UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

DENOMINACIÓN DEL TÍTULO A OBTENER:

INGENIERO AMBIENTAL

TEMA:

ALTERNATIVAS SILVIECOLÓGICAS PARA LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SITIOS SOMETIDOS A DISTINTOS NIVELES DE PERTURBACIÓN EN CONDICIONES AMAZÓNICAS.

AUTOR:

Bryan Stalin Zapata Quintuña

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Dr. Yudel García Quintana, PhD

Pastaza - Ecuador

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: **"ALTERNATIVAS SILVIECOLÓGICAS PARA LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SITIOS SOMETIDOS A DISTINTOS NIVELES DE PERTURBACIÓN EN CONDICIONES AMAZÓNICAS",** le corresponde exclusivamente a Zapata Quintuña Bryan Stalin, autor bajo la Dirección del Dr. Yudel García Quintana, PhD, Director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Estatal Amazónica.



Zapata Quintuña Bryan Stalin

C.I. 1805059639

AUTOR

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación titulado: **"ALTERNATIVAS SILVIECOLÓGICAS PARA LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SITIOS SOMETIDOS A DISTINTOS NIVELES DE PERTURBACIÓN EN CONDICIONES AMAZÓNICAS".**



Dr. Julio César Muñoz Rengifo PhD.

Presidente del tribunal

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación titulado: **"ALTERNATIVAS SILVIECOLÓGICAS PARA LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SITIOS SOMETIDOS A DISTINTOS NIVELES DE PERTURBACIÓN EN CONDICIONES AMAZÓNICAS".**



M. Sc. Jessica Alexandra Machado Cuzco

Miembro del Tribunal

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación titulado: **"ALTERNATIVAS SILVIECOLÓGICAS PARA LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SITIOS SOMETIDOS A DISTINTOS NIVELES DE PERTURBACIÓN EN CONDICIONES AMAZÓNICAS**".



M.Sc. Jesús Antonio Bonilla de Gracia
Miembro del Tribunal

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Oficio No. 244-SAU-UEA-2020

Puyo, 10 de septiembre de 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Proyecto de Investigación correspondiente al egresado ZAPATA QUINTUÑA BRYAN STALIN con C.I. 1805059639, con el Tema: **"ALTERNATIVAS SILVIECOLÓGICAS PARA LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SITIOS SOMETIDOS A DISTINTOS NIVELES DE PERTURBACIÓN EN CONDICIONES AMAZÓNICAS"**, de la carrera, Ingeniería Ambiental. Director del proyecto Dr.C Yudel García Quintana, PhD., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 6%, Informe generado con fecha 10 de septiembre de 2020 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,



Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc. ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA

AGRADECIMIENTOS

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

A Dios, por brindarme las fuerzas y sabiduría necesaria para salir adelante, a mis padres que siempre me han apoyado en todas mis decisiones, brindándome de su confianza y compartiendo sus sabios consejos, que permitió cumplir con esta meta.

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

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

DEDICATORIA

A Dios por inspirarme en todo momento dándome claridad de pensamiento, fe y esperanza. A mis familiares, especialmente a mi madre Hilda Quintuña y a mi padre Fabian Zapata y hermanos por guiarme en el sendero de la vida, apoyarme, aconsejarme y darme ánimo para no decaer, por ser mis alas que me permitieron volar al éxito. A mi familia, por apoyarme incondicionalmente, ser ejemplo a seguir, siendo un hombre con valores únicos, por su amor, comprensión, paciencia, pero sobre todo por los ánimos para seguir adelante y en especial a mi Querido tío Marcelo Quintuña quien en vida fue y el cual también me motivo a cumplir con todas las metas de mi vida propuestas.

RESUMEN

La restauración de ecosistemas degradados constituye en la actualidad un tema de preocupación debido a los múltiples beneficios y servicios que brindan los bosques amazónicos. De ahí que el objetivo de este trabajo fue proponer alterativas silviecológicas para la conservación y restauración de bosques degradados de la zona alta de la microcuenca del río Puyo, a partir de una metodología analítica que permitió sobre la base de un inventario florístico realizado en 15 transectos de 0,1 ha (10 x 100 m), con un tamaño total de muestreo de 1,5 ha, describir las perturbaciones, indicadores ecológicos relacionados con el estado de la vegetación, suelo y biodiversidad, así como parámetros de la estructura ecológica en tres sitios de bosque (primario, secundario y silvopastura). El grado de perturbaciones indicó el predominio de sitios muy perturbados y medianamente perturbados que amenazan la biodiversidad y funciones ecológicas del ecosistema. Se comprobó la presencia de un grupo de indicadores ecológicos relacionados con la vegetación, suelo y biodiversidad con valores inferiores a 5 como reflejo del bajo umbral de sostenibilidad. El índice de calidad ecológica estructural resultó de bajo a medio, con valores de 1 para bosque secundario y silvopastura y de 1,5 para bosque primario, lo que demostró la alteración progresiva como criterio para la restauración. Se fundamentó la propuesta de alternativas silviecológicas orientadas al establecimiento de viveros, producción de plantas y técnicas de nucleación para restaurar las funciones de biodiversidad y estructura en las áreas de bosques de la zona alta de la microcuenca del río Puyo.

***Palabras clave*:** alternativas silviecológicas; conservación; restauración; perturbación; Amazonia-Ecuador

ABSTRACT

The restoration of degraded ecosystems is currently a matter of concern due to the multiple benefits and services that Amazon forests provide. Hence, the objective of this work was to propose silviecological alterations for the conservation and restoration of degraded forests in the upper area of the Puyo river micro-basin, based on an analytical methodology that allowed on the basis of a floristic inventory carried out in 15 transects of 0,1 ha (10 x 100 m), with a total sample size of 1,5 ha, describe the disturbances, ecological indicators related to the state of vegetation, soil and biodiversity, as well as parameters of the ecological structure in three forest sites (primary, secondary and silvopastoral). The degree of disturbance indicated the predominance of highly disturbed and moderately disturbed sites that threaten the biodiversity and ecological functions of the ecosystem. The presence of a group of ecological indicators related to vegetation, soil and biodiversity with values below 5 was verified as a reflection of the low sustainability threshold. The structural ecological quality index was low to medium, with values of 1 for secondary forest and silvopasture and 1.5 for primary forest, which demonstrated progressive alteration as a criterion for restoration. The proposal of silviecological alternatives oriented to the establishment of nurseries, plant production and nucleation techniques to restore the functions of biodiversity and structure in the forest areas of the upper zone of the micro-basin of the Puyo River was founded.

Keywords: silviecological; alternatives; conservation; restoration; disturbance; Amazon-Equator

INDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS I

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN II

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND III

AGRADECIMIENTOS IV

DEDICATORIA..... V

RESUMEN VI

ABSTRACT VII

ÍNDICE DE TABLAS XI

ÍNDICE DE FIGURAS..... XII

CAPITULO 1 1

1. INTRODUCCIÓN 1

1.1 PLANTEAMENTO DEL PROBLEMA.....2

1.2 OBJETIVOS 2

1.2.1 General 2

1.2.2 Específicos 2

1.3 JUSTIFICACIÓN 3

CAPITULO 2 5

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....5

2.1 Funciones e importancia de los bosques tropicales.....5

2.2 Los ecosistemas de bosques tropicales amazónicos y su contribución a la biodiversidad.....5

2.3 La cuenca amazónica 6

2.4 Funciones, servicios y características de un bosque primario, secundario y silvopastoril.....7

2.5 Factores de la degradación de los ecosistemas de bosques tropicales 8

2.6 Estructura horizontal 9
2.7 Estructura vertical 10
2.8 Índice de valor de importancia ecológica 10
2.1.9 Distribución de las especies 10
2.10 Índices de biodiversidad 11
2.10.1 Índices alfa 11
2.10.2 Índices beta 11
2.10.3 Índices gamma 12
2.11 La restauración ecológica 12
2.12 Tipos de restauración 12
2.12.1 Relación de la restauración de los ecosistemas con los atributos ecológicos 13
CAPITULO 3 14
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 14
3.1 Localización 14
3.2 Tipo de Investigación 15
3.3 Métodos de investigación 16
3.3.1 Método Exploratívo 16
3.3.2 Método cualitativo 17
3.3.3 Método documental 17
3.4 Tratamiento de datos 17
3.4.1 Fase I: Inventario florístico realizado en el 2019 en tres usos de suelos (bosque primario, bosque secundario, y sistema silvopastura) de la zona alta de la microcuenca del río Puyo. 18
3.4.2 Fase II: Análisis de los datos correspondiente a los niveles de perturbación en función de la intensidad de los disturbios antrópicos y naturales de tres sitios de bosque a partir de diagnóstico realizado en el inventario del año 2019. 19

3.4.3 Fase III: Análisis del umbral de sostenibilidad de tres sitios de bosque a partir de datos del inventario florístico del año 2019. 21

3.4.4 Fase IV. Determinación de la calidad ecológica estructural de cada sitio de bosque en función de los datos de estructura obtenidos del inventario 2019. 26

3.4.5 Fase V. Propuesta de alternativas silviecológicas para la restauración de las funciones ecológicas de tres sitios de bosque en base a las perturbaciones y la calidad ecológica estructural. 29

CAPITULO 4 31

Análisis de resultados.....31

4.1 Análisis de los niveles de perturbación en función de la intensidad de los disturbios antrópicos y naturales de tres sitios de bosque a partir de datos obtenidos de un inventario del año 2017.....31

4.1.1 Prueba de chi cuadrado y coeficiente de contingencia de los disturbios presentes en cada sitio de estudio. 32

4.1.2 Análisis de correspondencia entre los sitios de estudio y el nivel de perturbación 38

4.2 Análisis de los indicadores ecológicos que determinan el umbral de sostenibilidad de los sitios de estudio 39

4.3 Determinación de la calidad ecológica estructural de los tres sitios de estudio en base a los parámetros de estructura ecológica. 41

4.3.1 Abundancia y diversidad de especies.....42

4.3.1.1 Abundancia 42

4.3.2 Índice de valor de importancia.....45

4.3.3 Posición sociológica relativa de las especies 47

4.3.4 Cociente de mezcla 49

4.4 Alternativas silviecológicas para tres áreas de bosque de la zona alta de la microcuenca del río Puyo.....50

4.4.1 Fundamento de las alternativas silvícolas para la zona de estudio 50

4.4.2 Estrategia de las alternativas silviecológicas para la restauración 51

4.4.3 Propuesta de alternativas silviecológicas 51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 53
RECOMENDACIONES 54
REFERENCIAS 55
ANEXOS 59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Coordenadas geográficas y altitud de cada transecto 15
Tabla 2. Características físicas como parámetro de la calidad del suelo 23
Tabla 3. Criterios calidad del suelo (características biológicas) 23
Tabla 4.Criterio de biodiversidad. 24
Tabla 5. Estructura en función de la altura 25
Tabla 6. Estructura en función del DAP 25
Tabla 7. Indicador de productividad económica y ecológica. 26
Tabla 8. Interpretación del índice de Shannon. 28
Tabla 9. Colaboradores que participaron en el presente estudio de investigación 30
Tabla 10. Materiales usados para la elaboración proyecto de investigación 30
Tabla 11. Valor de las perturbaciones a partir de la frecuencia de los disturbios presentes en cada unidad de muestreo correspondiente a los tres sitios de estudio. 32
Tabla 12. Resultados de la prueba de chi cuadrado para el disturbio caída de árboles por el viento 33
Tabla 13. Medidas simétricas del coeficiente de contingencia y la significación del disturbio caída de árboles por el viento 33
Tabla 14. Resultados de la prueba de chi cuadrado para el disturbio existencia de cultivos 34
Tabla 15. Medidas simétricas del coeficiente de contingencia y la significación del disturbio 34
Tabla 16. Resultados de la prueba de chi cuadrado para el disturbio deslizamiento de suelos 35

Tabla 17. Medidas simétricas del coeficiente de contingencia y la significación del disturbio deslizamiento de suelos 35
Tabla 18. Resultados de la prueba de chi cuadrado para el disturbio presencia de especies colonizadoras 36
Tabla 19. Medidas simétricas del coeficiente de contingencia y la significación del disturbio presencia de especies colonizadoras 36
Tabla 20. Resultados de la prueba de chi cuadrado para el disturbio presencia de talas selectivas 37
Tabla 21.Medidas simétricas del coeficiente de contingencia y la significación del disturbio presencia de talas selectivas.....37
Tabla 22. Resultados de la prueba de chi cuadrado para el disturbio pastoreo 37
Tabla 23.Medidas simétricas del coeficiente de contingencia y la significación del disturbio pastoreo.....38
Tabla 24. Resultados del análisis de la diversidad a escala alfa mediante índices de Shannon y equitatividad en tres áreas de estudio.....45
Tabla 25 . Cociente de mezcla por clases diamétricas para tres áreas de bosque.....50
Tabla 26 .Tabla de datos de umbral de sostenibilidad 59
Tabla 27. Resumen de datos del umbral de sostenibilidad 61
Tabla 28. Evaluación de Disturbios 62
Tabla 29. Datos del Bosques.....63
Tabla 30. Datos Bosque Secundario 66
Tabla 31. Datos Sistema silvopastura 67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . Ubicación geográfica del área de estudio. 14
Figura 2 .Modelo de transectos para el estudio florístico. 19
Figura 3. Modelo de calicatas para muestreo de suelo. 22
Figura 4. Diagrama de ordenación del análisis de correspondencia entre los sitios de estudio y los niveles de perturbación presentes en tres áreas de bosque. 38
Figura 5. Comportamiento de los indicadores ecológicos de suelo, vegetación y biodiversidad en bosque primario. 39

Figura 6. Comportamiento de los indicadores ecológicos de suelo, vegetación y biodiversidad en bosque secundario. 40
Figura 7 .Comportamiento de los indicadores ecológicos de suelo, vegetación y biodiversidad en silvopastura. 41
Figura 8. Abundancia por transectos y áreas de bosque. 42
Figura 9 .Resultados del análisis de componentes principales mediante diagrama espacial que representa la distribución de la abundancia de especies en los sitios de estudio. 44
Figura 10. Valor de importancia ecológica de las diez especies con mayor IVI en bosque primario. 45
Figura 11. Valor de importancia ecológica de las diez especies con mayor IVI en bosque secundario. 46
Figura 12 . Valor de importancia ecológica de las diez especies con mayor IVI en silvopastura. 46
Figura 13. Porcentaje de especies presentes en los estratos del bosque primario de acuerdo a la posición sociológica relativa. 47
Figura 14. Porcentaje de especies presentes en los estratos del bosque secundario de acuerdo a la posición sociológica relativa. 48
Figura 15. Porcentaje de especies presentes en los estratos del sistema de silvopastura de acuerdo a la posición sociológica relativa. 48
Figura 16 . Sistema silvopastura 59
Figura 17. Bosque Primario. 60
Figura 18. Bosque Secundario 60

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

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

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

¨Los bosques siempre verde piemontano de la micro cuenca del río Puyo no se encuentran exentos a estos problemas, caracterizados por sus múltiples beneficios sociales, ambientales y económicos, constituyendo parte del sustento económico de las poblaciones indígenas de la zona, provocando cambios y alteraciones en la dinámica del bosque¨ (GADP-Pz, 2014). Es evidente la alteración y fragmentación de estos ecosistemas, así como los deslizamientos y cambios de uso de suelo, como factores que inciden en la calidad de los servicios ambientales. De ahí que los estudios de indicadores ecológicos de la perturbación, estructura y composición florística proporcionan información clave sobre la evaluación del estado de conservación de la vegetación, y resultan el primer paso en un programa de restauración ecológica, de forma tal que permita conocer las existencias y

aportes al ecosistema. El conocimiento de esta herramienta aporta bases ecológicas, científicamente fundamentadas, que ayudan en la toma de decisiones para mejorar los servicios eco sistémicos como la conectividad de paisajes fragmentados, la regulación de ciclos hídricos, conservación de la biodiversidad y el secuestro de carbono, de forma tal que permita establecer o identificar soluciones a estos problemas desde una perspectiva ambiental (Mendieta Betancourt et al., 2012).

1.1 PLANTEAMENTO DEL PROBLEMA

Los bosques de la zona alta de la microcuenca del río Puyo en la provincia Pastaza, Ecuador han sido degradados por perturbaciones de carácter natural y antropogénico tales como los fuertes vientos, deslizamientos de tierra, desbroce de vegetación, tala de árboles, establecimiento de cultivos y la actividad ganadera, existiendo extensas áreas que han sufrido cambios de uso de suelo, lo cual incide en el estado de conservación de los bosques, en la estructura ecológica y biodiversidad de este ecosistema. De ahí, se formula el siguiente problema:

¿Cómo incide el cambio de uso de suelo y las perturbaciones naturales y antrópicas en el estado de la vegetación, la biodiversidad y la estructura ecológica de tres sitios de bosque de la zona alta de la microcuenca del río Puyo?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

Proponer alternativas silviecológicas para la conservación y restauración de la biodiversidad de tres sitios de bosque, en base a niveles de perturbación, umbral de sostenibilidad y calidad ecológica estructural, en la zona alta de la microcuenca del río Puyo.

1.2.2 Específicos

• Caracterizar los niveles de perturbación en función de la intensidad de los disturbios antrópicos y naturales de tres sitios de bosque, a partir de datos obtenidos de un inventario del año 2019.

• Analizar el umbral de sostenibilidad a partir del comportamiento de indicadores ecológicos relacionados con el estado de la vegetación, el suelo y la biodiversidad teniendo en cuenta datos de un inventario del año 2019.

• Determinar la calidad ecológica estructural de tres sitios de bosque en función de la abundancia de especies, valor de importancia ecológica, cociente de mezcla y posición sociológica como base para la conservación y restauración de sitios degradados.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los bosques tropicales de la Amazonía forman parte de los ecosistemas terrestres con mayor riqueza a nivel mundial constituyendo alrededor de 40.000 a 53.000 especies arbóreas, forman parte del capital natural que sirve para la subsistencia de comunidades locales, lo cual está asociado a su extensión geográfica, complejidad ecológica, biodiversidad y alto nivel de endemismo. Uno de los problemas notables que se presenta es la pérdida progresiva de los recursos naturales y la diversidad florística, como consecuencia de la tala selectiva de determinadas especies arbóreas de alto valor comercial ya que es una de las principales reservas naturales de madera del mundo (Espinoza y Calet, 2012). En vista del acelerado deterioro ambiental que sufren los bosques nativos de la zona media y su biodiversidad en la comunidad de los diferentes sitios del Cantón , el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pastaza o sus pobladores, dentro de sus competencias exclusivas previstas tanto en la Constitución de la República del Ecuador como el COOTAD, y el Plan Nacional para el Buen Vivir con su objetivo 4 (Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable), para ello viene impulsando estudios a través de la Universidad Estatal Amazónica en cuanto a la protección y conservación de los recursos naturales, en especial los bosques tropicales, recursos hídricos, y su biodiversidad, ya que como preocupación institucional está el ambiente y los recursos naturales de la provincia de Pastaza.

En la microcuenca del Río Puyo se encuentran asentados los dos centros más poblados de la provincia de como son el caso del Puyo y Shell con cerca de 45.000 habitantes (crecimiento demográfico). Las actividades económicas más importante son la ganadería y agricultura, que implican la degradación progresiva de los bosques primarios y pérdida de la biodiversidad a nivel de la microcuenca, sumado al conjunto permanente de perturbaciones de carácter natural y antrópico que afectan estos ecosistemas, lo cual ha sido una preocupación constante de los tomadores de decisiones y de la comunidad científica debido a las importantes funciones ecohidrorreguladoras de esta cuenca amazónica que abastece del recurso hídrico a la ciudad de Puyo y si sus bosques son alterados se afecta la calidad de este importante recurso natural. De ahí que se reportan cambios significativos

en la cobertura vegetal de las áreas de la cuenca media y baja, con una pérdida del 50% de 1990 a 2014 (GADs, 2014), incidiendo de forma directa en el estado de la vegetación, los suelos y la biodiversidad. Los principales aportes o beneficios de esta investigación se centran en que la misma aporta información básica relevante para apoyar la toma de decisiones en cuanto a la necesidad de restauración de este importante reservorio de bosques.

CAPITULO 2

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Funciones e importancia de los bosques tropicales

Los bosques tropicales tienen una gran importancia que conlleva a funciones de igual manera muy importantes ya que equilibran la ecología, a la vez que proporcionan diversos servicios ambientales a la sociedad, además de ser una fuente de una variedad extensa y maravillosa como hábitats que brindan ,son especialmente importantes en escalas locales , regionales y desproporcionada notable de biodiversidad global ya que producen oxígeno, permiten que el agua de lluvia se filtre al subsuelo y se recarguen los mantos acuíferos, mantienen los suelos fértiles al producir materia orgánica, por los múltiples servicios eco sistemáticos que ellos proveen ya que modulan el caudal de los ríos, manteniendo el caudal basal del rio en la estación seca y verano reduciendo las inundaciones durante las altas precipitaciones del invierno (Hartshorn, 2016).

Los bosques tropicales también juegan un papel fundamental en la regulación de estos cambios climáticos y de sus impactos, ya que debido al gran tamaño de sus árboles y a la proporción de la superficie del planeta que ocupan constituyen el 60% de los almacenes aéreos de carbono y con el 30% de los almacenes de carbono en el suelo (Dixon *et al*., 1994). Cuando se quema la biomasa (viva y muerta) se libera CO_2, contribuyendo a aumentar el cambio climático; en cambio, cuando se recuperan los bosques tropicales estos contribuyen a la captura de carbono (Balvanera, 2012).

2.2 Los ecosistemas de bosques tropicales amazónicos y su contribución a la biodiversidad

Los bosques tropicales son uno de los ecosistemas terrestres que más biodiversidad albergan en el mundo. Además de contribuir a la regulación del clima y al almacenamiento de carbono. El monitoreo del ciclo del carbono en los bosques tropicales continúa siendo un tema de interés para la comunidad científica. Por un lado, se busca entender el papel de éstos en diferentes estudios han demostrado que los bosques tropicales contribuyen a regular la concentración de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera (Phillips *et al*., 2004; Pan *et al*., 2011). Particularmente su biomasa aérea representa más del 60% del total de las reservas de carbono en la vegetación terrestre. No obstante, dado que la distribución de las reservas de carbono no es homogénea en el espacio y en el tiempo, y en los bosques

tropicales existe una marcada variación a nivel de tipos de bosques y paisajes (Yepes *et al*., 2015)

La diversidad biológica es fundamental para el desarrollo de planes de conservación y uso sostenible de los ecosistemas y sus componentes, por lo que su conocimiento, cuantificación y análisis, es esencial para entender la naturaleza y los cambios inducidos por la actividad humana (Villareal *et al*., 2004). Lo anterior ratifica el valor de los inventarios florísticos enfocados a responder las preguntas: ¿cuánta diversidad existe?, ¿dónde se encuentra? y ¿cómo se distribuye? Los estudios de composición florística, permiten conocer las especies de un área geográfica, su distribución y fisonomía (Escobar, 2013). También tienen impacto sobre la conservación del ambiente, porque se consigue una visión más amplia de los mecanismos biológicos que allí operan. Con ello se logran propagar las especies encontradas y preservar las condiciones ecológicas que permitan su existencia (López Vargas *et al*., 2015).

2.3 La cuenca amazónica

La Cuenca hidrográfica del Amazonas ocupa el 41% del espacio del continente con una extensión de aproximadamente 6.187.461,09 km^2, que atraviesa Brasil, Bolivia, Ecuador, Colombia, Perú, Venezuela, Guyana, Guyana Francesa y Surinam. La concepción de la cuenca bajo un criterio hidrográfico permite la inclusión de zonas no consideradas tradicionalmente amazónicas, como las cabeceras de sus ríos, que cumplen un papel importante en el funcionamiento del ecosistema y el ciclo hidrológico. La importancia a nivel planetario de la cuenca no se debe a que sea el pulmón de la tierra o su indispensabilidad en el secuestro de carbono, como se ha popularizado, pues en realidad los bosques maduros que componen la Amazonía tienen un balance casi perfecto entre producción de oxígeno y fijación de Co_2, su verdadera relevancia radica en su aporte al balance hídrico del planeta. Por un lado, por el transporte de aproximadamente un sexto del agua dulce que alimenta a los océanos y ser una de las reservas de agua dulce más grandes de la tierra; y, por otro lado, por la contribución de la evaporación generada en su cobertura forestal al 50% de las precipitaciones (Rodríguez Quiñónez, 2012).

La extensión de la Amazonía está sujeta al criterio que se utilice para definirla, que sin duda asoman conceptos diferentes y en muchos casos no coinciden con la extensión de subterritorio, como ejemplo se puede citar el Pan Amazonía, la Cuenca Hidrográfica, el de Hylea Amazónica, cada uno de ellos proporciona una cifra diferente que oscila entre los

siete y nueve millones de Km² y de estar conformada por siete o nueve estados, dependiendo el caso. Aunque si bien es cierto que la mayor parte de la Cuenca Amazónica le corresponde al Brasil (67.69%), el restante 32.31% está repartida entre cinco países soberanos, correspondiéndole al 13.02% a Perú, el 11.20% a Bolivia, el 1.67% a Ecuador, 5.52% a Colombia, y 0.79% a Venezuela y 0.08% a Guayana. Por otro lado, existen los países llamados del "dominio amazónico", que son aquellos que por sus características biogeográficas se consideran como tal, este es el caso de Surinam y Guayana Francesa (Medina, 2012).

2.4 Funciones, servicios y características de un bosque primario, secundario y silvopastoril

-Bosques primarios: El área de bosque primario se considera como un importante indicador del estado de los ecosistemas forestales. Se considera primario cuando 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. A parte de la conservación de la biodiversidad biológica, los bosques primarios también tienen muchas funciones esenciales que incluyen la protección del suelo y de los recursos hídricos, la fijación del carbono y la provisión de valores estéticos, culturales y religiosos. Los bosques primarios, en particular los bosques tropicales húmedos, incluyen algunos de los ecosistemas terrestres del mundo más diversos y ricos en especies. Como tales, los bosques primarios a menudo son equiparados con altos niveles de diversidad biológica, aunque esto no siempre es el caso (Henao *et al*., 2015).

-Bosques secundarios: Los bosques secundarios han sido reconocidos como ecosistemas importantes en cuanto a la prestación de bienes y servicios a la sociedad (Henao *et al*., 2015). Algunos de los servicios ecosistémicos son directos, como el suministro de madera, fibra y leña, y otros son "indirectos a través de su influencia en los procesos de los ecosistemas que son esenciales para la vida" (Casanoves *et al*., 2011). Las condiciones ecológicas generales donde se desarrolla un bosque secundario, sus antecedentes de uso o manejo y el momento, edad o fase de sucesión en el cual se pretende aprovechar, condicionan su uso y potencial económico. Este puede incluir desde productos no maderables, madera y leña, hasta servicios ambientales como el turismo. Además, el

bosque secundario también pudiera jugar un papel en la recuperación del suelo y preparación para un nuevo ciclo agrícola (Casanoves *et al*., 2011).

-Sistema silvopastoril: Es un sistema y una alternativa que fomenta al aumento de la biodiversidad en el agroecosistema, permite un aprovechamiento más centralizado de cada uno de los recursos, brinda bienestar animal, mejora las condiciones del suelo y al mismo tiempo permite mejorar la producción de leche y carne de una manera económica y ambientalmente más sostenible. La ganadería tradicionalmente desarrollada en varias regiones del país, sobre todo en la zona de la Amazonía, ha transformado el bosque en potreros limpios con gramas naturales y con pastos introducidos entre los que predominan especies forrajeras del género *brachiaria* (FAO, 2015).

2.5 Factores de la degradación de los ecosistemas de bosques tropicales

La degradación de bosques podría darse también por perturbaciones naturales como por ejemplo huracanes o vientos o la caída de un árbol. Los factores indirectos suelen ser de tipo económico, institucional, políticas nacionales que promueven la expansión de la agricultura, la ganadería, la minería y las infraestructuras. Por otro lado, el cambio climático, la fragmentación o la propagación de especies invasoras son las causas indirectas más reportadas (Redd *et al*., 2016).

Según (MAGBMA y FAO, 2018) los resultados del estudio para el periodo 2004-2014 indican como principal causa directa de la deforestación y degradación por la expansión de las infraestructuras (con un peso relativo del 96%), seguida por el sector agrícola (con un peso relativo del 4%), que incluye la agricultura intensiva y de subsistencia, siendo esta última más importante tanto en la región continental como en la región insular. La principal causa directa de la degradación forestal identificada es la agricultura (con un peso relativo del 41%, principalmente la agricultura itinerante de subsistencia), seguida por las infraestructuras (con un peso relativo del 36%, principalmente las vías (Henao *et al*., 2015).

Los análisis indican que la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) ha perdido 1.1% de sus bosques en el último quinquenio 2010-2015, lo que implica una reducción de la deforestación con respecto al quinquenio anterior 2005- 2010 de -12%, tendencia similar a la de la Cuenca Amazónica. Incrementos en la pérdida de este bosque por deforestación podrían provocar procesos de erosión, alteración del balance de calor atmosférico y evapotranspiración, reducción de las precipitaciones, con implicaciones climáticas regionales y globales, entre otros cambios que no se pueden prevé (Borja *et al*., 2017).

A pesar de la relevada importancia que tienen los bosques, el manejo de los mismos es poco exitoso, especialmente en países en vías en desarrollo como Ecuador, que pese a tener un marco político para la gobernanza de los bosques, las tasas de deforestación y degradación forestal son elevadas. Entre 1990 y 2014 se perdieron cerca de 2,2 millones de hectáreas de bosque natural en el país según ((Tapia Rojas, 2018).

2.6 Estructura horizontal

Las condiciones de suelo y del clima, las características y estrategias de las especies y los efectos de disturbios sobre la dinámica del bosque determinan la estructura horizontal del bosque que se refleja en la distribución de los árboles por clase diamétrica. Esta estructura es el resultado de la respuesta de las plantas al ambiente y a las limitaciones y amenazas que este presenta cambios en estos factores pueden causar cambios en la estructura, los cuales pueden ser intrínsecos a los procesos dinámicos del bosque (por ejemplo, durante las fases iniciales de la sucesión, la existencia de una estructura boscosa en sí misma cambia el ambiente sobre el suelo, lo que afecta las oportunidades de germinar y establecer (Louman, 2001).

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, según (Alvis, 2009) citado por (Miranda & Silva, 2018). El análisis de la estructura horizontal cuantifica la participación de cada especie con relación a las demás y muestra cómo se distribuyen espacialmente, para este análisis se deben determinar diferentes parámetros, entre los que se consideran:

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

2.7 Estructura vertical

El índice de distribución vertical de especies cuantifica la diversidad de especies y su ocupación en el espacio vertical en la población. Esto permite estimar la proporción de las especies de acuerdo a las zonas de altura (Aguirre *et al*., 2001).

La estructura vertical del bosque está determinada por la distribución de distintas especies arbóreas que componen un ecosistema y ocupan sitios definidos en respuesta a los factores microclimáticos, gradientes ambientales o al disturbio natural o al provocado por el hombre cada ecosistema posee una estratificación y heterogeneidad espacial única, dada por la estructura vertical y horizontal de los taxa que lo integran (Ramos Reyes *et al*., 2017).

Esta estructura responde a las características de las especies que lo componen y las condiciones microclimáticas presentes en las diferentes alturas del perfil. La estructura vertical se debe en gran parte a los efectos producidos por la luz y aumento de la humedad hacia abajo (Aguirre, 2013).

2.8 Índice de valor de importancia ecológica

La estructura horizontal fue evaluada mediante el índice de valor de importancia (IVI). Su magnitud es un excelente indicador de la importancia de la vegetación de una especie dentro de un rodal, ya que es sensible a variables tales como agregación o área basal (Curtis y Macintosh, 1951). Su principal ventaja es que es cuantitativo y preciso y no se presta a interpretaciones subjetivas (Lozada, 2010), este mismo autor lo define como un indicador de la importancia fitosociológica de una especie, dentro de una comunidad (Galíndez, 2016).

Las comunidades vegetales están compuestas por un grupo de especies, cada una con una abundancia diferente. Todas las especies compiten por acceder a recursos (agua, luz, Co_2, etc.), las especies que mejor aprovechen estos recursos serán las que dominen la comunidad, determinando su estructura. La forma como estas aprovechen la energía del sistema nos permitirá conocer el comportamiento ecológico de la comunidad, esto se puede realizar mediante el cálculo de los valores de importancia de cada especie (Andrade, 2018).

2.1.9 Distribución de las especies

El concepto de distribución de especies involucra no sólo el lugar, sino también la forma en como la especie se presenta, es decir, “de manera no efímera con el ecosistema”.

Ocasionalmente se obtienen registros únicos y aislados a varios kilómetros del área de distribución conocida para una especie, lo cual no significa que deban ser considerados como parte de la distribución, sobre todo cuando la explicación a estos hallazgos sea de tipo antropogénico según (Baldo *et al*., 2008; citado por (Maciel et al., 2015).

Los modelos de distribución de especies pueden generarse, en principio, con cualquier clasificador estadístico apropiado para el tipo de variable modelizada, dicotómica si se cuenta con datos de presencia/ausencia (Mateo *et al*., 2011).

2.10 Índices de biodiversidad

Los índices de biodiversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitatividad. En algunos casos el valor del índice de diversidad estimado puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad) (UNLP, 2015).

2.10.1 Índices alfa

De acuerdo con (Carmona-Galindo, 2013; citado por (Pauta, 2016) los índices de diversidad a escala alfa es definida como diversidad de especies a lo largo de todas las subunidades o escalas locales o relevantes y por definición abarca dos variables importantes: la riqueza de especies y la abundancia relativa de especies. Dentro de los índices que se emplean para medir la diversidad se encuentran el índice de Margalef, el de Shannon Weiner y la dominancia de Simpson.

2.10.2 Índices beta

Su importancia en el estudio de las comunidades, y por su aplicación en la conservación de la biodiversidad, el estudio de la diversidad beta ha ido ganando espacios de manera gradual, hasta llegar a convertirse hoy en un enfoque ampliamente utilizado. Está determinada por factores tales como la distancia entre las localidades de muestreo y la heterogeneidad ambiental a lo largo del gradiente (Llorente y Marrone, 2001; citado por (Murillo Contreras, 2002).

2.10.3 Índices gamma

Estos índices fueron la base para los índices empleados en ecología del paisaje. Los índices gamma tienen en cuenta tanto la riqueza alfa como la beta. Sin embargo, el valor que dan, es el número aproximado de especies para el área de estudio. Esta es la principal crítica que se les hace, incluso cuestionando su utilidad como índices. Se menciona que presentan sesgos en la estimación de la diversidad alfa, en función de que utilizan promedios (Urrea, 2008).

2.11 La restauración ecológica

Según Eguiguren et al., (2014).La restauración ecológica tiene como meta un ecosistema que tiene capacidad de recuperación y que se sostiene por sí solo con respecto a la estructura, composición y función de las especies, y que, además, se integra en un paisaje más amplio y que apoya los medios de vida sostenibles. Muchos ecosistemas sanos son el producto de la empresa humana a través de períodos de tiempo muy largos y, por lo tanto, la restauración comúnmente requiere la participación de las comunidades que dependen de esos recursos. En este contexto, la restauración ecológica apoya la conservación y los esfuerzos de un desarrollo sostenible en todo el mundo.

La restauración ecológica plantea que la reposición de los valores, bienes y servicios se pueden alcanzar analizando los problemas de manera sistémica y manejando los procesos que inciden actualmente en el sistema ecológico para orientar la dinámica hacia un proceso direccionado. Esto quiere decir que se deben manejar la sucesión ecológica y los disturbios. Para lo anterior, existen diversas técnicas que provienen de diferentes áreas del conocimiento, incluyendo la ingeniería. A continuación, se mencionan algunas de estas técnicas: revegetación, manejo silvícola, obras de conservación de suelos, obras para mejorar el hábitat para la fauna, obras hidráulicas, estabilización de terrenos y taludes, reconfiguración topografía, aplicación de enmiendas orgánicas al suelo, eliminación de especies invasoras, biorremediación, ordenación territorial, herramientas de manejo del paisaje, manejo del fuego y educación ambiental (Humbol, 2014).

2.12 Tipos de restauración

La restauración ecológica se hace especial énfasis en la reconstrucción del estado original o predisturbio como el objetivo general del proceso de restauración. La mayoría de la

restauración ecológica se hace con una perspectiva histórica (Hobbs & Harris 2001; Klötzli 1991; citado por ((Vargas & Mora, 2009).

Restauración Natural: Se define como regeneración o restauración natural aquella cuyas semillas proceden de los pies del rodal que se está tratando. Bajo esta definición se incluye la actividad que consistiera en recolectar semillas del rodal a regenerar, almacenarlas debidamente y proceder más adelante a su siembra o incluso a producir planta en un vivero para posteriormente, y tras una correcta preparación del suelo (Hierro, 2014).

Restauración Artificial: La regeneración artificial, es entendida como aquella que se produce con intervención humana para facilitar la germinación y mejorar la viabilidad de las plántulas (Hierro, 2014).

2.12.1 Relación de la restauración de los ecosistemas con los atributos ecológicos

Al escoger un área para restaurar se presentan gran variedad de factores, tanto naturales como sociales, de los cuales dependerán las estrategias para restaurar, las cuales serán diferentes para cada sitio dentro de un mismo ecosistema; por ejemplo, sectores muy cercanos unos de otros podrían tener una historia de transformación y de uso actual muy diferente, como es el caso de áreas sometidas a agricultura y/o pastoreo, con plantaciones forestales con especies exóticas, áreas con especies invasoras, áreas quemadas y/o pastoreadas, o erosionadas y utilizadas para minería (Ríos, 2011). Los parámetros fisiográficos, climáticos, edáficos y edafoclimáticos mantienen una estrecha relación con los programas de restauración (González & Sánchez, 2004). Dentro de los principales atributos ecológicos que se deben considerar se encuentran: precipitación anual, temperatura media, períodos estacionales, oscilación térmica, diferencia entre la temperatura media de las máximas del mes más cálido y la media de las mínimas del mes más frío (González & Sánchez, 2004).

CAPITULO 3

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización

La investigación se localizó en la zona alta de la microcuenca del rio Puyo en un bosque siempreverde piemontano, tomando como base un inventario en 15 unidades de muestreo de 0,1 ha, localizado en tres sitios correspondientes a un bosque primario, secundario y silvopastura (5 unidades de muestreo por cada sitio de bosque). La zona de estudio se encontró dentro de la demarcación hidrográfica del rio Pastaza, mismo que cuenta con la presencia de la captación de agua de la Estación Biológica Pindo Mirador (Figura 1). Con base a los límites políticos-administrativos, en el territorio hídrico de la microcuenca se localizan diez parroquias, de las cuales dos son urbanas y ocho rurales, ubicadas en los cantones de Mera y Pastaza abarcando un total de 35.335,05 hectáreas de la provincia (MAE, 2013).



Figura 1 . Ubicación geográfica del área de estudio.

Las condiciones bioclimáticas predominantes del área de estudio corresponden a un clima tropical mega térmico húmedo, con una temperatura media anual de 21,3 ºC y una precipitación anual de 4119 mm. La precipitación más baja ocurre de enero a abril, mientras que la más alta ocurre de mayo a julio, la humedad relativa es de 84% (INAMHI, 2014). El sitio considerado por el GADPPZ (2014). Como bosque primario presentó una altitud promedio de 1228,72 msnm, mientras que el bosque secundario la altitud promedio fue de 1344,6 msnm y el sistema de silvopastura presentó una altitud promedio de 1165,4 msnm (Tabla 1).

Tabla 1.Coordenadas geográficas y altitud de cada transecto

Usos de suelo	**Transecto (códigos)**	**Tamaño (ha)**	**Altitud (msnm)**	**Coordenadas geográficas**	
				X	**Y**
Bosque Primario	T1BP	0,1	1122	825468	9839978
	T2BP	0,1	1221	825496	9840083
	T3BP	0,1	1234	825513	9840096
	T4BP	0,1	1272	825737	9840162
	T5BP	0,1	1292	825749	9840212
Bosque Secundario	T1BS	0,1	1330	827526	9841986
	T2BS	0,1	1338	827468	9842060
	T3BS	0,1	1346	827394	9842036
	T4BS	0,1	1350	827275	9842049
	T5BS	0,1	1353	826711	9841924
Sistema Silvopastura	SSP1	0,1	1162	824769	9839342
	SSP2	0,1	1166	824838	9839344
	SSP3	0,1	1167	824910	9839329
	SSP4	0,1	1169	824937	9839244
	SSP5	0,1	1163	824961	9839178

3.2 Tipo de Investigación

Este proyecto de investigación es continuación de un estudio donde los datos de campo ya fueron tomados previamente en el año 2019, por lo que se empleó el tipo de investigación analítica que permitió sobre la base de los datos del inventario florístico analizar e

interpretar sistemáticamente las características del fenómeno estudiado con base a la realidad del escenario planteado (Díaz y Calzadilla, 2016), que incluyó el conjunto de matrices de las variables medidas del estado de la vegetación y el suelo en condiciones de campo.

A partir de los datos tomados del inventario florístico realizado en el año 2019 como parte de las actividades del proyecto "Restauración forestal mediante técnicas de nucleación como contribución a los servicios ecosistémicos" que ejecutó la Universidad Estatal Amazónica, conjunto con la ONG "The Nature Consenvancy", del cual se participó como parte del equipo de campo en el muestreo de las tres zonas de estudio se analizaron un conjunto de variables: grado de las perturbaciones a partir de la intensidad del disturbio, indicadores ecológicos de la valoración ecológica en campo del suelo, biodiversidad y la vegetación, así como el estado de la vegetación en base a la composición florística y estructura del bosque.

Estos elementos justificaron este tipo de investigación ya que se realizó un análisis de los niveles de perturbación en función de la intensidad de los disturbios antrópicos y naturales, se analizó el comportamiento de cada indicador que describe el estado de la vegetación, estructura ecológica, la biodiversidad y el suelo con la finalidad de determinar el umbral de sostenibilidad de cada sitio de estudio, así como la calidad ecológica estructural y el índice de conservación de tres sitios de bosque. Esto facilitó fundamentar acciones silviecológicas para la conservación y restauración de las funciones ecológicas de la zona alta de la microcuenca del río Puyo.

3.3 Métodos de investigación

Para el desarrollo del proyecto de investigación se utilizaron los métodos explicativos, cualitativo y documental.

3.3.1 Método Exploratívo

Este método constó en el proceso de la obtención de información básica relacionada con el problema de investigación, ya que se realizó primero una investigación exploratoria para obtener diversidad de datos, posteriormente se logró realizar investigaciones más específicas para responder a las preguntas de la investigación determinada.

A partir de este método de investigación se pudo conocer las verdaderas implicaciones del problema, así como cuáles son los aspectos más interesantes que es pertinente abordar en

la investigación ya que todo proceso de investigación parte de una acción exploratoria; ya que la investigación propuesta es muy familiar y se conoce sobre el tema a tratar y también para comprender sus alcances, ya que la investigación exploratoria corresponderá al primer acercamiento el cual permitirá un mejor manejo del objeto de estudio.

3.3.2 Método cualitativo

Se empleó el método cualitativo ya que la recolección de información fue basada en la observación de comportamientos naturales para la posterior interpretación de significados pues su objetivo es el de proporcionar una propuesta de acciones silvícolas y ecológicas como soporte de los datos cualitativo valorados en condiciones de campo. Este método facilitó la valoración del comportamiento de los indicadores ecológicos analizados asignando valoraciones cualitativas.

3.3.3 Método documental

Se empleó el método de investigación documental o bibliográfica ya que se procuró obtener, seleccionar, compilar, organizar, interpretar y analizar información sobre un objeto de estudio a partir de fuentes documentales, tales como libros, documentos de archivo, hemerografía, registros audiovisuales, entre otros. Este tipo de investigación es muy usada y va de la mano con el modelo de investigación cualitativa, donde constituye un objetivo en sí mismo. Sin embargo, está presente en todo tipo de investigación, pues solo a partir de la investigación documental se conocen los antecedentes del problema o el estado de la cuestión.

3.4 Tratamiento de datos

La investigación realizada no es de tipo experimental, sino de tipo observacional, donde se constató un grupo de variables sin manipular el objeto de la investigación. Se trabajó con tres tipos de bosques (bosque primario, secundario y silvopastura) y 5 transectos, que constituyen sus unidades de análisis, describiendo, comparando y analizando el comportamiento de un grupo de variables. En el tratamiento de los datos se empleó pruebas de chi cuadrado como prueba de bondad de ajuste para buscar dependencia entre las variables asociadas al grado de perturbaciones y los indicadores ecológicos relacionados del suelo, vegetación y la biodiversidad, análisis de correspondencia para encontrar la relación entre el grado de perturbación y los sitios de estudio, análisis de varianza de clasificación simple para comparar las medidas de diversidad florística, y análisis de

componentes principales como técnica de estadística multivariada para el ordenamiento de las especies que más contribuyen a la abundancia.

Las variables consideradas en el estudio fueron:

- Diámetro a 1.30 m
- Altura de los árboles
- Tipo de disturbios naturales y antrópicos
- Indicadores del estado de la vegetación
- Indicadores del estado del suelo
- Indicadores del estado de la biodiversidad
- Parámetros de estructura ecológica (índice de valor de importancia ecológica, cociente de mezcla, posición sociológica relativa y abundancia de especies).

Para comprender el procedimiento empleado y el tratamiento específico en cada una de las variables se describe a continuación las metodologías y análisis realizado en las distintas fases de la investigación:

3.4.1 Fase I: Inventario florístico realizado en el 2019 en tres usos de suelos (bosque primario, bosque secundario, y sistema silvopastura) de la zona alta de la microcuenca del río Puyo.

Se llevó a cabo un inventario florístico en cada uno de los usos de suelo, tanto para bosque primario, bosque secundario y sistema silvopastura, registrando todos los árboles con un diámetro $d_{1.30} \geq 10$ cm. Para la identificación botánica de especies arbóreas en campo, se contó con la colaboración del Sr. Gabriel Grefa experto botánico, la verificación taxonómica de cada especie se la realizó según información plasmada en el Libro de Árboles de Ecuador (Palacios, 2016), el sistema de clasificación propuesta por el Angiosperm Phylogeny Group (APG,2003), recursos virtuales (The Plant List, 2019; Trópicos, 2019) y la colección de muestras del Herbario Ecuatoriano Amazónico (ECUAMZ) de la Universidad Estatal Amazónica. Mediante técnica de muestreo sistemático se procedió a la instalación de los transectos por medio de análisis *in situ*, considerando los distintos usos de suelo, la accesibilidad, topografía y la inexistencia de información florística del sitio de estudio, para ello se contó con imágenes satelitales, ortofotos del SIGTIERRAS y cartas topográficas a una escala de 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar. Se estableció cinco transectos de 0,1 ha (10 x 100 m) en cada uso de suelo (primario, secundario y sistema de silvopastura) de la zona alta de la microcuenca dando un total de 15 transectos, los mismos que estuvieron separados en intervalos de 100

m lineales. El tamaño y número de transectos se realizó a partir de la metodología de Inventario Rápido propuesta por Gentry (1988) y Lozano *et al*., (2013). Para el establecimiento de estos transectos, primeramente, se estableció un eje central a partir de este eje de referencia se tomaron cinco metros a cada lado, donde se registraron en una matriz de campo todas las especies con $d_{1.30} \geq 10$ cm, medido desde el suelo, matriz que constó de los siguientes datos: nombre común, nombre científico, familia, especie, $d_{1.30}$, altura total y altura de inserción de la copa (Figura 2).

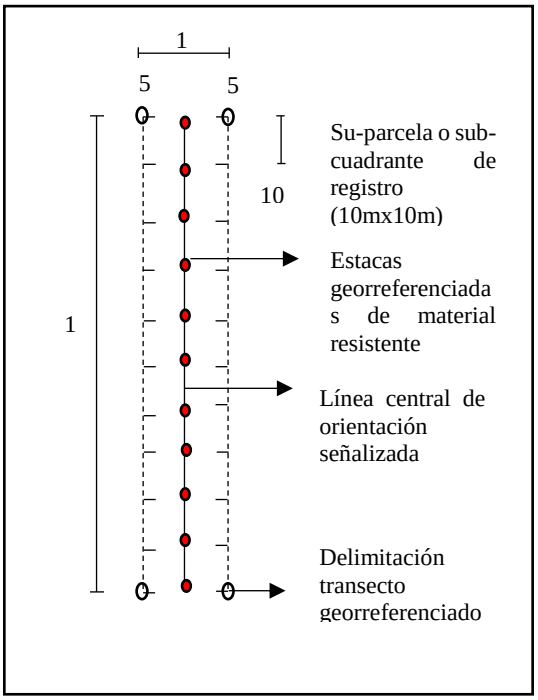

Figura 2 .Modelo de transectos para el estudio florístico.

3.4.2 Fase II: Análisis de los datos correspondiente a los niveles de perturbación en función de la intensidad de los disturbios antrópicos y naturales de tres sitios de bosque a partir de diagnóstico realizado en el inventario del año 2019.

Para analizar los niveles de perturbación en función de la intensidad del disturbio se consideró la información del diagnóstico realizado en el proyecto de "Restauración forestal mediante técnicas de nucleación como contribución a los servicios ecosistémicos", así como la información proporcionada por el GADPPZ (2014). En relación a los disturbios frecuentes en los sitios de estudio, lo que facilitó una clasificación de los sitios en niveles de perturbación (poco perturbados, medianamente perturbados y muy perturbados). Esto fue posible a partir de un análisis cualitativo en cada transecto de estudio, utilizando la metodología de Salmerón et al. (2016), sustentado en la presencia de disturbios de carácter natural y antrópico tales como: existencia de cultivos, caída de árboles por el

viento, deslizamientos de suelos, presencia de especies invasoras, actividad de pastoreo y registros de tala selectiva. La ecuación que se empleó fue:

Pe = Cu + C + Ds+ Ec + Pa + T

Dónde:

Pe: Nivel de perturbación. De acuerdo con el valor de Pe, los sitios se consideraron como:

 Poco perturbados ($0 \leq Pe \leq 3$)

 Medianamente perturbados ($4 \leq Pe \leq 7$)

 Muy perturbados ($Pe > 7$)

Cu: Existencia de cultivos u otros cambios de uso de suelo

 En últimos 5 años: 3

 En últimos 25 años: 2

 Más de 25 años atrás: 1

 No verificados en el sitio: 0

C: Caída de árboles por efecto del viento

 En últimos 5 años: 3

 En últimos 25 años: 2

 Más de 25 años atrás: 1

 Sin ocurrencia verificada: 0

Ds: Deslizamientos de suelos

 Actual: 3

 En últimos 5 años: 2

 En últimos 25 años: 1

 No verificada en el sitio: 0

Ec: Presencia de especies colonizadoras

 Mayores a 60 %: 3

 60 %: 2

 30 %: 1

 No verificada en el sitio: 0

Pa: Pastoreo

 Actual: 3

 En últimos 5 años: 2

 En últimos 25 años: 1.

 Sin verificar en el área: 0

T: Tala selectiva

 Actual selectiva: 3

 Rasa entre 20 y 30 años atrás o selectiva en los últimos cinco años: 2

 Rasa más de 30 años atrás o selectiva en los últimos veinticinco años: 1

 No verificada en el sitio: 0

La calificación asignada a cada disturbio fue analizada mediante una tabla de contingencia y prueba de chi cuadrado y se realizó un análisis de correspondencia para comprobar la relación de los sitios con los niveles de perturbación predominantes en la zona alta de la microcuenca del río Puyo. En el análisis se consideró el sitio en las filas y la categoría de disturbio en las columnas, lo cual se realizó con el uso del programa estadístico SPSS ver.22.0.

3.4.3 Fase III: Análisis del umbral de sostenibilidad de tres sitios de bosque a partir de datos del inventario florístico del año 2019.

Indicadores del estado del suelo, la vegetación y biodiversidad obtenidos mediante la técnica de Valoración Ecológica Rápida para el análisis del umbral de sostenibilidad en tres usos de suelo.

Para el análisis del estado actual del suelo, la vegetación y biodiversidad se empleó la técnica de valoración ecológica rápida propuesta por (INFA & RIFA, 2013). Esta herramienta permitió identificar los elementos débiles o sensibles del ecosistema en estudio ayudando a priorizar acciones que fortalezcan a estos elementos ya que en un futuro requerirán de mayor atención por ello la priorización ayudará a mejorar la salud general del ecosistema de bosque de la microcuenca del río Puyo. Para realizar la Valoración Ecológica se estableció cuatro criterios, según la metodología de (RIFA, 2015).Suelo, Estructura, Biodiversidad y Productividad.

Suelo

Calidad del suelo

En cuanto a la calidad del suelo de los diferentes usos (bosque primario, secundario y sistema silvopastura) se empleó técnicas sencillas y de fácil acceso para evaluar la condición del suelo. Es el caso del método de muestreo de suelo por medio de calicatas propuesto por la FAO (2015). Mediante técnica de muestreo sistemático se procedió a la construcción de calicatas en los extremos de cada transecto, considerando la accesibilidad y topografía de la zona estudiada. Se estableció dos calicatas de 0,50 m^2 (0,50 x 0,50 m) en cada uno de los transectos por uso de suelo de la zona alta de la microcuenca dando un total de 30 calicatas. Para el establecimiento de estas calicatas, primeramente, se estableció una primera al inicio de cada transecto y una al final del mismo, donde se registraron en una matriz de campo las características físicas y biológicas del suelo (Figura 3).

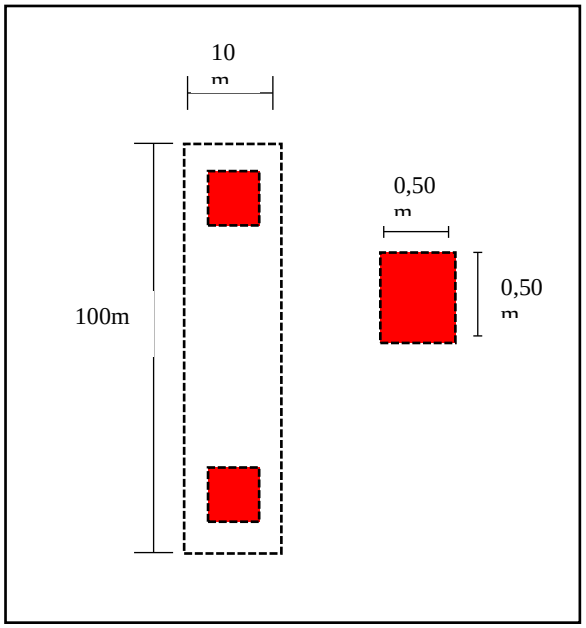

Figura 3. Modelo de calicatas para muestreo de suelo.

En cuanto a las características físicas del suelo se llevó a cabo por medio de diferentes parámetros propuesto por (RIFA, 2008).

Tabla 2. Características físicas como parámetro de la calidad del suelo

Perfil del Suelo		
Valor	Características	
1-2	Capa arable casi ausente	
3-5	Suelo superficial delgado	
6-8	Suelo superficial más profundo	
Densidad aparente		
Valor	Característica	Afecta al crecimiento radicular
1-2	Muy Compactado	Restringe el crecimiento radicular
3-5	Compactado	Afecta al crecimiento radicular
6-8	No Compactado	No afecta al crecimiento radicular

En el caso de las características biológicas al igual que las físicas se realizó por medio de metodología de (RIFA, 2008).

Tabla 3. Criterios calidad del suelo (características biológicas)

Biodiversidad del suelo (lombrices y antrópodos)	
Valor	Características
1-2	No hay señal de actividad biológica, no hay lombrices ni artrópodos
3-5	Se observa artrópodos y lombrices en pequeñas cantidades y una mejora del aspecto en el color del suelo
6-8	Mucha actividad biológica antrópodos y lombrices cual se distinguió un suelo de color mucho más oscuro esto se debe a la materia orgánica muy descompuesta y denota alto contenido de humus
Tasa de descomposición de residuos vegetales	
Valor	Características
1-2	Presencia de materia orgánica residual en la cual el proceso descomposición es muy lenta
3-5	La descomposición de la materia se acelera aun 50 por ciento más que en los valores 1-2
6-8	Aceleramiento de la descomposición orgánica en la cual el ciclo de crecimiento y descomposición de la materia vegetal es muy notorio.

Biodiversidad

Para realizar el análisis de la biodiversidad del componente de flora y fauna se tomó en consideración las observaciones realizadas en el área de estudio a partir de la metodología propuesta por (RIFA, 2015). (Tabla 4).

Tabla 4.Criterio de biodiversidad.

Componente vegetal (flora)	
1-2	Muy poca variabilidad de especies arbóreas y no arbóreas (1-5 especies presentes)
3-5	Poca variabilidad de especies (5-10 especies arbóreas presentes y pocas especies de sotobosque)
6-8	Mucha variabilidad de especies arbóreas y no arbóreas (más de 10 especies arbóreas presentes y presencia de epífitas, plantas de sombra hojas suaves y grandes plantas de sotobosque)
Componente fauna	
Valor	Características
1-2	Muy poca presencia visible y diversidad de aves, reptiles, mamíferos, insectos, anfibios (1-5 especies presentes)
3-5	Poca presencia visible y diversidad de especies (5-10 especies presentes).
6-8	Presencia y diversidad de especies visiblemente abundante (más de 10 especies).

Estructura

Para el análisis de la estructura de la vegetación se tomó en consideración los datos tomados de altura y diámetro del inventario florístico que determinan el comportamiento de la estructura vertical y horizontal, los cuales fueron analizados empleando la metodología (RIFA, 2008).Con adecuaciones por el autor de este trabajo.

Para el caso de la estructura vertical, a partir de los datos de altura de los árboles se asignó valores de 1 hasta 8. En el caso de los bosques tropicales como el estudiado en la presente investigación está claramente estratificado el bosque, debido a la forma de la copa de los árboles, con estructuras en forma de paraguas. En la metodología se distinguen ocho doseles o estratos. El superior está formado por las copas de los árboles más altos y es discontinuo. Bajo él, y no claramente diferenciado existe otro también discontinuo. El tercer estrato es continuo, y absorbe la mayor parte de la luz incidente. Por debajo se

encuentra un estrato con sombra y escasa vegetación, y por último se encuentran varios estratos basales en el que predominan herbáceas, plántulas, helechos y raíces de los árboles. Para identificar los diferentes doseles existentes en cada uno de los transectos por uso de suelo, se realizó mediante el método de observación directa y se tomó en cuenta la "Tabla de Categorías de Estructura considerados en Forestería Análoga", que se muestra a continuación (Tabla 5):

Tabla 5. Estructura en función de la altura

Altura (doseles)	
Valor ecológico	(m)
8	+35 m
7	20-35 m
6	10-20 m
5	5-10 m
4	2-5 m
3	0,5-2 m
2	10-50 cm
1	Menos de 10 cm

En el caso de la estructura horizontal se consideró valores de 1 a 8, a partir de los datos medidos del inventario realizado en el 2019.

Tabla 6. Estructura en función del DAP

DAP	
Valor ecológico	(m)
8	+24 cm
7	22- 24 cm
6	20- 22 cm
5	18-20 cm
4	16- 18 cm
3	14-16 cm
2	12-14 cm
1	10-12 cm

Productividad

Este es un indicador socioeconómico considerado en la valoración ecológica que permitió entender que tan importante y productivo es el ecosistema estudiando para el hombre, para un productor o para aquella persona que cuida la naturaleza (Tabla 7).

Para llevar a cabo la medición de la productividad de los tres usos de suelo se implementó la metodología de observación directa (UICN, 2004).

Tabla 7. Indicador de productividad económica y ecológica.

Productividad – Económica	
Valor	Características
1-2	Indica que no presenta o existe ningún sistema productivo.
3-5	Existe un sistema productivo para autoconsumo o para comercialización, pero no cumple con todos los objetivos del propietario.
6-8	Existe un sistema productivo para beneficios del propietario
Productividad – Funciones ecológicas y valores de conservación	
Valor	Características
1-2	Las funciones ecológicas están débiles, y no existe ningún sistema con respaldo en estudios científicos, captura de carbono o turismo.
3-5	Existen algunas funciones ecológicas (calidad de agua, conservación del suelo, hábitat y alimentos para animales, mamíferos, etc.) o sistemas en desarrollo por estudios científicos, captura de carbono o turismo.
6-8	Existen funciones ecológicas fuertes y estables y/o existen sistemas estables respaldados por estudios científicos, captura de carbono o turismo.

Con los datos obtenidos del conjunto de indicadores de la valoración ecológica en los diferentes usos de suelos se realizó un diagrama de araña que permitió comprobar el umbral de sostenibilidad de la zona en estudio.

3.4.4 Fase IV. Determinación de la calidad ecológica estructural de cada sitio de bosque en función de los datos de estructura obtenidos del inventario 2019.

Con los datos obtenidos del inventario florístico del 2019 se determinó el índice de calidad ecológica estructural, a partir de la metodología propuesta por (García *et al*., 2020). El índice de calidad estructural se expresó en términos relativos y osciló en valores de 1 a 3, si el valor resultó 3 se interpretó como un bosque con alta calidad ecológica estructural, debido a que mantiene su estructura y está bien conservado, por lo que no requiere de actividades de restauración. Si el valor osciló entre 1-2 reflejó la existencia de un bosque con media calidad ecológica estructural, debido a la alteración progresiva de sus parámetros estructurales y, por consiguiente, requiere actividades de restauración. Y si el valor del

índice fue ≤ 1 indicó baja calidad ecológica estructural, debido a la ruptura total o parcial de sus parámetros estructurales, por lo que requiere de actividades de restauración. El área correspondiente a bosque primario y secundario se encontró con valores entre 1 y 2 y silvopastura valor de 1. Para obtener el índice se empleó la siguiente ecuación:

ICEE = (AB+IVI+PSr+CM)/4

Dónde:

ICEE: Índice de calidad ecológica estructural

AB: Abundancia de especies en sitios perturbados

IVI: índice de Valor de Importancia Ecológica

PSr: Posición sociológica relativa

CM: Cociente de mezcla

De ahí que para llegar al resultado del índice de calidad ecológica estructura se calcularon cada uno de los parámetros ecológicos que lo conforman a partir de los datos obtenidos del inventario florístico realizado en el 2019.

La abundancia se obtuvo a partir de la tabla fitosociológica obtenida en campo donde se contó la cantidad de individuos presentes en los sitios sometidos a distintos niveles de perturbación. Con los datos obtenidos de la abundancia de especies en cada unidad de muestreo se calculó la diversidad a escala alfa como criterio para apoyar las valoraciones realizadas en campo en cuanto a la biodiversidad del componente flora. Para ello se utilizó el índice de Shannon y la equitatividad (Melo y Vargas, 2003).

El índice de Shannon a partir de la propuesta por Shannon y Weaver (1949), aplicando la siguiente fórmula:

$$H = -\sum_{i} p_i \, \mathrm{Inp}_i$$

Donde:

H= Índice de Shannon

pi = Proporción que representa cada especie en función de la abundancia total

ln= logaritmo natural

Para la interpretación del índice de Shannon se utilizó los siguientes rangos y significados

Tabla 8. Interpretación del índice de Shannon.

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

Además, se calculó del IVI (Guariguata & Kattan 2013), el cual se obtuvo conforme la fórmula:

IVIE = (Abundancia relativa + dominancia relativa + Frecuencia relativa) /3.

La abundancia relativa (AR) se calculó en función del número de individuos, a partir de la siguiente expresión:

AR=(Aa/AT) * 100 (6)

La dominancia relativa (DR) se calculó en función del área basal. Para determinar el área basal (AB) se utilizó la siguiente fórmula:

AB = 0,7854 * DAP2 (7)

DAP =diámetro a la altura del pecho (m)

DR= (Ga/GT) * 100 (8)

La frecuencia relativa (FR) se determinó a partir de la siguiente ecuación:

FR= (Fa/FT) *100

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

$\boldsymbol{CM}=N^{o}\ especies/\ N^{o}\ árboles$

La Posición sociológica absoluta (PSa) y relativa (PSr) mediante la siguiente ecuación:

PSa = VF(i)*n(i)+VF(m)*n(m)+VF(s)*n(s)

Donde:

PSa: posición social absoluta

VF(i): Valor fisiologico subestrato inferior

VF(m): Valor fisiológico subestrato medio

VF(s): Valor fisiológico subestrato superior

n(i): Número de individuos subestrato inferior

n(m): Número de individuos subestrato medio

n(s): Número de individuos subestrato superior

El índice de PSr se obtuvo a partir del porcentaje que representa cada especie en función de la sumatoria total de los valores absolutos.

3.4.5 Fase V. Propuesta de alternativas silviecológicas para la restauración de las funciones ecológicas de tres sitios de bosque en base a las perturbaciones y la calidad ecológica estructural.

Se elaboró una propuesta de alternativas con enfoque silvícola y ecológico para favorecer la restauración de las funciones ecológicas en base al nivel de las perturbaciones, el estado de los indicadores ecológicos de la vegetación, el suelo y la calidad ecológica estructural. Para esto se tomó como base la información de Melo y Vargas (2003) sobre evaluación ecológica y silvicultural para orientar acciones a corto, mediano y largo plazo, de tal manera que contribuya al mejoramiento de los servicios ecosistémicos de biodiversidad que brinda este importante reservorio de la microcuenca del río Puyo.

Recursos humanos y materiales

Para llevar a cabo cada una de las etapas de la presente investigación se contó con la colaboración de diferentes expertos y personal de apoyo, mismos que ayudaron al cumplimiento de los objetivos propuestos, para ello a continuación se presenta el detalle de cada una de las personas que estuvieron vinculadas directa o indirectamente en la investigación (Tabla 9).

Tabla 9. Colaboradores que participaron en el presente estudio de investigación

Recursos Humanos	
Director de proyecto	PhD. Yudel García Quintana (Asesoramiento profesional)
Colaboradores	Estudiantes de pregrado de la Universidad Estatal Amazonia (trabajo de campo)
Colaboradores	Técnicos del GADPPz
	Obreros
Expertos	Sr. Gabriel Grefa (Experto botánico para la identificación taxonómica de las especies inventariadas).
	Ing. Daniel Paguay (Muestreo de suelos)

En cuanto a los materiales que se usaron en la investigación consto de tres fases, mismas que están detallas a continuación (Tabla 10).

Tabla 10. Materiales usados para la elaboración proyecto de investigación

Materiales	
Fase de campo	Machete Botas Poncho de agua Cinta diamétrica Cinta métrica Forcípula Medidor laser Tablero Hojas de datos
Fase de recopilación y redacción de información.	Computadoras Esferos Internet
Tratamiento de datos	Programas estadísticos

CAPITULO 4

Análisis de resultados

4.1 Análisis de los niveles de perturbación en función de la intensidad de los disturbios antrópicos y naturales de tres sitios de bosque a partir de datos obtenidos de un inventario del año 2017.

En la tabla 11 se muestra la valoración de las perturbaciones, a partir de los rangos asignados, considerando el valor cero sin disturbio, valor 1 como disturbio leve, valor 2 disturbio moderado y valor 3 disturbio alto. La valoración final derivada de la sumatoria de los disturbios frecuentes en cada unidad de muestreo (transectos) indicó la existencia de varios niveles de perturbación en cada sistema de bosque. En bosque primario se comprobó la existencia de sitios con alteraciones como es el caso de T1 y T2, que fueron reportados como bosque primario por los registros y mapas del MAE (2013), sin embargo, las observaciones de campo actualizadas informan que estos sitios han sufrido perturbaciones calificados como muy perturbados (Pe> 7), lo cual han cambiado la condición de este parche de vegetación con la presencia de muchas especies colonizadoras, tal es el caso de *Piptocoma discolor* presente en la vegetación, también estuvo presente las talas selectiva de árboles de mayor valor comercial, pastoreo, deslizamientos de suelos y caída de árboles por el viento. Sin embargo, en bosque primario fue donde únicamente se reportaron áreas en mejor estado con presencia de perturbaciones de carácter natural, lo que cual formó parte de la propia dinámica del ecosistema, tal es el caso de T3 que resultó calificada con un valor de 3, considerado como poco perturbado (Pe<4). En bosque secundario T3 y T4 presentaron valor de perturbaciones de 12, considerados como muy perturbados (Pe> 7), el resto de las unidades de muestreo de este tipo de bosque fueron calificados como medianamente perturbados.

En silvopastura, el valor de las perturbaciones osciló entre 14 y 15 en todas las unidades de muestreo, encontrándose en la categoría de muy perturbado (Pe> 7), esto obedece al cambio de uso de suelo que ha sufrido que ha propiciado la aparición de especies colonizadoras, actividades de pastura producto del uso actual, presencia de talas de árboles maduros que han quedado en el sistema y existencia de cultivos.

Estos resultados llaman la atención por cuanto el grado de perturbaciones en la zona alta de la microcuenca del río Puyo es elevado, lo que requiere de programas para el manejo y conservación de estos reservorios de bosques. Resultados similares han sido obtenidos por

Guerrero et al., (2020) en áreas de las comunidades Lisan Wasi y Cotococha como parte de la cuenca del río Puyo, enfatizando en la necesidad de restaurar estas zonas de interés.

Tabla 11. Valor de las perturbaciones a partir de la frecuencia de los disturbios presentes en cada unidad de muestreo correspondiente a los tres sitios de estudio.

EVALUACIÓN DE DISTURBIOS										
			DISTURBIOS							
			Rangos (0: Sin Disturbio 1. D. Leve 2. D. moderado 3. D. alto							
			Esp. colonizadoras: 0: No verificada en el sitio 1: 30% colonizadora 2: 60% colonizadora 3: más de 60%							
Zona	Uso de suelo	Transecto	Caida de arboles por el viento	Existencia de cultivos	Deslizamiento de suelos	Presencia de especies colonizadoras	Talas selectivas	Pastoreo	Valor de Perturbacion	Estado de perturbación
Alta	B.Primario	T1	3	1	3	2	2	2	13	Muy perturbado
Alta	B. Primario	T2	3	1	3	2	2	2	13	Muy perturbado
Alta	B. Primario	T3	2	1	0	0	0	0	3	Poco Perturbado
Alta	B. Primario	T4	2	1	2	1	0	0	6	Medianamente Perturbado
Alta	B. Primario	T5	2	1	2	1	0	0	6	Medianamente Perturbado
Alta	B. Secundario	T1	1	1	0	3	1	1	7	Medianamente Perturbado
Alta	B. Secundario	T2	1	1	0	3	1	1	7	Medianamente Perturbado
Alta	B. Secundario	T3	3	1	3	3	1	1	12	Muy perturbado
Alta	B. Secundario	T4	3	1	3	3	1	1	12	Muy perturbado
Alta	B. Secundario	T5	2	1	1	1	1	1	7	Medianamente Perturbado
Alta	Silvopastura	T1	1	3	2	3	3	3	15	Muy perturbado
Alta	Silvopastura	T2	1	3	2	3	3	3	15	Muy perturbado
Alta	Silvopastura	T3	1	3	1	3	3	3	14	Muy perturbado
Alta	Silvopastura	T4	1	3	1	3	3	3	14	Muy perturbado
Alta	Silvopastura	T5	1	3	1	3	3	3	14	Muy perturbado

4.1.1 Prueba de chi cuadrado y coeficiente de contingencia de los disturbios presentes en cada sitio de estudio.

Caída de árboles por el viento

La tabla de contingencia a partir de datos cruzados de los tres sitios de estudio indicó diferencias significativas entre el disturbio reconocido como caída de árboles por el viento con el asocio de los tipos de bosque (primario, secundario y silvopastura). El valor de chi cuadrado fue de 10,929 y el coeficiente de contingencia de 0,649 (Tabla 12 y 13). Esto indicó el efecto significativo en los sitios de bosque primario y secundario en cuanto a caída de árboles por el viento, cuya frecuencia varió considerablemente con silvopastura

(predominio del valor 1). De aquí se puede interpretar que el tipo de bosques primario y secundario está más propenso a la caída de árboles por el viento, lo cual se pudiera deber a la mayor altitud de estos sitios. Estos resultados indicaron que se acepta la hipótesis alternativa al demostrar que existió asociación entre las variables de estudio (caída de árboles por el viento y sitios de estudio).

Tabla 12. Resultados de la prueba de chi cuadrado para el disturbio caída de árboles por el viento

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	10,929[a]	4	,027
Razón de verosimilitud	14,539	4	,006
Asociación lineal por lineal	6,596	1	,010
N de casos válidos	15		

Tabla 13. Medidas simétricas del coeficiente de contingencia y la significación del disturbio caída de árboles por el viento

		Valor	Aprox. Sig.
Nominal por Nominal	Coeficiente de contingencia	,649	,027
N de casos válidos		15	

Existencia de cultivos

La tabla de contingencia a partir de datos cruzados de los tres sitios de estudio indicó diferencias significativas entre el disturbio existencia de cultivos entre bosque primario, secundario y silvopastura. El valor de chi cuadrado fue de 15,0 y el coeficiente de contingencia de 0,707 (Tabla 14 y 15). Esto indicó el efecto significativo del establecimiento de cultivos en el sistema de silvopastura con frecuencia de 3, a diferencia de los demás tipos de bosque. Estos resultados indicaron que se acepta la hipótesis alternativa al demostrar que existió asociación entre las variables de estudio (existencia de cultivos y sitios de estudio).

Tabla 14. Resultados de la prueba de chi cuadrado para el disturbio existencia de cultivos

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	15,000[a]	2	,001
Razón de verosimilitud	19,095	2	,000
Asociación lineal por lineal	10,500	1	,001
N de casos válidos	15		

Tabla 15. Medidas simétricas del coeficiente de contingencia y la significación del disturbio

Medidas simétricas

		Valor	Aprox. Sig.
Nominal por Nominal	Coeficiente de contingencia	,707	,001
N de casos válidos		15	

Deslizamientos de suelos

La tabla de contingencia a partir de datos cruzados de los tres sitios de estudio indicó diferencias significativas entre el disturbio deslizamiento de suelos con los tipos de bosques. El valor de chi cuadrado fue de 9,50 y el coeficiente de contingencia de 0,623 (Tabla 16 y 17). Esto indicó el efecto significativo de los deslizamientos de suelos que ocurre con mayor predominio en las zonas más altas de bosque primario y secundario con predominio de frecuencia de 3. Estos resultados indicaron que se acepta la hipótesis alternativa al demostrar que existió asociación entre las variables de estudio (deslizamiento de suelos y sitios de estudio).

Tabla 16. Resultados de la prueba de chi cuadrado para el disturbio deslizamiento de suelos

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	9,500[a]	6	,147
Razón de verosimilitud	13,550	6	,035
Asociación lineal por lineal	,716	1	,397
N de casos válidos	15		

Tabla 17. Medidas simétricas del coeficiente de contingencia y la significación del disturbio deslizamiento de suelos

Medidas de contingencia de disturbio		Valor	Aprox. Sig.
Nominal por Nominal	Coeficiente de contingencia	,623	,147
N de casos válidos		15	

Presencia de especies colonizadoras

La tabla de contingencia a partir de datos cruzados de los tres sitios de estudio indicó diferencias significativas entre el disturbio presencia de especies colonizadoras con los tipos de bosques. El valor de chi cuadrado fue de 12,667 y el coeficiente de contingencia de 0,677 (Tabla 18 y 19). Esto indicó el efecto significativo determinado por más del 60% de especies colonizadoras indicadoras de disturbios con facilidad de ocupar áreas de claros predominante en bosque secundario y silvopastura con frecuencia promedio de 3, de aquí se puede interpretar que estos tipos de bosques son más propensos a la colonización de especies, lo cual se debe al mayor grado de perturbación. Estos resultados indicaron que se acepta la hipótesis alternativa al demostrar que existió asociación entre las variables de estudio (especies colonizadoras y sitios de estudio).

Tabla 18. Resultados de la prueba de chi cuadrado para el disturbio presencia de especies colonizadoras

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	12,667[a]	6	,049
Razón de verosimilitud	16,774	6	,010
Asociación lineal por lineal	7,594	1	,006
N de casos válidos	15		

Tabla 19. Medidas simétricas del coeficiente de contingencia y la significación del disturbio presencia de especies colonizadoras

		Valor	Aprox. Sig.
Nominal por Nominal	Coeficiente de contingencia	,677	,049
N de casos válidos		15	

Talas selectivas

La tabla de contingencia a partir de datos cruzados de los tres sitios de estudio indicó diferencias significativas entre el disturbio talas selectivas. El valor de chi cuadrado fue de 30,0 y el coeficiente de contingencia de 0,816 (Tabla 20 y 21). Esto indicó el efecto significativo de las talas selectivas, determinado por el predominó de frecuencia 3 para los sitios correspondiente a silvopastura, aunque existieron dos sitios del bosque primario que también presentaron talas selectivas de especies de alto valor comercial. Estos resultados indicaron que se acepta la hipótesis alternativa al demostrar que existió asociación entre las variables de estudio (presencia de talas selectivas y sitios de estudio).

Tabla 20. Resultados de la prueba de chi cuadrado para el disturbio presencia de talas selectivas

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	30,000[a]	6	,000
Razón de verosimilitud	32,958	6	,000
Asociación lineal por lineal	8,643	1	,003
N de casos válidos	15		

Tabla 21.Medidas simétricas del coeficiente de contingencia y la significación del disturbio presencia de talas selectivas

		Valor	Aprox. Sig.
Nominal por Nominal	Coeficiente de contingencia	,816	,000
N de casos válidos		15	

Pastoreo

La tabla de contingencia a partir de datos cruzados de los tres sitios de estudio indicó diferencias significativas entre el disturbio pastoreo y los sitios. El valor de chi cuadrado fue de 30,0 y el coeficiente de contingencia de 0,816 (Tabla 22 y 23). Esto indicó el efecto significativo determinado por el predominio de frecuencia 3 en la actividad de pastoreo presente exclusivamente en silvopastura.

Tabla 22. Resultados de la prueba de chi cuadrado para el disturbio pastoreo

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	30,000[a]	6	,000
Razón de verosimilitud	32,958	6	,000
Asociación lineal por lineal	8,643	1	,003
N de casos válidos	15		

Tabla 23.Medidas simétricas del coeficiente de contingencia y la significación del disturbio pastoreo

		Valor	Aprox. Sig.
Nominal por Nominal	Coeficiente de contingencia	,816	,000
N de casos válidos		15	

4.1.2 Análisis de correspondencia entre los sitios de estudio y el nivel de perturbación

El análisis de correspondencia mostró una correlación significativa ($p \leq 0,05$) entre los sitios de estudio con el grado de perturbación. Este resultado demostró el alto grado de perturbación al que están sometidos los sitios de estudio de la zona alta del bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo que cuenta con fragmentos de bosque que han sufrido perturbaciones naturales y antrópicas durante mucho tiempo (Figura 4). Estos resultados expresan similitud a lo reportado por Villacis *et al.*, (2017), donde se realizó un análisis de correspondencia en tres sitios de bosque siempreverde piemontano fragmentado (Shell, Mera y Puyo) mostrando una correlación significativa ($p \leq 0,05$) entre los sitios de estudio y el grado de antropización, con valores de inercia total de 0,83. Se pudo comprobar mediante el diagrama de ordenamiento espacial las unidades de muestreo de cada tipo de bosque que están asociadas, encontrándose en las tres categorías de perturbaciones que determinan la presencia de sitios medianamente perturbados, poco y muy perturbados.

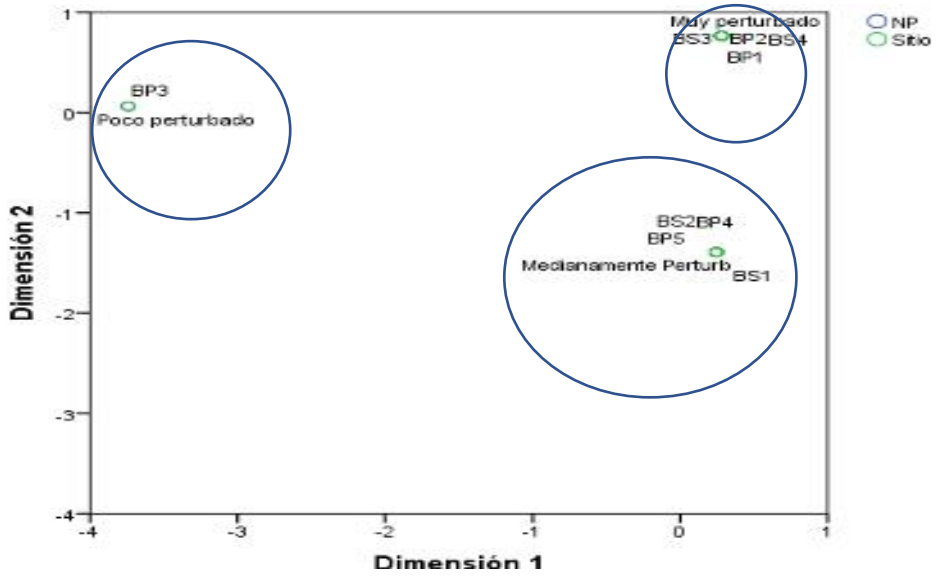

Figura 4. Diagrama de ordenación del análisis de correspondencia entre los sitios de estudio y los niveles de perturbación presentes en tres áreas de bosque.

4.2 Análisis de los indicadores ecológicos que determinan el umbral de sostenibilidad de los sitios de estudio

La figura 5 muestra el comportamiento del conjunto de indicadores ecológicos obtenidos mediante la valoración ecológica rápida para el bosque primario. Los valores de cada uno de los indicadores analizados que determinan el estado de los componentes suelo, vegetación arbórea y biodiversidad (Perfil suelo, densidad aparente, lombrices y artrópodos, vegetación en descomposición, biodiversidad (flora), biodiversidad (fauna), estructura (altura y DAP), productividad ecológica y productividad económica) presentaron un comportamiento irregular, lo cual incide en el umbral de sostenibilidad. Se evidenció que para lograr el equilibrio ecológico se debe priorizar los indicadores que se encuentren con valores por debajo del umbral de sostenibilidad, con valores menores a 5, por lo tanto, requerirán de un manejo que permitan mejorarlos, mientras más se aproximen al valor a 8, más sostenible es el sistema (RIFA, 2008). Citado por (Altieri y Nicholls, 2002) ;(Hechevarría *et al.*, 2011). En bosque primario los indicadores que incidieron directamente en la sostenibilidad de esta comunidad arbórea fueron densidad aparente, vegetación en descomposición, biodiversidad de flora, estructura determinada por el comportamiento de la altura del dosel y por el diámetro de los árboles. En cambio, los indicadores que requieren manejo son perfil del suelo, fauna y la productividad ecológica.

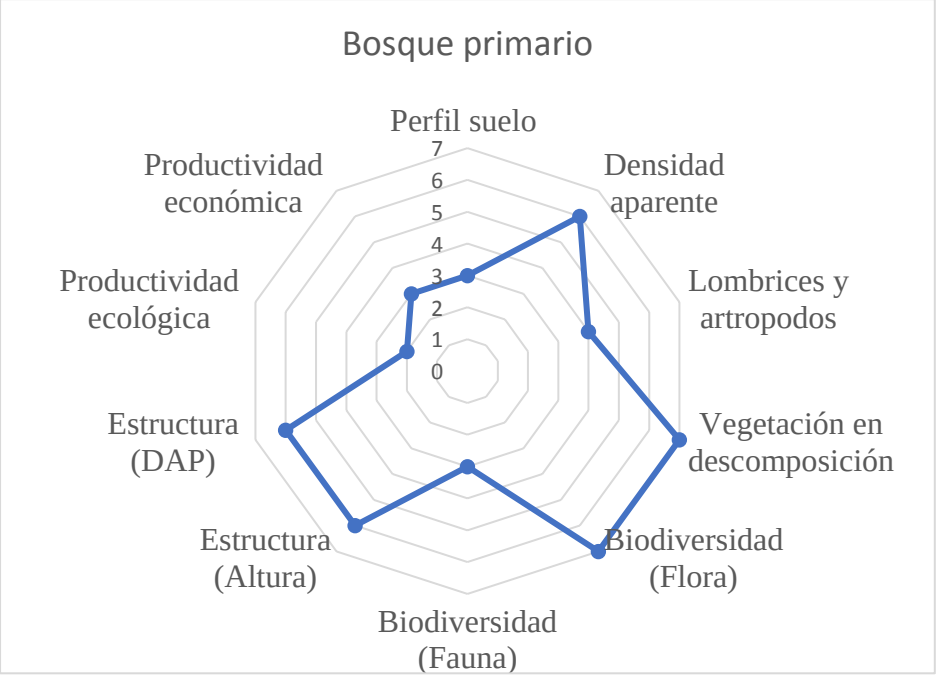

Figura 5. Comportamiento de los indicadores ecológicos de suelo, vegetación y biodiversidad en bosque primario.

En cuanto a bosque secundario la situación de los indicadores es más compleja ya que la mayoría presentó valores inferiores a 5, solo la estructura en cuanto a DAP fue superior con un valor promedio de 6. Esto demostró la alteración progresiva que ha sufrido este ecosistema que provoca cambios en la vegetación, en la biodiversidad y en los componentes del suelo propiedades físicas y biológicas asociadas al número de lombrices y artrópodos (Figura 6).

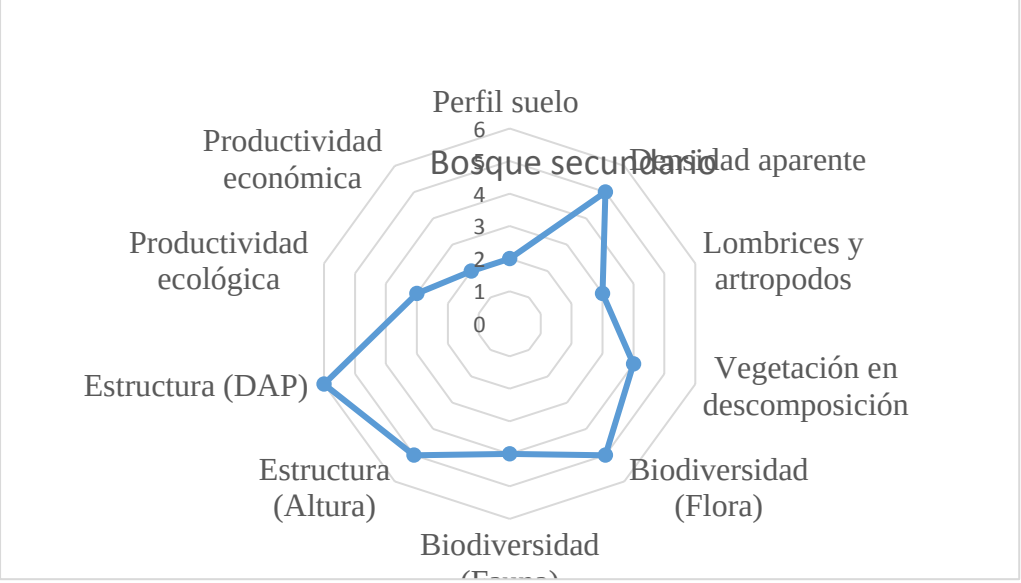

Figura 6. Comportamiento de los indicadores ecológicos de suelo, vegetación y biodiversidad en bosque secundario.

En el sistema de silvopastura el comportamiento de los indicadores ecológicos como promedio fue inferior al resto de las áreas de bosque con valores bajos inferiores a 5 en su mayoría a excepción de la vegetación en descomposición que fue similar a la de bosque primario, también el número de lombrices y artrópodos presentó valores similares a bosque primario (figura 7). En cuanto al número de lombrices esto pudiera deberse a que se trata de un área donde existen animales en pastura y mediante el proceso de esto hace que incremento el número de lombrices. Las lombrices de tierra representan la mayor biomasa animal en la mayoría de los ecosistemas vegetales que viven por encima de la superficie del suelo (Domínguez, 2009) y en especial en los ecosistemas más húmedos y en los pastizales (Jiménez y Decaëns, 2004; Suthar, 2009).

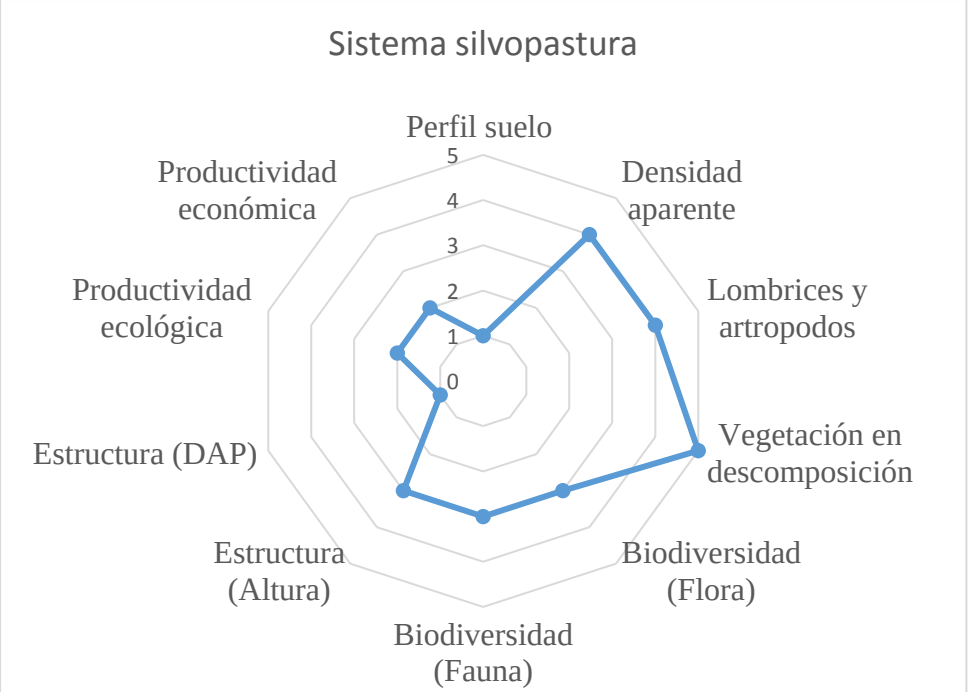

Figura 7 .Comportamiento de los indicadores ecológicos de suelo, vegetación y biodiversidad en silvopastura.

4.3 Determinación de la calidad ecológica estructural de los tres sitios de estudio en base a los parámetros de estructura ecológica.

La tabla 25 mostró el comportamiento resumido de los parámetros de la estructura del bosque como base para llegar al índice de calidad ecológica estructural de tres sitios sometidos a distintos niveles de perturbación. Se obtuvo que la calidad ecológica estructural en bosque primario fue media y en bosque secundario y silvopastura fue baja. Estos resultados demostraron la incidencia del cambio de uso de suelo y las perturbaciones frecuentes en la zona alta de la microcuenca del río Puyo en la estructura del bosque, lo que requiere la necesidad de restauración con mayor énfasis en silvopastura.

Tabla 25. Índice de calidad ecológica estructural de tres sitios de estudio

Tipo de bosque	AB		IVI		PSr		CM		ICEE	
	n	Valor	n	Valor	n	Valor	n	Valor	Valor relativo	Categoría
B. primario	3	2	5	1	69,00%	1	2	2	1,5	Media
B. secundario	7	1	5	1	63,00%	1	2	2	1,25	Baja
Silvopastura	10	1	8	1	87,00%	1	1	1	1,0	Baja

4.3.1 Abundancia y diversidad de especies

4.3.1.1 Abundancia

En la figura 8 se muestra la distribución de la abundancia de individuos por cada uno de los transectos de estudio correspondiente a las tres áreas de bosque. Se pudo comprobar que el área de bosque primario presentó la mayor abundancia con un total de 335 individuos distribuidos de la siguiente manera en T1 71, en T2 56, en T3 81, en T4 65 y en T5 62, en bosque primario un total de 289 individuos, distribuidos T1 59, en T2 70, en T3 59, en T4 73 y en T5 28 y en el sistema silvopastura un total de 100 individuos con la siguiente distribución T1 22, en T2 26, en T3 23, en T4 11 y en T5 18.

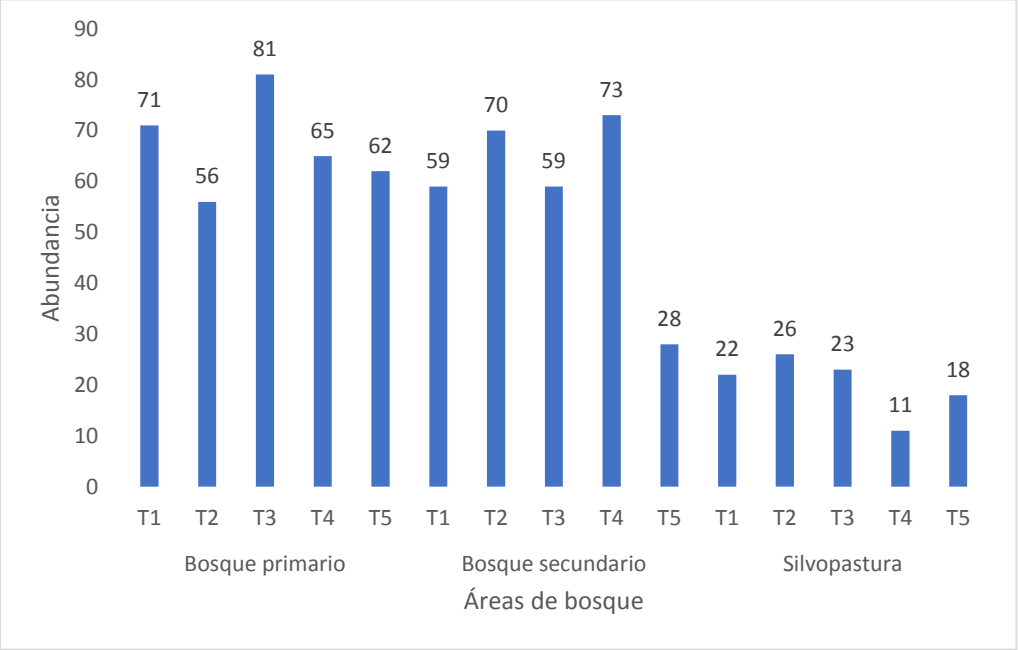

Figura 8. Abundancia por transectos y áreas de bosque.

Especies más abundantes en Bosque primario

A partir de los datos representados en la tabla fitosociológica bruta (Anexos) que contiene el registro de todas las especies reportadas para bosque primario se reportó como especies más abundantes: *Wettinia maynensis, Piptocoma discolor, Miconia splends, Alchornea glandulosa, Inga velutina, Sapium glandulosum, Ocotea cernua, Nectandra membranaceae*. De ahí se pudo identificar que de las más abundantes existen tres que pueden ser consideradas como pioneras con capacidad de colonizar en áreas de claros, por lo que pueden ser consideradas indicadoras de perturbaciones que son: *Piptocoma discolor, Miconia splends e Inga velutina.*

Especies más abundantes en Boque secundario

Las especies más abundantes en esta área de bosque fueron: *Wettinia maynensis, Tovomita weddeliana, Piptocoma discolor, Miconia splends, Inga velutina, Isertia laevis, Laetia procera* y *Cecropia membranaceae.* De ellas cinco han sido documentadas como pioneras con capacidad de colonizar en áreas de claros, por lo que pueden ser consideradas indicadoras de perturbaciones que son *Tovomita weddeliana, Piptocoma discolor, Miconia splends, Inga velutina* y *Cecropia membranaceae.*

Especies más abundantes en Silvopastura

Las especies más abundantes en esta área de bosque fueron: *Piptocoma discolor, Miconia splends, Inga velutina, Lozania Klugii, Ilex sp, Hieronyma duquei, Turpiniaoccidentalis y Clusea rosea.* De ellas en su totalidad han sido documentadas como pioneras con capacidad de colonizar en áreas de claros, por lo que pueden ser consideradas indicadoras de perturbaciones.

4.3.1.2 Análisis de componentes principales para las 20 especies más abundantes por sitios de estudio.

El análisis de componentes principales para las 20 especies de mayor abundante en la zona alta de la microcuenca del río Puyo permitió identificar las especies más abundantes a cada sitio de estudio, reconociendo que *Wettinia maynensis, Piptocoma discolor, Miconia splends, Alchornea glandulosa* son las especies más abundantes (figura 9).

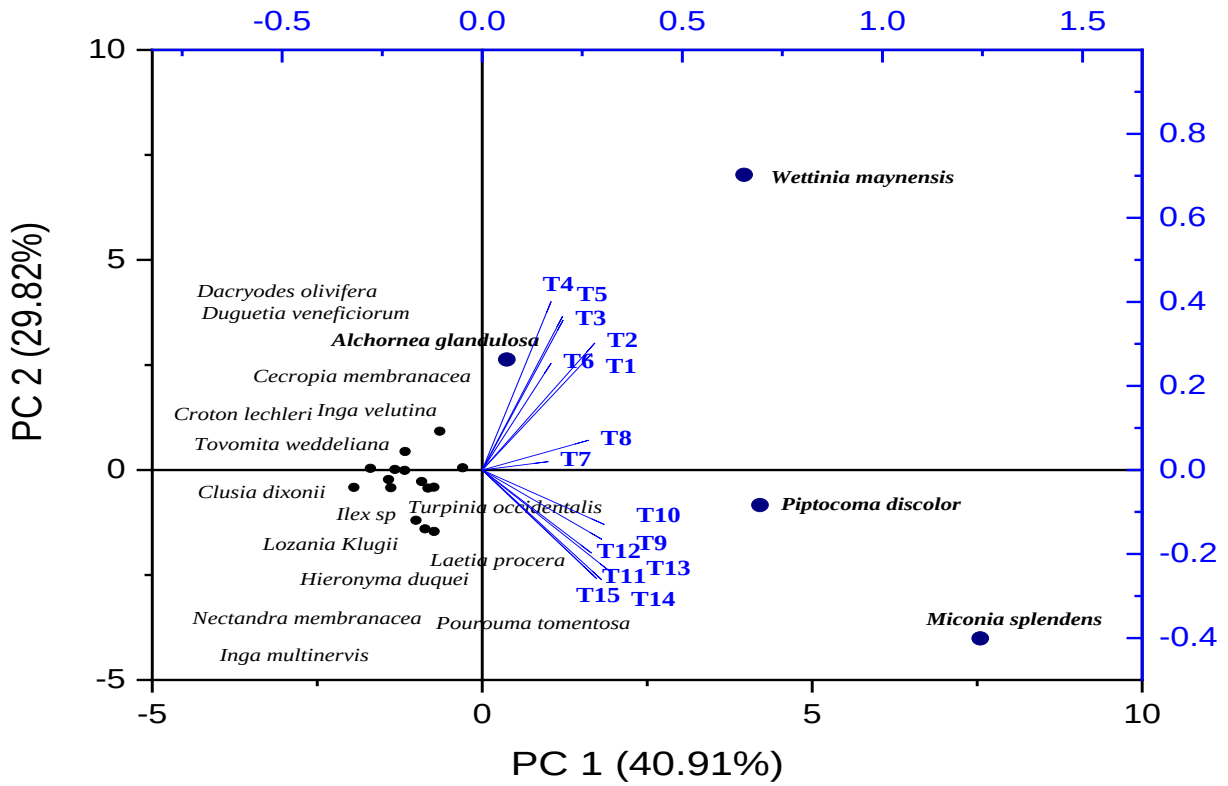

Figura 9 .Resultados del análisis de componentes principales mediante diagrama espacial que representa la distribución de la abundancia de especies en los sitios de estudio.

4.3.1.3 Diversidad de especies a escala alfa

Los valores medios de los índices calculados para medir la diversidad de especies en cada uso de suelo (bosque primario, secundario y sistema silvopastura) de la zona alta de la microcuenca del río Puyo, expresados mediante índice de Shannon (H) reflejaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) a partir del ANOVA y prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 24). El índice de Shannon fue similar en el bosque primario y secundario con diferencias marcadas en silvopastura, mientras la equitatividad fue similar en los tres usos de suelos. La evaluación de las medidas de diversidad expresadas por el índice de Shannon indicó una diversidad media en bosque secundario (1,18), seguido del bosque primario (1,09) y por último el sistema silvopastura que reflejó una baja diversidad florística (0,65). Se comprobó que los sitios más diversos fueron los menos dominantes. El Índice de Equitatividad (J´) el cual se empleó para medir la distribución de la abundancia entre las especies de cada sistema mostró un comportamiento más homogéneo para los tres usos con un valor superior a 0,80 en todos los sistemas de bosque. Resultados que pudieran estar asociados a la relación proporcional que existió entre número de especies y el número de individuos en cada sistema.

Estos resultados ponen en manifiesto que los valores medios de diversidad de cada uso de suelo de la zona alta de la microcuenca del río Puyo reflejan un patrón de baja diversidad florística.

Tabla 24. Resultados del análisis de la diversidad a escala alfa mediante índices de Shannon y equitatividad en tres áreas de estudio.

Sitio	**Shannon (H)**	**Equitatividad (J)**
B. primario	1,09 ± 0,16a	0,80 ± 0,08a
B. secundario	1,18 ± 0,12a	0,88 ± 0,04a
Silvopastura	0,65 ± 0,07b	0,85 ± 0,05a

4.3.2 Índice de valor de importancia

IVI Bosque primario

La figura 10 representa las diez especies de mayor valor de importancia ecológica según el IVI para bosque primario. Las tres especies de mayor IVI en bosque primario fueron *Wettinia maynensis*, *Ficus paraensis* y *Alchornea glandulosa.* Es importante destacar la existencia de especies pioneras en esta área de bosque considerada como bosque primario, lo cual denota las perturbaciones a las cuales están siendo sometidos.

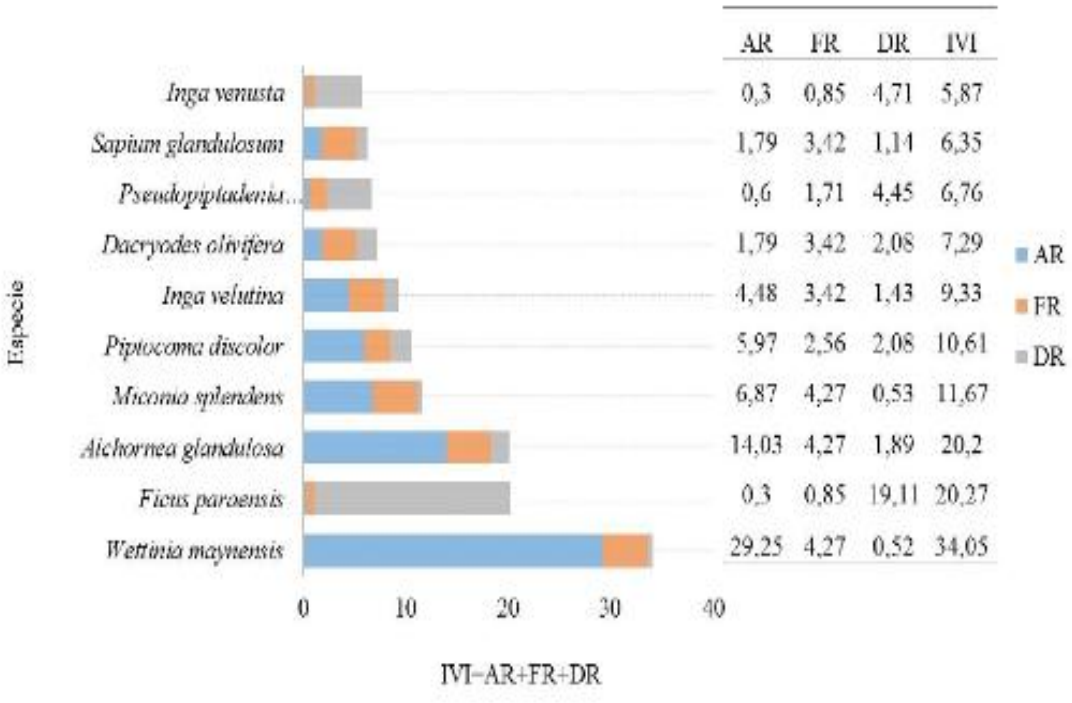

Figura 10. Valor de importancia ecológica de las diez especies con mayor IVI en bosque primario.

IVI Bosque secundario

La figura 11 representa las diez especies de mayor valor de importancia ecológica según el IVI para bosque secundario. Las tres especies de mayor IVI en bosque secundario fueron *Piptocoma discolor*, *Miconia splendens* y *Wettinia maynensis.* Es notorio como existen especies pioneras ocupando posiciones ecológicas elevadas.

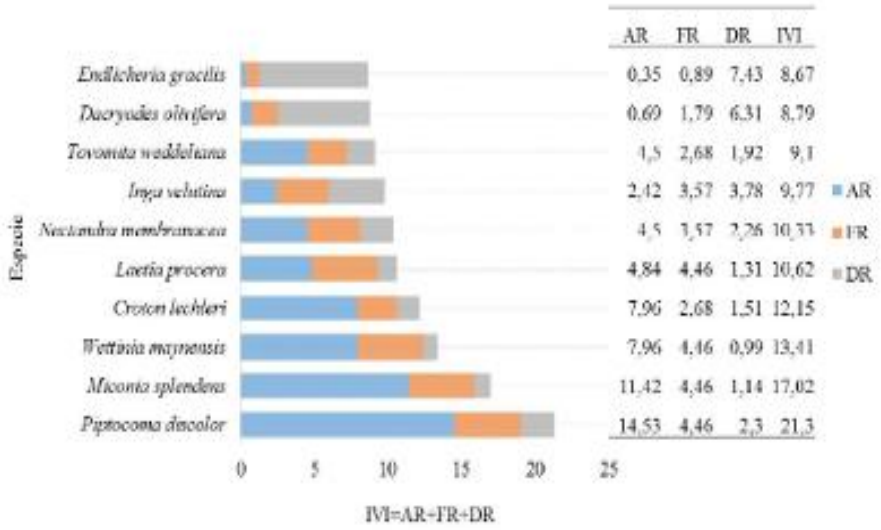

Figura 11. Valor de importancia ecológica de las diez especies con mayor IVI en bosque secundario.

IVI Silvopastura

La figura 12 representa las diez especies de mayor valor de importancia ecológica según el IVI para sistema silviopastura. Las tres especies de mayor IVI en silvopastura fueron *Miconia splendens, Piptocoma discolor e Ilex sp.*

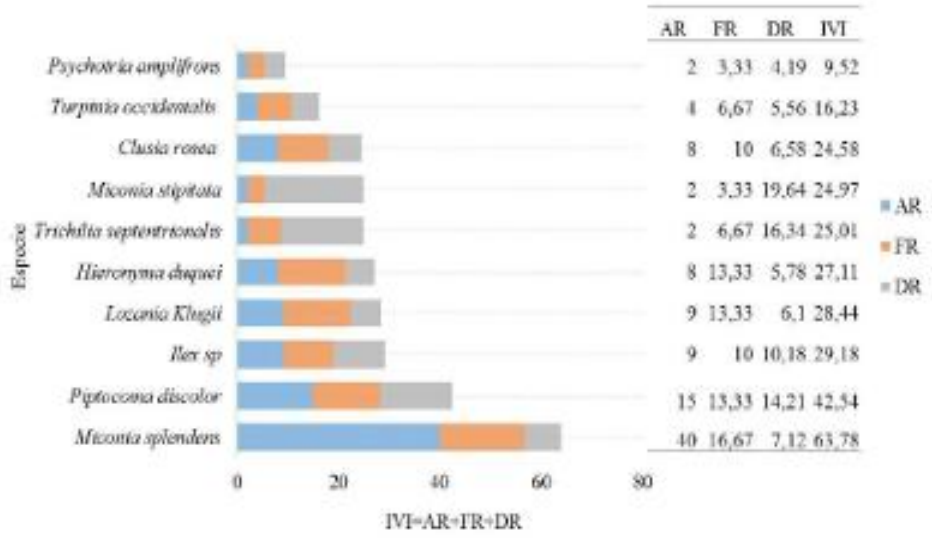

Figura 12 . Valor de importancia ecológica de las diez especies con mayor IVI en silvopastura.

4.3.3 Posición sociológica relativa de las especies

PSr Bosque primario

La figura 13 mostró el alto porcentaje de especies presentes en un solo estrato (69%) a partir del inventario florístico en relación a los datos obtenidos de altura de los árboles para el bosque primario, resultando con un patrón de distribución vertical discontinuo (DVD) como reflejo de la alteración progresiva en la estructura vertical. Se comprobó que el mayor porcentaje de especies correspondió al estrato inferior del bosque, lo cual denota que, aunque han existido perturbaciones se está garantizando la regeneración natural en el bosque.

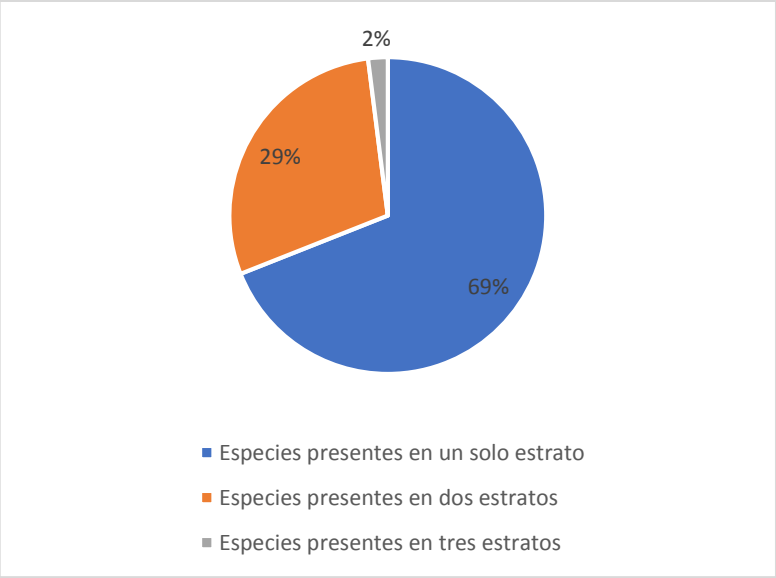

Figura 13. Porcentaje de especies presentes en los estratos del bosque primario de acuerdo a la posición sociológica relativa.

PSr Bosque secundario

La figura 14 mostró resultados similares a lo de bosque primario, con un patrón de distribución vertical discontinuo (DVD) como reflejo de la alteración progresiva en la estructura vertical del bosque producto de las perturbaciones, donde el 63% de las especies estuvieron presentes en un solo estrato del bosque.

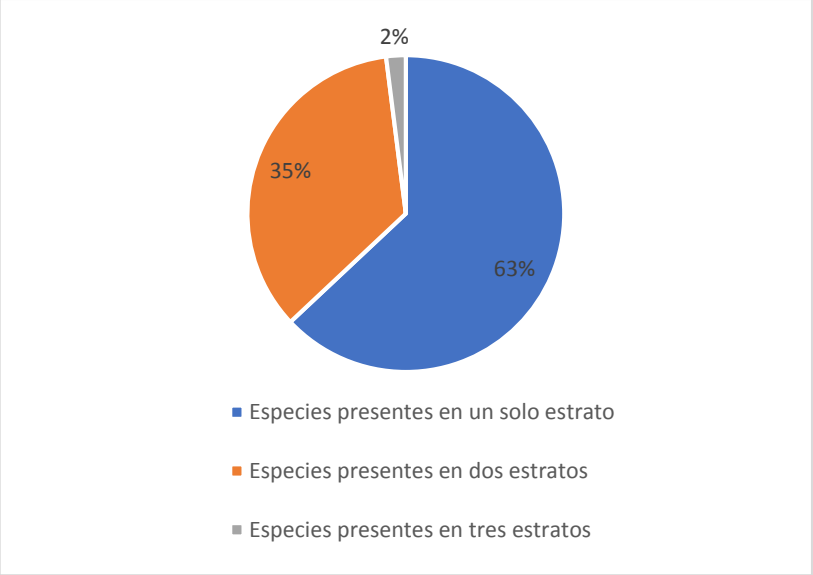

Figura 14. Porcentaje de especies presentes en los estratos del bosque secundario de acuerdo a la posición sociológica relativa.

PSr Silvopastura

La figura 15, también presentó un patrón de distribución similar (distribución vertical discontinuo), en este caso el 87% de las especies estuvieron representadas en un solo estrato y el estrato superior no se presentó ninguna especie, esto demostró la ruptura de la estructura vertical del bosque.

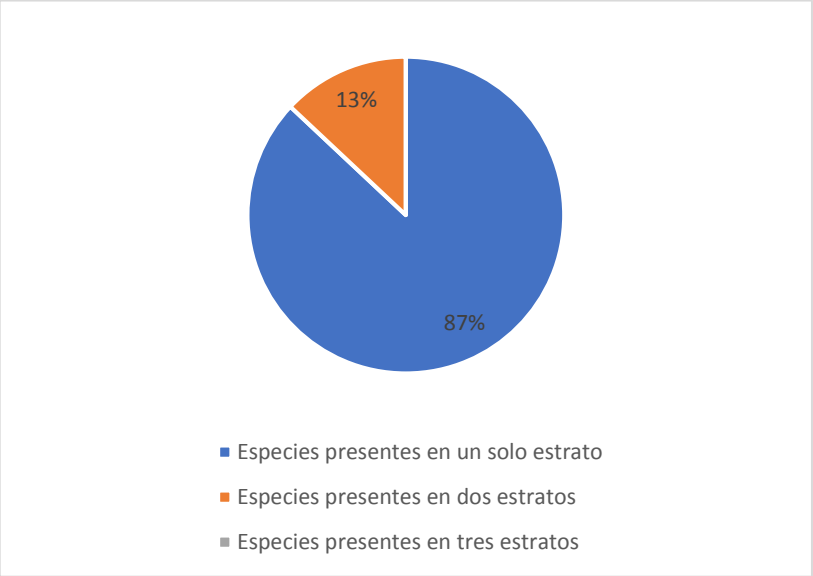

Figura 15. Porcentaje de especies presentes en los estratos del sistema de silvopastura de acuerdo a la posición sociológica relativa.

4.3.4 Cociente de mezcla

De manera general se encontró en bosque primario 335 individuos y 76 especies, en bosque secundario 289 individuos y 60 especies y en silvopastura 100 individuos y 11 especies. Esta información facilitó el cálculo del cociente de mezcla por clases diamétricas para cada una de las áreas de estudio. El cociente de mezcla para bosque primario indicó que solo dos clases diamétricas presentaron valores del cociente entre 1:3 y 1:5, en la clase diamétrica de 10-20 cm el cociente fue de 4.05, lo cual se expresó como una relación 1:4, indicando que por cada 4 individuos es posible encontrar una nueva especie en el bosque, en bosque secundario solo una clase diamétrica presentó valores del cociente superiores a 1:3 y 1:5, que fue la primera clase diamétrica de 10 -20 cm con un cociente de 3.89, lo que se expresó como una relación 1:4, por lo que de igual manera para esta clase cada 4 individuos es posible encontrar una especies diferente y para silvopastura se presentaron dos clases diamétricas con valores superiores al rango establecido como adecuado en el cociente (1:3 y 1:5) que fueron la primera clase diamétrica de 10- 20 cm con un cociente de 6,8 y la segunda clase diamétrica de 20,1 -30 cm con un cociente de 3.71, indicando que por cada 7 y 4 individuos, respectivamente, se puede encontrar una especie diferente (Tabla 26).

Estos resultados, en su mayoría, contrastan con los criterios de Lamprecht (1990), que señala que en bosques amazónicos el cociente de mezcla varía en una proporción de 1:3 y 1:4, y en condiciones promedio es de aproximadamente 1:7, solo el sitio muy perturbado presentó clases en esta relación. El mismo autor, en un bosque tropical de Colombia, identificó una proporción 1:7 como cociente de mezcla aproximado para un área de bosque con condiciones ambientales similares. Esta diferencia con los autores mencionado obedece al grado de perturbaciones predominantes en la zona alta de la microcuenca del río Puyo que alteran la estructura horizontal del bosque.

Tabla 25 . Cociente de mezcla por clases diamétricas para tres áreas de bosque

	B. primario			B. secundario			Silvopastura		
DAP (cm)	**Número de especies**	**Número de individuos**	**CM**	**Número de especies**	**Número de individuos**	**CM**	**Número de especies**	**Número de individuos**	**CM**
10-20	54	219	4,05	55	214	3,89	10	68	6,8
20,01-30	32	64	2	22	51	2,32	7	26	3,71
30,01-40	9	28	3,11	8	17	2,12	3	5	1,67
40,01-50	9	16	1,78	4	5	1,25	1	1	1
50,1-60	3	5	1,67	2	2	1	-	-	-
60,1-70	2	2	1	-	-	-	-	-	-
70,1-80	0	0	0	-	-	-		-	-
> 80	1	1	1	-	-	-			

4.4 Alternativas silviecológicas para tres áreas de bosque de la zona alta de la microcuenca del río Puyo

4.4.1 Fundamento de las alternativas silvícolas para la zona de estudio

Tomando en cuenta los resultados derivados de esta investigación relacionados con el análisis del grado de perturbaciones, el inventario florístico, la valoración ecológica rápida que aportó información básica de los componentes calidad del suelo, biodiversidad, estructura del ecosistema y productividad, el estudio de la diversidad florística a escala alfa, los parámetros de la estructura ecológica expresados mediante el índice de calidad ecológica estructural permitieron justificar la necesidad de proponer alternativas

silviecológicas para mejorar las funciones ecosistémicas relacionados con la biodiversidad, función hidrorreguladora y captura de carbono de la zona alta de la microcuenca del río Puyo.

Considerando que los eventos descritos en la microcuenca han sido conducido en gran parte por los cambios de uso del suelo, las talas selectivas de las especies de mayor valor comercial y la actividad de pastoreo, lo cual ha dejado un legado de pobreza rural persistente en la zona de estudio y que en muchos casos los pobladores se autosostienen de los recursos propios de la zona es necesario enfocar acciones para restaurar con alterativas eficientes desde el punto de vista ecológico, de tal manera que permitan la utilización de los recursos para producir beneficios sustentables para las personas que viven de estas actividades y al mismo tiempo suministrar servicios medioambientales, como es la biodiversidad y las funciones hidrorreguladoras de este importante ecosistema de pie de monte.

4.4.2 Estrategia de las alternativas silviecológicas para la restauración

El proyecto busca como estrategia fundamental recuperar las especies nativas y alcanzar una fisonomía similar a la de un bosque de referencia, sin embargo, no excluye incrementar la capacidad productiva y la identificación de opciones de aprovechamiento de recursos sostenible, en tanto se considere la recuperación de las funciones ecológicas (regulación del régimen hídrico) y la estructura ecológica típica del bosque siempreverde piemontano de la cuenca amazónica.

4.4.3 Propuesta de alternativas silviecológicas

- Capacitación: Se propone la realización de charlas sobre medio ambiente, educación ambiental e importancia de la conservación de la biodiversidad con los pobladores de la zona y con niños de las escuelas rurales, así también talleres de capacitación de manera tal que permitan aumentar la conciencia de respeto al medio ambiente y de esta forma aliviar los daños que ocasionan al utilizar desmedida el recurso bosque, esto permitirá actuar con un modelo equilibrado y compatible con la conservación y producción forestal.

- Técnicas silvícolas y ecológicas para la restauración de áreas degradadas: Esto incluye:

- Establecimiento de un vivero orientado a producir plantas de calidad que satisfagan los requerimientos de los sitios a restaurar dentro de la zona alta de la microcuenca. La alta calidad de las plantas se medirá mediante su baja mortalidad, alta resistencia ante factores

adversos como enfermedades, condiciones climáticas, estado de salud y su aspecto general. El inventario incluye especies de árboles nativos y especies adaptables al bosque siempreverde piemontano. Las semillas provendrán de las poblaciones naturales en mejor estado de conservación.

-Producción de plantas de calidad resistentes a las condiciones de la zona de estudio con especies nativas propias del lugar.

- Técnica de nucleación aplicada:

Las técnicas de nucleación que se utilizarán para la restauración del bosque siempreverde piemontano son:

1. Transposición de suelo que implica utilización de pequeñas cantidades de la parte superior del suelo de las áreas naturales remanentes para ubicarlas en los núcleos de las áreas degradadas, esto facilita la recuperación del banco de semillas regional y la biota del suelo.

2. Madrigueras artificiales con el propósito de incrementar la fauna silvestre.

3. Establecimiento de perchas artificiales las cuales se construirán con material de madera de árboles caídos de la zona.

4. Establecimiento de grupos Anderson que incluye el establecimiento de la plantación mediante grupos de plantas, ubicando en el centro del grupo a especies pioneras con capacidad de colonizar los espacios, especies de mayor importancia ecológica en el bosque y en otros sitios especies arbóreas de alto valor comercial. Se establecerán grupos pequeños de arbustos o árboles para establecer interacciones biológicas entre un núcleo de vegetación y el entorno priorizando los sitios más degradados de cada sistema de bosque, estos núcleos favorecerán la colonización de paisajes no forestados por vegetación leñosa, la dispersión de semillas y el movimiento de animales silvestres en paisajes fragmentados. Los sitios en donde se establecerán los núcleos primero serán tratados con curvas de nivel, posteriormente, se aplicarán combinaciones de técnicas de acuerdo con la disponibilidad de materiales locales propios de la zona (Hartshorn, 2016).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

-Se demostró que el cambio de uso de suelo y el grado de perturbaciones de carácter natural y antrópicas, producto de la presencia de talas selectivas, cultivos agrícolas, especies colonizadoras, caída de árboles por el viento y deslizamientos de suelos en la zona alta de la microcuenca del río Puyo inciden en el estado de la vegetación, la biodiversidad y estructura ecológica de este importante reservorio de bosques.

-Los indicadores ecológicos asociados al estado de la vegetación, el suelo y la biodiversidad, comprobados mediante la técnica de valoración ecológica rápida, reflejó la presencia de valores inferiores a 5, lo que permitió calificar la zona con un bajo umbral de sostenibilidad ecológica.

-El índice de calidad ecológica estructural resultó bajo en bosque secundario y silvopastura y medio en bosque primario, lo que demostró la alteración progresiva de estos ecosistemas como consecuencia del grado de perturbaciones, incidiendo negativamente en los parámetros de la estructura ecológica. Esto indicó la necesidad de orientar acciones de restauración para mejorar las funciones ecológicas.

-Se fundamentó una propuesta de alternativas silviecológicas para restaurar las funciones de biodiversidad y estructura en los bosques de la zona alta de la microcuenca del río Puyo, orientado a la búsqueda de fuentes de empleo para aliviar la presión del uso del bosque, recolección de semillas, creación de viveros, técnicas de plantación mediante la nucleación forestal y establecimiento de perchas artificiales.

RECOMENDACIONES

1. Continuar con las investigaciones y propuestas de actividades silvícolas y ecológicas que permitan validar la factibilidad económica del proyecto.

2. Generar una base de datos con el registro de las especies de la flora amenazada o de importancia ecológica para los bosques siempreverde piemontano.

3. Poner en práctica las técnicas de restauración de nucleación y perchas artificiales.

REFERENCIAS

Andrade, P. E. (2018). *Índice Valor Importancia*

Aguirre, N. (2013). *Estructura y dinámica del ecosistema forestal*.

Aguirre, O., Jiménez Martínez, J., & Kramer, H. (2001). Análisis de la estructura horizontal y vertical en un ecosistema multicohortal de pino-encino en el norte de México. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, *10*(2), 355–366. https://doi.org/10.5424/729

Borja, M. O., Aragón-Osejo, J., & Josse, C. (2017). Bosques de la Región Amazónica Ecuatoriana: ¿Qué nos dicen las cifras de deforestación de los últimos 15 años? *XVI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica-CONFIBSIG*, *November*, 63–76. http://gis.uazuay.edu.ec/confibsig/MemoriasCONFibSIG.pdf%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/321109087_Bosques_de_la_Region_Amazonica_Ecuatoriana_Que_nos_dicen_las_cifras_de_deforestacion_de_los_ultimos_15_anos?_sg=lJw4E6OsnfNAnQORJAur7flulnSDsVNzQ

Eguiguren, P., Ojeda, T., Aguirre, N., Society for Ecological Restoration International (SER), Cabrera, M., Ramírez, W., Bacca A., P. P., Burbano M., D. L., Velasco-linares, P., Ocampo Zuleta, K., C, J. T., Velasco-linares, P., Gann, G. D., & Lamb, D. (2014). La restauración ecológica-un medio para conservar la biodiversidad y mantener los medios de vida. *Society for Ecological Restoration International*, *24*(2007), 36–50. https://doi.org/10.22267/rcia.183502.90

FAO. (2015). *Guía metodológica para la implementación de Escuelas de Campo para Agricultores (ECA) en sistemas silvopastoriles agroecológicos*. www.fao.org/colombia%0Awww.fao.org/colombia%0Awww.fao.org/colombia%0Ahttp://www.fao.org/3/a-i4950s.pdf

GADP-Pz. (2014). *Componente Biofísico, uso de suelo y cobertura vegetal*. 31. http://www.pastaza.gob.ec/pdf/consejo_planificacion/COMPONENTE BIOFISICO.pdf

Galíndez, J. F. M. y M. J. de. (2016). Caracterización De Un Bosque Del Centro Oeste De La Provincia De Chaco, Argentina. *Foresta Veracruzana*, *18*(1), 33–44.

González, O. C., & Sanchez Palomares, O. (2004). *ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DE LOS PARÁMETROS ECOLÓGICOS DEFINITORIOS.* España.

Hartshorn, G. (2016). La importancia de manejar los bosques tropicales en América Latina. *Organización Para Estudios Tropicales*, *August*, 1–17. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1998.6167

Henao, E., Camino, R. V. De, & Carrera, F. (2015). *El bosque secundario en Centroamérica. Un recurso potencial de uso limitado* (Issue Boletín tecnico 77).

Hierro, R. S. (2014). *REGENERACIÓN NATURAL : SITUACIONES , CONCEPTO , FACTORES Y EVALUACIÓN*. *April*.

Humbol. (2014). *Biodiversidad en la Practica*. *2*(2012), 1–2.

INAMHI. (2014). *Instituto Nacional* . Obtenido de http://www.serviciometeorologico.gob.ec/

INFA, & RIFA. (2013). *Valoración ecológica y económica del Parque Universitario Francisco Vivar Castro , Loja , Ecuador Ecological and economic valuation of the Francisco*. *26*(1), 305–324.

López Vargas, L. E., Becoche Mosquera, J. M., Macías Pinto, D. J., Ruiz Montoya, K., Velasco Reyes, A., & Pineda, S. (2015). Estructura Y Composición Florística De La Reserva Forestal - Institución Educativa Cajete, Popayán (Cauca). *Luna Azul*, *41*, 131–151. https://doi.org/10.17151/luaz.2015.41.8

Maciel, C., Manríquez, N., Octavio, P., & Sénchez, G. (2015). El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta Universitaria*, *25*(2), 40–50. https://doi.org/10.15174/au.201

MAGBMA y FAO. (2018). Estudio de las causas de la deforestación y degradación forestal en Guinea Ecuatorial. *Estudio de Las Causas de La Deforestación y Degradación Forestal En Guínea Ecuatorial*, 116.

Mateo, R. G., Felicísimo, Á. M., & Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista Chilena de Historia Natural*, *84*(2), 217–240. https://doi.org/10.4067/S0716-078X2011000200008

Medina, maria elena. (2012). *La Cuenca Amazonica Y Su Importancia Estrategica En El*

Caso De La Amazona Venzolana. *1*.

Mendieta Betancourt, E., Lopez Fabara, L., Doin, M., Castañeda Vivar, J., Cabrera Garcia, J., & Astudillo, B. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Canton Santa Cruz*. 1–462. http://www.alcaldiadeibague.gov.co/website/files/presupuesto_participativo/plan_desarrollo_comuna6.pdf

Miranda, J. D. M., & Silva, R. A. V. (2018). *Universidad Estatal Amazónica*.

Murillo Contreras, L. D. C. (2002). *Medición de Biodiversidad Alfa y Beta en dos Tipos de Vegetación del Parque Nacional Montecristo, El Salvador*. 77.

Pauta, Lady. (2016). *Biodiversidad fungica en el suelo del bosque protector Aguarongo*. 91. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11887/1/UPS-CT005645.pdf

Ramos Reyes, J. C., Treviño Garza, E. J., Buendía Rodríguez, E., Aguirre Calderón, O. A., & López Martínez, J. I. (2017). Productividad y estructura vertical de un bosque templado con incidencia de incendios forestales. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, *8*(43), 064–088. https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i43.66

Redd, I., Cyted, R. E. D., El, P., Del, M., & La, E. D. E. (2016). Degradación de bosques en Latinoamérica. Síntesis conceptual, metologías de evaluación y casos de estudio nacionales. In *Red Ibero REDD+*. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2272.7449

RIFA. (2008). Sistematizacion de los 10 años de implementacion de la foresteria analoga en Ecuador – caso: nuevo mundo, noroccidente de pichincha. *Climambiente*.

RIFA. (2015). *Forestería Análoga: Una guía práctica.* 0–65.

Ríos, O. V. (2011). Restauración ecológica: Biodiversidad y conservación. *Acta Biologica Colombiana*, *16*(2), 221–246.

Rodríguez Quiñónez, D. (2012). El desarrollo sustentable de la Cuenca Amazónica en la Agenda Ambiental de la Comunidad Andina. *Revista Del Centro Andino de Estudios Internacionales*, 73–112. http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3693/1/07-TC-Rodriguez.pdf

Tapia Rojas, A. E. (2018). *Comunidades indígenas amazónicas y la implementación de REDD + en Ecuador*.

UICN. (2004). *Áreas Protegidas: Beneficios más allá de las fronteras*. 1–19.

UNLP. (2015). *ESTIMACIÓN DE LA DIVERSIDAD ESPECÍFICA*. 1–12.

Urrea, C. (2008). Índices más Comunes en Biología. Segunda Parte , Similaridad y Riqueza Beta y Gama. *Índices Más Comunes En Biología. Segunda Parte , Similaridad y Riqueza Beta y Gama*, *4*(1), 135–142. https://doi.org/10.18359/rfcb.2239

Valdez, R. (2020). *REVISION FINAL DE METODOLOGIA 20 DE MAYO 2020 RUBEN*.

Vargas, & Mora. (2009). La restauracion ecologica en su contexto. *Society for Ecological Restoration*.

Yepes, A., Herrera, J., Phillips, J., Cabrera, E., Galindo, G., Granados, E., Duque, Á., Barbosa, A., Olarte, C., & Cardona, M. (2015). Contribución de los bosques tropicales de montaña en el almacenamiento de carbono en Colombia. *Revista de Biología Tropical*, *63*(1), 69. https://doi.org/10.15517/rbt.v63i1.14679

ANEXOS

Tabla 26 .Tabla de datos de umbral de sostenibilidad

	Bosque primario	Bosque secundario	Sistema silvopastura
Perfil suelo	3	2	1
Densidad aparente	6	5	4
Lombrices y artropodos	4	3	4
Vegetación en descomposición	7	4	5
Biodiversidad (Flora)	7	5	3
Biodiversidad (Fauna)	3	4	3
Estructura (Altura)	6	5	3
Estructura (DAP)	6	6	1
Productividad ecológica	2	3	2
Productividad económica	3	2	2

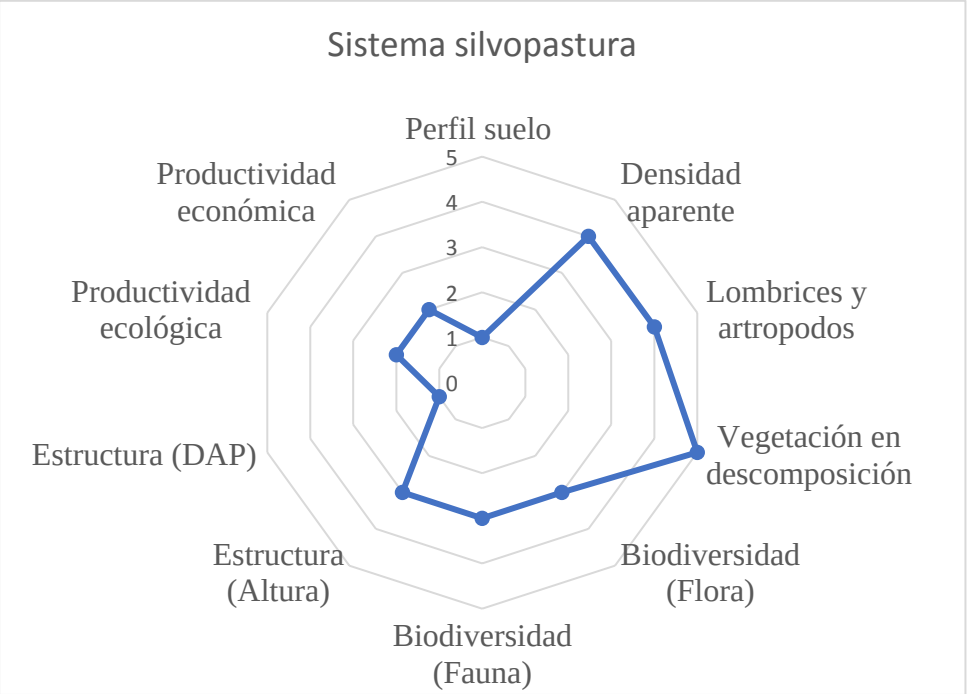

Figura 16 . Sistema silvopastura

.

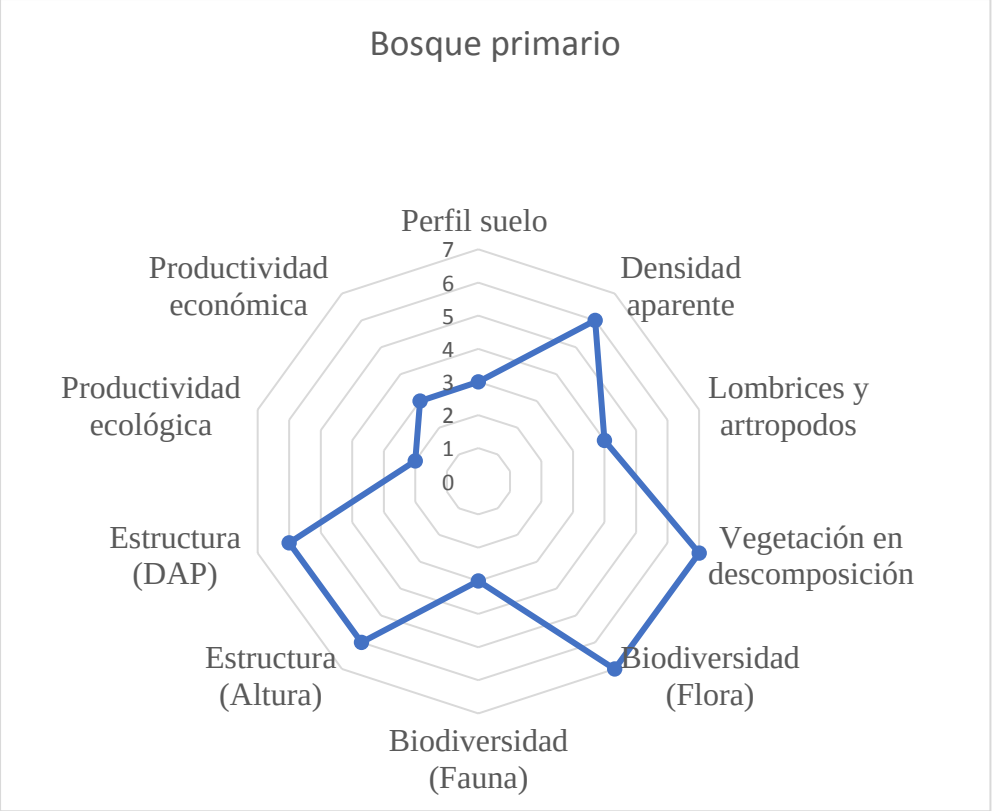

Figura 17. Bosque Primario.

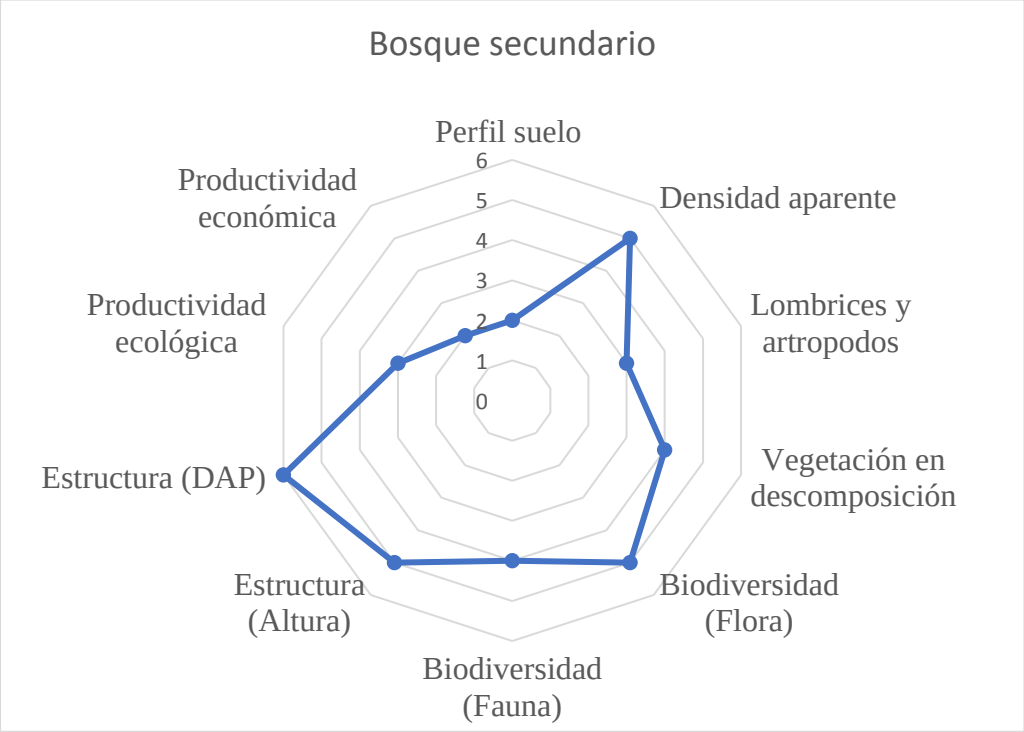

Figura18 . Bosque Secundario

Tabla 27. Resumen de datos del umbral de sostenibilidad

Uso de suelo	**Shannon (H)**	**Equitatividad (J)**
B. primario	1,09 ± 0,16a	0,80 ± 0,08a
B. secundario	1,18 ± 0,12a	0,88 ± 0,04a
Silvopastura	0,65 ± 0,07b	0,85 ± 0,05a

Tabla 28. Evaluación de Disturbios

EVALUACIÓN DE DISTURBIOS											
Zona	Uso de suelo	Transecto	DISTURBIOS								
			Rangos (0: Sin Disturbio 1. D. Leve 2. D. moderado 3. D. alto								
			Esp. Invasoras: 0: No verificada en el sitio 1: 30% colonizadora 2: 60% colonizadora 3: más de 60%								
			Caida de arboles por el viento	Existencia de cultivos	Deslizamiento de suelos	Presencia de especies colonizadoras	Talas selectivas	Pastoreo	Valor de Perturbacion	Estado de perturbación	RANGO
Alta	B.Primario	T1	3	1	3	2	2	2	13	Muy perturbado	3
Alta	B. Primario	T2	3	1	3	2	2	2	13	Muy perturbado	3
Alta	B. Primario	T3	2	1	0	0	0	0	3	Poco Perturbado	1
Alta	B. Primario	T4	2	1	2	1	0	0	6	Medianamente Perturbado	2
Alta	B. Primario	T5	2	1	2	1	0	0	6	Medianamente Perturbado	2
Alta	B. Secundario	T1	1	1	0	3	1	1	7	Medianamente Perturbado	2
Alta	B. Secundario	T2	1	1	0	3	1	1	7	Medianamente Perturbado	2
Alta	B. Secundario	T3	3	1	3	3	1	1	12	Muy perturbado	3
Alta	B. Secundario	T4	3	1	3	3	1	1	12	Muy perturbado	3
Alta	B. Secundario	T5	2	1	1	1	1	1	7	Medianamente Perturbado	2
Alta	Silvopastura	T1	1	3	2	3	3	3	15	Muy perturbado	3
Alta	Silvopastura	T2	1	3	2	3	3	3	15	Muy perturbado	3
Alta	Silvopastura	T3	1	3	1	3	3	3	14	Muy perturbado	3
Alta	Silvopastura	T4	1	3	1	3	3	3	14	Muy perturbado	3
Alta	Silvopastura	T5	1	3	1	3	3	3	14	Muy perturbado	3

Tabla 29. Datos del Bosques.

BOSQUE PRIMARIO														
ESPECIE	**Abun.Abs**	**AR**	**DAP**	**DAP (Pro)**	**AREÁ BASAL**	**BA**	**AGB #ESP**	**AGB**	**BIV**					
Alchornea glandulosa	47	14,030	1365,605	29,055	45,639	1,796	467,7587	32,7378	16,188	ESPECIES BOTÁNICAS	AR	BA	AGB	BIV
Wettinia maynensis	98	29,254	1497,452	15,280	24,001	0,944	64,7312	4,5304	11,576	BOSQUE PRIMARIO				
Piptocoma discolor	20	5,970	608,599	30,430	47,798	1,881	195,0331	13,6501	7,167	Alchornea glandulosa	14,030	1,796	32,738	16,188
Inga velutina	15	4,478	379,299	25,287	39,719	1,563	94,9349	6,6444	4,228	Wettinia maynensis	29,254	0,944	4,530	11,576
Ficus paraensis	1	0,299	92,357	92,357	145,069	5,708	79,8136	5,5860	3,864	Piptocoma discolor	5,970	1,881	13,650	7,167
Miconia splendens	23	6,866	354,459	15,411	24,207	0,952	34,8927	2,4421	3,420	Inga velutina	4,478	1,563	6,644	4,228
Dacryodes olivifera	6	1,791	182,803	30,467	47,856	1,883	66,1217	4,6278	2,767	Ficus paraensis	0,299	5,708	5,586	3,864
Pseudopiptadenia suaveolens	2	0,597	89,172	44,586	70,033	2,756	42,5617	2,9788	2,110	Miconia splendens	6,866	0,952	2,442	3,420
Duguetia veneficiorum	3	0,896	96,815	32,272	50,691	1,994	28,7311	2,0108	1,634	Dacryodes olivifera	1,791	1,883	4,628	2,767
Guarea purusana	1	0,299	45,223	45,223	71,034	2,795	21,5596	1,5089	1,534	Pseudopiptadenia suaveolens	0,597	2,756	2,979	2,110
Inga venusta	1	0,299	45,860	45,860	72,034	2,834	20,3390	1,4235	1,519	Duguetia veneficiorum	0,896	1,994	2,011	1,634
Sapium glandulosum	6	1,791	135,350	22,558	35,434	1,394	18,7699	1,3137	1,500	Guarea purusana	0,299	2,795	1,509	1,534
Ocotea cernua	5	1,493	118,471	23,694	37,218	1,464	21,9875	1,5389	1,499	BOSQUE SECUNDARIO				
Chimarrhis glabriflora	1	0,299	40,127	40,127	63,030	2,480	15,9876	1,1189	1,299	Piptocoma discolor	14,533	2,073	23,853	13,486
Pourouma tomentosa	3	0,896	69,427	23,142	36,351	1,430	19,3402	1,3536	1,226	Miconia splendens	11,419	1,456	6,367	6,414
Trichilia pallida	3	0,896	70,064	23,355	36,684	1,443	18,4320	1,2900	1,210	Croton lechleri	7,958	1,680	6,182	5,273
Inga multinervis	5	1,493	98,408	19,682	30,915	1,216	12,5287	0,8769	1,195	Tovomita weddeliana	4,498	1,894	6,590	4,327
Quararibea cordata	2	0,597	59,873	29,936	47,022	1,850	14,7914	1,0352	1,161	Nectandra membranacea	4,498	2,053	6,031	4,194
Miconia rivalis	3	0,896	69,427	23,142	36,351	1,430	12,0909	0,8462	1,057	Wettinia maynensis	7,958	1,360	1,606	3,641
Calliandra trinervia	1	0,299	33,121	33,121	52,025	2,047	9,5588	0,6690	1,005	Inga velutina	2,422	2,656	5,577	3,552
Cordia panamensis	4	1,194	75,796	18,949	29,764	1,171	8,8450	0,6190	0,995	Inga alba	1,038	3,222	5,866	3,375
Cecropia ficifolia	5	1,493	84,713	16,943	26,613	1,047	6,0711	0,4249	0,988	Laetia procera	4,844	1,563	3,111	3,173
Zanthoxylum riedelianum	1	0,299	31,210	31,210	49,023	1,929	8,2053	0,5743	0,934	Dacryodes olivifera	0,692	3,432	5,144	3,089
Laetia procera	5	1,493	66,242	13,248	20,810	0,819	4,6816	0,3277	0,880	SISTEMA SILVOPASTURA				
Prunus debilis	2	0,597	47,134	23,567	37,018	1,456	8,1051	0,5673	0,874	Miconia splendens	40	8,332	30,308	26,213
Hieronyma alchorneoides	1	0,299	28,662	28,662	45,021	1,771	6,3286	0,4429	0,838	Piptocoma discolor	15	11,773	30,287	19,020

Miconia rugosa	4	1,194	57,962	14,490	22,761	0,896	6,0288	0,4219	0,837	Ilex sp	9	9,964	11,543	10,169
Guatteria guianensis	2	0,597	44,268	22,134	34,767	1,368	7,7952	0,5456	0,837	Lozania Klugii	9	7,715	5,231	7,316
Palicourea guianensis	1	0,299	28,344	28,344	44,521	1,752	6,5650	0,4595	0,837	Clusiarosea	8	8,012	5,285	7,099
Casearia arborea	1	0,299	26,433	26,433	41,520	1,634	5,9557	0,4168	0,783	Miconia stipitata	2	13,839	4,904	6,914
Duguetia spixiana	4	1,194	54,140	13,535	21,260	0,836	3,6967	0,2587	0,763	Hieronyma duquei	8	7,506	4,878	6,795
Alchornea leptogyna	2	0,597	41,401	20,701	32,516	1,279	5,8525	0,4096	0,762	Trichilia septentrionalis	2	12,625	4,592	6,406
Solanum altissimum	2	0,597	40,764	20,382	32,015	1,260	5,8071	0,4064	0,754	Turpiniaoccidentalis	4	7,365	2,013	4,459
Sterculia colombiana	3	0,896	48,089	16,030	25,179	0,991	4,3883	0,3071	0,731	Psychotria amplifrons	2	6,394	0,628	3,007
Sapium marmieri	2	0,597	39,172	19,586	30,765	1,210	5,1153	0,3580	0,722					
Cecropia membranacea	2	0,597	40,764	20,382	32,015	1,260	3,8622	0,2703	0,709					
Nectandra membranacea	3	0,896	46,178	15,393	24,178	0,951	3,6763	0,2573	0,701					
Alchornea sp.	1	0,299	24,204	24,204	38,018	1,496	4,3539	0,3047	0,700					
Inga ilta	2	0,597	38,535	19,268	30,264	1,191	4,3539	0,3047	0,698					
Aegiphylla cordata	1	0,299	23,885	23,885	37,518	1,476	4,0991	231,2074	77,661					
Protium sagotianum	1	0,299	23,885	23,885	37,518	1,476	3,6985	0,2589	0,678					
Ficus trigona	1	0,299	24,204	24,204	38,018	1,496	2,8888	0,2022	0,666					
Matisia longiflora	1	0,299	22,293	22,293	35,017	1,378	3,5111	0,2457	0,641					
Rollinia chrysocarpa	1	0,299	22,293	22,293	35,017	1,378	3,4220	0,2395	0,639					
Bactris setulosa	3	0,896	39,172	13,057	20,510	0,807	2,6889	0,1882	0,630					
Roupala montana	1	0,299	21,338	21,338	33,516	1,319	3,1300	0,2191	0,612					
Cecropia marginalis	1	0,299	22,293	22,293	35,017	1,378	1,9952	0,1396	0,605					
Alchornea triplenervia	2	0,597	33,121	16,561	26,012	1,023	2,4280	0,1699	0,597					
Unonopsis veneficiorum	1	0,299	20,382	20,382	32,015	1,260	2,7750	0,1942	0,584					
Eugenia florida	1	0,299	19,108	19,108	30,014	1,181	2,8431	0,1990	0,559					
Sorocea pubivena	1	0,299	19,108	19,108	30,014	1,181	2,2819	0,1597	0,546					
Inga nobilis	1	0,299	19,108	19,108	30,014	1,181	2,1295	0,1490	0,543					
Tovomitopsis membranacea	2	0,597	25,478	12,739	20,010	0,787	1,6091	0,1126	0,499					
Cecropia sciadophylla	1	0,299	16,879	16,879	26,513	1,043	0,8303	0,0581	0,467					
Guarea kunthiana	1	0,299	16,242	16,242	25,512	1,004	1,1903	0,0833	0,462					
Calyptranthes bipennis	1	0,299	15,924	15,924	25,012	0,984	1,4095	0,0987	0,460					
Tovomita weddelliana	1	0,299	15,287	15,287	24,011	0,945	1,4690	0,1028	0,449					
Neea sp.	1	0,299	15,287	15,287	24,011	0,945	1,3186	0,0923	0,445					

Maytenus macrocarpa	1	0,299	15,287	15,287	24,011	0,945	1,2980	0,0908	0,445	
Miconia dielsii	2	0,597	20,382	10,191	16,008	0,630	0,8876	0,0621	0,430	
Sloanea meianthera	1	0,299	13,694	13,694	21,510	0,846	1,2281	0,0860	0,410	
Isertia laevis	1	0,299	13,694	13,694	21,510	0,846	0,9696	0,0679	0,404	
Siparuna poeppigii	1	0,299	13,694	13,694	21,510	0,846	0,6710	0,0470	0,397	
Faramea multiflora	1	0,299	13,376	13,376	21,010	0,827	0,9109	0,0637	0,396	
Allophylus floribundus	1	0,299	13,376	13,376	21,010	0,827	0,8877	0,0621	0,396	
Aniba hostmanniana	1	0,299	13,057	13,057	20,510	0,807	0,7812	0,0547	0,387	
Psychotria capitata	1	0,299	12,420	12,420	19,509	0,768	0,7291	0,0510	0,372	
Lonchocarpus sericeus	1	0,299	12,102	12,102	19,009	0,748	0,8557	0,0599	0,369	
Endlicheria sericea	1	0,299	12,102	12,102	19,009	0,748	0,5475	0,0383	0,362	
Campomanesia lineatifolia	1	0,299	11,465	11,465	18,009	0,709	0,6049	0,0423	0,350	
Eschweilera coriacea	1	0,299	11,465	11,465	18,009	0,709	0,6049	0,0423	0,350	
Oreopanax platanifolius	1	0,299	11,146	11,146	17,508	0,689	0,5612	0,0393	0,342	
Cyathea lasiosora	1	0,299	11,146	11,146	17,508	0,689	0,5470	0,0383	0,342	
Cupania livida	1	0,299	10,828	10,828	17,008	0,669	0,5197	0,0364	0,335	
Nectandra cissiflora	1	0,299	10,510	10,510	16,508	0,650	0,4000	0,0280	0,325	
Psychotria cuspidata	1	0,299	10,191	10,191	16,008	0,630	0,4312	0,0302	0,320	
TOTAL	335				2541,574351		1428,80526			

Tabla 30. Datos Bosque Secundario

BOSQUE SECUNDARIO									
ESPECIE	**Abun.Absol.**	**AR**	**DAP**	**DAP (Pro)**	**AREÁ BASAL**	**BA**	**AGB #ESP**	**AGB**	**BIV**
Piptocoma discolor	42	14,533	900,637	21,444	33,683	2,073	186,254	23,853	13,486
Miconia splendens	33	11,419	496,975	15,060	23,655	1,456	49,717	6,367	6,414
Croton lechleri	23	7,958	399,682	17,377	27,296	1,680	48,268	6,182	5,273
Tovomita weddeliana	13	4,498	254,777	19,598	30,784	1,894	51,456	6,590	4,327
Nectandra membranacea	13	4,498	276,115	21,240	33,362	2,053	47,089	6,031	4,194
Wettinia maynensis	23	7,958	323,567	14,068	22,098	1,360	12,542	1,606	3,641
Inga velutina	7	2,422	192,357	27,480	43,163	2,656	43,546	5,577	3,552
Inga alba	3	1,038	100,000	33,333	52,358	3,222	45,807	5,866	3,375
Laetia procera	14	4,844	226,433	16,174	25,405	1,563	24,293	3,111	3,173
Dacryodes olivifera	2	0,692	71,019	35,510	55,777	3,432	40,163	5,144	3,089
Sapium glandolosum	5	1,730	131,210	26,242	41,220	2,536	28,699	3,675	2,647
Isertia laevis	9	3,114	171,720	19,080	29,970	1,844	21,410	2,742	2,567
Pourouma tomentosa	5	1,730	109,554	21,911	34,416	2,118	26,368	3,377	2,408
Alchornea glandulosa	5	1,730	107,962	21,592	33,916	2,087	18,249	2,337	2,051
Tapirira guianensis	4	1,384	92,038	23,010	36,142	2,224	16,733	2,143	1,917
Endlicheria gracilis	1	0,346	38,535	38,535	60,529	3,724	11,315	1,449	1,840
Eschweilera coriacea	2	0,692	54,140	27,070	42,520	2,616	16,581	2,124	1,811
Turpinia occidentalis	10	3,460	113,057	11,306	17,758	1,093	5,928	0,759	1,771
Calliandra trinervia	5	1,730	82,484	16,497	25,912	1,594	9,301	1,191	1,505
Cecropia membranacea	6	2,076	76,115	12,686	19,926	1,226	3,190	0,409	1,237
Duguetia hadrantha	3	1,038	56,051	18,684	29,347	1,806	6,685	0,856	1,233
Vismia baccifera	3	1,038	52,548	17,516	27,513	1,693	5,876	0,753	1,161
Endlicheria sericea	4	1,384	59,873	14,968	23,511	1,447	4,124	0,528	1,120
Tovomitopsis membranacea	1	0,346	24,204	24,204	38,018	2,339	4,354	0,558	1,081
Duguetia veneficiorum	4	1,384	51,274	12,818	20,135	1,239	3,271	0,419	1,014
Siparuna cuspidata	4	1,384	48,089	12,022	18,884	1,162	1,994	0,255	0,934
Cecropia ficifolia	3	1,038	44,586	14,862	23,344	1,436	2,411	0,309	0,928
Miconia bubalina	3	1,038	41,083	13,694	21,510	1,324	2,934	0,376	0,912
Ocotea sericea	2	0,692	34,076	17,038	26,763	1,647	2,992	0,383	0,907
Vochysia braciliniae	1	0,346	21,656	21,656	34,016	2,093	1,859	0,238	0,892
Compsoneura capitellata	2	0,692	31,847	15,924	25,012	1,539	3,313	0,424	0,885
Chimarrhis glabriflora	1	0,346	19,427	19,427	30,515	1,878	2,446	0,313	0,846
Apeiba membranacea	1	0,346	20,064	20,064	31,515	1,939	1,120	0,143	0,810
Inga marginata	3	1,038	35,669	11,890	18,676	1,149	1,818	0,233	0,807
Piptadenia sp	1	0,346	18,471	18,471	29,014	1,785	2,141	0,274	0,802
Pouteria glomerata	1	0,346	17,197	17,197	27,013	1,662	2,178	0,279	0,762
Eugenia schunkei	1	0,346	17,197	17,197	27,013	1,662	2,153	0,276	0,761
Matisia cordata	1	0,346	17,197	17,197	27,013	1,662	1,773	0,227	0,745
Sterculia tessmannii	1	0,346	17,197	17,197	27,013	1,662	1,379	0,177	0,728
Pourouma guianensis	1	0,346	17,516	17,516	27,513	1,693	1,105	0,141	0,727
Clusia amazonica	2	0,692	25,478	12,739	20,010	1,231	1,594	0,204	0,709
Cecropia sciadophylla	2	0,692	25,478	12,739	20,010	1,231	0,856	0,110	0,678
Sloanea pubescens	1	0,346	14,968	14,968	23,511	1,447	1,555	0,199	0,664
Aegiphila integrifolia	1	0,346	15,287	15,287	24,011	1,477	1,265	0,162	0,662
Miconia pilgeriana	2	0,692	23,248	11,624	18,259	1,123	1,259	0,161	0,659
Inga ilta	1	0,346	14,968	14,968	23,511	1,447	1,228	0,157	0,650

Unonopsis veneficiorum	1	0,346	14,331	14,331	22,511	1,385	1,066	0,137	0,623
Symplocos sp	1	0,346	14,013	14,013	22,011	1,354	1,031	0,132	0,611
Inga multinervis	1	0,346	14,013	14,013	22,011	1,354	0,937	0,120	0,607
Aniba guianensis	1	0,346	13,694	13,694	21,510	1,324	0,886	0,114	0,594
Pachira sp	1	0,346	13,376	13,376	21,010	1,293	0,911	0,117	0,585
Cordia panamensis	1	0,346	12,420	12,420	19,509	1,200	0,628	0,080	0,542
Ormosia sp	1	0,346	12,102	12,102	19,009	1,170	0,698	0,089	0,535
Ochroma pyramidale	1	0,346	12,102	12,102	19,009	1,170	0,681	0,087	0,534
Clusia dixonii	1	0,346	11,783	11,783	18,509	1,139	0,634	0,081	0,522
Ocotea sp.	1	0,346	11,783	11,783	18,509	1,139	0,562	0,072	0,519
Casearia prunifolia	1	0,346	11,465	11,465	18,009	1,108	0,658	0,084	0,513
Astronium occidentale	1	0,346	11,146	11,146	17,508	1,077	0,561	0,072	0,498
Chrysochlamys membranacea	1	0,346	10,828	10,828	17,008	1,047	0,506	0,065	0,486
Faramea quinqueflora	1	0,346	10,510	10,510	16,508	1,016	0,480	0,061	0,474
	289				1625,171		780,834		

Tabla 31. Datos Sistema silvopastura

SISTEMA SILVOPASTURA

ESPECIE	Abun.Absol.	AR	DAP	DAP (Pro)	AREÁ BASAL	BA	AGB #ESP	AGB	BIV
Miconia splendens	40	40	655,732	16,393	25,750	8,332	73,4086306	30,308	26,213
Piptocoma discolor	15	15	347,452	23,163	36,384	11,773	73,3563507	30,287	19,020
Ilex sp	9	9	176,433	19,604	30,792	9,964	27,957677	11,543	10,169
Lozania Klugii	9	9	136,624	15,180	23,845	7,715	12,6702362	5,231	7,316
Clusia rosea	8	8	126,115	15,764	24,762	8,012	12,7994981	5,285	7,099
Miconia stipitata	2	2	54,459	27,229	42,770	13,839	11,8778114	4,904	6,914
Hieronyma duquei	8	8	118,153	14,769	23,199	7,506	11,8151566	4,878	6,795
Trichilia septentrionalis	2	2	49,682	24,841	39,019	12,625	11,1225413	4,592	6,406
Turpinia occidentalis	4	4	57,962	14,490	22,761	7,365	4,8760381	2,013	4,459
Psychotria amplifrons	2	2	25,159	12,580	19,759	6,394	1,52172475	0,628	3,007
Meriania obtusifolia	1	1	12,739	12,739	20,010	6,475	0,80018329	0,330	2,602
Total general	**100**				309,050		**242,2058**		

Transecto	#ind	Nombre cientifico	Familia	Densidad	DAP (cm)	TB (Mg)	TB (Mg/ha)
1	2	*Clusiarosea*	Clusiaceae	0,614	24,84	0,454097597	4,540975969
1	16	*Hieronyma duquei*	Phyllanthaceae	0,63	10,83	0,051965967	0,519659668
1	4	*Ilex sp*	Aquifoliaceae	0,63	12,10	0,069827236	0,698272362
1	5	*Ilex sp*	Aquifoliaceae	0,63	14,33	0,109387078	1,093870783
1	3	*Lozania Klugii*	Lacistemataceae	0,614	18,15	0,199314958	1,993149583
1	6	*Lozania Klugii*	Lacistemataceae	0,614	21,97	0,329527367	3,295273668
1	8	*Lozania Klugii*	Lacistemataceae	0,614	20,38	0,270454885	2,704548847
1	1	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	22,61	0,365563296	3,655632965
1	7	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	11,78	0,065258516	0,652585159
1	10	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	14,65	0,116321356	1,163213565
1	11	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	15,92	0,145085586	1,450855856
1	12	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	21,66	0,326444237	3,264442368
1	13	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	21,02	0,301835392	3,018353919
1	17	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	13,38	0,091375041	0,913750413
1	18	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	11,78	0,065258516	0,652585159
1	19	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	12,42	0,07505239	0,7505239
1	22	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	20,06	0,267086083	2,670860825
1	14	*Miconia stipitata*	Melastomataceae	0,632	27,71	0,620918287	6,20918287
1	15	*Miconia stipitata*	Melastomataceae	0,632	26,75	0,566862852	5,668628518
1	9	*Piptocoma discolor*	Asteraceae	0,63	40,76	1,663631931	16,63631931
1	20	*Psychotria amplifrons*	Rubiaceae	0,614	13,38	0,088772588	0,887725876
1	21	*Psychotria amplifrons*	Rubiaceae	0,614	11,78	0,063399887	0,633998873
2	1	*Ilex sp*	Aquifoliaceae	0,63	33,12	0,980789735	9,807897348
2	2	*Ilex sp*	Aquifoliaceae	0,63	14,01	0,103055835	1,030558352
2	3	*Ilex sp*	Aquifoliaceae	0,63	15,29	0,12980233	1,298023295
2	4	*Ilex sp*	Aquifoliaceae	0,63	22,93	0,377999254	3,779992536
2	8	*Ilex sp*	Aquifoliaceae	0,63	16,88	0,168740071	1,68740071
2	10	*Ilex sp*	Aquifoliaceae	0,63	21,66	0,325411185	3,254111854
2	23	*Lozania klugii*	Lacistemataceae	0,614	12,42	0,072914822	0,729148219
2	25	*Meriania obtusifolia*	Melastomataceae	0,63	12,74	0,080018329	0,800183285
2	6	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	20,70	0,289965906	2,899659057
2	7	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	17,20	0,177852288	1,778522877
2	9	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	21,97	0,339187778	3,391877782
2	14	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	18,79	0,224700669	2,24700669
2	16	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	24,52	0,451937605	4,519376048
2	22	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	14,01	0,103382997	1,033829966
2	26	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	14,65	0,116321356	1,163213565
2	5	*Piptocoma discolor*	Asteraceae	0,63	23,25	0,391892497	3,918924966
2	12	*Piptocoma discolor*	Asteraceae	0,63	24,52	0,450507422	4,505074225
2	15	*Piptocoma discolor*	Asteraceae	0,63	17,52	0,186099015	1,860990146
2	17	*Piptocoma discolor*	Asteraceae	0,63	21,02	0,300880217	3,008802166

2	18	*Piptocoma discolor*	Asteraceae	0,63	22,93	0,377999254	3,779992536
2	19	*Piptocoma discolor*	Asteraceae	0,63	14,97	0,122757352	1,227573521
2	20	*Piptocoma discolor*	Asteraceae	0,63	14,65	0,115953251	1,159532509
2	21	*Piptocoma discolor*	Asteraceae	0,63	16,56	0,16044822	1,604482197
2	24	*Piptocoma discolor*	Asteraceae	0,63	16,24	0,152411249	1,524112495
2	11	*Turpiniaoccidentalis*	Staphyleaceae	0,63	10,83	0,051965967	0,519659668
2	13	*Turpiniaoccidentalis*	Staphyleaceae	0,63	12,74	0,080018329	0,800183285
3	1	*Hieronyma duquei*	Phyllanthaceae	0,63	13,06	0,085440904	0,854409039
3	9	*Hieronyma duquei*	Phyllanthaceae	0,63	20,38	0,277502569	2,77502569
3	15	*Hieronyma duquei*	Phyllanthaceae	0,63	24,84	0,465930759	4,65930759
3	16	*Hieronyma duquei*	Phyllanthaceae	0,63	14,97	0,122757352	1,227573521
3	20	*Lozania Klugii*	Lacistemataceae	0,614	12,74	0,077986117	0,77986117
3	21	*Lozania Klugii*	Lacistemataceae	0,614	11,15	0,054699515	0,546995149
3	22	*Lozania Klugii*	Lacistemataceae	0,614	14,01	0,100438544	1,004385441
3	2	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	26,11	0,532439916	5,324399156
3	3	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	17,20	0,177852288	1,778522877
3	4	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	26,75	0,566862852	5,668628518
3	5	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	20,38	0,27838353	2,783835295
3	8	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	14,65	0,116321356	1,163213565
3	10	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	17,20	0,177852288	1,778522877
3	11	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	11,78	0,065258516	0,652585159
3	12	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	16,24	0,152895095	1,528950947
3	14	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	18,47	0,214793844	2,147938445
3	17	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	14,33	0,109734339	1,097343388
3	13	*Piptocoma discolor*	Asteraceae	0,63	17,20	0,177289464	1,77289464
3	18	*Piptocoma discolor*	Asteraceae	0,63	38,22	1,412936192	14,12936192
3	19	*Piptocoma discolor*	Asteraceae	0,63	18,15	0,204508833	2,045088334
3	23	*Trichilia septentrionalis*	Meliaceae	0,614	33,12	0,955880789	9,558807891
3	6	*Turpiniaoccidentalis*	Staphyleaceae	0,63	16,56	0,16044822	1,604482197
3	7	*Turpiniaoccidentalis*	Staphyleaceae	0,63	17,83	0,195171295	1,951712947
4	5	*Clusiarosea*	Clusiaceae	0,614	13,06	0,083270976	0,832709762
4	6	*Clusiarosea*	Clusiaceae	0,614	12,42	0,072914822	0,729148219
4	1	*Hieronyma duquei*	Phyllanthaceae	0,63	11,15	0,056124909	0,561249094
4	11	*Hieronyma duquei*	Phyllanthaceae	0,63	12,10	0,069827236	0,698272362
4	2	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	13,06	0,085712145	0,857121449
4	7	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	11,78	0,065258516	0,652585159
4	8	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	14,33	0,109734339	1,097343388
4	9	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	11,46	0,060677748	0,606777478
4	10	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	17,20	0,177852288	1,778522877
4	3	*Piptocoma discolor*	Asteraceae	0,63	30,89	0,819963747	8,199637474
4	4	*Piptocoma discolor*	Asteraceae	0,63	30,57	0,798356428	7,983564284
5	6	*Clusiarosea*	Clusiaceae	0,614	19,43	0,23834962	2,383496204
5	8	*Clusiarosea*	Clusiaceae	0,614	11,46	0,058949584	0,589495841
5	11	*Clusiarosea*	Clusiaceae	0,614	14,65	0,113008406	1,130084064
5	14	*Clusiarosea*	Clusiaceae	0,614	12,74	0,077986117	0,77986117
5	15	*Clusiarosea*	Clusiaceae	0,614	17,52	0,18137269	1,813726904

5	18	*Hieronyma duquei*	Phyllantaceae	0,63	10,83	0,051965967	0,519659668
5	2	*Ilex sp*	Aquifoliaceae	0,63	26,11	0,530754979	5,307549792
5	16	*Lozania Klugii*	Lacistemataceae	0,614	13,38	0,088772588	0,887725876
5	17	*Lozania Klugii*	Lacistemataceae	0,614	12,42	0,072914822	0,729148219
5	1	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	21,02	0,301835392	3,018353919
5	3	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	10,51	0,048157661	0,481576605
5	4	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	11,46	0,060677748	0,606777478
5	5	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	21,02	0,301835392	3,018353919
5	7	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	11,78	0,065258516	0,652585159
5	9	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	10,51	0,048157661	0,481576605
5	10	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	11,15	0,056303084	0,563030837
5	13	*Miconia splendens*	Melastomataceae	0,632	10,19	0,044379534	0,443795342
5	12	*Trichilia septentrionalis*	Meliaceae	0,614	16,56	0,156373344	1,563733443
							242,2058481

BIOMATA TOTAL		
Trasecto	TB(Mg)	TB(Mg/ha)
T1	14,03634488	140,3634488
T2	13,84815043	138,4815043
T3	28,74027232	287,4027232
T4	13,88678644	138,8678644
T5	7,571890729	75,71890729
	TOTAL	780,8344481
CTB		390,417224

BIOMATA TOTAL		
Trasecto	TB(Mg)	TB(Mg/ha)
T1	6,307441045	63,07441045
T2	6,33301293	63,3301293
T3	6,683384576	66,83384576
T4	2,399693155	23,99693155
T5	2,497053105	24,97053105
	TOTAL	242,2058481
CTB		121,1029241

	CONGLOMERADOS															
	BP					BS					SS					
NOMBRE CIENTIFICO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	Total general
Zanthoxylum riedelianum			1													1
Wettinia maynensis	11	18	31	21	17	10	5	6	1	1						121
Vochysia braciliniae								1								1
Vismia baccifera						1		1	1							3
Unonopsis veneficiorum				1		1										2
Turpinia occidentalis												2	2			4
Turpinia occidentalis						4	1	2		3						10
Trichilia septentrionalis													1		1	2
Trichilia pallida				3												3
Tovomitopsis membranacea		1		1				1								3
Tovomita weddelliana					1											1
Tovomita weddeliana						10	1	2								13
Tapirira guianensis						1			3							4
Symplocos sp						1										1
Sterculia tessmannii							1									1
Sterculia colombiana				3												3
Sorocea pubivena					1											1
Solanum altissimum		1	1													2
Sloanea pubescens							1									1
Sloanea meianthera				1												1
Siparuna poeppigii				1												1
Siparuna cuspidata						4										4
Sapium marmieri				2												2
Sapium glandulosum	1	1	3		1											6
Sapium glandolosum						1		1	3							5
Roupala montana			1													1
Rollinia chrysocarpa			1													1
Quararibea cordata	1				1											2
Psychotria cuspidata					1											1
Psychotria capitata	1															1
Psychotria amplifrons											2					2
Pseudopiptadenia suaveolens				1	1											2
Prunus debilis		1	1													2
Protium sagotianum				1												1
Pouteria glomerata							1									1
Pourouma tomentosa	2				1			5								8
Pourouma guianensis						1										1
Piptocoma discolor	8	11			1	6	10	2	19	5	1	9	3	2		77
Piptadenia sp								1								1

Palicourea guianensis					1											1
Pachira sp						1										1
Ormosia sp							1									1
Oreopanax platanifolius					1											1
Ocotea sp.						1										1
Ocotea sericea							2									2
Ocotea cernua	1	1	3													5
Ochroma pyramidale						1										1
Neea sp.				1												1
Nectandra membranacea	1		2			2		2	7	2						16
Nectandra cissiflora					1											1
Miconia stipitata											2					2
Miconia splendens	5	4	8	2	4	2	5	7	14	5	10	7	10	5	8	96
Miconia rugosa				2	2											4
Miconia rivalis					3											3
Miconia pilgeriana										2						2
Miconia dielsii	2															2
Miconia bubalina							1	1		1						3
Meriania obtusifolia												1				1
Maytenus macrocarpa					1											1
Matisia longiflora					1											1
Matisia cordata							1									1
Lozania Klugii											3	1	3		2	9
Lonchocarpus sericeus				1												1
Laetia procera	5					1	5	5	1	2						19
Isertia laevis					1	4	1		4							10
Inga venusta		1														1
Inga velutina	4	3		1	7	1	3	2	1							22
Inga nobilis			1													1
Inga multinervis	1		1	1	2	1										6
Inga marginata								3								3
Inga ilta									1							1
Inga ilta	2															2
Inga alba								1	2							3
Ilex sp											2	6			1	9
Hieronyma duquei											1		4	2	1	8
Hieronyma alchorneoides					1											1
Guatteria guianensis		2														2
Guarea purusana				1												1
Guarea kunthiana				1												1
Ficus trigona			1													1
Ficus paraensis	1															1
Faramea quinqueflora								1								1

Faramea multiflora			1													1
Eugenia schunkei							1									1
Eugenia florida				1												1
Eschweilera coriacea		1				1		1								3
Endlicheria sericea					1		2	2								5
Endlicheria gracilis								1								1
Duguetia veneficiorum			1	2			1	2		1						7
Duguetia spixiana	3				1											4
Duguetia hadrantha							3									3
Dacryodes olivifera	2	1		1	2			1		1						8
Cyathea lasiosora		1														1
Cupania livida				1												1
Croton lechleri							16	2	5							23
Cordia panamensis				4				1								5
Compsoneura capitellata							2									2
Clusia rosea											1			2	5	8
Clusia dixonii							1									1
Clusia amazonica								1	1							2
Chrysochlamys membranacea									1							1
Chimarrhis glabriflora	1					1										2
Cecropia sciadophylla		1							2							3
Cecropia membranacea	2						2		3	1						8
Cecropia marginalis					1											1
Cecropia ficifolia	3	2							3							8
Casearia prunifolia								1								1
Casearia arborea					1											1
Campomanesia lineatifolia	1															1
Calyptranthes bipennis			1													1
Calliandra trinervia				1		1		2	1	1						6
Bactris setulosa		1		2												3
Astronium occidentale							1									1
Apeiba membranacea										1						1
Aniba hostmanniana	1															1
Aniba guianensis								1								1
Allophylus floribundus	1															1
Alchornea triplenervia			2													2
Alchornea sp.					1											1
Alchornea leptogyna	1	1														2
Alchornea glandulosa	9	4	21	8	5	2	2			1						52
Aegiphylla cordata	1															1
Aegiphila integrifolia										1						1
Total	71	56	81	65	62	59	70	59	73	28	22	26	23	11	18	724