
| 11 | *Guarea fistulosa* | Meliaceae | 1,020 | 1,754 | 1,868 | 4,643 |
| 12 | *Guarea kunthiana* | Meliaceae | 1,020 | 1,754 | 0,857 | 3,632 |
| 13 | Gustavia macarenensis | Lecythidaceae | 2,041 | 1,754 | 1,028 | 4,824 |
| 14 | *Heliocarpus americanus* | Malvaceae | 6,122 | 7,018 | 1,058 | 14,198 |
| 15 | *Hieronyma duquei* | Phyllanthaceae | 1,020 | 1,754 | 3,679 | 6,453 |
| 16 | *Inga spectabilis* | Fabaceae | 2,041 | 3,509 | 1,929 | 7,479 |
| 17 | *Inga edulis* | Fabaceae | 6,122 | 5,263 | 1,199 | 12,584 |
| 18 | *Inga multinervis* | Fabaceae | 1,020 | 1,754 | 3,111 | 5,885 |
| 19 | *Inga spectabilis* | Fabaceae | 2,041 | 1,754 | 3,189 | 6,984 |
| 20 | *Jacaranda copaia* | Bignoniaceae | 2,041 | 1,754 | 2,844 | 6,640 |
| 21 | *Maclura tinctoria* | Moraceae | 2,041 | 3,509 | 1,417 | 6,967 |
| 22 | Mauritia flexuosa | Arecaceae | 1,020 | 1,754 | 15,055 | 17,830 |
| 23 | *Ocotea javitensis* | Lauraceae | 3,061 | 1,754 | 0,727 | 5,542 |
| 24 | *Otoba glycycarpa* | Myristicaceae | 1,020 | 1,754 | 6,883 | 9,657 |
| 25 | *Piptadenia pteroclada* | Fabaceae | 1,020 | 1,754 | 1,417 | 4,192 |
| 26 | *Piptocoma discolor* | Asteraceae | 9,184 | 7,018 | 1,730 | 17,931 |
| 27 | *Pleurothyrium cuneifolium* | Lauraceae | 1,020 | 1,754 | 1,868 | 4,643 |
| 28 | Pourouma cecropiifolia | Urticaceae | 1,020 | 1,754 | 5,881 | 8,656 |
| 29 | *Pouteria caimito* | Sapotaceae | 3,061 | 1,754 | 1,231 | 6,047 |
| 30 | *Pterocarpus rohrii* | Fabaceae | 1,020 | 1,754 | 1,524 | 4,299 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | *Rollinia mucosa* | Annonaceae | 2,041 | 3,509 | 2,381 | 7,931 |
| 32 | Schefflera morototoni | Araliaceae | 4,082 | 3,509 | 1,621 | 9,211 |
| 33 | *Senna pallida* | Fabaceae | 1,020 | 1,754 | 1,470 | 4,245 |
| 34 | *Senna macrophylla* | Fabaceae | 1,020 | 1,754 | 0,498 | 3,272 |
| 35 | *Simira cordifolia* | Rubiaceae | 1,020 | 1,754 | 3,111 | 5,885 |
| 36 | *Theobroma cacao* | Malvaceae | 6,122 | 1,754 | 0,906 | 8,782 |
| 37 | *Vismia baccifera* | Hypericaceae | 1,020 | 1,754 | 1,750 | 4,524 |
| 38 | *Vitex cymosa* | Verbenaceae | 1,020 | 1,754 | 9,390 | 12,165 |
| 39 | *Wettinia maynensis* | Arecaceae | 3,061 | 3,509 | 1,297 | 7,867 |
| 40 | *Zanthoxylum riedelianum* | Rutaceae | 1,020 | 1,754 | 1,868 | 4,643 |
| | | | 100 | 100 | 100 | 300 |

**Anexo 4**. Índice de valor de importancia de biomasa (BIV) de las especies para el bosque primario.

| N° Especies | AR | BA | AGB | IBIOMASA |
|---|---|---|---|---|
| *Alchornea triplinervia* | 0,299 | 0,880 | 1,258 | 1,598 |
| *Allophylus pilosus* | 0,299 | 0,649 | 0,88653166 | 1,243 |
| *Aniba guianensis* | 0,597 | 1,660 | 9,748 | 5,506 |
| *Apeiba membranacea* | 1,194 | 1,432 | 0,034 | 2,637 |
| *Aspidosperma rigidum* | 1,194 | 1,509 | 0,021 | 2,711 |
| *Batocarpus orinocensis* | 0,299 | 1,235 | 4,765429051 | 3,122 |
| *Brosimum utile* | 0,597 | 1,320 | 0,015 | 1,922 |
| *Calliandra trinervia* | 0,299 | 0,510 | 0,46723126 | 0,964 |
| *Casearia arborea* | 0,299 | 1,189 | 4,891896536 | 3,118 |
| *Castilla ulei* | 0,299 | 0,540 | 0,562273011 | 1,026 |
| *Cecropia ficifolia* | 0,597 | 0,803 | 0,004 | 1,401 |
| *Cecropia membranacea* | 0,299 | 0,865 | 1,955288518 | 1,815 |
| *Cecropia sciadophylla* | 4,776 | 1,243 | 0,011 | 6,023 |
| *Chrysophyllum cuneifolium* | 0,299 | 0,988 | 3,25520989 | 2,372 |
| *Chrysophyllum venezuelanense* | 0,299 | 1,343 | 7,260692286 | 4,062 |
| *Coccoloba densifrons* | 0,299 | 0,710 | 1,128565424 | 1,385 |
| *Compsoneura capitellata* | 8,060 | 0,830 | 0,017 | 8,895 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Cordia hebeclada* | 0,299 | 0,880 | 1,714927866 | 1,750 |
| *Cordia panamensis* | 0,299 | 0,757 | 1,150 | 1,438 |
| *Duguetia hadrantha* | 1,194 | 0,726 | 0,009004471 | 1,923 |
| *Duguetia spixiana* | 0,597 | 0,703 | 1,096303434 | 1,665 |
| *Enterolobium sp* | 0,299 | 1,204 | 4,667921678 | 3,059 |
| *Eschweilera coriacea* | 1,791 | 0,921 | 0,035923887 | 2,724 |
| *Euterpe precatoria* | 0,299 | 0,726 | 1,194789823 | 1,422 |
| *Faramea capillipes* | 0,299 | 0,510 | 0,480928594 | 0,968 |
| *Faramea quinqueflora* | 0,299 | 0,880 | 2,048836317 | 1,862 |
| *Ficus dugandii* | 0,299 | 0,664 | 0,642433281 | 1,177 |
| *Garcinia macrophylla* | 0,299 | 0,803 | 1,561636798 | 1,622 |
| *Garcinia madruno* | 0,299 | 0,633 | 0,831589342 | 1,209 |
| *Genipa americana* | 0,299 | 1,297 | 5,661165238 | 3,483 |
| *Grias neuberthii* | 0,299 | 0,911 | 2,180092451 | 1,936 |
| *Guarea glabra* | 0,299 | 2,162 | 20,78124273 | 9,387 |
| *Guarea grandifolia* | 0,896 | 1,143 | 0,014438085 | 2,043 |
| *Guarea kunthiana* | 0,896 | 1,585 | 0,023050847 | 2,488 |
| *Hasseltia grandiflora* | 0,299 | 0,540 | 0,546258906 | 1,021 |
| *Heisteria acuminata* | 0,299 | 0,633 | 0,855968183 | 1,217 |
| *Inga acreana* | 0,299 | 1,158 | 3,820281792 | 2,730 |
| *Inga auristellae* | 0,896 | 1,004 | 0,007512772 | 1,902 |
| *Inga edulis* | 0,299 | 0,787 | 1,232150375 | 1,497 |
| *Inga marginata* | 0,299 | 0,556 | 0,549391607 | 1,037 |
| *Inga ruiziana* | 0,299 | 0,695 | 0,993564137 | 1,325 |
| *Inga thibaudiana* | 2,687 | 0,992 | 0,028626193 | 3,688 |
| *Inga velutina* | 0,896 | 0,731 | 1,136092841 | 2,005 |
| *Iriartea deltoidea* | 13,433 | 0,844 | 0,007005061 | 14,279 |
| *Iryanthera grandis* | 0,896 | 0,623 | 0,820 | 1,792 |
| *Leonia glycycarpa* | 0,299 | 0,741 | 1,263386244 | 1,461 |
| *Lozania klugii* | 0,299 | 0,942 | 2,380314429 | 2,034 |
| *Margaritaria nobilis* | 1,194 | 0,896 | 0,011266833 | 2,093 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Matisia cordata* | 0,597 | 1,366 | 0,030318374 | 1,974 |
| *Matisia obliquifolia* | 0,896 | 0,803 | 1,56160832 | 2,219 |
| *Miconia decurrens* | 0,299 | 0,525 | 0,521 | 0,997 |
| *Miconia elata* | 0,299 | 0,540 | 0,562273011 | 1,026 |
| *Miconia grandifolia* | 0,299 | 1,035 | 3,135763788 | 2,378 |
| *Miconia multispicata* | 0,597 | 0,633 | 0,002690723 | 1,231 |
| *Mouriri grandiflora* | 0,896 | 0,741 | 0,003814362 | 1,638 |
| *Myrcia splendens* | 0,299 | 0,602 | 0,749513778 | 1,151 |
| *Naucleopsis ulei* | 0,299 | 0,695 | 1,064656859 | 1,348 |
| *Nectandra lineata* | 0,299 | 1,081 | 2,922154514 | 2,353 |
| *Nectandra lineatifolia* | 0,896 | 0,669 | 0,823575996 | 1,839 |
| *Nectandra membranacea* | 1,194 | 0,795 | 0,006162173 | 1,991 |
| *Nectandra oppositifolia* | 0,299 | 0,741 | 1,08023346 | 1,400 |
| *Nectandra reticulata* | 1,194 | 1,652 | 0,02822641 | 2,856 |
| *Neea parvifolia* | 0,597 | 0,749 | 0,004311585 | 1,347 |
| *Ocotea floribunda* | 0,299 | 0,571 | 0,561 | 1,057 |
| *Ocotea javitensis* | 0,299 | 0,988 | 2,393 | 2,084 |
| *Otoba glycycarpa* | 0,896 | 0,710 | 0,002578462 | 1,607 |
| *Parkia nitida* | 0,299 | 3,706 | 40,51753743 | 17,510 |
| *Pentagonia spathicalyx* | 2,388 | 0,784 | 0,004579957 | 3,173 |
| *Perebea guianensis* | 0,299 | 0,695 | 1,064656859 | 1,348 |
| *Perebea xanthochyma* | 0,299 | 0,787 | 1,483412412 | 1,580 |
| *Piptocoma discolor* | 0,299 | 2,378 | 26,483 | 11,504 |
| *Poulsenia armata* | 0,299 | 1,884 | 14,76195117 | 7,103 |
| *Pourouma guianensis* | 2,985 | 0,996 | 0,014809577 | 3,986 |
| *Pourouma minor* | 0,597 | 1,359 | 0,01658144 | 1,961 |
| *Pourouma tomentosa* | 2,090 | 1,132 | 0,022721322 | 3,229 |
| *Pouteria glomerata* | 2,388 | 1,179 | 0,111204533 | 3,604 |
| *Pouteria reticulata* | 0,597 | 0,695 | 0,004237554 | 1,293 |
| *Pouteria rostrata* | 0,597 | 0,610 | 0,002978781 | 1,208 |
| *Protium nodulosum* | 0,597 | 0,795 | 0,004754624 | 1,394 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Protium aracouchini* | 0,299 | 0,633 | 0,75032654 | 1,182 |
| *Protium sagotianum* | 2,388 | 1,092 | 0,01457011 | 3,485 |
| *Pseudolmedia laevis* | 0,299 | 0,587 | 0,686297524 | 1,114 |
| *Psychotria acuminata* | 0,896 | 1,199 | 0,012819193 | 2,099 |
| *Pterocarpus rohrii* | 0,299 | 1,698 | 10,23033378 | 5,407 |
| *Sloanea guianensis* | 0,299 | 0,988 | 3,510 | 2,457 |
| *Socratea exorrhiza* | 0,299 | 0,818 | 0,8291955 | 1,393 |
| *Sorocea muriculata* | 1,194 | 0,672 | 0,003043883 | 1,867 |
| *Sorocea pubivena* | 0,597 | 0,857 | 0,006643739 | 1,456 |
| *Sterculia frondosa* | 0,299 | 1,992 | 16,51419999 | 7,795 |
| *Tapirira guianensis* | 0,896 | 1,127 | 0,016200964 | 2,028 |
| *Terminalia amazonia* | 0,896 | 0,834 | 0,005161129 | 1,731 |
| *Tovomita membranifolia* | 0,896 | 0,654 | 0,003380582 | 1,550 |
| *Tovomita weddelliana* | 0,299 | 0,818 | 1,907022895 | 1,753 |
| *Trichilia solitudinis* | 0,299 | 0,896 | 2,084 | 1,889 |
| *Turpinia occidentalis* | 0,597 | 0,942 | 2,450 | 2,356 |
| *Virola obovata* | 0,597 | 0,950 | 1,964637216 | 2,201 |
| *Virola sebifera* | 0,299 | 1,482 | 6,277261743 | 3,873 |
| *Vismia baccifera* | 1,493 | 0,723 | 0,00400741 | 2,216 |
| *Vismia gracilis* | 0,299 | 0,787 | 1,483459774 | 1,580 |
| *Vochysia braceliniae* | 0,597 | 0,965 | 0,005700393 | 1,564 |
| *Vochysia ferruginea* | 8,358 | 1,410 | 0,036834245 | 9,781 |
| *Wettinia maynensis* | 2,090 | 0,629 | 0,002450563 | 2,719 |

Anexo 5. Índice de valor de importancia de biomasa (BIV) de las especies para el bosque secundario.

| N° Especies | AR | BA | AGB | IBIOMASA |
|---|---|---|---|---|
| *Aegiphila integrifolia* | 0,352 | 1,178 | 1,811 | 2,133 |
| *Alchornea glandulosa* | 0,352 | 1,327 | 2,557 | 2,532 |
| *Alchornea multinervia* | 0,352 | 1,285 | 2,346 | 2,419 |
| *Alchornea triplinervia* | 2,465 | 1,019 | 0,007 | 3,486 |
| *Allophylus pucntatus* | 0,704 | 0,792 | 0,003 | 1,498 |
| *Apeiba membranacea* | 1,761 | 1,597 | 0,015 | 3,363 |
| *Aspidosperma rigidum* | 0,704 | 1,210 | 0,011 | 1,918 |
| *Cabralea canjerana* | 0,352 | 1,199 | 1,900 | 2,184 |
| *Calliandra trinervia* | 0,352 | 0,921 | 0,944 | 1,587 |
| *Casearia arborea* | 2,113 | 1,199 | 0,014 | 3,316 |
| *Casearia javitensis* | 1,761 | 1,062 | 1,537 | 3,335 |
| *Cecropia ficifolia* | 1,761 | 1,002 | 0,007 | 2,765 |
| *Cecropia membranacea* | 0,704 | 1,071 | 0,821 | 2,048 |
| *Cecropia sciadophylla* | 1,761 | 1,589 | 0,024 | 3,357 |
| *Cedrela odorata* | 0,352 | 1,199 | 1,299 | 1,984 |
| *Chomelia tenuiflora* | 0,352 | 1,456 | 3,260 | 2,895 |
| *Chrysophyllum cuneifolium* | 0,352 | 1,242 | 2,512 | 2,431 |
| *Compsoneura capitellata* | 1,056 | 0,999 | 0,006 | 2,057 |
| *Cordia alliodora* | 1,408 | 0,840 | 0,005 | 2,251 |
| *Duguetia veneficiorum* | 0,352 | 1,092 | 1,483 | 1,939 |
| *Eschweilera coriacea* | 0,352 | 0,728 | 0,710 | 1,317 |
| *Esenbeckia amazonica* | 2,113 | 1,235 | 0,016 | 3,353 |
| *Ficus glomerata* | 0,352 | 1,456 | 2,156 | 2,527 |
| *Ficus obtusifolia* | 0,704 | 1,542 | 2,505 | 3,081 |
| *Ficus paraensis* | 0,704 | 1,520 | 2,415 | 3,029 |
| *Guarea grandifolia* | 0,352 | 1,220 | 2,039 | 2,252 |
| *Guarea kunthiana* | 0,704 | 1,392 | 0,014 | 2,101 |
| *Hasseltia floribunda* | 0,704 | 0,985 | 1,129 | 2,065 |
| Heisteria acuminata | 5,986 | 0,935 | 0,004 | 6,922 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Hieronyma macrocarpa* | 0,704 | 2,184 | 9,349 | 6,004 |
| *Hyeronima alchorneoides* | 2,113 | 1,888 | 0,043 | 4,015 |
| *Inga auristellae* | 0,704 | 1,574 | 0,019 | 2,284 |
| *Inga capitata* | 0,352 | 1,392 | 2,625 | 2,619 |
| *Inga ruiziana* | 2,817 | 1,006 | 0,012 | 3,827 |
| *Inga thibaudiana* | 1,761 | 1,400 | 0,021 | 3,168 |
| *Iriartea deltoidea* | 3,169 | 1,289 | 0,008 | 4,461 |
| *Jacaranda copaia* | 1,761 | 1,409 | 0,040 | 3,183 |
| *Miconia acuminata* | 1,761 | 0,891 | 0,890 | 2,948 |
| *Miconia bubalina* | 2,817 | 0,902 | 0,007 | 3,721 |
| *Miconia elata* | 1,761 | 0,775 | 0,003 | 2,537 |
| *Miconia grandiflora* | 4,225 | 1,058 | 0,014 | 5,288 |
| *Miconia multispicata* | 4,930 | 0,997 | 0,009 | 5,930 |
| *Miconia pilgeriana* | 3,521 | 1,143 | 0,009 | 4,668 |
| *Miconia sp* | 0,352 | 0,749 | 0,562 | 1,289 |
| *Miconia spicata* | 2,817 | 1,228 | 0,018 | 4,051 |
| *Miconia splendens* | 0,704 | 1,049 | 1,373 | 2,211 |
| *Miconia stipicata* | 2,113 | 0,931 | 1,002 | 3,378 |
| *Myrcia fallax* | 0,352 | 0,814 | 0,700 | 1,399 |
| *Nectandra lineata* | 0,352 | 1,927 | 5,624 | 4,154 |
| *Nectandra membranacea* | 0,352 | 1,263 | 1,864 | 2,237 |
| *Nectandra sp.* | 0,352 | 1,606 | 3,500 | 3,125 |
| *Neosprucea grandiflora* | 0,352 | 1,156 | 1,776 | 2,100 |
| *Piptocoma discolor* | 1,761 | 2,351 | 0,146 | 4,160 |
| *Posoqueria latifolia* | 0,352 | 0,942 | 1,003 | 1,629 |
| *Poulsenia armata* | 0,352 | 1,606 | 4,214 | 3,362 |
| *Pourouma guianensis* | 0,704 | 1,038 | 0,005 | 1,744 |
| Pourouma tomentosa | 0,352 | 2,419 | 11,803 | 6,706 |
| *Pouteria rostrata* | 0,704 | 1,220 | 0,014 | 1,929 |
| *Protium nodulosum* | 0,704 | 1,092 | 0,007 | 1,798 |
| *Protium sagotianum* | 0,352 | 0,707 | 0,422 | 1,199 |
| *Psychotria acuminata* | 3,169 | 1,087 | 0,013 | 4,260 |
| *Psychotria capitata* | 1,761 | 1,130 | 1,626 | 3,433 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Pterocarpus rohrii* | 0,352 | 0,728 | 0,470 | 1,237 |
| *Rollinia crysocarpa* | 0,352 | 0,856 | 0,779 | 1,468 |
| *Rollinia pittieri* | 0,352 | 3,918 | 39,335 | 17,382 |
| *Ryania speciosa* | 2,465 | 0,957 | 0,005 | 3,424 |
| *Sapium glandulosum* | 1,056 | 1,463 | 0,011 | 2,523 |
| *Schefflera morototoni* | 1,408 | 1,681 | 0,041 | 3,103 |
| *Senna sp* | 0,704 | 0,803 | 0,003 | 1,508 |
| *Simarouba sp* | 0,352 | 0,771 | 0,606 | 1,325 |
| *Socratea exorrhiza* | 0,352 | 1,242 | 1,052 | 1,945 |
| *Socratea rostrata* | 0,352 | 1,349 | 2,667 | 2,590 |
| *Tetrathylacium macrophyllum* | 0,352 | 0,728 | 0,506 | 1,249 |
| *Trichillia septentrionalis* | 0,352 | 3,276 | 25,315 | 12,066 |
| *Turpinia occidentalis* | 0,352 | 0,728 | 0,521 | 1,254 |
| *Vismia baccifera* | 4,225 | 1,242 | 0,022 | 5,474 |
| *Vochysia braceliniae* | 2,113 | 0,874 | 0,004 | 2,988 |
| *Wettinia maynensis* | 1,408 | 0,921 | 0,002 | 2,330 |
| *Xylopia cuspidata* | 0,704 | 0,707 | 0,453 | 1,562 |
| *Zanthoxylum riedelianum* | 1,056 | 1,242 | 0,012 | 2,302 |

**Anexo 5.** Índice de valor de importancia de biomasa (BIV) de las especies para el Sistema Silvopastoril.

| N° Especies | AR | BA | AGB | I.BIOMASA |
|---|---|---|---|---|
| *Annona papilionella* | 1,02041 | 1,684 | 1,032439864 | 3,048 |
| *Artocarpus altilis* | 1,02041 | 1,760 | 1,161650404 | 3,168 |
| *Bactris Gasipaes* | 2,04082 | 1,760 | 1,161650404 | 4,188 |
| *Bixa orellana.* | 1,02041 | 1,378 | 0,605960726 | 2,600 |
| *Caryodendron orinocense* | 1,02041 | 2,220 | 2,083972959 | 3,935 |
| *Chimarrhis glabriflora* | 16,32653 | 2,587 | 0,059942616 | 18,934 |
| *Croton lechleri* | 2,04082 | 1,779 | 1,195452831 | 4,219 |
| *Dussia tessmannii* | 1,02041 | 1,339 | 0,546258906 | 2,542 |
| *Ficus glomerata* | 3,06122 | 1,990 | 0,014495191 | 5,056 |
| *Grias neuberthii* | 2,04082 | 4,516 | 13,178 | 10,949 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Guarea fistulosa* | 1,02041 | 2,373 | 2,545157904 | 4,241 |
| *Guarea kunthiana* | 1,02041 | 1,607 | 0,710380418 | 2,864 |
| Gustavia macarenensis | 2,04082 | 1,760 | 1,128565424 | 4,177 |
| *Heliocarpus americanus* | 6,12245 | 1,786 | 0,02020422 | 7,915 |
| *Hieronyma duquei.* | 1,02041 | 3,329 | 6,201023682 | 6,417 |
| *Inga spectabilis* | 2,04082 | 2,411 | 0,024355849 | 4,460 |
| *Inga edulis* | 6,12245 | 1,901 | 0,033317778 | 8,034 |
| *Inga multinervis* | 1,02041 | 3,061 | 4,986 | 5,744 |
| *Inga spectabilis* | 2,04082 | 3,100 | 4,669475104 | 6,697 |
| *Jacaranda copaia* | 2,04082 | 2,927 | 4,310923916 | 6,405 |
| *Maclura tinctoria* | 2,04082 | 2,066 | 0,023994498 | 4,115 |
| *Mauritia flexuosa* | 1,02041 | 6,735 | 5,441 | 9,569 |
| *Ocotea javitensis* | 3,06122 | 1,480 | 0,630609082 | 4,751 |
| *Otoba glycycarpa* | 1,02041 | 4,554 | 7,016948109 | 7,913 |
| *Piptadenia pteroclada* | 1,02041 | 2,066 | 1,776140364 | 3,679 |
| *Piptocoma discolor* | 9,18367 | 2,283 | 0,043261003 | 11,481 |
| *Pleurothyrium cuneifolium* | 1,02041 | 2,373 | 2,484462564 | 4,221 |
| *Pourouma cecropiifolia* | 1,02041 | 4,209 | 11,34310692 | 9,011 |
| *Pouteria caimito* | 3,06122 | 1,926 | 1,805951373 | 5,589 |
| *Pterocarpus rohrii* | 1,02041 | 2,143 | 1,76347224 | 3,751 |
| *Rollinia mucosa* | 2,04082 | 2,679 | 0,044564847 | 4,734 |
| *Schefflera morototoni* | 4,08163 | 2,210 | 0,015449366 | 6,297 |
| *Senna pallida* | 1,02041 | 2,105 | 1,864 | 3,747 |
| *Senna macrophylla* | 1,02041 | 1,225 | 0,443198307 | 2,393 |
| *Simira cordifolia* | 1,02041 | 3,061 | 4,98634298 | 5,744 |
| *Theobroma cacao* | 6,12245 | 1,652 | 0,98135874 | 8,101 |
| *Vismia baccifera* | 1,02041 | 2,296 | 2,278865269 | 4,076 |
| *Vitex cymosa* | 1,02041 | 5,319 | 20,50869363 | 13,176 |
| *Wettinia maynensis* | 3,06122 | 1,977 | 0,007880439 | 5,041 |
| *Zanthoxylum riedelianum* | 1,02041 | 2,373 | 2,484462564 | 4,221 |

**Anexo 6.** Biomasa total acumulada por especie del bosque primario

| Codigo | N° Especies | Familia | N° Individuos | DAP (Prom) | TB (Mg) | TB (Mg/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T1BP | *Aniba guianensis* | Lauraceae | 2 | 34,219 | 0,975 | 9,748 |
| | *Aspidosperma rigidum* | Apocynaceae | 3 | 35,863 | 1,206 | 12,058 |
| | *Brosimum utile* | Moraceae | 1 | 36,924 | 0,822 | 8,220 |
| | *Cecropia membranacea* | Urticaceae | 1 | 17,825 | 0,196 | 1,955 |
| | *Coccoloba densifrons* | Polygonaceae | 1 | 14,642 | 0,113 | 1,129 |
| | *Compsoneura capitellata* | Myristicaceae | 14 | 16,370 | 0,156 | 1,561 |
| | *Duguetia hadrantha* | Annonaceae | 1 | 12,096 | 0,068 | 0,680 |
| | *Faramea quinqueflora* | Rubiaceae | 1 | 18,144 | 0,205 | 2,049 |
| | *Grias neuberthii* | Lecythidaceae | 1 | 18,780 | 0,218 | 2,180 |
| | *Guarea grandifolia* | Meliaceae | 2 | 21,645 | 0,324 | 3,245 |
| | *Hasseltia grandiflora* | Salicaceae | 1 | 11,141 | 0,055 | 0,546 |
| | *Inga auristellae* | Fabaceae | 1 | 15,597 | 0,125 | 1,245 |
| | *Inga thibaudiana* | Fabaceae | 2 | 36,447 | 1,139 | 11,392 |
| | *Iriartea deltoidea* | Arecaceae | 18 | 18,108 | 0,100 | 1,000 |
| | *Margaritaria nobilis* | Phyllanthaceae | 1 | 17,507 | 0,186 | 1,864 |
| | *Matisia cordata* | Malvaceae | 1 | 42,335 | 1,836 | 18,358 |
| | *Miconia multispicata* | Melastomataceae | 1 | 13,687 | 0,097 | 0,971 |
| | *Mouriri grandiflora* | Melastomataceae | 2 | 16,234 | 0,153 | 1,527 |
| | *Pentagonia spathicalyx* | Rubiaceae | 4 | 15,995 | 0,143 | 1,426 |
| | *Perebea guianensis* | Moraceae | 1 | 14,324 | 0,106 | 1,065 |
| | *Poulsenia armata* | Moraceae | 1 | 38,834 | 1,476 | 14,762 |
| | *Pourouma guianensis* | Urticaceae | 1 | 15,915 | 0,086 | 0,855 |
| | *Pourouma minor* | Urticaceae | 1 | 40,744 | 0,984 | 9,837 |
| | *Pouteria glomerata* | Sapotaceae | 1 | 65,254 | 6,528 | 65,278 |
| | *Pouteria reticulata* | Sapotaceae | 1 | 13,369 | 0,112 | 1,118 |
| | *Protium sagotianum* | Burseraceae | 2 | 12,892 | 0,073 | 0,726 |
| | *Psychotria acuminata* | Rubiaceae | 1 | 18,462 | 0,208 | 2,084 |
| | *Sorocea muriculata* | Moraceae | 2 | 14,006 | 0,100 | 1,003 |
| | *Turpinia occidentalis* | Staphyleaceae | 2 | 19,417 | 0,245 | 2,450 |
| | *Vochysia braceliniae* | Vochysiaceae | 1 | 26,420 | 0,313 | 3,126 |
| | *Vochysia ferruginea* | Vochysiaceae | 5 | 46,664 | 1,335 | 13,345 |
| | *Wettinia maynensis* | Arecaceae | 1 | 10,823 | 0,026 | 0,255 |
| T2BP | *Allophylus pilosus* | Sapindaceae | 1 | 13,369 | 0,089 | 0,887 |
| | *Apeiba membranacea* | Malvaceae | 1 | 17,507 | 0,078 | 0,782 |
| | *Casearia arborea* | Salicaceae | 1 | 24,510 | 0,489 | 4,892 |
| | *Cecropia sciadophylla* | Urticaceae | 3 | 26,420 | 0,269 | 2,692 |
| | *Chrysophyllum cuneifolium* | Sapotaceae | 1 | 20,372 | 0,326 | 3,255 |
| | *Chrysophyllum venezuelanense* | Sapotaceae | 1 | 27,693 | 0,726 | 7,261 |
| | *Compsoneura capitellata* | Myristicaceae | 3 | 16,340 | 0,155 | 1,553 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Cordia panamensis* | Boraginaceae | 1 | 15,597 | 0,115 | 1,150 |
| | *Duguetia hadrantha* | Annonaceae | 1 | 13,687 | 0,094 | 0,944 |
| | *Eschweilera coriacea* | Lecythidaceae | 1 | 15,279 | 0,177 | 1,774 |
| | *Guarea grandifolia* | Meliaceae | 1 | 27,375 | 0,599 | 5,989 |
| | *Guarea kunthiana* | Meliaceae | 1 | 14,324 | 0,085 | 0,853 |
| | *Inga acreana* | Fabaceae | 1 | 23,873 | 0,382 | 3,820 |
| | *Inga edulis* | Fabaceae | 1 | 16,234 | 0,123 | 1,232 |
| | *Inga thibaudiana* | Fabaceae | 2 | 24,669 | 0,416 | 4,162 |
| | *Inga velutina* | Fabaceae | 3 | 15,067 | 0,114 | 1,136 |
| | *Iriartea deltoidea* | Arecaceae | 5 | 18,080 | 0,100 | 0,996 |
| | *Matisia obliquifolia* | Malvaceae | 3 | 16,552 | 0,156 | 1,562 |
| | *Miconia multispicata* | Melastomataceae | 1 | 12,414 | 0,075 | 0,750 |
| | *Nectandra membranacea* | Lauraceae | 1 | 16,234 | 0,127 | 1,268 |
| | *Nectandra oppositifolia* | Lauraceae | 1 | 15,279 | 0,108 | 1,080 |
| | *Neea parvifolia* | Nyctaginaceae | 1 | 16,870 | 0,171 | 1,712 |
| | *Otoba glycycarpa* | Myristicaceae | 2 | 12,096 | 0,035 | 0,354 |
| | *Pentagonia spathicalyx* | Rubiaceae | 4 | 16,314 | 0,150 | 1,503 |
| | *Piptocoma discolor* | Asteraceae | 1 | 49,020 | 2,648 | 26,483 |
| | *Pourouma guianensis* | Urticaceae | 2 | 15,120 | 0,075 | 0,746 |
| | *Pourouma tomentosa* | Urticaceae | 4 | 21,168 | 0,299 | 2,987 |
| | *Pouteria glomerata* | Sapotaceae | 4 | 15,995 | 0,180 | 1,798 |
| | *Pouteria reticulata* | Sapotaceae | 1 | 15,279 | 0,159 | 1,593 |
| | *Pouteria rostrata* | Sapotaceae | 1 | 12,096 | 0,086 | 0,857 |
| | *Sloanea guianensis* | Elaeocarpaceae | 1 | 20,372 | 0,351 | 3,510 |
| | *Sterculia frondosa* | Malvaceae | 1 | 41,062 | 1,651 | 16,514 |
| | *Tapirira guianensis* | Anacardiaceae | 1 | 30,876 | 0,798 | 7,981 |
| | *Tovomita membranifolia* | Clusiaceae | 1 | 14,006 | 0,116 | 1,165 |
| | *Virola obovata* | Myristicaceae | 2 | 19,576 | 0,196 | 1,965 |
| | *Vochysia braceliniae* | Vochysiaceae | 1 | 13,369 | 0,052 | 0,520 |
| | *Vochysia ferruginea* | Vochysiaceae | 8 | 33,781 | 0,589 | 5,895 |
| | *Wettinia maynensis* | Arecaceae | 1 | 11,777 | 0,032 | 0,320 |
| **T3BP** | *Apeiba membranacea* | Malvaceae | 1 | 62,070 | 1,981 | 19,809 |
| | *Brosimum utile* | Moraceae | 1 | 17,507 | 0,118 | 1,180 |
| | *Compsoneura capitellata* | Myristicaceae | 8 | 17,985 | 0,200 | 2,002 |
| | *Cordia hebeclada* | Boraginaceae | 1 | 18,144 | 0,171 | 1,715 |
| | *Duguetia hadrantha* | Annonaceae | 1 | 11,459 | 0,059 | 0,589 |
| | *Eschweilera coriacea* | Lecythidaceae | 2 | 21,645 | 0,445 | 4,446 |
| | *Ficus dugandii* | Moraceae | 1 | 13,687 | 0,064 | 0,642 |
| | *Genipa americana* | Rubiaceae | 1 | 26,738 | 0,566 | 5,661 |
| | *Guarea glabra* | Meliaceae | 1 | 44,563 | 2,078 | 20,781 |
| | *Guarea kunthiana* | Meliaceae | 2 | 41,858 | 1,389 | 13,889 |
| | *Inga thibaudiana* | Fabaceae | 1 | 19,735 | 0,232 | 2,319 |
| | *Iriartea deltoidea* | Arecaceae | 9 | 17,118 | 0,086 | 0,862 |
| | *Lozania klugii* | Lacistemataceae | 1 | 19,417 | 0,238 | 2,380 |
| | *Margaritaria nobilis* | Phyllanthaceae | 1 | 22,600 | 0,365 | 3,651 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Mouriri grandiflora* | Melastomataceae | 1 | 13,369 | 0,091 | 0,913 |
| | *Myrcia splendens* | Myrtaceae | 1 | 12,414 | 0,075 | 0,750 |
| | *Nectandra membranacea* | Lauraceae | 2 | 16,234 | 0,127 | 1,268 |
| | *Nectandra reticulata* | Lauraceae | 2 | 29,921 | 0,629 | 6,293 |
| | *Neea parvifolia* | Nyctaginaceae | 1 | 14,006 | 0,105 | 1,046 |
| | *Ocotea floribunda* | Lauraceae | 1 | 11,777 | 0,056 | 0,561 |
| | *Otoba glycycarpa* | Myristicaceae | 1 | 19,735 | 0,129 | 1,295 |
| | *Parkia nitida* | Fabaceae | 1 | 76,394 | 4,052 | 40,518 |
| | *Perebea xanthochyma* | Moraceae | 1 | 16,234 | 0,148 | 1,483 |
| | *Pourouma guianensis* | Urticaceae | 4 | 20,849 | 0,174 | 1,744 |
| | *Pouteria rostrata* | Sapotaceae | 1 | 13,051 | 0,105 | 1,048 |
| | *Protium sagotianum* | Burseraceae | 2 | 23,714 | 0,363 | 3,630 |
| | *Pterocarpus rohrii* | Fabaceae | 1 | 35,014 | 1,023 | 10,230 |
| | *Terminalia amazonia* | Combretaceae | 2 | 20,372 | 0,278 | 2,780 |
| | *Tovomita membranifolia* | Clusiaceae | 2 | 13,210 | 0,100 | 0,997 |
| | *Tovomita weddelliana* | Clusiaceae | 1 | 16,870 | 0,191 | 1,907 |
| | *Virola sebifera* | Myristicaceae | 1 | 30,558 | 0,628 | 6,277 |
| | *Vismia baccifera* | Hypericaceae | 3 | 15,491 | 0,131 | 1,310 |
| | *Vismia gracilis* | Hypericaceae | 1 | 16,234 | 0,148 | 1,483 |
| | *Vochysia ferruginea* | Vochysiaceae | 10 | 26,579 | 0,318 | 3,175 |
| **T4BP** | *Batocarpus orinocensis* | Moraceae | 1 | 25,465 | 0,477 | 4,765 |
| | *Cecropia ficifolia* | Urticaceae | 1 | 22,600 | 0,207 | 2,068 |
| | *Cecropia sciadophylla* | Urticaceae | 11 | 26,159 | 0,262 | 2,623 |
| | *Compsoneura capitellata* | Urticaceae | 1 | 16,234 | 0,153 | 1,527 |
| | *Duguetia spixiana* | Annonaceae | 2 | 14,483 | 0,110 | 1,096 |
| | *Eschweilera coriacea* | Lecythidaceae | 2 | 17,670 | 0,261 | 2,606 |
| | *Faramea capillipes* | Rubiaceae | 1 | 10,504 | 0,048 | 0,481 |
| | *Heisteria acuminata* | Olacaceae | 1 | 13,051 | 0,086 | 0,856 |
| | *Inga auristellae* | Fabaceae | 2 | 23,237 | 0,356 | 3,560 |
| | *Inga marginata* | Fabaceae | 1 | 11,459 | 0,055 | 0,549 |
| | *Inga ruiziana* | Fabaceae | 1 | 14,324 | 0,099 | 0,994 |
| | *Inga thibaudiana* | Fabaceae | 4 | 19,497 | 0,225 | 2,245 |
| | *Iriartea deltoidea* | Arecaceae | 6 | 17,242 | 0,088 | 0,878 |
| | *Leonia glycycarpa* | Violaceae | 1 | 15,279 | 0,126 | 1,263 |
| | *Margaritaria nobilis* | Phyllanthaceae | 2 | 16,871 | 0,169 | 1,691 |
| | *Nectandra lineata* | Lauraceae | 1 | 22,282 | 0,292 | 2,922 |
| | *Nectandra membranacea* | Lauraceae | 1 | 16,870 | 0,140 | 1,404 |
| | *Nectandra reticulata* | Lauraceae | 2 | 38,197 | 1,176 | 11,759 |
| | *Ocotea javitensis* | Lauraceae | 1 | 20,372 | 0,239 | 2,393 |
| | *Pourouma guianensis* | Urticaceae | 2 | 24,192 | 0,257 | 2,574 |
| | *Pourouma minor* | Urticaceae | 1 | 15,279 | 0,077 | 0,767 |
| | *Pourouma tomentosa* | Urticaceae | 1 | 29,603 | 0,716 | 7,159 |
| | *Protium nodulosum* | Burseraceae | 1 | 12,732 | 0,070 | 0,703 |
| | *Protium aracouchini* | Burseraceae | 1 | 13,051 | 0,075 | 0,750 |
| | *Protium sagotianum* | Burseraceae | 4 | 26,738 | 0,496 | 4,962 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Pseudolmedia laevis* | Moraceae | 1 | 12,096 | 0,069 | 0,686 |
| | *Psychotria acuminata* | Rubiaceae | 2 | 27,852 | 0,611 | 6,115 |
| | *Socratea exorrhiza* | Arecaceae | 1 | 16,870 | 0,083 | 0,829 |
| | *Sorocea muriculata* | Moraceae | 2 | 13,688 | 0,094 | 0,944 |
| | *Sorocea pubivena* | Moraceae | 1 | 22,282 | 0,342 | 3,417 |
| | *Tapirira guianensis* | Anacardiaceae | 2 | 19,417 | 0,238 | 2,380 |
| | *Terminalia amazonia* | Combretaceae | 1 | 10,823 | 0,052 | 0,521 |
| | *Trichilia solitudinis* | Meliaceae | 1 | 18,462 | 0,208 | 2,084 |
| | *Vismia baccifera* | Hypericaceae | 1 | 17,189 | 0,173 | 1,726 |
| | *Vochysia ferruginea* | Vochysiaceae | 1 | 10,504 | 0,027 | 0,274 |
| | *Wettinia maynensis* | Arecaceae | 4 | 13,449 | 0,045 | 0,455 |
| **T5BP** | *Alchornea triplinervia* | Euphorbiaceae | 1 | 18,144 | 0,126 | 1,258 |
| | *Apeiba membranacea* | Malvaceae | 2 | 19,258 | 0,101 | 1,005 |
| | *Aspidosperma rigidum* | Apocynaceae | 1 | 16,870 | 0,169 | 1,690 |
| | *Calliandra trinervia* | Fabaceae | 1 | 10,504 | 0,047 | 0,467 |
| | *Castilla ulei* | Moraceae | 1 | 11,141 | 0,056 | 0,562 |
| | *Cecropia ficifolia* | Urticaceae | 1 | 10,504 | 0,027 | 0,272 |
| | *Cecropia sciadophylla* | Urticaceae | 2 | 21,486 | 0,157 | 1,568 |
| | *Compsoneura capitellata* | Myristicaceae | 1 | 23,555 | 0,407 | 4,068 |
| | *Duguetia hadrantha* | Annonaceae | 1 | 22,600 | 0,355 | 3,547 |
| | *Enterolobium sp* | Fabaceae | 1 | 24,828 | 0,467 | 4,668 |
| | *Eschweilera coriacea* | Lecythidaceae | 1 | 35,651 | 1,620 | 16,199 |
| | *Euterpe precatoria* | Arecaceae | 1 | 14,961 | 0,119 | 1,195 |
| | *Garcinia macrophylla* | Clusiaceae | 1 | 16,552 | 0,156 | 1,562 |
| | *Garcinia madruno* | Clusiaceae | 1 | 13,051 | 0,083 | 0,832 |
| | *Iriartea deltoidea* | Arecaceae | 7 | 17,780 | 0,095 | 0,953 |
| | *Iryanthera grandis* | Myristicaceae | 3 | 12,840 | 0,082 | 0,820 |
| | *Matisia cordata* | Malvaceae | 1 | 14,006 | 0,103 | 1,032 |
| | *Miconia decurrens* | Melastomataceae | 1 | 10,823 | 0,052 | 0,521 |
| | *Miconia elata* | Melastomataceae | 1 | 11,141 | 0,056 | 0,562 |
| | *Miconia grandifolia* | Melastomataceae | 1 | 21,327 | 0,314 | 3,136 |
| | *Naucleopsis ulei* | Moraceae | 1 | 14,324 | 0,106 | 1,065 |
| | *Nectandra lineatifolia* | Lauraceae | 3 | 20,160 | 0,225 | 2,247 |
| | *Pourouma guianensis* | Urticaceae | 1 | 27,375 | 0,355 | 3,552 |
| | *Pourouma tomentosa* | Urticaceae | 2 | 24,510 | 0,438 | 4,385 |
| | *Pouteria glomerata* | Sapotaceae | 3 | 21,751 | 0,404 | 4,044 |
| | *Protium nodulosum* | Burseraceae | 1 | 20,054 | 0,234 | 2,338 |
| | *Sorocea pubivena* | Moraceae | 1 | 13,051 | 0,083 | 0,832 |
| | *Vismia baccifera* | Hypericaceae | 1 | 10,823 | 0,051 | 0,506 |
| | *Vochysia ferruginea* | Vochysiaceae | 4 | 24,122 | 0,247 | 2,466 |
| | *Wettinia maynensis* | Arecaceae | 1 | 14,324 | 0,054 | 0,538 |

**Anexo 7.** Biomasa total acumulada por especie del bosque secundario

| Codigo | N° Especies | Familia | N° Individuos | DAP (Prom) | TB (Mg) | TB (Mg/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T1BS | *Alchornea triplinervia* | Euphorbiaceae | 1 | 13,051 | 0,053 | 0,526 |
| | *Allophylus pucntatus* | Sapindaceae | 1 | 13,051 | 0,083 | 0,832 |
| | *Apeiba membranacea* | Malvaceae | 4 | 20,929 | 0,125 | 1,251 |
| | *Cabralea canjerana* | Meliaceae | 1 | 17,825 | 0,190 | 1,900 |
| | *Casearia arborea* | Salicaceae | 1 | 16,870 | 0,183 | 1,832 |
| | *Casearia javitensis* | Salicaceae | 5 | 15,788 | 0,154 | 1,537 |
| | *Cecropia ficifolia* | Urticaceae | 1 | 14,324 | 0,062 | 0,621 |
| | *Cecropia sciadophylla* | Urticaceae | 1 | 21,963 | 0,166 | 1,661 |
| | *Chrysophyllum cuneifolium* | Sapotaceae | 1 | 18,462 | 0,251 | 2,512 |
| | *Cordia alliodora* | Boraginaceae | 2 | 12,096 | 0,059 | 0,586 |
| | *Duguetia veneficiorum* | Annonaceae | 1 | 16,234 | 0,148 | 1,483 |
| | *Esenbeckia amazonica* | Rutaceae | 3 | 17,825 | 0,196 | 1,955 |
| | *Guarea kunthiana* | Meliaceae | 1 | 14,006 | 0,080 | 0,804 |
| | *Hieronyma alchorneoides* | Phyllanthaceae | 3 | 29,497 | 0,682 | 6,816 |
| | *Inga auristellae* | Fabaceae | 1 | 22,282 | 0,319 | 3,189 |
| | *Inga ruiziana* | Fabaceae | 3 | 13,369 | 0,083 | 0,827 |
| | *Inga thibaudiana* | Fabaceae | 1 | 24,510 | 0,409 | 4,092 |
| | *Jacaranda copaia* | Bignoniaceae | 2 | 17,030 | 0,168 | 1,684 |
| | *Miconia elata* | Melastomataceae | 3 | 11,565 | 0,062 | 0,621 |
| | *Miconia grandiflora* | Melastomataceae | 4 | 19,815 | 0,258 | 2,585 |
| | *Miconia splendens* | Melastomataceae | 2 | 15,597 | 0,137 | 1,373 |
| | *Nectandra sp.* | Lauraceae | 1 | 23,873 | 0,350 | 3,500 |
| | *Posoqueria latifolia* | Rubiaceae | 1 | 14,006 | 0,100 | 1,003 |
| | *Protium nodulosum* | Burseraceae | 1 | 17,825 | 0,171 | 1,714 |
| | *Protium sagotianum* | Burseraceae | 1 | 10,504 | 0,042 | 0,422 |
| | *Psychotria acuminata* | Rubiaceae | 3 | 16,977 | 0,167 | 1,670 |
| | *Rollinia crysocarpa* | Annonaceae | 1 | 12,732 | 0,078 | 0,779 |
| | *Ryania speciosa* | Salicaceae | 3 | 13,793 | 0,099 | 0,991 |
| | *Socratea exorrhiza* | Arecaceae | 1 | 18,462 | 0,105 | 1,052 |
| | *Tetrathylacium macrophyllum* | Salicaceae | 1 | 10,823 | 0,051 | 0,506 |
| | *Trichillia septentrionalis* | Meliaceae | 1 | 48,701 | 2,531 | 25,315 |
| | *Vismia baccifera* | Hypericaceae | 3 | 12,414 | 0,073 | 0,728 |
| T2BS | *Alchornea glandulosa* | Euphorbiaceae | 1 | 19,735 | 0,256 | 2,557 |
| | *Cecropia sciadophylla* | Urticaceae | 2 | 21,804 | 0,163 | 1,630 |
| | *Cedrela odorata* | Meliaceae | 1 | 17,825 | 0,130 | 1,299 |
| | *Chomelia tenuiflora* | Rubiaceae | 1 | 21,645 | 0,326 | 3,260 |
| | *Esenbeckia amazonica* | Rutaceae | 2 | 21,804 | 0,332 | 3,323 |
| | *Ficus glomerata* | Moraceae | 1 | 21,645 | 0,216 | 2,156 |
| | *Hasseltia floribunda* | Salicaceae | 2 | 14,642 | 0,113 | 1,129 |
| | *Hieronyma alchorneoides* | Phyllanthaceae | 1 | 24,192 | 0,407 | 4,072 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Inga ruiziana* | Fabaceae | 3 | 16,022 | 0,134 | 1,337 |
| | *Iriartea deltoidea* | Arecaceae | 6 | 19,205 | 0,117 | 1,167 |
| | *Jacaranda copaia* | Bignoniaceae | 1 | 36,606 | 1,234 | 12,343 |
| | *Miconia bubalina* | Melastomataceae | 3 | 13,581 | 0,095 | 0,951 |
| | *Miconia grandiflora* | Melastomataceae | 4 | 14,324 | 0,110 | 1,096 |
| | *Miconia multispicata* | Melastomataceae | 5 | 12,478 | 0,076 | 0,760 |
| | *Miconia pilgeriana* | Melastomataceae | 2 | 13,687 | 0,097 | 0,971 |
| | *Miconia spicata* | Melastomataceae | 3 | 13,157 | 0,087 | 0,875 |
| | *Myrcia fallax* | Myrtaceae | 1 | 12,096 | 0,070 | 0,700 |
| | *Piptocoma discolor* | Asteraceae | 2 | 24,987 | 0,475 | 4,746 |
| | *Pourouma guianensis* | Urticaceae | 1 | 20,372 | 0,164 | 1,641 |
| | *Pouteria rostrata* | Sapotaceae | 1 | 21,645 | 0,399 | 3,993 |
| | *Psychotria acuminata* | Rubiaceae | 1 | 18,144 | 0,199 | 1,990 |
| | *Psychotria capitata* | Rubiaceae | 5 | 16,807 | 0,163 | 1,626 |
| | *Ryania speciosa* | Salicaceae | 4 | 14,563 | 0,114 | 1,145 |
| | *Sapium glandulosum* | Euphorbiaceae | 2 | 23,714 | 0,289 | 2,889 |
| | Schefflera morototoni | Araliaceae | 1 | 40,107 | 1,072 | 10,721 |
| | *Socratea rostrata* | Arecaceae | 1 | 20,054 | 0,267 | 2,667 |
| | *Vismia baccifera* | Hypericaceae | 4 | 24,987 | 0,461 | 4,611 |
| | *Wettinia maynensis* | Arecaceae | 3 | 13,793 | 0,049 | 0,486 |
| | *Zanthoxylum riedelianum* | Rutaceae | 2 | 17,030 | 0,168 | 1,684 |
| **T3BS** | *Alchornea multinervia* | Euphorbiaceae | 1 | 19,099 | 0,235 | 2,346 |
| | Alchornea triplinervia | Euphorbiaceae | 5 | 14,642 | 0,071 | 0,713 |
| | *Aspidosperma rigidum* | Apocynaceae | 1 | 14,324 | 0,110 | 1,096 |
| | *Calliandra trinervia* | Fabaceae | 1 | 13,687 | 0,094 | 0,944 |
| | *Cecropia ficifolia* | Urticaceae | 1 | 17,507 | 0,106 | 1,056 |
| | *Cecropia membranacea* | Urticaceae | 2 | 15,915 | 0,082 | 0,821 |
| | *Cecropia sciadophylla* | Urticaceae | 1 | 18,462 | 0,105 | 1,052 |
| | *Cordia alliodora* | Boraginaceae | 1 | 12,414 | 0,063 | 0,627 |
| | *Esenbeckia amazonica* | Rutaceae | 1 | 13,051 | 0,086 | 0,856 |
| | *Guarea kunthiana* | Meliaceae | 1 | 27,375 | 0,468 | 4,685 |
| | *Hieronyma alchorneoides* | Phyllanthaceae | 2 | 27,852 | 0,588 | 5,876 |
| | *Inga auristellae* | Fabaceae | 1 | 24,510 | 0,409 | 4,092 |
| | *Inga ruiziana* | Fabaceae | 1 | 17,825 | 0,177 | 1,773 |
| | *Inga thibaudiana* | Fabaceae | 1 | 17,507 | 0,169 | 1,690 |
| | *Miconia acuminata* | Melastomataceae | 5 | 13,242 | 0,089 | 0,890 |
| | *Miconia grandiflora* | Melastomataceae | 3 | 13,263 | 0,089 | 0,893 |
| | *Miconia sp* | Melastomataceae | 1 | 11,141 | 0,056 | 0,562 |
| | *Miconia spicata* | Melastomataceae | 2 | 19,735 | 0,256 | 2,557 |
| | *Piptocoma discolor* | Asteraceae | 1 | 40,425 | 1,634 | 16,341 |
| | *Protium nodulosum* | Burseraceae | 1 | 14,642 | 0,102 | 1,018 |
| | *Psychotria acuminata* | Rubiaceae | 5 | 15,279 | 0,126 | 1,263 |
| | *Rollinia pittieri* | Annonaceae | 1 | 58,251 | 3,933 | 39,335 |
| | *Vismia baccifera* | Hypericaceae | 1 | 16,870 | 0,164 | 1,642 |
| | *Vochysia braceliniae* | Vochysiaceae | 1 | 11,141 | 0,032 | 0,320 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Zanthoxylum riedelianum* | Rutaceae | 1 | 21,327 | 0,305 | 3,046 |
| **T4BS** | *Aegiphila integrifolia* | Lamiaceae | 1 | 17,507 | 0,181 | 1,811 |
| | *Alchornea triplinervia* | Euphorbiaceae | 1 | 19,735 | 0,157 | 1,570 |
| | *Apeiba membranacea* | Malvaceae | 1 | 35,014 | 0,476 | 4,756 |
| | *Aspidosperma rigidum* | Apocynaceae | 1 | 21,645 | 0,326 | 3,260 |
| | *Casearia arborea* | Salicaceae | 1 | 13,051 | 0,093 | 0,928 |
| | *Cecropia ficifolia* | Urticaceae | 1 | 14,324 | 0,062 | 0,621 |
| | *Cecropia sciadophylla* | Urticaceae | 1 | 34,059 | 0,518 | 5,184 |
| | *Compsoneura capitellata* | Myristicaceae | 1 | 13,687 | 0,097 | 0,971 |
| | *Ficus obtusifolia* | Moraceae | 2 | 22,918 | 0,250 | 2,505 |
| | *Ficus paraensis* | Moraceae | 2 | 22,600 | 0,241 | 2,415 |
| | *Heisteria acuminata* | Olacaceae | 2 | 11,459 | 0,061 | 0,606 |
| | *Hieronyma macrocarpa* | Phyllanthaceae | 2 | 32,468 | 0,935 | 9,349 |
| | *Inga capitata* | Fabaceae | 1 | 20,690 | 0,263 | 2,625 |
| | *Iriartea deltoidea* | Arecaceae | 1 | 14,961 | 0,060 | 0,603 |
| | *Jacaranda copaia* | Bignoniaceae | 2 | 17,030 | 0,168 | 1,684 |
| | *Miconia bubalina* | Melastomataceae | 2 | 11,937 | 0,068 | 0,675 |
| | *Miconia multispicata* | Melastomataceae | 2 | 14,961 | 0,123 | 1,230 |
| | *Miconia pilgeriana* | Melastomataceae | 7 | 18,871 | 0,227 | 2,273 |
| | *Miconia spicata* | Melastomataceae | 3 | 22,388 | 0,356 | 3,562 |
| | *Nectandra lineata* | Lauraceae | 1 | 28,648 | 0,562 | 5,624 |
| | *Neosprucea grandiflora* | Salicaceae | 1 | 17,189 | 0,178 | 1,776 |
| | *Piptocoma discolor* | Asteraceae | 1 | 40,425 | 1,634 | 16,341 |
| | *Poulsenia armata* | Moraceae | 1 | 23,873 | 0,421 | 4,214 |
| | *Sapium glandulosum* | Euphorbiaceae | 1 | 17,825 | 0,136 | 1,364 |
| | *Schefflera morototoni* | Araliaceae | 1 | 28,648 | 0,453 | 4,531 |
| | *Senna sp* | Fabaceae | 1 | 10,823 | 0,052 | 0,521 |
| | *Simarouba sp* | Simaroubaceae | 1 | 11,459 | 0,061 | 0,606 |
| | *Turpinia occidentalis* | Staphyleaceae | 1 | 10,823 | 0,052 | 0,521 |
| | *Vismia baccifera* | Hypericaceae | 4 | 16,870 | 0,164 | 1,642 |
| | *Vochysia braceliniae* | Vochysiaceae | 3 | 12,626 | 0,045 | 0,447 |
| **T5BS** | *Allophylus pucntatus* | Sapindaceae | 1 | 10,504 | 0,047 | 0,467 |
| | *Casearia arborea* | Salicaceae | 4 | 19,258 | 0,260 | 2,599 |
| | *Cecropia ficifolia* | Urticaceae | 2 | 14,165 | 0,060 | 0,603 |
| | *Compsoneura capitellata* | Myristicaceae | 2 | 15,438 | 0,134 | 1,337 |
| | *Cordia alliodora* | Boraginaceae | 1 | 13,369 | 0,076 | 0,764 |
| | *Eschweilera coriacea* | Lecythidaceae | 1 | 10,823 | 0,071 | 0,710 |
| | *Guarea grandifolia* | Meliaceae | 1 | 18,144 | 0,204 | 2,039 |
| | *Heisteria acuminata* | Olacaceae | 15 | 14,218 | 0,107 | 1,074 |
| | *Inga ruiziana* | Fabaceae | 1 | 13,687 | 0,088 | 0,881 |
| | *Inga thibaudiana* | Fabaceae | 3 | 20,690 | 0,263 | 2,625 |
| | *Iriartea deltoidea* | Arecaceae | 2 | 21,327 | 0,154 | 1,538 |
| | *Miconia bubalina* | Melastomataceae | 3 | 14,218 | 0,107 | 1,074 |
| | *Miconia elata* | Melastomataceae | 2 | 11,459 | 0,061 | 0,606 |
| | *Miconia grandiflora* | Melastomataceae | 1 | 12,414 | 0,075 | 0,750 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Miconia multispicata* | Melastomataceae | 7 | 16,461 | 0,158 | 1,584 |
| | *Miconia pilgeriana* | Melastomataceae | 1 | 10,504 | 0,048 | 0,481 |
| | *Miconia stipicata* | Melastomataceae | 6 | 13,846 | 0,100 | 1,002 |
| | *Nectandra membranacea* | Lauraceae | 1 | 18,780 | 0,186 | 1,864 |
| | *Piptocoma discolor* | Asteraceae | 1 | 43,927 | 2,014 | 20,141 |
| | *Pourouma guianensis* | Urticaceae | 1 | 10,504 | 0,028 | 0,284 |
| | *Pourouma tomentosa* | Urticaceae | 1 | 35,969 | 1,180 | 11,803 |
| | *Pouteria rostrata* | Sapotaceae | 1 | 14,642 | 0,142 | 1,423 |
| | *Pterocarpus rohrii* | Fabaceae | 1 | 10,823 | 0,047 | 0,470 |
| | *Schefflera morototoni* | Araliaceae | 2 | 15,597 | 0,092 | 0,919 |
| | *Senna sp* | Fabaceae | 1 | 13,051 | 0,086 | 0,856 |
| | *Vochysia braceliniae* | Vochysiaceae | 2 | 14,483 | 0,064 | 0,643 |
| | *Wettinia maynensis* | Arecaceae | 1 | 13,369 | 0,045 | 0,448 |
| | *Xylopia cuspidata* | Annonaceae | 2 | 10,504 | 0,045 | 0,453 |

**Anexo 8.** Biomasa total acumulada por especie del Sistema Silvopastoril

| Codigo | N° Especies | Familia | N° Individuos | DAP (Prom) | TB (Mg) | TB (Mg/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T1SS | *Bactris Gasipaes* | Arecaceae | 2 | 14,642 | 0,116 | 1,162 |
| | *Chimarrhis glabriflora* | Rubiaceae | 9 | 23,300 | 0,395 | 3,954 |
| | *Heliocarpus americanus* | Malvaceae | 3 | 17,401 | 0,183 | 1,835 |
| | *Maclura tinctoria* | Moraceae | 1 | 10,186 | 0,044 | 0,443 |
| | *Otoba glycycarpa* | Myristicaceae | 1 | 37,879 | 0,702 | 7,017 |
| | *Piptocoma discolor* | Asteraceae | 1 | 16,552 | 0,161 | 1,607 |
| | *Schefflera morototoni* | Araliaceae | 1 | 20,054 | 0,179 | 1,785 |
| | *Senna macrophylla* | Fabaceae | 1 | 10,186 | 0,044 | 0,443 |
| | *Theobroma cacao L.* | Malvaceae | 6 | 13,740 | 0,098 | 0,981 |
| | *Wettinia maynensis* | Arecaceae | 2 | 16,234 | 0,075 | 0,749 |
| T2SS | *Annona papilionella* | Annonaceae | 1 | 14,006 | 0,103 | 1,032 |
| | *Chimarrhis glabriflora* | Rubiaceae | 4 | 17,427 | 0,184 | 1,842 |
| | *Ficus glomerata* | Moraceae | 2 | 13,846 | 0,066 | 0,662 |
| | *Inga edulis* | Fabaceae | 1 | 28,330 | 0,531 | 5,308 |
| | *Piptocoma discolor* | Asteraceae | 2 | 16,552 | 0,161 | 1,607 |
| T3SS | *Chimarrhis glabriflora* | Rubiaceae | 1 | 19,735 | 0,256 | 2,557 |
| | *Ficus glomerata* | Moraceae | 1 | 21,963 | 0,224 | 2,240 |
| | *Grias neuberthii* | Lecythidaceae | 2 | 37,561 | 1,318 | 13,178 |
| | *Heliocarpus americanus* | Malvaceae | 1 | 12,414 | 0,075 | 0,750 |
| | *Inga spectabilis* | Fabaceae | 1 | 21,327 | 0,284 | 2,843 |
| | *Maclura tinctoria* | Moraceae | 1 | 24,192 | 0,436 | 4,362 |
| | *Piptocoma discolor* | Asteraceae | 3 | 19,947 | 0,263 | 2,630 |
| | *Pleurothyrium cuneifolium* | Lauraceae | 1 | 19,735 | 0,248 | 2,484 |
| | *Senna pallida* | Fabaceae | 1 | 17,507 | 0,186 | 1,864 |
| | *Wettinia maynensis* | Arecaceae | 1 | 16,870 | 0,083 | 0,829 |
| T4SS | *Caryodendron orinocense* | Euphorbiaceae | 1 | 18,462 | 0,208 | 2,084 |
| | *Chimarrhis glabriflora* | Rubiaceae | 2 | 22,600 | 0,365 | 3,651 |
| | *Guarea fistulosa* | Meliaceae | 1 | 19,735 | 0,255 | 2,545 |
| | *Gustavia macarenensis* | Lecythidaceae | 2 | 14,642 | 0,113 | 1,129 |
| | *Heliocarpus americanus* | Malvaceae | 1 | 13,051 | 0,086 | 0,856 |
| | *Inga spectabilis* | Fabaceae | 1 | 18,780 | 0,203 | 2,035 |
| | *Inga edulis* | Fabaceae | 1 | 12,414 | 0,060 | 0,605 |
| | *Inga multinervis* | Fabaceae | 1 | 25,465 | 0,499 | 4,986 |
| | *Mauritia flexuosa* | Arecaceae | 1 | 56,023 | 3,681 | 36,808 |
| | *Ocotea javitensis* | Lauraceae | 3 | 12,308 | 0,063 | 0,631 |
| | *Piptadenia pteroclada* | Fabaceae | 1 | 17,189 | 0,178 | 1,776 |
| | *Pourouma cecropiifolia* | Urticaceae | 1 | 35,014 | 1,134 | 11,343 |
| | *Pouteria caimito* | Sapotaceae | 3 | 16,022 | 0,181 | 1,806 |
| | *Rollinia mucosa* | Annonaceae | 1 | 30,876 | 0,798 | 7,981 |
| | *Vitex cymosa* | Verbenaceae | 1 | 44,245 | 2,051 | 20,509 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Zanthoxylum riedelianum* | Rutaceae | 1 | 19,735 | 0,248 | 2,484 |
| **T5SS** | *Artocarpus altilis* | Moraceae | 1 | 14,642 | 0,116 | 1,162 |
| | *Bixa orellana.* | Bixaceae | 1 | 11,459 | 0,061 | 0,606 |
| | *Croton lechleri* | Euphorbiaceae | 2 | 14,802 | 0,120 | 1,195 |
| | *Dussia tessmannii* | Fabaceae | 1 | 11,141 | 0,055 | 0,546 |
| | *Guarea kunthiana* | Meliaceae | 1 | 13,369 | 0,071 | 0,710 |
| | *Heliocarpus americanus* | Malvaceae | 1 | 11,459 | 0,061 | 0,606 |
| | *Hieronyma duquei* | Phyllanthaceae | 1 | 27,693 | 0,620 | 6,201 |
| | *Inga edulis* | Fabaceae | 4 | 13,528 | 0,076 | 0,760 |
| | *Inga spectabilis* | Fabaceae | 2 | 25,783 | 0,467 | 4,669 |
| | *Jacaranda copaia* | Bignoniaceae | 2 | 24,351 | 0,431 | 4,311 |
| | *Piptocoma discolor* | Asteraceae | 3 | 20,478 | 0,282 | 2,818 |
| | *Pterocarpus rohrii* | Fabaceae | 1 | 17,825 | 0,176 | 1,763 |
| | *Rollinia mucosa* | Annonaceae | 1 | 13,687 | 0,094 | 0,944 |
| | *Schefflera morototoni* | Araliaceae | 3 | 17,825 | 0,131 | 1,309 |
| | *Simira cordifolia* | Rubiaceae | 1 | 25,465 | 0,499 | 4,986 |
| | *Vismia baccifera* | Hypericaceae | 1 | 19,099 | 0,228 | 2,279 |



**Fotografia1:** Georreferenciación del transecto



**Fotografia2:** Delimitación del transecto



**Fotografia3:** señalización del transecto



**Fotografia4:** Medición del $d_{1.3}$



**Fotografia5:** Medición de la altura



**Fotografia6:** Registro de datos



**Fotografia7:** Identificación Botánica



**Fotografia8:** Codificación de arboles