



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
CENTRO DE POSTGRADOS

MAESTRÍA EN SILVICULTURA
MENCIÓN MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS
FORESTALES

Proyecto de innovación previo a la obtención del título de:

MAGISTER EN SILVICULTURA

“Propuesta de restauración forestal mediante nucleación en áreas degradadas de la microcuenca del río Puyo”

Autor

Jennifer Adriana Duque Vera

Director de Proyecto

PhD. Yudel García Quintana

Puyo – Ecuador

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Jenniffer Adriana Duque Vera, con cédula de identidad 1600637753, declaro ante las autoridades educativas de la Universidad Estatal Amazónica, que el contenido del Proyecto de Innovación titulado **“Propuesta de restauración forestal mediante nucleación en áreas degradadas de la microcuenca del río Puyo”**, es absolutamente original, auténtico y personal.

En tal virtud y según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de Innovación y Desarrollo son de exclusiva responsabilidad de la autora; y que los resultados expuestos pertenecen a la Universidad Estatal Amazónica.



Ing. Jenniffer Adriana Duque Vera

C.I. 1600637753

AUTORA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN
CERTIFICA QUE:**

El presente Trabajo de Titulación: “**PROPUESTA DE RESTAURACIÓN FORESTAL MEDIANTE NUCLEACIÓN EN ÁREAS DEGRADADAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PUYO**”, bajo la responsabilidad de la egresada **JENNIFFER ADRIANA DUQUE VERA**, ha sido meticulosamente revisado, autorizando su presentación a la Defensa Pública:

MIEMBROS DEL TRIBUNAL



Dr. C. Diego Gutiérrez Del Pozo, PhD

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Dr. C. Yasiel Arteaga Crespo, PhD

MIEMBRO 1 DEL TRIBUNAL



Dr. C. Zhofre Huberto Aguirre Mendoza, PhD

MIEMBRO 2 DEL TRIBUNAL



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

Centro de Postgrados

AVAL

Quien suscribe **Dr.C Yudel García Quintana, PhD.**, Director del trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Innovación titulado: *“Propuesta de restauración forestal mediante nucleación en áreas degradadas de la microcuenca del río Puyo”* a cargo de la Ing. **Jennifer Adriana Duque Vera** egresada de la segunda cohorte de la Maestría en Silvicultura mención Manejo y Conservación de Recursos Forestales de la Universidad Estatal Amazónica.

Certifico haber acompañado el proceso de elaboración del Proyecto de Innovación y considero cumple los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución por lo que se encuentra listo para ser sustentado.

Por lo antes expuesto se avala el Proyecto de Innovación para que sea presentado ante la Dirección de Posgrado como forma de titulación como Magister en Silvicultura mención Manejo y Conservación de Recursos Forestales y que dicha instancia considere el mismo a fin de que tramite lo que corresponda.

Para que a si conste, firmo la presente a los 14 días del mes de agosto del 2020.

Atentamente,

Dr.C Yudel García Quintana, PhD.

DIRECTOR DE TESIS

DOCENTE TITULAR UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
CENTRO DE POSTGRADOS
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

OFICIO N° 015-YGQ-UEA-2020

Puyo, 12 de agosto del 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que, el trabajo de titulación “**Propuesta de restauración forestal mediante nucleación en áreas degradadas de la microcuenca del río Puyo**”, correspondiente a la Ing. **JENNIFFER ADRIANA DUQUE VERA**, con cédula 1600637753, de la maestría en Silvicultura Mención Manejo y Conservación de Recursos Forestales cuyo director del proyecto es el Dr.C Yudel García Quintana, PhD. ha sido revisado mediante el sistema antiplagio, reportando una similitud de 5%, informe generado el día 12 de agosto del 2020 por parte del director de su proyecto.

Particular que comunico para los fines pertinentes

Dr.C Yudel García Quintana, PhD.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento especial a Dios por la fortaleza y sabiduría para culminar una meta más en mi vida.

A mi familia, por ser el soporte y apoyo incondicional en la lucha diaria camino a este gran sueño.

A PhD. Yudel García Quintana por guiarme con sapiencia en la elaboración, desarrollo y preparación del presente proyecto de investigación, en especial por compartir sin celo sus conocimientos y saberes.

A docentes, investigadores, estudiantes y profesionales que participaron y aportaron en la elaboración de esta investigación.

A la Universidad Estatal Amazónica y sus docentes que sembraron conocimientos en mi desarrollo y formación profesional.

DEDICATORIA

A la memoria de Eduardo Duque, mi querido Padre, dedico el esfuerzo y sacrificio demandados en el camino y culminación de esta meta profesional.

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de esta investigación fue diseñar una propuesta de restauración forestal en tres áreas de bosque (primario, secundario y silvopastoril) de la zona baja de la microcuenca del río Puyo. Para ello se realizó un inventario florístico en 15 transectos de 0,1 ha, se determinó el grado de conservación, el efecto de claros, los parámetros de la estructura ecológica y su relación con variables ambientales. Los resultados indicaron que los sitios menos conservados y con mayor presencia de claros de gran tamaño fueron T2 de bosque primario, T2 y T3 de bosque secundario y los cinco transectos de silvopastura, resultando prioritarios para la restauración. Se comprobó que las perturbaciones inciden en la estructura del bosque, con disminuciones en la composición florística y en el número de especies indicadoras. La propuesta de restauración forestal con la implementación de la técnica de nucleación permitió el diseño de 13 núcleos (tres para bosque primario y cinco para bosque secundario, con una dimensión de 12 m x 12 m y cinco para silvopastura de 18 m x 18 m. Se identificaron las especies a incluir en cada núcleo de restauración, distribuidas desde el centro a sus extremos por orden de importancia. En bosque primario el centro del núcleo correspondió a *Vochysia ferruginea*, en bosque secundario a *Rollinia pittieri* y en silvopastura a *Chimarrhis glabriflora*. Esto contribuye a la gestión silvicológica de los bosques amazónicos, propiciando la participación conjunta y la concientización ambiental de los moradores de las comunidades de Cotococha y Lisan Wasi.

Palabras clave: nucleación, perturbaciones, claro de bosque, estructura de bosque, restauración.

ABSTRACT

The objective of this research was to design a proposal for forest restoration in three forest areas (primary, secondary and silvopastoral) in the lower part of the Puyo river micro-basin. For this, a floristic inventory was carried out in 15 transects of 0,1 ha, the degree of conservation, the effect of gaps, the parameters of the ecological structure and its relationship with environmental variables were determined. The results indicated that the least conserved sites with the largest presence of large gaps were T2 of primary forest, T2 and T3 of secondary forest and the five silvopastoral transects, being a priority for restoration. The disturbances were found to affect the forest structure, with dissimilarities in the floristic composition and in the number of indicator species. The forest restoration proposal with the implementation of the nucleation technique allowed the design of 13 nuclei (three for primary forest and five for secondary forest, with a dimension of 12 m x 12 m and five for silvopastoral of 18 m x 18 m. The species to include in each restoration nucleus, distributed from the center to their extremes in order of importance. In primary forest the center of the nucleus corresponded to *Vochysia ferruginea*, in secondary forest to *Rollinia pittieri* and in silvopastoral *Chimarrhis glabriflora*. This contributes to the silviecological management of Amazon forests, promoting joint participation and environmental awareness of the inhabitants of the communities of Cotococha and Lisan Wasi.

Key words: nucleation, disturbances, gap, forest structure, restoration.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PROBLEMA CIENTÍFICO	3
1.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 BOSQUES TROPICALES AMAZÓNICOS	4
2.2 LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS Y SU RELACIÓN CON LOS BOSQUES	5
2.2.1 LA MICROCUENCA DEL RÍO PUYO.....	7
2.3 DEGRADACIÓN Y DEFORESTACIÓN DE BOSQUES	8
2.4 EVALUACIÓN DEL NIVEL DE DEGRADACIÓN DE UN BOSQUE	10
2.5 INCIDENCIA DE LAS PERTURBACIONES EN LA ESTRUCTURA DE UN BOSQUE	11
2.6 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE UN BOSQUE PARA LA CONSERVACIÓN FORESTAL	13
2.7 ESPECIES COMO INDICADORES ECOLÓGICOS.....	16
2.8 RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	17
2.9 EL PAPEL DE LA NUCLEACIÓN EN LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.....	21
2.10 LA NUCLEACIÓN COMO TÉCNICA DE RESTAURACIÓN	22
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1 LOCALIZACIÓN	25
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.2.1 VARIABLES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS	28
3.2.2 VARIABLES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA	29
3.2.3 VARIABLES PARA EL DISEÑO DE NÚCLEOS.....	29

3.3	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	30
3.4	TRATAMIENTO DE DATOS	30
3.4.1	ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS O TRANSECTOS.....	31
3.4.2	ELABORACIÓN DEL INVENTARIO FLORÍSTICO.....	31
3.4.3	IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS.....	31
3.4.3.1	EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	32
3.4.3.2	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS CLAROS	39
3.4.3.3	EVALUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SITIOS PRIORIZADOS	40
3.4.4	CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA	41
3.4.4.1	PARÁMETROS DE ESTRUCTURA VERTICAL.....	41
3.4.4.2	PARÁMETROS DE ESTRUCTURA HORIZONTAL.....	42
3.4.4.3	DIVERSIDAD FLORÍSTICA	45
3.4.4.4	ANÁLISIS DE ESPECIES INDICADORAS DE CAMBIOS	46
3.4.4.5	EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LA ESTRUCTURA DEL BOSQUE Y VARIABLES AMBIENTALES	47
3.4.5	PROPUESTA DE RESTAURACIÓN Y DISEÑO DE NÚCLEOS.....	48
3.5	RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES	49
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		50
5.1	IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS PARA EL PROCESO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	50
5.1.1	DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	50
5.1.2	CATEGORÍAS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	53
5.1.3	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS CLAROS	56
5.1.4	FACTORES QUE INCIDEN EN LA FORMACIÓN DE CLAROS	58
5.1.5	ESPECIES ASOCIADAS A LOS CLAROS	60
5.1.6	EVALUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SITIOS PRIORIZADOS	61
5.2	CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA DE LAS TRES ÁREAS DE BOSQUE	65
5.2.1	VALORES PROMEDIO DE LAS VARIABLES DE COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA.....	65

5.2.2	DISTRIBUCIÓN DE ÁRBOLES POR CLASES DE ALTURA	66
5.2.3	DISTRIBUCIÓN DE ÁRBOLES POR CLASES DIAMÉTRICAS	70
5.2.4	POSICIÓN SOCIAL RELATIVA DE LAS ESPECIES DE LAS TRES ÁREAS DE ESTUDIO.....	72
5.2.5	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA	73
5.2.6	DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN LAS TRES ÁREAS DE BOSQUE.....	74
5.2.7	ESPECIES COMO INDICADORES DE CAMBIOS	77
5.2.8	RELACIÓN DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA CON VARIABLES AMBIENTALES.....	79
5.3	PROPUESTA DE RESTAURACIÓN FORESTAL MEDIANTE NUCLEACIÓN.....	83
5.3.1	FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA: PRINCIPIOS Y OBJETIVOS	83
5.3.2	ETAPA DESCRIPTIVA	85
5.3.3	ETAPA PREPARATORIA	88
5.3.4	ETAPA DE RESTAURACIÓN	94
	CONCLUSIONES.....	96
	RECOMENDACIONES.....	97
	BIBLIOGRAFÍA.....	98
	ANEXOS.....	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas de ubicación de los transectos establecidos en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.....	26
Tabla 2. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de representatividad de especies originales en la vegetación de los tres sitios de estudio.....	33
Tabla 3. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de representatividad de estratos originales en la vegetación de los tres sitios de estudio.....	33
Tabla 4. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de cobertura vegetal de los tres sitios de estudio	34
Tabla 5. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el porcentaje de ocupación de los sistemas de bosque estudiado por caminos.....	34
Tabla 6. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de extracción de recursos vegetales en los sistemas de bosque estudiados.....	35
Tabla 7. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de tala en los sistemas de bosque estudiados	35
Tabla 8. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de caída de árboles en los sistemas de bosque estudiados	35
Tabla 9. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de actividad de pastoreo en los sistemas de bosque estudiados	35
Tabla 10. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el daño ocasionado por inundaciones en los sistemas de bosque estudiados.....	36
Tabla 11. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el daño ocasionado por deslizamientos en los sistemas de bosque estudiados	36
Tabla 12. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el porcentaje de ocupación del área por cultivos agrícolas en los sistemas de bosque estudiados.....	36
Tabla 13. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de modificación del área de los tres sitios de estudio	37
Tabla 14. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el índice de sinantropismo de los tres sitios de estudio	38
Tabla 15. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de cobertura de especies invasoras en los tres sitios de estudio.....	38
Tabla 16. Rangos numéricos para definir categorías de conservación para las parcelas de las tres áreas de estudio	38
Tabla 17. Recursos humanos y materiales utilizados para el desarrollo de la investigación	49
Tabla 18. Criterios evaluados para determinar el estado de conservación de tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo	51
Tabla 19. Resumen de la tabla de contingencia y prueba Chi-cuadrado para los indicadores analizados del grado de conservación en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.....	52

Tabla 20. Categorías de conservación de las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo	53
Tabla 21. Resultados del análisis de correspondencias que muestra las tendencias y margen activo de las categorías de conservación de la zona baja de la microcuenca del río Puyo	54
Tabla 22. Análisis de correspondencia entre los sitios de estudio y el grado de conservación.....	54
Tabla 23. Parámetros registrados en las áreas de claros de cada sistema estudiado en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.....	57
Tabla 24. Variables promedio de composición y estructura en las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo	66
Tabla 25. Resumen del ANOVA para las clases de alturas presentes en las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo	69
Tabla 26. Resumen del ANOVA para las clases diamétricas presentes en las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo	71
Tabla 27. Especies con mayor índice de posición social relativa de la zona baja de la microcuenca del río Puyo	73
Tabla 28. Especies que presentaron mayor índice de valor de importancia en las tres áreas de bosque de la zona de estudio	74
Tabla 29. Resumen del ANOVA para los índices de diversidad a escala alfa en las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo	75
Tabla 30. Índice de similitud de Sorensen en las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo	76
Tabla 31. Especies indicadoras por el método Valor-Indicador para las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.....	77
Tabla 32. Varianza total explicada.....	79
Tabla 33. Matriz de componentes principales.....	80
Tabla 34. Sitios priorizados para el proceso de restauración en tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.....	86
Tabla 35. Claros de mayor tamaño identificados en los trasectos priorizados para el proceso de restauración de la zona baja de la microcuenca del río Puyo	86
Tabla 36. Listado de especies a utilizar para el proceso de restauración forestal en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.....	87
Tabla 37. Número de especies e individuos a utilizar en cada núcleo por sistema de bosque para el proceso de restauración en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Microcuenca del río Puyo y la ubicación de la zona de estudio.	25
Figura 2. Ubicación geográfica de las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.....	26
Figura 3. Dendrograma jerárquico para el agrupamiento de las unidades de muestreo de tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo de acuerdo a su estado de conservación.	55
Figura 4. Porcentaje de perturbación por factores endógenos y exógenos en cada sitio de estudio.	59
Figura 5. Representación de la frecuencia de la forma de los claros (a) y categorías de tamaño de claros (b) en cada sitio de estudio.....	60
Figura 6. Dendrograma jerárquico para el agrupamiento de especies con mayor representatividad en áreas de claros registradas en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.....	61
Figura 7. Mapa de ubicación de claros inventariados en cada parcela de bosque primario de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.	62
Figura 8. Mapa de ubicación de claros inventariados en cada parcela de bosque secundario de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.....	63
Figura 9. Mapa de ubicación de claros inventariados en cada parcela del sistema silvopastoril de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.....	64
Figura 10. Número de individuos por clases de altura presentes en los estratos de las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.	67
Figura 11. Número de individuos por clases diamétricas presentes en los estratos de las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.	70
Figura 12. Presencia de especies por estrato en las tres áreas de estudio.....	72
Figura 13. Dendrograma jerárquico como medida de diversidad beta a partir de la abundancia de especies por sitio de estudio.	76
Figura 14. Diagrama espacial que representa el ordenamiento de las especies y las variables ambientales en los sitios de estudio de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.	81
Figura 15. Distribución de la abundancia de especies por transectos (a) (Un aumento del tamaño de los círculos indica mayor cantidad de especies) y posición de los gradientes ambientales (b).	82
Figura 16. Esquema metodológico de la propuesta de restauración forestal con la aplicación de la técnica de nucleación en tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.....	84
Figura 17. Diseño del núcleo para bosque primario y secundario para el proceso de restauración en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.	91
Figura 18. Diseño del núcleo para el sistema silvopastoril para el proceso de restauración en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.	91
Figura 19. Modelo de distribución de especies dentro del núcleo diseñado para bosque primario y secundario para el proceso de restauración en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.....	92
Figura 20. Modelo de distribución de especies dentro del núcleo diseñado para silvopastura para el proceso de restauración en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.....	93

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En el último siglo la degradación y destrucción de ecosistemas ha crecido de forma acelerada, debido a las prácticas agrícolas, ganaderas, industriales y de explotación no sostenibles realizadas por el hombre en su búsqueda del desarrollo humano, lo que ha provocado cambios drásticos en la estructura, composición y funcionalidad de los ecosistemas.

Frente a esta situación surge la idea de la restauración ecológica, como intención de la reversión de los efectos degradativos de las actividades humanas (Meli, 2003). Y como una nueva tendencia de las prácticas de restauración la técnica de nucleación que se enfoca en los modelos de conservación de la biofuncionalidad y en la restauración sistémica al redirigir a la comunidad degradada hacia su integración con el paisaje natural circundante (Reis *et al.*, 2010). Existen diversos estudios sobre facilitación, que en el transcurso de los años han ido aportando a la teoría inicial de lo que actualmente se conoce como nucleación, en este sentido Reis *et al.*, (2003) aportaron nuevas y mejoradas técnicas de nucleación para la práctica de la restauración ecológica, mientras que Tres y Reis (2007) presentan a la nucleación como una técnica de restauración de paisajes fragmentados, demostrando la importancia de dicha técnica como estrategia para la restauración forestal.

Esta técnica innovadora ha sido poco utilizada a nivel mundial, de acuerdo a Boaneres y De Azevedo (2014) existen muy pocas investigaciones que hagan referencia a la utilización de técnicas de nucleación para restauración ecológica; no obstante, reporta una tendencia de incremento de publicaciones de este tema en la última década, la mayoría de los estudios publicados son investigaciones realizadas en Brazil, seguido de Estados Unidos y España. En el Ecuador no existe información disponible que evidencie la utilización de esta técnica innovadora para la restauración ecológica de un ecosistema.

En la provincia de Pastaza se ubica la microcuenca del río Puyo, que por su topografía abarca áreas de bosque que presentan peculiaridades ambientales distintas, lo cual les otorga características específicas. Estas áreas forman parte de la dinámica y funcionamiento ecohidrológico de la microcuenca, y cumplen un rol muy importante al desempeñar funciones ecológicas relevantes, como ser áreas de amplia biodiversidad, hábitats de fauna, regulación y atenuación del flujo de las aguas superficiales, protección de las márgenes de los fluvios y

conectores ecológicos en los diferentes tramos de la cuenca (Frene, 2019). Sin embargo, las áreas de bosque que se encuentran en la microcuenca del río Puyo han sido degradadas, donde el crecimiento poblacional, el clima, los vientos fuertes, deslizamientos de tierra, desbroce de vegetación, tala de árboles, establecimiento de cultivos, los cambios de uso de suelo de bosques primarios a silvopastura, representan algunas perturbaciones de carácter natural y antropogénico que están incidiendo en el estado de conservación del bosque; y, por consiguiente están afectando la dinámica de la microcuenca, pudiendo originarse un desequilibrio del sistema ecohidrológico del río Puyo, un problema que se ve reflejado en la calidad del recurso hídrico y el estado de conservación del bosque de la provincia de Pastaza.

La situación actual de este ecosistema boscoso requiere la aplicación de una técnica de restauración ecológica que permita su rápida recuperación y cuyo alcance se enfoca a la zona baja de la microcuenca del río Puyo. Ante esta necesidad del ecosistema local la presente investigación pretende diseñar una propuesta con la implementación de esta técnica innovadora “nucleación”, con la finalidad de fomentar la formación de nichos de regeneración y la colonización de nuevas poblaciones a través de la facilitación, generando nuevas conexiones en el paisaje degradado que mejore las funciones hidrorreguladoras de este importante reservorio de bosque de la provincia, causando un impacto de tipo ambiental cuyo principal proceso de transformación es la restauración de la microcuenca del río Puyo. La presente investigación contribuirá a dos líneas de investigación de la Universidad Estatal Amazónica: “Ecosistemas, biodiversidad y conservación de especies” y “Gestión y Conservación Ambiental”.

1.1 PROBLEMA CIENTÍFICO

¿Cómo influyen las perturbaciones de carácter natural y antropogénico en la composición, estructura y estado de conservación de un ecosistema de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo?

1.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Las perturbaciones de carácter natural y antropogénico en un ecosistema de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo, alteran su composición, estructura y estado de conservación.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar una propuesta de restauración forestal, mediante nucleación, en áreas degradadas de la zona baja de la microcuenca del río Puyo como contribución a la gestión silvícola de los ecosistemas de bosques amazónicos.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar sitios prioritarios para el proceso de restauración ecológica, a partir del diagnóstico del grado de conservación y efecto de los claros.
- Determinar los patrones de estructura ecológica, distribución de especies y su relación con variables ambientales.
- Diseñar los componentes de la restauración forestal y los núcleos que conforman cada área de bosque.

CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bosques Tropicales Amazónicos

La FAO (2010) define a un bosque como “(*...*) la tierra que se extiende por más de 0,5 hectáreas dotada de árboles de una altura superior a cinco metros una cubierta de dosel superior al 10 %, o de árboles capaces de alcanzar esta altura *in situ* (*...*)”. De acuerdo a las características de latitud y elevación los bosques se pueden clasificar en tropicales, subtropicales, templados y boreales (FAO, 2008). Los bosques tropicales son los más antiguos, diversos y ecológicamente completos (Meli, 2003), albergan una tercera parte de la diversidad vegetal del mundo (Meave del Castillo *et al.*, 2012). Estos bosques presentan un 70 % de especies de flora y fauna, además brindan servicios ambientales como la captación de agua, el mantenimiento del suelo, la fijación de CO₂, entre otros (Meli, 2003), por lo cual se constituyen como uno de los ecosistemas más ricos y biodiversos del planeta. Los bosques no sólo son hábitat de muchas especies de flora y fauna, también han sido, desde la aparición de la raza humana hasta la actualidad, el hábitat del hombre y muchas culturas ancestrales. El bosque es un ecosistema que se encuentra en interacción y estrecha relación con alrededor de 390 pueblos ancestrales (Cordero, 2011).

Según la FAO (2018) el 50 % de la superficie total de América Latina y el Caribe está cubierta de bosques, con un área de 891 millones de hectáreas aproximadamente. De estas, 831 millones de hectáreas se encuentran en América del Sur (97 %). Ecuador posee 9 599 678,7 hectáreas de bosque que corresponde al 34,7 % de la superficie del territorio nacional, de estas los bosques naturales constituyen el 98,5 % en tanto que las plantaciones no superan el 1,5 % restante del patrimonio forestal (INIAP, 2012).

Los bosques tropicales amazónicos poseen la más grande riqueza de especies, diversidad de hábitats y ecosistemas terrestres (Cordero, 2011). Son potenciales almacenes de carbono, la FAO (2010) estima que en los bosques de América del Sur se almacenan alrededor de 100 giga toneladas de carbono en su biomasa. Estos mismos bosques son reconocidos por ser gigantes reservorios naturales de una mega diversidad de fauna y flora, así como de múltiples servicios ecosistémicos que son imprescindibles para el desarrollo humano; lo cual, asociado a la estrecha vinculación con los pueblos ancestrales y nacionalidades indígenas, añade a este conjunto de

atributos fascinantes de un bosque, una diversidad única y riqueza cultural que hace que un bosque sea vital para perpetuar las especies y garantizar su supervivencia.

Las características de un bosque se definen por el grado de incidencia de las actividades humanas que ocasionan cambios en su composición y estructura natural, con estos criterios la FAO (2010) ha determinado los tipos de bosques existentes dependiendo de su “naturalidad”, determinando cinco categorías: bosque primario, bosque regenerado de manera natural, bosque plantado y bosque plantado con especies introducidas, esta misma organización define a cada una de estas categorías de la siguiente manera: Bosque primario como un “*Bosque regenerado de manera natural, compuesto de especies nativas y en el que no existen indicios evidentes de actividades humanas y donde los procesos ecológicos no han sido alterados de manera significativa*”; Bosque regenerado de manera natural como un “*Bosque predominantemente compuesto de árboles establecidos mediante regeneración natural, en el que existen indicios evidentes de actividad humana.*”; Bosque plantado como un “*Bosque predominantemente compuesto de árboles establecidos por plantación y/o siembra deliberada*”; y Bosque plantado con especies introducidas como un “*Bosque plantado, en el que los árboles plantados/sembrados son predominantemente de especies introducidas*”.

2.2 Las cuencas hidrográficas y su relación con los bosques

Un bosque no es un ecosistema único o solitario; por el contrario, se encuentra casi siempre asociado a un medio mayor en el que está interactuando constantemente y cuyos procesos de cambio afectan a todo el sistema en el que se encuentra inmerso. Integra un conjunto de procesos ecológicos y biogeoquímicos asociados a componentes funcionales que son parte de la biodiversidad del ecosistema tales como almacenaje de agua, regulación de los caudales, protección del suelo, ciclo de nutrientes, entre otros (Frene, 2019).

Una cuenca hidrográfica, es un ecosistema que está en relación estrecha con un bosque, de acuerdo a Cárdenas *et al.*, (2003) una cuenca hidrográfica se define como “*(...) el territorio, región o zona, cuya característica principal es que el agua de lluvia que cae en esa superficie escurre hacia un cauce común (...)*”. Por otro lado, Hamilton (2009) define a la cuenca hidrográfica como “*(..) una zona geográfica drenada por una corriente de agua (..)*”.

Por su extensión una cuenca hidrográfica tiene más de 50 mil hectáreas; las subcuencas cubren una superficie de cinco mil a 50 mil hectáreas; las microcuencas entre tres mil y cinco mil hectáreas, y cuando las condiciones orográficas lo permiten, hay microcuencas menores a tres mil hectáreas. Las cuencas hidrográficas proveen el suministro de agua dulce, regulan el flujo y mantienen la calidad del agua, suministran y protegen los recursos naturales, conservan la biodiversidad, entre otras importantes funciones y servicios que brindan a localidad (Hamilton, 2009).

Los bosques o coberturas vegetales desempeñan un papel muy importante sobre la regulación hídrica en las cuencas hidrográficas. Esta capacidad de regulación se debe a tres características importantes de los bosques que influyen directamente en la cuenca, en primer lugar, las diferentes formas vegetales de los ecosistemas forestales, plantaciones forestales comerciales, sistemas agroforestales propician la intercepción, almacenamiento y distribución de agua lluvia. En segundo lugar, la formación de hojarasca, su fragmentación, descomposición y formación de los suelos forestales con gran capacidad de retención de humedad en la zona radicular controlan la escorrentía superficial; y, en tercer lugar, la capacidad de infiltración de los suelos por sus sistemas radiculares propicia la percolación profunda y alimentan acuíferos. Todos estos procesos desarrollados en vinculación estrecha con los bosques posibilitan el control eficiente de los componentes del rendimiento hídrico, especialmente la regulación de caudales máximos y control de avenidas (Mintegui *et al.*, 2006).

De acuerdo a Blanco (2017) las cuencas hidrográficas de montañas con tierras boscosas y de tierras altas suministran alrededor del 70 % del agua dulce accesible con la que se satisfacen las necesidades domésticas, agrícolas, industriales y ecológicas del mundo. Debido a que los suelos y la vegetación están estrechamente vinculados al ciclo del agua, las cuencas hidrográficas constituyen la unidad de planificación más útil para llevar a cabo una gestión integrada del agua y de la tierra (Hamilton, 2009). Además, Frene (2019) indica que las microcuencas han sido reconocidas como unidades adecuadas para investigar las respuestas de los ecosistemas frente a la incidencia de perturbaciones o cambios.

Los servicios y funciones de las cuencas hidrográficas pueden estar amenazadas por actividades agresivas que están degradando los bosques. El deterioro de las funciones de las cuencas hidrográficas tiene importantes consecuencias negativas, ya que podría provocar la erosión y la

reducción de la productividad del suelo, la sedimentación de corrientes de agua, embalses y litorales, un aumento de la escorrentía y de inundaciones repentinas, la menor infiltración en las aguas subterráneas, la disminución de la calidad del agua y la pérdida del hábitat acuático y de biodiversidad.

2.2.1 La Microcuenca del Río Puyo

La microcuenca del río Puyo pertenece a la demarcación hidrográfica del río Pastaza, se ubica entre los cantones Mera y Pastaza, en la provincia de Pastaza. La microcuenca del río Puyo nace en el cantón Mera, sigue su curso en dirección noreste, limita en la parroquia Fátima con el centro poblado El Rosal. Continúa en dirección sur este donde atraviesa varios centros poblados, en un largo tramo donde recibe afluentes por su margen derecho del río Pambay y por el izquierdo del río Sandalia e Indillama. Aguas abajo recepta al río Pindo Grande, fluyendo en dirección sur hacia la parroquia Tarqui y Veracruz constituyéndose en el límite natural de estas dos parroquias. Siguiendo su curso aguas abajo en dirección sur recibe desde el margen izquierdo al río Indillama para luego desembocar en el río Pastaza en el sector de Induchuris (Villegas *et al.*, 2019).

Las zonas cubiertas por vegetación natural de la microcuenca del río Puyo corresponden a tres ecosistemas: Bosque siempreverde piemontano del norte de la Cordillera Oriental de los Andes, Bosque siempreverde montano bajo del norte de la Cordillera Oriental de los Andes y Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de cordilleras amazónicas (MAE, 2013). El ecosistema natural dominante en la cuenca es el Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes, el mismo que mantiene zonas remanentes en un poco más del 35 % del área. Este ecosistema corresponde a un bosque denso de 15 m a 35 m de alto, la vegetación presenta una cobertura densa de estructura compleja con varios estratos, observándose ocasionalmente lianas (Villegas *et al.*, 2019).

El Bosque siempreverde montano bajo del norte de la Cordillera Oriental de los Andes se ubica en la zona alta de la cuenca. Este ecosistema conjuga la flora de los Andes con la de la Amazonía y corresponde a bosques que alcanzan los 20 m a 35 m de altura, en su mayoría compuestos por árboles con fustes rectos, principalmente de las familias Lauraceae, Rubiaceae, Melastomataceae. Se componen de varios estratos que incluyen un dosel alto, subdosel, estrato arbustivo y herbáceo (Villegas *et al.*, 2019).

Finalmente, el Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de cordilleras amazónicas mantiene unos remanentes muy pequeños hacia el sur de la cuenca, en su zona baja. Es un complejo de comunidades de plantas de las llanuras aluviales inundables que son zonas muy dinámicas que incluyen procesos de migración de canales, formación de meandros, bancos, islotes y terrazas. Incluye comunidades riparias en las orillas, comunidades herbáceas anuales de las playas, gramíneas en los remansos o zonas de menor corriente, comunidades arbustivas, cañaverales riparios y bosques sucesionales medios y abiertos en zonas más estables (Villegas *et al.*, 2019).

Tanto el Bosque siempreverde piemontano del norte de la Cordillera Oriental de los Andes, así como el Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de cordilleras amazónicas han sido catalogados a nivel nacional como de fragilidad alta por su grado de vulnerabilidad y nivel de amenaza, mientras que el Bosque siempreverde montano bajo del norte de la Cordillera Oriental de los Andes presenta fragilidad baja (MAE, 2015).

2.3 Degradación y deforestación de bosques

La degradación y deforestación son las principales causas de la pérdida de la biodiversidad, incremento de emisiones de carbono y otros gases de efecto invernadero de los bosques. Estas causas se representan en estados, procesos y conceptos diferentes que en muchas ocasiones tienen una estrecha relación o una resulta ser precursora de otra (Reis *et al.*, 2010).

Armenteras *et al.*, (2015) definen a la deforestación como “(...) una disminución de la cubierta de un bosque (...)”, en este proceso hay una conversión de la cobertura boscosa a no boscosa y es el resultado de diferentes perturbaciones como la expansión de la frontera agrícola, la tala ilegal, los incendios forestales, extracción de minerales, entre otros. Según Grijalva *et al.*, (2015) la tasa anual de cambio de cobertura boscosa en el Ecuador Continental “(...) para el período 1990-2000 fue de -0,71 %, que corresponde a 89 944 ha/año, mientras que para el período 2000-2008 se redujo a -0,66 %, que corresponde a 77 647 ha/año (...)”, ratificando los datos publicados por el Ministerio de Ambiente del Ecuador -MAE- (2017) que indican que la tasa anual de cambio para el período 2014-2016 se redujo a -0,48 % que corresponde a 94 353 ha/año.

Por otra parte, Sasaki y Putz (2009) definen a la degradación como un proceso en el que *“(…) se considera que los bosques pierden o reducen su capacidad para proveer servicios ecosistémicos o sufren cambios mayores en su composición de especies, provocando afectaciones a nivel social, cultural y ecológico (…)”*

La degradación de los bosques se produce principalmente por perturbaciones originadas de las actividades antrópicas que cambian la estructura de los bosques y sus funciones. Vega (2016) define a una perturbación como *“(…) un evento puntual en el tiempo que altera la estructura de los ecosistemas, comunidades o poblaciones y cambia la relación entre las especies, la disponibilidad del espacio a ser colonizado, del hábitat y/o el medio físico (…)”*.

Es importante distinguir entre las perturbaciones naturales que son generadas por fenómenos naturales, quemadas naturales y avalanchas (Rubio, 2016), de aquellas que generan un desequilibrio ecológico en la naturaleza causada por los seres humanos. De acuerdo a Ramos *et al.*, (2009) las perturbaciones de tipo antrópicas *“(…) son aquellas que utilizan al bosque con fines productivos generando transformaciones que afectan al ecosistema original (…)”*, actividades como la fragmentación de bosque, el cultivo, la ganadería, causan la pérdida de la biodiversidad e incrementan la vulnerabilidad de los ecosistemas.

Las perturbaciones en un bosque ocasionan la caída parcial o total de vegetación arbórea, que produce una apertura en el dosel denominado claro de bosque. Según Kappelle (2004) un claro se define como *“(…) la apertura en un bosque denso causada por la caída de un árbol, ya sea por razones naturales o por la acción humana (…)”* y Álvarez (2018) indica que los claros pueden ser ocasionados por diferentes tipos de perturbaciones, que pueden ser naturales (muerte de un árbol), o inducidos por el hombre (tala y quema, aprovechamiento de madera u otro producto), cada año se apertura entre uno y cinco por ciento el dosel de un bosque por cualquiera de estas perturbaciones.

La creación de claros en un bosque cambia dramáticamente las condiciones de luz, temperatura, humedad y nutrientes disponibles, que puede beneficiar a ciertas especies y perjudicar a otras más (Álvarez, 2018). En un claro de bosque se puede iniciar un proceso de regeneración natural, después del disturbio es común la aparición de especies dependientes de luz o pioneras, que crecerán y llegarán a un estado de madurez y equilibrio llamado homeostasis; luego estas morirán y darán paso a especies tolerantes de sombra o esciófitas que crecerán y ocuparán estos

nichos para llegar de nuevo a una fase homeostática, esta etapa es conocida como reiniciación del sotobosque arbóreo o fase de claros (Frene, 2019). El modo en el que ocurra la regeneración natural en un claro va a estar determinada por el momento de apertura, proximidad de fuentes semilleras, tamaño del claro y la herbivoría (Álvarez, 2018).

Las actividades extractivas del hombre originan problemas como la deforestación, generando la pérdida del uso forestal, deterioro físico y químico del suelo, alteración del balance hídrico y desestabilización de cuencas (Meli, 2003). El estado de transformación de un paisaje boscoso se caracteriza por el grado de destrucción y modificación del hábitat, la tasa de deforestación, los patrones de fragmentación de bosques naturales y los cambios en la matriz, la fragmentación de bosques naturales es una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en el mundo (Echeverría *et al.*, 2012).

La ocurrencia de perturbaciones en un ecosistema activa la capacidad de resiliencia de las especies propias del ecosistema. La resiliencia se define como “(...) *capacidad del bosque de recuperarse tras fenómenos de perturbación importantes (...)*”. El grado de resiliencia que poseen las especies determina si un ecosistema perturbado se mantiene en el tiempo al aprovechar las nuevas oportunidades y recursos que se generan en el ecosistema perturbado, o por el contrario el ecosistema se deteriora hasta su extinción total (Thompson, 2011).

2.4 Evaluación del nivel de degradación de un bosque

Determinar el nivel de degradación de los bosques es un proceso complejo, debido que no siempre este fenómeno es perceptible; por lo cual, las técnicas con imágenes de sensores remotos o trabajo de campo no facilitan su evaluación (Armenteras *et al.*, 2015). Otro factor importante que se debe considerar para evaluar la degradación de un bosque es el conocimiento de su estado en condiciones naturales previo a la incidencia de una perturbación que variaron su estructura y lo degradaron, o por lo menos definir un estado de partida con el cual se podría comparar y evaluar el cambio y grado de degradación, lo cual también dificulta esta evaluación.

A pesar de estas dificultades, existen algunas técnicas que en dependencia de las características y naturaleza de la degradación de un bosque permiten evaluarla. Thompson *et al.*, (2013) proponen medirla mediante la aplicación de criterios de productividad (volumen en pie de todos los árboles y productos forestales no maderables), la biodiversidad (diversidad de las especies),

las perturbaciones inusuales (especies invasoras), las funciones protectoras (erosión del suelo y flujo o volumen del agua) y el almacenamiento de carbono (carbono almacenado y especies de árboles con alta densidad de madera).

Por otro lado, Armenteras *et al.*, (2015) clasifica las metodologías utilizadas para la evaluación de la degradación de un bosque en tres grupos, las metodologías directas, metodologías indirectas y metodologías para el monitoreo de emisiones de carbono a partir de la quema de biomasa. Las metodologías directas se basan en el trabajo y observación de campo, evalúan directamente cambios en el dosel, aparición y medición de claros en el bosque y cambios estructurales que aparecen como resultado de una perturbación, además utiliza sensores remotos como herramienta de apoyo en la evaluación; las metodologías indirectas se enfocan en el análisis de la fragmentación de bosques y de la infraestructura humana asociada a la extracción de productos forestales, estas metodologías no han aportado significativamente en la medición de la degradación de bosques para evaluaciones de períodos históricos.

Determinar el grado de perturbación o degradación permite evaluar el estado de conservación de un bosque, para definir medidas que lo restauren a través de un manejo sostenible. La degradación de los bosques es una de las principales causas de las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo cual, en este siglo resulta imprescindible evaluar niveles de degradación de bosques para establecer un régimen de ordenación sostenible de las áreas degradadas.

Matos y Ballate (2003) establecen algunas técnicas para la recuperación de ecosistemas degradados que consideran criterios de conservación. Algunas de estas técnicas son reforzamiento o enriquecimiento, reposición, rehabilitación, revegetación, reconstrucción ecológica, rescate de tierras saneamiento ecológico y restauración ecológica.

2.5 Incidencia de las perturbaciones en la estructura de un bosque

Estrada y Delgado (2018) califican a la perturbación como un factor clave que influye en la estructura de los ecosistemas forestales. Cuando se modifica la estructura y composición de especies de un bosque, ya sea por perturbaciones naturales o antrópicas, el sistema es llevado hacia un estado sucesional y como consecuencia el desempeño de las funciones ecosistémicas cambian (Frene, 2019).

Las perturbaciones producen mosaicos de vegetación con diferente complejidad estructural que tienen un papel importante en el mantenimiento de la diversidad de especies. Además, las modificaciones en la estructura de la vegetación también pueden ocasionar cambios en las poblaciones de algunas especies de animales (Ugalde *et al.*, 2012) afectando al ecosistema en general. La composición, la forma en la distribución diamétrica, así como la regeneración de las especies dominantes y con valor comercial, constituyen los principales indicadores que validan los efectos de las perturbaciones sobre las especies forestales (González *et al.*, 2016).

En un bosque su estructura está constituida por individuos de diferentes tamaños. En bosques naturales la mayoría de árboles son de tamaños pequeños y su cantidad va en descenso hasta los árboles de mayor tamaño, de manera que la distribución diamétrica tiene la forma de una curva decreciente conocida como J invertida, esta condición puede cambiar con la ocurrencia de un disturbio o perturbación, modificando las condiciones naturales del bosque (Estrada y Delgado, 2018).

La tala de bosques provoca cambios en la composición florística al reducir las poblaciones de especies vegetales, ya sea de forma directa por la acción de tala o de forma indirecta por la muerte de individuos durante la caída de árboles y su arrastre. Además, produce cambios en las condiciones ambientales provocado por la apertura de claros debido al derribo de árboles, un aprovechamiento selectivo representa, en términos de apertura de claros, una perturbación hasta 20 veces más extensa que la perturbación natural (Ugalde *et al.*, 2012).

Por otro lado, los disturbios antropogénicos pueden contribuir a regular la dinámica de la regeneración, la estructura y composición de los bosques tropicales, por lo cual la identificación de dichos disturbios permite establecer directrices para la conservación de estos bosques (González *et al.*, 2016).

Las perturbaciones que degradan un bosque implican un conjunto de cambios que modifican la composición y estructura de este, así como reduce el valor y la producción de los bienes y servicios forestales (Simula y Mansur, 2011). Por lo cual, es importante conocer el nivel de degradación de un bosque, establecer sus causas y determinar hasta qué punto el ecosistema ha padecido repercusiones adversas con la finalidad de tomar medidas que detengan o reviertan este proceso.

2.6 Importancia del estudio de composición y estructura de un bosque para la conservación forestal

El conocimiento de la estructura y composición florística del bosque es importante para planificar el manejo y conservación del recurso forestal. Los estudios de flora son el principal elemento para conocer la diversidad florística de un ecosistema, y el inventario florístico es la herramienta que se ha utilizado en los últimos años para conocer las especies presentes en el bosque, según Louman *et al.*, (2001) un inventario florístico es “(...) *donde se describe la identificación del recuento de las especies presentes en el área de estudio (...)*”.

Aguirre (2013), indica que un estudio florístico va más allá de un inventario que recoge datos cualitativos del bosque, sino que además cuantifica la información florística para obtener parámetros estructurales que permiten medir la diversidad e interpretar el estado real de conservación de la flora de un ecosistema determinado, de esta manera se puede planificar y ejecutar un manejo adecuado del bosque.

La composición florística de un bosque está representada por la diversidad de especies que se pueden identificar en un bosque, es decir la riqueza de especies en un determinado tipo de vegetación. Este valor se expresa mediante la suma de todas las especies diferentes que se han registrado en cada uno de los transectos o parcelas (Aguirre, 2013). La composición florística se ve influenciada por los factores ambientales como clima, suelo, posición geográfica, topografía, dinámica del bosque y la ecología de las especies que habitan en él.

Burne *et al.*, (2003) define a la estructura de un bosque como “(...) *las relaciones morfológicas y espaciales que existen entre los elementos bióticos y abióticos que la componen (...)*”, para estudiar la estructura de un bosque se consideran esencial las variables dendrométricas e índices estructurales (altura, diámetro, área basal, altura comercial, el fuste, entre otros), así como características ambientales (Mora *et al.*, 2016). Todo análisis estructural permite un estudio detallado de las comunidades vegetales, este análisis debe comprender los estudios sobre la estructura horizontal (densidad, frecuencia y dominancia) y la estructura vertical (posición sociológica) de un bosque (Acosta *et al.*, 2006).

Jayakumar *et al.*, (2011) definieron a la estructura vertical de un bosque como “(...) *la distribución de los individuos que conforman la comunidad en relación a sus alturas, cuya*

descripción implica el reconocimiento de estratos en los que se agrupan árboles de tamaños similares (...)". Uno de los parámetros que ayuda a caracterizar la estructura vertical es la posición sociológica, la misma que representa una expresión de la expansión vertical de las especies. Para poder determinar la posición sociológica de las especies, es necesario en primera instancia determinar las clases de estratos o alturas de los árboles. Una especie tiene su lugar fortalecido en la estructura y composición del bosque cuando se encuentra representada en todos los substratos (Acosta *et al.*, 2006). Para estimar la posición sociológica se asigna un valor fitosociológico a cada substrato, el cual se obtiene dividiendo el número de individuos en el substrato por el número total de individuos de todas las especies (Finol, 1976).

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

Acosta *et al.*, (2006) indican que "*(...) la densidad o abundancia mide la participación de las especies en la masa en términos absolutos y relativos (...)*", mientras que la abundancia relativa es "*(...) el número total de individuos por unidad de superficie pertenecientes a una determinada especie (...)*", con la abundancia relativa puede indicarse la participación de cada especie, en porcentaje, en relación al número total de árboles de la parcela que se considera como el 100 %.

La dominancia de una especie es un indicador de la potencialidad productiva de la especie, y se la calcula a partir del área basal. Acosta *et al.*, (2006) definen a la dominancia de una especie como "*(...) la suma de las proyecciones horizontales de los individuos (...)*", el grado de dominancia proporciona una estimación de la influencia que una especie tiene sobre las demás (Aguirre, 2013), lo que sugiere que las especies que poseen una dominancia alta podrían ser aquellas que están mejor adaptadas a los factores físicos del ecosistema. Según Acosta *et al.*, (2006) la dominancia absoluta se calcula por la suma de las secciones normales de los individuos

pertenecientes a cada especie; y, la dominancia relativa se calcula en porcentaje para indicar la participación de las especies en relación al área basal total.

La frecuencia determina la distribución espacial de las especies, es decir estima el grado de dispersión. Se pueden medir dos tipos de frecuencias la absoluta y relativa. Acosta *et al.*, (2006) indica que la frecuencia absoluta es “(...) *el porcentaje de ocurrencia de una especie en una determinada área (...)*”, mientras que la frecuencia relativa es “(...) *la suma total de las frecuencias absolutas de una parcela, que se considera igual al 100% (...)*”.

La abundancia, dominancia y frecuencia son parámetros estructurales que caracterizan la composición florística de forma individual en una especie. Para tener una caracterización de la estructura florística que señale la importancia de cada especie dentro de un conjunto (bosque), se combinan estas variables en una sola expresión que se denomina índice de valor de importancia (IVI), este índice se calcula a partir de la suma de los valores relativos de abundancia o densidad, dominancia y frecuencia de cada especie (Acosta *et al.*, 2006). El IVI es reconocido tradicionalmente como uno de los parámetros que más contribuyen para determinar cuan significativa puede ser una especie dentro de una comunidad (Dezseo *et al.*, 2000).

Los estudios de diversidad y composición florística son muy importantes ya que permiten conocer los atributos de las comunidades ecológicas, su estado y las necesidades de manejo de un bosque (Lozano *et al.*, 2018). Aportan información respecto a especies dominantes, sus distribuciones y cambios que pudieran originarse debido a la alteración en factores ambientales provocadas por perturbaciones naturales y antrópicas (Escobar, 2015). Todas estas características son importantes para la toma de decisiones en la búsqueda de implementar procesos de restauración o mantenimiento de la biodiversidad de un bosque.

La Sociedad para la Restauración Ecológica (McDonald *et al.*, 2016) recomienda una caracterización detallada de la flora, fauna y condiciones abióticas de los ecosistemas considerados degradados. También es útil identificar en ellos especies indicadoras; es decir, aquellas que se desarrollan en condiciones ambientales específicas, definidas así por estudios técnicos o por la experiencia y conocimientos del implementador (Van Andel *et al.*, 2012).

2.7 Especies como indicadores ecológicos

La conservación y manejo de bosques ha enfocado su esfuerzo a un número reducido de especies que funcionen como sucedáneos o indicadores ambientales bajo el supuesto de que la respuesta al cambio de estas especies es representativa de la respuesta de otras especies en un hábitat o comunidad (Tejeda-Cruz *et al.*, 2008). A nivel mundial, el uso de indicadores fue propuesto en la Séptima Reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica celebrada en el 2004, como una estrategia para evaluar el estado de la biodiversidad y el cumplimiento de metas de conservación (Catalá, 2011).

Las especies indicadoras, de acuerdo a Landres *et al.*, (1988) “(...) *son organismos cuyas características (p. ej. presencia, abundancia, densidad, etc.) pueden ser usadas como un criterio para evaluar atributos que son muy difíciles de medir para otras especies o condiciones ambientales de interés (...)*”. Por otro lado, Catalá (2011) indica que los indicadores ecológicos son considerados como herramientas biológicas que pudieran ser especies, grupos taxonómicos, procesos y otros que permiten evaluar total o parcialmente a los sistemas ecológicos, por lo que pueden ser considerados como estimadores de la biodiversidad de un sistema, actuando en diferentes niveles jerárquicos (genes, especies, poblaciones, comunidades y paisajes) y determinando diferentes componentes de la biodiversidad.

Las especies indicadoras han sido clasificadas en tres categorías, como indicadores ambientales, que reflejan directamente el estado abiótico o biótico del ambiente; indicadores ecológicos, que reflejan el impacto de cambios ambientales sobre un hábitat, comunidad o ecosistema; e indicadores de biodiversidad, que son indicativos de un taxa, o de toda la biodiversidad, en un área definida (Tejeda-Cruz *et al.*, 2008).

A nivel de especies, los indicadores ecológicos que más se ha utilizado son las especies sucedáneas, las cuales han sido empleadas para señalar cambios ambientales o poblacionales y para el desarrollo de programas de conservación (González *et al.*, 2016). Existen diferentes tipos de especies sucedáneas, las cuales han sido clasificadas de acuerdo a características biológicas que las hacen ideales para estimar cambios o atributos ecológicos de algún componente de la biodiversidad del sistema donde habitan. Las diferentes categorías de especies sucedáneas cumplen funciones tales como señalar cambios ambientales causados por la actividad humana; señalar cambios poblacionales de especies particulares; identificar áreas con una alta riqueza de

especies; identificar áreas prioritarias para la conservación; y, atraer la atención pública o el apoyo para el desarrollo de programas de conservación (Catalá, 2011).

Las especies indicadoras de cambios ambientales han sido definidas como aquellas que se encuentran altamente relacionadas con condiciones ambientales particulares, por lo que su presencia señala la existencia de dicha condición, mientras que las especies banderas sirven como símbolo para atraer el apoyo gubernamental, del público o de posibles donantes, para la implementación y desarrollo de programas de conservación que involucren a la especie bandera y las especies menos llamativas con las que pudiera estar asociada (Catalá, 2011).

2.8 Restauración ecológica

En la década de los 80 nace la necesidad de conservar, reparar o remediar los daños ambientales ocasionados por el hombre a los bosques (Vargas, 2007). Posteriormente surge la restauración ecológica como una alternativa de asistencia del hombre al bosque para contrarrestar las perturbaciones ocasionadas. La SER (2002) define a la restauración ecológica como “(...) *el proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (...)*”. La restauración ecológica es un proceso que busca recuperar la estructura, funcionalidad y autosuficiencia de un ecosistema de tal forma que sean similares a las existentes antes de que éste haya sido degradado (Aguilera, 2018).

La restauración ecológica tiene una visión ecosistémica que busca retornar las condiciones ecológicas de un bosque a su estado predisturbio, para así garantizar la recuperación de la composición, estructura y función del ecosistema (Vargas, 2007), desde este punto la restauración ecológica se presenta como un proceso integral que considera las necesidades humanas y la sostenibilidad de los ecosistemas naturales.

Holzman (2018), establece dos tipos de restauración ecológica que permiten recuperar áreas degradadas. La restauración natural que es el proceso de regeneración natural en el que las especies crecen y se desarrollan en un área degradada sin la intervención del hombre (Monteira, 2017); y, por otro lado, la restauración artificial que es el proceso de regeneración asistido por el hombre mediante la aplicación de diferentes técnicas o procedimientos (Gómez-Ruiz y Lindig-Cisneros, 2017).

La restauración ecológica es un proceso planificado de técnicas y estrategias que busca la recuperación de un ecosistema que haya sido degradado, dañado, transformado o destruido parcial o totalmente por causas naturales o antrópicas (Aguirre *et al.*, 2013), cuyos resultados se alcanzan después de muchos años de estudio y trabajos. Cada ecosistema posee particularidades intrínsecas y grados de perturbación diferentes, por lo cual no existe una metodología estándar para la aplicación del proceso de restauración ecológica. A pesar de aquello, existen metodologías diseñadas en bases teóricas y conceptuales de la restauración ecológica, así como en algunas experiencias de procesos de restauración de ecosistemas degradados en el mundo (Vargas, 2007). Por lo que cualquier metodología es una base para cualquier programa de restauración, pero podría ser modificada de acuerdo a las necesidades locales que se vayan a restaurar.

Matos y Ballate (2003) proponen un conjunto de acciones y métodos para un proceso de restauración ecológica que se agrupa en cuatro etapas: una primera descriptiva, una segunda preparatoria, una tercera de restauración y una final de monitoreo y evaluación.

La etapa descriptiva es aquella en la que se compilan todos los datos en campo, se realiza una caracterización de la composición y estructura del bosque y se identifican los sitios prioritarios para iniciar el proceso de restauración. Según Matos y Ballate (2003), dentro de esta etapa se aplican las siguientes acciones:

- Capacitación técnica y búsqueda de información sobre estudios realizados en el área
- Delimitación de las áreas y caracterización físico-geográfica
- Determinación de la formación vegetal que existía originalmente (si se desconoce)
- Determinación de las causas de deterioro y grado de incidencia actual en la zona a restaurar
- Determinación del grado de conservación de la cubierta vegetal
- Caracterización y grado de conservación de los suelos
- Caracterización de la flora, la vegetación, la fauna y la ecología de estas, en las zonas de vegetación original conservadas que aún existan en el lugar
- Caracterización de la flora, la vegetación, la fauna, así como de la ecología y grado de conservación de la zona degradada a restaurar

- Caracterización de las etapas sucesionales de la formación vegetal, definición de la estrategia de las especies que intervienen, y de los factores que limitan la autorrecuperación del ecosistema (Regeneración natural)
- Estudios de las interacciones biológicas
- Estudios biofenológicos
- Estudios etnobotánicos
- Colecta de semillas de especies de la vegetación original
- Estudio de semillas (germinación, viabilidad, métodos de cultivo) y otras formas de propagación
- Diseño de las técnicas y métodos a aplicar en las zonas a restaurar

La etapa preparatoria se desarrolla posteriormente a la caracterización del sitio a estudiar y una vez que se han priorizado las áreas mayormente degradadas que requieren una restauración. En esta etapa se prepara el área a restaurar y se inicia la aplicación de acciones que permitan solucionar el problema. Según Matos y Ballate (2003), dentro de esta etapa se aplican las siguientes acciones:

- Control, eliminación o disminución de las causas de deterioro de la zona a restaurar
- Creación de viveros y producción de posturas
- Preparación del terreno
- Toma de medidas contra incendio
- Toma de medidas contra la erosión
- Control de plagas forestales

En la etapa de restauración se aplican las técnicas y métodos establecidos en la fase anterior para la restauración. Matos y Ballate (2003) plantean las siguientes acciones a ejecutar en esta etapa.

- Preparación de la tierra.
- Plantación y reposición
- Mantenimiento de plantaciones
- Tratamiento a plantaciones
- Enriquecimiento
- Muestreo y control de la fauna natural

- Muestreo de la fauna establecida
- Reintroducción de fauna

Finalmente, la etapa de monitoreo y evaluación comprende todas las actividades e indicadores que se definen con la finalidad de realizar un seguimiento al proceso evolutivo de la restauración, debido a que es un método que requiere muchos años, se debe evaluar constantemente para determinar el éxito del proceso de restauración y recuperación del ecosistema o bosque degradado.

Para la implementación de un diseño de restauración ecológica se deben conocer las características ecológicas del bosque, así como el estado actual de conservación del mismo para determinar los fragmentos de bosque que se deben restaurar (Aguirre *et al.*, 2013). Para lograr tener un conocimiento del estado de una comunidad vegetal, es necesario realizar un análisis estructural con el propósito de valorar sociológicamente una muestra y establecer una categoría en la asociación (Alvis, 2009). Además, se debe entender la dinámica existente de un bosque que ha sido alterado, realizar un estudio sobre la estructura, composición florística y su cobertura, datos que posteriormente servirán como base para llegar a establecer si el bosque se encuentra alterado y así poder desarrollar una propuesta de restauración (Maldonado, 2016).

Las metodologías de restauración deben incorporar una variedad de perspectivas y referencias ecológicas que permitan que la restauración sea parte de un proceso dinámico continuo, considerando varias restricciones críticas de los ecosistemas, tales como cambios catastróficos, umbrales y estados estables alternativos (Reis *et al.*, 2010). En este sentido existen diferentes estrategias y prácticas para la restauración, y para definirla es importante considerar el enfoque de restauración establecido, el uso al que se destinará al área posteriormente, el objetivo de restauración y los resultados del diagnóstico del sitio. Proaño y Duarte (2018) proponen siete estrategias para la restauración: regeneración natural pasiva, regeneración natural manejada, restauración asistida, sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles, forestería análoga y plantaciones forestales sucesionales.

Una nueva tendencia en las prácticas de restauración es la nucleación que se centra en los modelos de conservación de la biofuncionalidad y en la restauración sistémica al redirigir a la comunidad degradada hacia su integración con el paisaje natural circundante (Reis *et al.*, 2010).

2.9 El papel de la nucleación en la restauración ecológica

El ritmo de la deforestación en todo el mundo ha requerido el desarrollo de estrategias que restauren la cubierta forestal de manera rápida y eficiente, y la aplicación de la nucleación se ha sugerido como una forma de influir en la trayectoria y el ritmo de la restauración de un ecosistema degradado (Corbin y Holl, 2012).

La regeneración de bosques que han sido perturbados a menudo sigue un modelo de sucesión de nucleación a partir de "micrositios clave" que facilitan los focos de reclutamiento de especies de madera que se diseminan y se unen (Chazdon, 2014). El uso del enfoque de nucleación nació de observaciones de campo donde los árboles remanentes actuaron como "plantas nodrizas" facilitando una esfera de regeneración a lo largo del tiempo. En una revisión de la irregularidad del sistema, se determinó que los "árboles dispersos" actúan como estructuras clave capaces de incrementar la conectividad del paisaje y funcionan como núcleos de restauración (Bechara *et al.*, 2016).

El uso de núcleos para facilitar la restauración ha existido desde principios de los años noventa, inicialmente fue formulado por Yarranton y Morrison (1974), quienes la describieron como la creación de micro hábitats en núcleos que permitieran la colonización de especies y la interacción con el medio circundante. Esta técnica ha sido utilizada en pocos estudios a través de parches, islotes, grupos o islas de restauración que buscaron promover la heterogeneidad espacial, alterar el suelo y el microclima, atrapar semillas dispersadas por el viento y servir de perchas y cobertura para animales dispersos (Rey Benayas *et al.*, 2008), no obstante, en las dos últimas décadas ha tenido un mayor auge y atención por la comunidad ecológica para procesos de restauración.

La restauración puramente pasiva basada en la sucesión natural da como resultado tasas de recuperación altamente variables que pueden durar varias décadas o los ecosistemas degradados pueden permanecer en un estado estable alternativo (Corbin y Holl, 2012). Por otro lado, uno de los métodos más usados para la restauración es la reforestación a través de plantaciones, sin embargo, Suganuma y Durigan (2015) establecen que las plantaciones a gran escala dan como resultado una trayectoria estándar que pueden obstaculizar los procesos de recuperación o redirigirlos a un estado bastante diferente del bosque anterior, si bien aumentan la productividad de los bosques, también pueden retardar la recuperación del ecosistema al tener una influencia

demasiado fuerte en las trayectorias de sucesión. Además, el establecimiento de plantaciones supone esfuerzos económicos muy elevados y requiere de un período entre 60 y 100 años para restablecer la composición de las especies a su estado original antes de la perturbación (Bechara *et al.*, 2016), con estas limitaciones el enfoque de nucleación es una estrategia que utiliza los principios de colonización de paisajes sin bosques por la vegetación leñosa para restaurar la cubierta forestal. Toma prestados elementos tanto de vías naturales de sucesión como de restauración activa para influir en la dirección y la tasa de sucesión natural, además se presenta como una estrategia potencial de restauración forestal de menor costo que las plantaciones (Corbin y Holl, 2012).

La restauración ecológica tiene como objetivo desarrollar un ecosistema que sea resistente y autosuficiente en cuanto a la estructura, la composición y la función de las especies, además de integrarse en un paisaje más amplio y apoyar medios de vida sostenibles. La forma más apropiada de lograr esta restauración es inducir un proceso de sucesión secundaria lo más similar posible a los procesos naturales, formando comunidades que se prestan para formar estados estables en el tiempo y el espacio (Reis y Tres, 2010).

2.10 La nucleación como técnica de restauración

Reis *et al.*, (2003) conciliaron el concepto de facilitación por nucleación para la práctica de restauración ecológica, estableciendo técnicas de nucleación para la restauración ambiental. Estas técnicas apuntan a la formación de microhabitats en situaciones favorables a la apertura de una serie de eventos estocásticos para la regeneración natural, como la rivalidad entre especies y la formación de una red interactiva entre organismos. Tres y Reis (2007) ratifican a la nucleación como una técnica para la restauración de paisajes fragmentados, considerando a esta técnica como un proceso que involucra cualquier elemento, biológico o abiótico, que puede fomentar la formación de nichos de regeneración y la colonización de nuevas poblaciones a través de la facilitación, generando nuevas conexiones en el paisaje degradado.

Reis y Tres (2010) describen al proceso de nucleación como un mecanismo de retroalimentación en el que se desarrollan dos dinámicas con la identificación de un receptor y un donante. En el proceso de nucleación o diseño de núcleos se debe entender que, en el paisaje degradado, tanto las áreas naturales como los fragmentos se consideran los últimos núcleos de diversidad. La idea es buscar varios elementos (suelo, semillas, microorganismos, hongos, bacterias, etc.) dentro de

estos fragmentos y moverlos a las áreas degradadas. La combinación de estos elementos permite la creación de una nueva condición en el área degradada, comenzando con la formación de un pequeño núcleo de diversidad (Franks, 2003).

Con el tiempo, estos núcleos tienden a extenderse y unirse, ganando fuerza al establecer conexiones con las unidades naturales del paisaje (remanentes naturales, corredores ecológicos). Esta es la primera ruta de conectividad: la conectividad del receptor que se produce entre los fragmentos naturales y el área degradada. En una etapa posterior, este núcleo formado en el área degradada se convierte en un elemento de iniciación, con nueva diversidad y funcionalidad en el paisaje (Reis y Tres, 2010). El núcleo comienza a regresar al paisaje a medida que se extiende y gana fuerza, la retroalimentación que se produce es la conectividad entre el área a restaurar y los fragmentos que lo rodean, convirtiéndose en la segunda ruta de conectividad: la conectividad del donante entre el área restaurada y los fragmentos del paisaje. En este punto, se restaura una red de conexiones, que es esencial para promover la conectividad entre las unidades del paisaje como un todo dentro del ecosistema (Corbin y Holl, 2012). La nucleación acelera así la sucesión natural, permitiendo que se expresen los mecanismos de restablecimiento utilizados por la propia naturaleza.

La restauración a través de la nucleación se caracteriza por varias técnicas que no se implementan en un área completa, sino en los núcleos, que ocupan alrededor del 10 % del área (Reis y Tres, 2010). Según Reis *et al.*, (2003) las técnicas de nucleación incluyen lo siguiente:

- Refugios artificiales: acumulación de arbustos o leña descompuestos por microorganismos e insectos, que atraen a las aves que vienen a alimentarse de ellos. Formación de pilas que sirven de refugio natural y que posteriormente forman capas de humus, restaurando la biota del suelo.
- Plantación de arbustos herbáceos: plantaciones de especies de ciclo corto que cubren el suelo en núcleos mixtos, posteriormente sus flores y frutos atraen a una variedad de animales que son polinizadores, dispersores de semillas y consumidores.
- Translocación del suelo: 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.

- Translocación de semillas: recolección de semillas en trampas instaladas en el área natural remanente para ser transportadas a los núcleos para una siembra directa o a un vivero para su germinación controlada.
- Germinación de semillas: el suelo y las semillas recolectadas en los restos remanentes se llevan a un vivero para producir plántulas en bandejas que posteriormente son transportadas y plantadas en los núcleos diseñados en el campo.
- Perchas artificiales: instalación de postes de madera de cinco a diez metros de alto para servir como perchas para aves y murciélagos, que traen grandes cantidades de semillas de las áreas naturales remanentes en la región.
- Plantación de árboles nativos en grupos: se realiza la plantación en los núcleos de cinco a trece plántulas, generalmente escalonadas a 0,5 metros de separación, ampliamente espaciadas en el área, formando islas dispersas de diversidad. Se utilizan especies de sombra, de rápido crecimiento y de longevidad media.

La técnica de nucleación también debe considerar los efectos del paisaje circundante, el número de núcleos, su tamaño y su distancia de las fuentes de semillas, estos aspectos tienen una importante influencia en la probabilidad de éxito de la restauración (Corbin y Holl, 2012).

En este sentido, la nucleación aplicada puede verse influida por el diseño humano en mayor medida que en los casos en que los árboles o arbustos remanentes actúan como núcleos. Sin embargo, en comparación con las plantaciones a gran escala, la nucleación aplicada es prometedora como un método que producirá un punto final más "natural" o menos diseñado al permitir que los procesos naturales se dominen más allá de las plantaciones iniciales (Corbin y Holl, 2012).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se realizó en la zona baja de la microcuenca del río Puyo, en las comunidades de Cotococha y Lisan Wasi, que se ubican en la parte sur de la parroquia Tarqui al límite con la parroquia Pomona (Figura 1). La microcuenca del río Puyo comprende la cuenca alta, cuenca media y cuenca baja. La cuenca alta limita con el cantón Mera y la parroquia Fátima del cantón Pastaza; la cuenca media limita con las parroquias Madre Tierra, 10 de Agosto y Veracruz del cantón Pastaza; y la cuenca baja limita con las parroquias de Madre Tierra, Pomona y Veracruz en el mismo cantón.

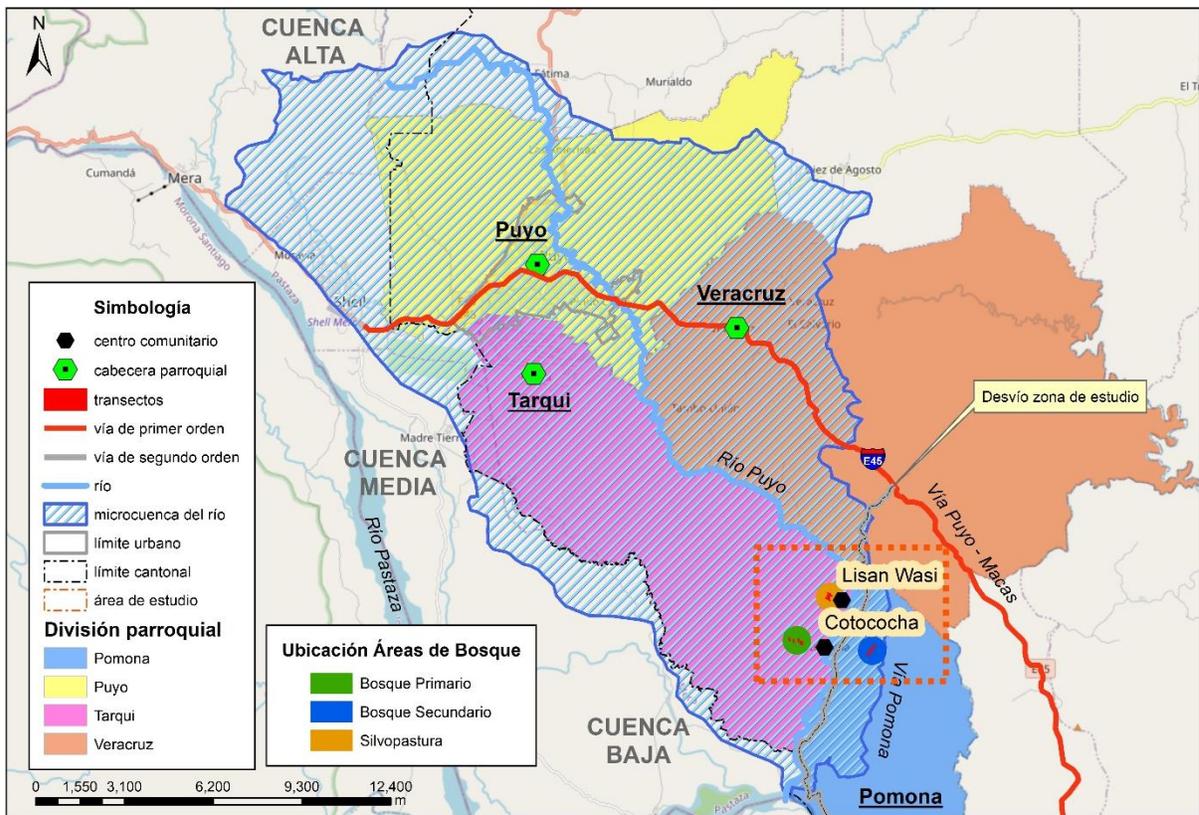


Figura 1. Microcuenca del río Puyo y la ubicación de la zona de estudio.

El área de estudio comprendió tres áreas bosque: primario, secundario y silvopastura. Las parcelas de bosque primario y secundario se ubicaron aledañas a la comunidad Cotococha al margen derecho e izquierdo del río Puyo respectivamente, mientras que las parcelas de silvopastura se ubicaron al margen derecho del mismo río en la comunidad Lisan Wasi.

Geográficamente las parcelas de bosque primario y silvopastura se ubicaron en la parroquia Tarqui, mientras que las de bosque secundario en la parroquia Pomona (Figura 2).

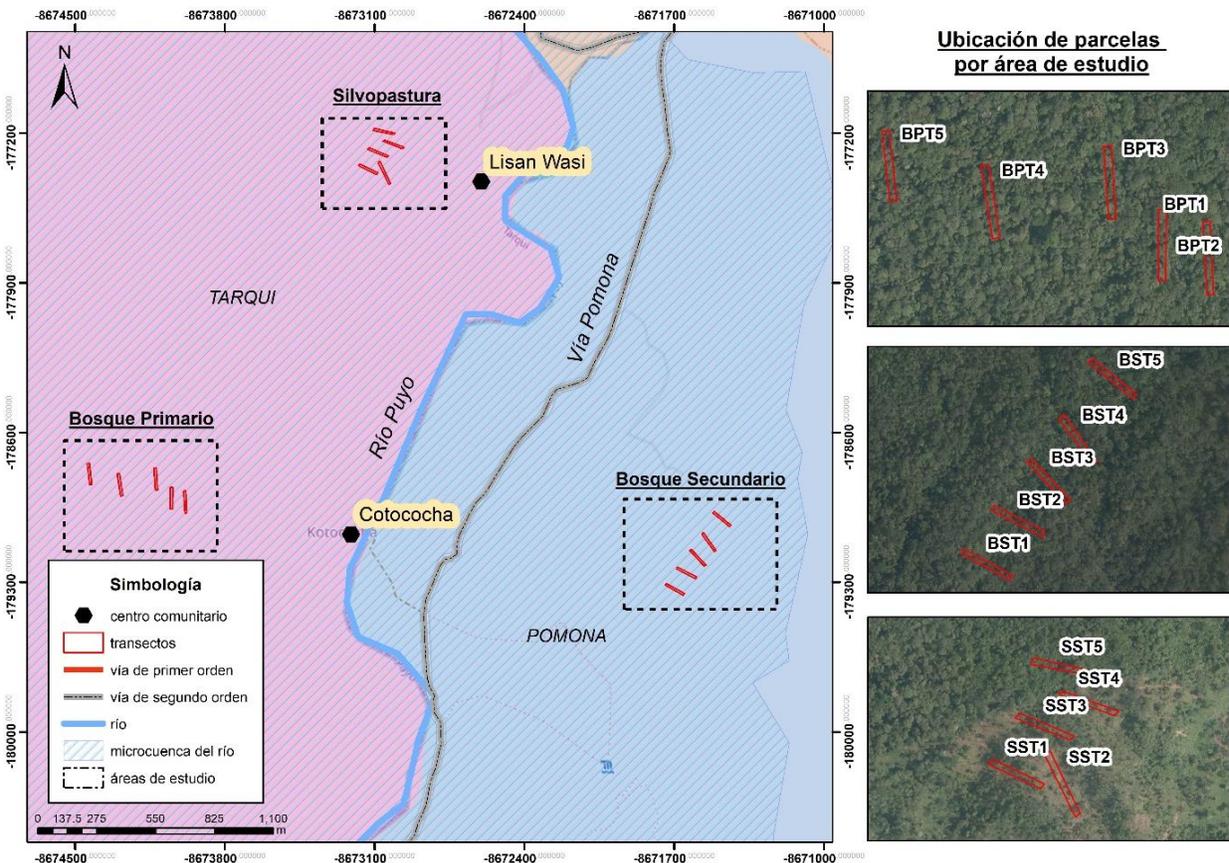


Figura 2. Ubicación geográfica de las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

En cada área de bosque se establecieron cinco transectos de 0,1 ha con una distancia de separación de 100 metros. En la Tabla 1 se presenta la ubicación geográfica de cada transecto, en el sistema de proyección *Universal Transverse Mercator (UTM)*, Datum WGS84, Zona 17 Sur.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de ubicación de los transectos establecidos en la zona baja de la microcuenca del río Puyo

ÁREA	TRANSECTO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
Bosque Primario	Transecto 1	842795,45	9822057,73	932
	Transecto 2	842718,79	9822176,97	935
	Transecto 3	842653,05	9822267,18	941
	Transecto 4	842485,64	9822136,65	944
	Transecto 5	842341,07	9822289,10	956

Bosque Secundario	Transecto 1	845037,86	9821726,08	979
	Transecto 2	845086,07	9821793,95	965
	Transecto 3	845223,15	9821812,55	968
	Transecto 4	845262,34	9821874,44	970
	Transecto 5	845254,87	9822054,50	967
Silvopastura	Transecto 1	844266,09	9823903,73	880
	Transecto 2	844266,24	9823953,74	875
	Transecto 3	844308,31	9823975,62	883
	Transecto 4	844290,52	9824048,69	881
	Transecto 5	844339,62	9824081,55	878

La zona baja de la microcuenca del río Puyo se encontró dentro de la formación vegetal Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes, que se caracteriza por tener un bioclima pluvial, húmedo, piso bioclimático Piemontano entre los 400 y 1 200 msnm, un relieve general de montaña, macrorelieve piedemonte y en su mesorelieve presencia de colinas, cuevas y crestas (MAE, 2013).

La parroquia Tarqui tiene una población de 5 212 habitantes, acceso carrozable, tiene una extensión de 84 km², respecto al clima tiene una temperatura que fluctúa entre los 18 °C y 24 °C y precipitaciones que varían desde los 770 mm a 1000 mm. En Tarqui predominan los rangos de pendientes fuertes de 16 % - 30 %, también hay terrenos llanos, con pendientes menores al 3% que se ubican principalmente en la parte baja de Tarqui y pendientes moderadas entre 8 % y 16 %. En esta parroquia predominan los suelos con pastos, debido a que la ganadería es una de las principales actividades de la localidad y de cultivo de ciclo corto (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Tarqui, 2015).

Por otra parte, la parroquia Pomona es una parroquia rural del cantón Pastaza que tiene una población de 237 habitantes, acceso carrozable, es una parroquia pequeña con una extensión de 54 km². El clima de Pomona oscila entre 18 °C y 24 °C de temperatura y presenta precipitaciones que oscilan entre 4000 mm y 5000 mm al año, además presenta un relieve ondulado con pendientes mayores al 25 %, predominan los pastos, ganado, sembríos y una pequeña superficie de bosque (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza, 2015).

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo descriptiva ya que describió el comportamiento de variables del estado de conservación y el efecto de la formación de claros como base para determinar sitios

prioritarios para realizar la restauración forestal, también permitió determinar la estructura ecológica, distribución de especies del bosque y su relación con variables ambientales. Las variables descriptivas que se consideraron para alcanzar los objetivos de la presente investigación relacionados con la identificación de sitios prioritarios, caracterización de la estructura ecológica y el diseño de los núcleos.

3.2.1 VARIABLES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS

Las variables empleadas para la identificación de los sitios prioritarios fueron:

- Grado de representatividad de especies originales
- Grado de representatividad de estratificación original
- Grado de cobertura de especies invasoras
- Grado de cobertura vegetal
- Grado de modificación del área
- Área ocupada por caminos
- Extracción de recursos vegetales
- Grado de tala
- Caída de árboles
- Actividad de pastoreo
- Daño ocasionado por inundaciones
- Daño ocasionado por deslizamientos
- Presencia de cultivos agrícolas
- Índice de sinantropismo
- Número de especies sinantrópicas nativas (apófitas)
- Número de especies sinantrópicas introducidas (antropófitas)
- Número de especies de origen desconocido (parapófitas)
- Ubicación de claros
- Superficie de claros del dosel y suelo
- Forma del claro
- Número de árboles caídos en el claro
- Diámetro de árboles caídos en el claro

- Factores endógenos y exógenos que han incidido en la apertura del claro
- Especies asociadas a claros de bosque

3.2.2 VARIABLES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA

Las variables empleadas para la caracterización de la estructura ecológica fueron:

- Diámetro
- Altura total
- Número de individuos
- Número de especies
- Número de familias botánicas
- Área basal
- Volumen total
- Índice de posición social relativa
- Cociente de mezcla
- Abundancia absoluta y relativa
- Dominancia relativa
- Frecuencia absoluta y relativa
- IVI
- Diversidad alfa (Índice de Shannon, Índice de Simpson, Índice de Margalef)
- Diversidad beta (Índice de Sorensen)
- Especies indicadoras

3.2.3 VARIABLES PARA EL DISEÑO DE NÚCLEOS

Las variables empleadas para el diseño de los núcleos fueron:

- Número de núcleos
- Tamaño del núcleo
- Distancia entre núcleos
- Especies a utilizar en cada núcleo
- Distancia entre especies
- Número de especies a plantar en cada núcleo

3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se utilizaron los métodos de observación, medición y modelación.

- **Método de observación:** Este método se utilizó para determinar el estado de conservación de las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo, se observó en campo y se valoró con el apoyo de matrices que posteriormente reportaron el grado de conservación y perturbación del área de estudio.
- **Método de medición:** La medición es el método que se desarrolla con el objetivo de obtener información numérica acerca de una propiedad o cualidad del objeto, proceso o fenómeno, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas (Mendoza *et al.*, 2009). A través de este método se midieron y establecieron valores numéricos para las variables establecidas para el segundo objetivo de la investigación, los mismos que sirvieron para calcular parámetros de la estructura ecológica para las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.
- **Método de modelación:** La modelación es el método que opera en forma práctica o teórica con un objeto, no en forma directa, sino utilizando cierto sistema intermedio, auxiliar, natural o artificial (Mendoza *et al.*, 2009). Este método se utilizó para diseñar modelos ecológicos que permitieron determinar la distribución de especies en función de las variables ambientales mediante el uso de técnicas multivariadas. Además, se utilizaron modelos geográficos para generar mapas que presenten gráficamente las áreas degradadas de la zona de estudio.

3.4 TRATAMIENTO DE DATOS

Para cumplir los objetivos de esta investigación se establecieron parcelas temporales en cada área de estudio (bosque primario, secundario y silvopastura), lo que facilitó la toma de datos a partir de mediciones, valoraciones cualitativas y cuantitativas realizadas dentro de cada parcela. Esto se realizó a través de visitas *in situ*, mediante la aplicación de matrices, observaciones y mediciones en campo, con la participación de un grupo de trabajo conformado por parte del proyecto “Restauración forestal de la microcuenca del río Puyo mediante técnicas de nucleación como contribución a los servicios ecosistémicos” ejecutado mediante la Universidad Estatal Amazónica y la ONG “The Nature Conservancy”.

3.4.1 ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS O TRANSECTOS

Se estableció un total de 15 transectos de 0,1 ha (10 x 100 m), cinco en cada área de bosque, considerando la accesibilidad, topografía y la falta de información florística del área de estudio, a partir de imágenes satelitales, ortofotos de SIGTIERRAS y cartas topográficas a una escala de 1: 50,000 del Instituto Geográfico Militar. Los transectos fueron instalados mediante muestreo sistemático, separados en intervalos de 100 m lineales, se definió inicialmente el eje central y se tomaron cinco metros a cada lado, delimitados con brújula, GPS, estacas y piola. El muestreo se justificó a partir del modelo de transecto de inventario rápido utilizado por Gentry (1982), el cual fue adaptado para realizar el inventario florístico de acuerdo a los objetivos de esta investigación, también se sustentó en la experiencia de estudios similares realizados por Torres *et al.*, (2019) y Patiño *et al.*, (2015) a lo largo del gradiente altitudinal de un bosque siempreverde piemontano de la región amazónica donde emplearon cinco transectos de 0,1 ha, además de considerar los factores logísticos, económicos y de precisión (Schreuder *et al.*, 1983; Tomppo *et al.*, 2011) donde se registraron todas las especies con DAP \geq 10 cm.

3.4.2 ELABORACIÓN DEL INVENTARIO FLORÍSTICO

Se realizó un inventario florístico a todas las especies forestales con diámetro a la altura de pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm, en el que se registró el número de individuos, especies, familias botánicas, datos de altura total y DAP \geq 10 cm por cada sitio de estudio. La identificación botánica de las especies fue realizada mediante inspección visual en las áreas de estudio con el apoyo del Sr. Gabriel Grefa, (Kichwa con alta experiencia en flora amazónica) y para garantizar mayor confiabilidad en la información se realizó una colecta, de al menos una muestra, de las especies menos conocidas las cuales fueron constatadas con el Dr. David Neill (Docente e investigador, reconocido como experto botánico). Las especies arbóreas fueron verificadas con el Libro de Árboles de Ecuador (Palacios, 2016) y el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jorgensen y León, 1999), recursos virtuales (The Plant List, 2019; Tropicos, 2019) y la colección de muestras del Herbario Ecuatoriano Amazónico (ECUAMZ) de la Universidad Estatal Amazónica.

3.4.3 IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS

Para dar cumplimiento al primer objetivo de la investigación orientado a la identificación de los sitios prioritarios para el proceso de restauración ecológica en áreas de bosque de la zona baja

de la microcuenca del río Puyo se evaluó el grado de conservación y el efecto de los claros existentes en las áreas de estudio.

3.4.3.1 EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

Para evaluar el grado de conservación se siguió el método propuesto por Matos y Ballate (2006) con modificaciones realizadas por la autora de esta investigación en relación a los indicadores de mayor frecuencia en el área. Del conjunto de variables propuesta en la metodología se evaluaron aquellos que fueran aplicables al proyecto y se definió el conjunto de indicadores para la presente investigación. Los indicadores evaluados fueron el grado de representatividad de especies originales en la vegetación, grado de representatividad de estratos originales de la vegetación, grado de cobertura vegetal, el grado de cobertura de especies invasoras, el grado de modificación del área, el grado de afectación por presencia de claros y el índice de sinantropismo.

Todas estas variables fueron determinadas de forma cualitativa en campo y posteriormente se les asignó una valoración cuantitativa para llevar a una hoja de cálculo en el programa Excel y a través de una suma aritmética obtener un valor numérico que le otorgó a cada sitio estudiado una categoría de conservación. Los criterios de valoración cualitativa y cuantitativa fueron tomados de la metodología propuesta por Matos y Ballate (2006) y se detallan a continuación para cada variable de conservación analizada.

Grado de representatividad de especies originales en la vegetación

Para determinar el grado de representatividad de especies originales en la vegetación, se identificó como especies originales todas aquellas que cumplieron con los criterios establecidos por Matos (2006). Así como las definiciones propuestas por Herrera (2006) que define a una especie sinantrópica como “(...) cualquier planta introducida en la flora de un país por el hombre, así como la que, gracias a la acción de la intervención humana, ocupa una estación que no es la suya propia (...)”; una especie antropófita como “(...) aquella que es cultivada voluntaria e involuntariamente por el hombre (...)”, una especie apófita como “(...) aquella especie autóctona que, gracias a la acción del hombre, medra en una estación que no es la suya (...)”. Los criterios para que una especie sea considerada como original fueron los siguientes:

- Las especies no sinantrópicas propias de esa vegetación.
- Las especies apófitas
- Los endemismos locales no sinantrópicos (los sinantrópicos ya se contaron como especies apófitas).

Con estos criterios y la asesoría del Sr. Gabriel Grefa, reconocido experto botánico, se determinaron en cada parcela las especies originales y posteriormente se evaluó su grado de representatividad con la aplicación de la matriz presentada en la Tabla 2.

Tabla 2. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de representatividad de especies originales en la vegetación de los tres sitios de estudio

Grado de representatividad de especies originales en la vegetación actual	Presencia de especies originales en la vegetación actual	Valor
Alta	> 65 %	3
Alta – Media	65 % - 41 %	2
Media – Baja	40 % - 15 %	1
Baja o inexistente	15 % - 0 %	0

Grado de representatividad de estratos originales de la vegetación

En esta evaluación se tomó en cuenta la existencia de los estratos característicos de la vegetación original en la vegetación actual (arbóreo, arbustivo, herbáceos), y se evaluó su grado de representatividad con la aplicación de la matriz presentada en la Tabla 3.

Tabla 3. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de representatividad de estratos originales en la vegetación de los tres sitios de estudio

Grado de representatividad de la estratificación original en la vegetación actual	Presencia de estratos originales en la vegetación actual	Valor
Alta	Todos los estratos originales incluyendo los principales	3
Alta – Media	La mayoría de los estratos originales incluyendo los principales	2
Media – Baja	Irregularidad de los estratos originales incluyendo los principales	1
Baja o inexistente	Algunos estratos aislados incluyendo los principales o ausencia total de estratificación	0

Grado de cobertura vegetal

El grado de cobertura vegetal en los sitios de estudio se evaluó realizando un análisis del porcentaje que ocupa la vegetación original en el área de estudio, mediante la aplicación de los criterios presentados en la Tabla 4.

Tabla 4. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de cobertura vegetal de los tres sitios de estudio

Categorías	Características	Valor
Muy alto	Cuando la cobertura de la vegetación ocupa más del 55 % del área del territorio	3
Alto	Cuando la cobertura de la vegetación ocupa del 55 % al 35 % del total del territorio	2
Medio	Cuando la cobertura de la vegetación abarca entre el 35 % y el 15 % del área total del territorio	1
Bajo	Cuando la cobertura de la cubierta vegetal ocupa menos del 15 %	0

Grado de modificación del área

Para determinar el grado de modificación del área, se establecieron diferentes indicadores de acuerdo a las características y actividades que se generan en los sitios de estudio, los que además provocaron o incidieron en la modificación de los sistemas de bosque estudiados. Se determinaron como indicadores de modificación el área ocupada por caminos, la extracción de recursos vegetales, el grado de tala, la caída de árboles, las actividades de pastoreo, el daño ocasionado por inundaciones, el daño ocasionado por deslizamientos y la presencia de cultivos agrícolas. Para la valoración cualitativa y cuantitativa en campo se utilizaron los criterios establecidos por indicador que se detalla en las Tablas 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

Para valorar el área ocupada por caminos en los tres sistemas de bosque se utilizó la Tabla 5.

Tabla 5. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el porcentaje de ocupación de los sistemas de bosque estudiado por caminos

% de ocupación	Valor
0 % - 10 %	5
11 % - 20 %	4
21 % - 30 %	3
31 % - 40 %	2
41 % - 50 %	1
> 50 %	0

Para valorar la extracción de recursos vegetales en los sistemas de bosque se utilizó la Tabla 6.

Tabla 6. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de extracción de recursos vegetales en los sistemas de bosque estudiados

Grado de extracción	Valor
Extracción intensa	3
Medianamente intensa	2
Poca extracción	1
No hay extracción	0

Para valorar el grado de tala en los sistemas de bosque se utilizó la Tabla 7.

Tabla 7. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de tala en los sistemas de bosque estudiados

Grado de tala	Valor
Intensa	3
Medianamente intensa	2
Poca tala	1
No hay tala	0

Para valorar el grado de caída de árboles en los tres sistemas de bosque se utilizó la Tabla 8.

Tabla 8. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de caída de árboles en los sistemas de bosque estudiados

Cantidad	Valor
Muy alto	4
Alto	3
Medio	2
Bajo	1
Nada	0

Para valorar la actividad de pastoreo en los tres sistemas de bosque se utilizó la Tabla 9.

Tabla 9. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de actividad de pastoreo en los sistemas de bosque estudiados

Intensidad	Valor
Intenso	3
Medianamente intenso	2
Poco pastoreo	1
No hay pastoreo	0

Para valorar el daño ocasionado por inundaciones en los tres sistemas de bosque se utilizó la Tabla 10.

Tabla 10. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el daño ocasionado por inundaciones en los sistemas de bosque estudiados

Grado de afectación	Valor
Muy alto	4
Alto	3
Medio	2
Bajo	1
Nada	0

Para valorar el daño ocasionado por deslizamientos en los tres sistemas de bosque se utilizó la Tabla 11.

Tabla 11. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el daño ocasionado por deslizamientos en los sistemas de bosque estudiados

Grado de afectación	Valor
Muy alto	4
Alto	3
Medio	2
Bajo	1
Nada	0

Finalmente, para valorar el porcentaje de ocupación del área por cultivos agrícolas en los tres sistemas de bosque se utilizó la Tabla 12.

Tabla 12. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el porcentaje de ocupación del área por cultivos agrícolas en los sistemas de bosque estudiados

% de ocupación	Valor
0 % - 10 %	0
11 % - 20 %	1
21 % - 30 %	2
31 % - 40 %	3
41 % - 50 %	4
> 50 %	5

Posterior a la evaluación de todos estos indicadores, se procedió a realizar una suma de los valores resultantes en cada indicador del grado de modificación del área que posteriormente le otorgó a cada parcela de cada sistema de estudio un valor general de acuerdo a la Tabla 13.

Tabla 13. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de modificación del área de los tres sitios de estudio

Suma del valor de los indicadores	Grado de modificación	Valor
1 - 4	Muy alto	3
5 - 14	Alto	2
15 - 20	Medio	1
> 20	Bajo	0

Índice de Sinantropismo

Se consideró al índice de sinantropismo, como otro indicador para evaluar el grado de conservación de los sistemas de bosque estudiados, este índice se lo obtuvo mediante la aplicación de la ecuación 1, propuesta por Ricardo *et al.*, (1995). Además, se consideraron las definiciones establecidas por Herrera (2006) para especie apófita, antropófita y parapófita de la siguiente manera:

Especies apófita: Especie autóctona que, gracias a la acción del hombre, medra en una estación que no es la suya.

Especie antropófita: Especie que es cultivada voluntaria e involuntariamente por el hombre.

Especie parapófita: Especies sinantrópicas de origen desconocido.

$$I_s = \frac{N_1 - N_2}{N - N_3} \quad (1)$$

dónde: I_s = Índice de sinantropismo
 N_1 = Número de especies sinantrópicas nativas (apófitas)
 N_2 = Número de especies sinantrópicas (antropófitas)
 N_3 = Número total de especies del inventario florístico
 N = Número de especies de origen desconocido (parapófitas)

Los resultados de la aplicación de la ecuación 1, fueron valorados de acuerdo a la Tabla 14.

Tabla 14. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el índice de sinantropismo de los tres sitios de estudio

Criterio	Valor
Is > 0,5 indica que el ecosistema está en buen estado de conservación	3
Is = 0,5 indica que el ecosistema se encuentra estático o en transición, dependiendo de los agentes que interactúan con el ecosistema en el futuro	2
Is < 0,5 y aproximándose más a 0, muestra que el ecosistema sufre un severo impacto sinantrópico	1
Is = 0 indica que la vegetación original está completamente destruida	0

Grado de cobertura de especies invasoras

El grado de cobertura por especies invasoras en los sitios de estudio se evaluó realizando un análisis del porcentaje que ocuparon estas especies sobre el área total de estudio, mediante la aplicación de los criterios presentados en la Tabla 15.

Tabla 15. Criterios para la valoración cualitativa y cuantitativa para determinar el grado de cobertura de especies invasoras en los tres sitios de estudio

Valoración en campo	% que representa del área total evaluada	Valor
Alta	> 65 %	3
Alta a media	41 % - 65 %	2
Media a baja	16 % - 40 %	1
Baja o inexistente	0 % - 15 %	0

Finalmente, se realizó una sumatoria de todos los valores numéricos resultantes de la valoración de cada indicador de conservación, y el resultado otorgó a cada parcela de estudio una categoría de conservación de acuerdo a la Tabla 16, según metodología propuesta por Matos y Ballate (2006).

Tabla 16. Rangos numéricos para definir categorías de conservación para las parcelas de las tres áreas de estudio

Suma total de valores	Categoría de conservación
15 - 18	Conservado
10 - 14	Medianamente conservado
5 - 9	Poco conservado
0 - 4	No conservado

El tratamiento de datos que se realizó para los indicadores relacionados con el grado de conservación de las tres áreas de bosque fue una tabla de contingencia y prueba chi-cuadrado, lo que permitió comprobar asociación entre variables de naturaleza cualitativa. Con el grado de conservación resultante en cada transecto se realizó un análisis de correspondencia para determinar la relación entre las variables nominales (grado de conservación y los sitios). Se determinó la dimensionalidad de la solución a partir del mínimo ([filas, columnas] -1). Además, se realizó un análisis clúster con el propósito de determinar agrupaciones o conglomerados que faciliten la clasificación de los sitios de estudio de acuerdo al grado de homogeneidad en cuanto a la conservación del bosque, empleando el método de Ward y la medida de distancia euclídea al cuadrado. Estos análisis se realizaron con el software SPSS versión 22.0.

3.4.3.2 EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS CLAROS

Para determinar el efecto de los claros, éstos fueron registrados en cada transecto de las áreas de estudio a través de un muestreo restringido por la presencia de los claros. Para identificar un claro se tomó la definición establecida por Dhyani *et al.*, (2018) que indica que un claro es “una abertura en el dosel del bosque que se extiende a través de todos los niveles de follaje a una altura promedio de dos metros sobre el suelo”. Con la ayuda de un *Geoposicionador Satelital* (GPS) se registraron las coordenadas geográficas de cada claro y con una cinta métrica se midió el largo y ancho a nivel de suelo y dosel, con estos datos se obtuvo el área o superficie a nivel de suelo y dosel, siguiendo la teoría de Feldmann *et al.*, (2018) que sugiere que el área del claro o brecha puede ser calculada con la ecuación de la elipse (Ecuación 2) donde el máximo ancho de la brecha y el ancho en ángulo recto a esta longitud constituía la longitud y el ancho de la elipse, respectivamente.

$$A = \pi \times L \times a/4$$

(2)

dónde: A = área o superficie del claro
 L = largo del claro
 a = ancho del claro

Además, en cada claro inventariado se registró el número de árboles caídos, el DAP de los árboles caídos, el volumen de madera perdido. Se evaluaron los factores que incidieron en la formación del claro, para lo cual se consideraron factores endógenos como edad fisiológica, pendiente, suelo superficial y factores exógenos como deslizamientos, vientos, presencia de

cultivos, actividades de pastoreo o tala, y finalmente se realizó un inventario de las especies asociadas en toda la superficie del claro.

Los análisis que se realizaron como parte del tratamiento de los datos para esta variable de estudio fue un diagrama de araña con el porcentaje de factores por cada sistema de bosque, lo cual permitió demostrar el predominio de factores endógenos y exógenos. Se realizó un gráfico de frecuencia con la forma que adoptan los claros. Se construyeron gráficos de frecuencia con las categorías de tamaño del claro (grande, mediano y pequeño) en función del área de muestreo, las categorías fueron definidas siguiendo las sugerencias establecidas por Dhyani *et al.*, (2018). Con las especies asociadas a las áreas de claros y que presentaron una abundancia superior a 20 individuos se realizó un análisis clúster, empleando el método de Ward y la medida de distancia euclídea al cuadrado, lo que permitió determinar las especies que mayor representatividad tuvieron dentro de los claros de bosque.

3.4.3.3 EVALUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SITIOS PRIORIZADOS

Finalmente, se representó gráficamente las áreas evaluadas mediante fotografías aéreas que fueron capturadas con la utilización de la aeronave Mavic Air V1.0, siguiendo la metodología e instrucciones del manual de usuario del equipo elaborado por la empresa fabricante DJI Sciences and Technologies Ltd. (2017) y la aplicación del software DJI GO 4 para controlar el estabilizador, la cámara y otras funciones del equipo. Las fotografías de bosque primario y secundario fueron tomadas a una altura de 300 m, mientras que en silvopastura se tomaron fotografías a una elevación de 500 m.

Posteriormente, se realizó la descarga de fotografías aéreas disponibles en el aplicativo web de descargas de información de ORTOFOTOGRAFÍA, generado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) a través de su programa SIGTIERRAS, las fotografías descargadas de este aplicativo fueron tomadas entre agosto de 2010 y octubre de 2012 y tienen una escala de 1:5.000, todas las fotografías fueron utilizadas como base para la elaboración de mapas.

Con la utilización del software ArcGis 10.5 se elaboraron tres mapas, uno por cada área de bosque, los cuales informan sobre la ubicación geográfica de los transectos, existencia de claros y la ubicación de los sitios prioritarios para restauración. En cada mapa se superpuso la capa nacional de sitios de conservación siguiendo la metodología propuesta por Martínez y Robles (2018) para la identificación y priorización de zonas de conservación en el Ecuador. Esto

permitió contrastar la información de sitios prioritarios para restaurar a nivel local con la cobertura existente a nivel nacional.

3.4.4 CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA

Para dar cumplimiento al segundo objetivo de la investigación orientado a la caracterización de los parámetros de la estructura ecológica (vertical y horizontal) y su relación con variables ambientales de las áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo se realizaron observaciones de campo y toma de datos con las medidas de diámetro, altura total y número de individuos dentro de cada parcela establecida, todos los datos fueron registrados en hojas de campo.

3.4.4.1 PARÁMETROS DE ESTRUCTURA VERTICAL

Los parámetros que describen la estructura vertical de las áreas de bosque evaluados fueron la altura y la posición social relativa.

Estratificación por clases de altura

Los datos de altura fueron agrupados por clases de altura, las cuales fueron establecidas con rangos de amplitud de 2 m, donde se agrupó la cantidad de individuos pertenecientes a cada clase según los límites extremos. Se conformaron substratos acorde a los criterios de Godínez y López (2006), considerando el estrato inferior ($h \leq 10$ m); estrato medio (10 m - 20 m) y el estrato superior ($h > 20$ m). El tratamiento realizado a los datos obtenidos por clases de altura en cada área de estudio fue un ANOVA de clasificación simple y una prueba de comparación de medias de Duncan al 95 % de confiabilidad. Fueron considerados como réplicas los datos obtenidos de altura en los cinco transectos de cada área de bosque.

Posición social relativa

Para determinar el índice de posición social relativa se determinó el valor absoluto de la posición social de cada una de las especies y la asignación de un valor fitosociológico a cada estrato, siguiendo la metodología de Finol (1976) con la aplicación de las ecuaciones 3, 4 y 5 de la siguiente manera:

Se realizó una clasificación de las especies por estratos (inferior, medio y superior), siguiendo los criterios de López (2016), posteriormente se asignó un valor fitosociológico a cada especie con la aplicación de la ecuación 3.

$$VF = n/N \quad (3)$$

dónde: VF = valor fitosociológico
n = número de individuos del sustrato
N = número total de individuos de todas las especies

Una vez asignado el valor fitosociológico, se obtuvo la posición social absoluta con la aplicación de la ecuación 4.

$$PSa = [VF(i) \times n(i)] + [VF(m) \times n(m)] + [VF(s) \times n(s)] \quad (4)$$

dónde: PS_a = Posición social absoluta
VF = valor fitosociológico del sub-estrato
n = número de individuos de cada especie
i = inferior; m: medio; s: superior.

Finalmente, la posición social relativa para cada especie se estimó en porcentaje con la aplicación de la ecuación 5.

$$PSr = \frac{PSa}{\sum PSa} \quad (5)$$

dónde: PS_r = Posición social relativa
PS_a = Posición social absoluta

3.4.4.2 PARÁMETROS DE ESTRUCTURA HORIZONTAL

Los parámetros de estructura horizontal de las áreas de bosque evaluados fueron clases diamétricas, área basal, volumen, cociente de mezcla, abundancia, frecuencia, dominancia e índice de valor de importancia ecológica (IVI), cuyos cálculos se realizaron de la siguiente manera:

Clases diamétricas

Los datos de diámetro fueron agrupados por clases diamétricas, las cuales fueron establecidas con rangos de amplitud de 10 cm, donde se agrupó la cantidad de individuos pertenecientes a cada clase según los límites extremos. Esto fue posible a partir de la metodología descrita por López-Pérez *et al.*, (2014). El tratamiento realizado a los datos obtenidos por clases diamétricas en cada área de estudio fue un ANOVA de clasificación simple y una prueba de comparación de medias de Duncan al 95 % de confiabilidad.

Área Basal

El área basal se estimó en función del DAP de cada especie registrada en el inventario florístico, y se calculó mediante la aplicación de la ecuación 6 propuesta por Aguirre (2013).

$$G = 0,7854 \times (DAP)^2 \quad (6)$$

dónde: G = área basal
 DAP = diámetro a la altura de pecho

Volumen

El volumen se midió en función de la altura total registrada en campo para cada especie forestal, y se calculó mediante la aplicación de la ecuación 7 propuesta por Aguirre (2013). La constante utilizada como factor de forma fue 0,8 definida para el grupo de especies latifolias, al que pertenecen las especies encontradas en el área de estudio.

$$V = G \times H \times f \quad (7)$$

dónde: G = área basal
 H = altura total
 f = factor de forma

Cociente de Mezcla

El cociente de mezcla se calculó con la ecuación 8 (Romayna *et al.*, 2017), y permitió conocer la intensidad de mezcla, es decir, la forma en que están distribuidos los individuos de las distintas especies dentro de cada área de estudio.

$$CM = N/S$$

(8)

dónde: CM = cociente de mezcla
N = número de individuos totales
S = número de especies

Índice de Valor de Importancia (IVI)

El índice de valor de importancia se calculó mediante la sumatoria de la abundancia, dominancia y frecuencia relativa de cada una de las especies encontradas en los tres sitios de estudio siguiendo la metodología y cálculos propuestos por Mendoza Pérez *et al.*, (2019) como se detalla a continuación:

La abundancia absoluta (A_a) se estimó como la suma de todos los individuos de una especie encontrados en las zonas de muestreo de cada área estudiada. Mientras que la abundancia relativa (A_r) se calculó mediante la aplicación de la ecuación 9.

$$Ar (\%) = \frac{\text{número de individuos de la especie}}{\text{número total de individuos}} \times 100$$

(9)

La dominancia absoluta (D_a) se estimó como la suma del área basal de todos los individuos de una especie encontrados en las zonas de muestreo de cada área estudiada. Mientras que la dominancia relativa (D_r) fue representada como la relación porcentual entre la dominancia absoluta de una especie con respecto al área basal total de toda el área de estudio, se calculó mediante la aplicación de la ecuación 10.

$$Dr (\%) = \frac{\text{área basal por especie}}{\text{área basal total}} \times 100$$

(10)

La frecuencia absoluta (F_a) se determinó como la probabilidad de encontrar una especie en cada transecto dentro de las tres áreas estudiadas. La frecuencia relativa (F_r) se calculó mediante la aplicación de la ecuación 11.

$$Fr (\%) = \frac{\text{parcelas en las que se presenta la especie}}{\text{parcelas totales tomadas}} \times 100$$

(11)

Finalmente, con estos datos se pudo calcular el IVI de cada una de las especies, aplicando la ecuación 12.

$$IVI (\%) = \frac{Ar(\%) + Dr(\%) + Fr(\%)}{3}$$

(12)

3.4.4.3 DIVERSIDAD FLORÍSTICA

Para determinar la diversidad florística de las tres áreas de bosque se aplicaron los índices de diversidad a escala alfa y beta.

Diversidad a escala alfa

Para la diversidad alfa se utilizó el índice de Shannon, el índice de Simpson y el índice de Margalef, los cuales se calcularon utilizando el software BioDiversity Professional 2.0. Para el cálculo de los índices de Shannon, Simpson y Margalef se utilizaron las ecuaciones 13, 14 y 15 respectivamente, siguiendo la metodología propuesta por Lozano (2018). El tratamiento de datos que se realizó para la diversidad alfa fue un ANOVA de clasificación simple y pruebas de comparación de medias de Duncan al 95 % de confiabilidad con el uso del software SPSS versión 22.0.

$$H = -\sum_{i=1}^S (Pi)(\log_n Pi)$$

(13)

dónde: H = índice de diversidad de Shannon-Wiener
S = número de especie
Pi = proporción de la muestra que corresponde a la especie i

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S (ni)(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

(14)

dónde: D = índice de diversidad de Simpson
S = número de especie
ni = abundancia proporcional de la especie i
N = total de individuos de la especie i

$$M = \frac{S - 1}{\ln(n)}$$

(15)

dónde: M = índice de diversidad de Margalef
 S = número de especies presentes
 n = número total de individuos observados o encontrados

Diversidad a escala beta

Para determinar la diversidad beta se utilizó el índice de similitud de Sorensen, con la aplicación de la ecuación 16, siguiendo la metodología propuesta por Aguirre (2013). Como parte del tratamiento a los datos de diversidad beta se realizó un análisis de conglomerados jerárquicos con los datos de abundancia proporcional de las especies presentes en cada sistema de bosque, mediante la utilización del software BioDiversity Professional 2.0.

$$Ks = \frac{2c}{a + b} \times 100$$

(16)

dónde: Ks = índice de similitud de Sorensen
 a = número de especies de la muestra 1
 b = número de especies de la muestra 2
 c = número de especies en común

3.4.4.4 ANÁLISIS DE ESPECIES INDICADORAS DE CAMBIOS

Adicional a lo anterior, se realizó un análisis de especies indicadoras, que permitió determinar las especies que reflejen el impacto de cambios ambientales en las tres áreas de estudio, para lo cual se utilizó el método Valor Indicador (Indicator Value - IndVal) desarrollado por Dufrene y Legendre (1997), este método se basó en el grado de especificidad (exclusividad a un hábitat particular), y el grado de fidelidad (frecuencia de ocurrencia dentro del mismo hábitat), ambos medidos de manera independiente para cada especie y expresados en porcentaje. Para calcular el Valor Indicador (IndVal) se siguió la metodología propuesta por Tejeda-Cruz *et al.*, (2008), cuyos cálculos se realizaron con la aplicación de las ecuaciones 17, 18 y 19.

$$A_{ij} = \frac{N_{individuos_{ij}}}{N_{individuos_i}}$$

(17)

en donde A_{ij} es una medida de especificidad, $N_{individuos_{ij}}$ es el número promedio de individuos de la especie i en todos los sitios del grupo j , y $N_{individuos_i}$ es la suma de los números promedios de individuos de la especie i en todos los grupos;

$$B_{ij} = \frac{N_{sitios_{ij}}}{N_{sitios_j}} \quad (18)$$

en donde B_{ij} es una medida de fidelidad, $N_{sitios_{ij}}$ es el número de sitios en el grupo j en donde la especie i está presente, mientras que N_{sitios_j} es el número total de sitios en ese grupo.

Por lo tanto, el porcentaje de valor indicador ($IndVal$) para la especie i en el grupo j es:

$$IndVal_{ij} = A_{ij} \times B_{ij} \times 100 \quad (19)$$

3.4.4.5 EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LA ESTRUCTURA DEL BOSQUE Y VARIABLES AMBIENTALES

Se realizó un análisis factorial con el propósito de identificar las variables que más contribuyeron a la segregación de los grupos, mediante la utilización del software SPSS versión 22.0. Para ello se comprobó la multicolinealidad a partir de la correlación entre las variables analizadas que fueron DAP, área basal, volumen, abundancia, riqueza, índice de Shannon, índice de Simpson, altitud, perturbación, pendiente, claro a nivel de suelo y claro a nivel de dosel. Se realizó un análisis de correspondencia sin tendencia (DCA) para determinar la relación entre las especies de las áreas de bosque con las variables ambientales, mediante técnicas multivariadas, utilizando el programa de cálculo CANOCO versión 5.0. Se empleó una matriz de especies con las 25 especies que mostraron mayor abundancia y una matriz ambiental con las variables altitud, pendiente, perturbación y claro a nivel de suelo y de dosel. Con la finalidad de reducir la influencia de valores extremos en los resultados se realizaron transformaciones logarítmicas a las variables analizadas, de tal manera que todas las variables fueron transformadas mediante la aplicación de la ecuación 20; y, para el grado de antropización se transformó con la ecuación 21.

$$Y' = \log(Y + 1) \quad (20)$$

$$x' = \sqrt{x + 1}$$

(21)

3.4.5 PROPUESTA DE RESTAURACIÓN Y DISEÑO DE NÚCLEOS

Para diseñar los componentes que soportan la propuesta de restauración forestal en la zona baja de la microcuenca del río Puyo se siguió la metodología propuesta por Matos y Ballate (2006), la propuesta incluyó tres etapas: la etapa descriptiva, preparatoria y de restauración. En cada una de estas etapas se propusieron actividades orientadas al cumplimiento del objetivo de cada etapa.

La primera etapa recopiló los resultados obtenidos en el primer y segundo objetivo de esta investigación que caracterizaron el área de estudio y definieron los sitios prioritarios para el proceso de restauración. Para la segunda etapa se plantearon actividades orientadas a solucionar los problemas encontrados en la etapa descriptiva y a preparar el área para el comienzo de la restauración. Finalmente, en la etapa de restauración se propusieron distintas acciones y actividades para implementar el proceso de restauración mediante la aplicación de la técnica de nucleación.

Esta última etapa de la propuesta de restauración forestal incluyó el diseño de los núcleos, para lo cual se determinó el número de núcleos a implementar, el criterio utilizado para definir esta variable estuvo en función del número de claros identificados en las parcelas de cada sistema de bosque estudiado, de tal manera que el número de núcleos a implementar fue equivalente al número de claros registrados en las parcelas menos conservadas.

Las dimensiones del núcleo fueron establecidas en función de las dimensiones de los claros, además se tomó el criterio establecido por Corbin y Holl (2012) que indican que núcleos con dimensiones inferiores a los 8 x 8 m son menos eficaces para fomentar la reforestación; mientras que, en los núcleos más grandes se favorece la colonización por un mayor número de individuos y especies dispersas de animales. Para definir el distanciamiento entre núcleos para el caso del sistema silvopastoril, que tuvo los claros de mayor tamaño en donde fue posible proponer la ubicación de más de un núcleo se consideró los criterios de Bechara *et al.*, (2016) que indica que la distancia apropiada entre dos núcleos de restauración dentro de un mismo sitio de estudio es de 8 m, así como el criterio de distanciamiento propuesto por Zahawi *et al.*, (2013) que propone una distancia de 5 m entre núcleos.

Finalmente, se determinó las especies idóneas para el proceso de restauración en función del criterio de Mejía (2005) que recomienda la selección de especies heliófitas de ciclo corto o pioneras como precursoras en la recuperación de áreas degradadas, para lo cual se evaluaron la ocurrencia y la presencia de regeneración de especies pioneras en los claros registrados, aquellas especies pioneras que mayor ocurrencia y abundancia presentaron en claros fueron consideradas para el proceso de restauración mediante nucleación. Además, se consideró como otro criterio de selección el IVI para proporcionar y garantizar una mayor abundancia de especies dentro del establecimiento del núcleo de restauración, para ello se identificaron las especies que mostraron mayor peso ecológico en cada sistema de bosque. Para la ubicación de las especies dentro del claro se consideró ubicar a la especie pionera con mayor abundancia en el centro del núcleo y a medida que se va ampliando el núcleo de plantación se ubicó de forma alternada las especies pioneras y aquellas que presentaron mayor IVI, siguiendo el criterio propuesto por Corbin y Holl (2012).

Para determinar el número de especies a plantar en los núcleos diseñados se consideró los criterios establecidos por Corbin y Holl (2012), que recomiendan plantar un mayor número de especies para mejorar la diversidad dentro del núcleo de restauración y atraer una variedad más amplia de colonizadores, también se consideró la distancia de plantación entre especies dentro del núcleo, que de acuerdo a lo recomendado por (Wightman, 2006) se estableció en 3 x 3 m; y, las dimensiones del núcleo. Con el análisis de estos tres indicadores se pudo obtener el número de especies a utilizar en cada núcleo de restauración propuesto para los sistemas de bosque estudiado.

3.5 RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

En la Tabla 17 se presenta los recursos humanos y materiales que fueron necesarios para el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 17. Recursos humanos y materiales utilizados para el desarrollo de la investigación

Recursos Humanos	Materiales	Equipos	Software
Maestrante	Cinta diamétrica	Drone DJI Mavic Air V1.0	Arcgis 10.5
Director de Proyecto	Cinta métrica		CANOCO 5.0
Técnico de apoyo	Hipsómetro láser Nikon Forestry Pro		SPSS 22.0
Estudiantes egresados	Libreta de campo		BioDiversity Pro 2.0

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS PARA EL PROCESO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

5.1.1 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

Los criterios evaluados en las tres áreas de estudio demostraron que los transectos de bosque primario presentaron el nivel más alto de representatividad de especies originales en la vegetación actual (predominio de valor 3), mientras que los transectos T1 y T2 del sistema silvopastoril presentaron el nivel más bajo de presencia de especies originales (valores desde 0 a 2). Esto reflejó el proceso de cambio y sucesión ecológica que han sufrido estos ecosistemas, que implica alteraciones en las especies originales del bosque siempreverde piemontano. El transecto que presentó el nivel más alto de representatividad de los estratos originales en la vegetación actual fue el transecto T5 de bosque primario (valor 3), mientras que los transectos T1 y T2 del sistema silvopastoril presentaron el nivel más bajo (0 y 1), lo cual indicó la ausencia de estratificación en estos transectos. Se comprobó que entre bosque primario y secundario no existió variación en las categorías evaluadas respecto al indicador de representatividad de estratos originales, aunque estas áreas si fueron distintas a silvopastura. La ocupación de la cobertura vegetal reportó que todos los transectos de bosque primario y secundario tuvieron un nivel alto y medio, es decir que la cobertura vegetal en estas áreas ocupó rangos que van desde 55 a 35 % y de 35 a 15 % de ocupación del área total de estudio, mientras que los transectos del sistema silvopastoril presentaron muy baja o casi nula cobertura vegetal, lo cual pudiera estar dado a la ocurrencia de perturbaciones de carácter natural y antrópico que han provocado modificaciones importantes en la cobertura de las áreas de estudio (Tabla 18).

Por otro lado, la incidencia de perturbaciones demostró que los transectos T1 y T2 del sistema silvopastoril fueron los que presentaron los niveles más altos de afectación o modificación del área (valores entre 2 y 3). Esto ocurrió principalmente por actividades de pastoreo y presencia de cultivos agrícolas predominante en estas áreas (Anexo 1), mientras que los transectos de bosque primario y secundario presentaron un nivel medio y bajo de modificación (valor 1). La presencia de especies invasoras en los tres sistemas de bosque fue escasa o nula, con poca variación entre las áreas, aunque los cinco transectos de silvopastura fueron los que presentaron

la mayor presencia de especies invasoras con predominio de valor 1. El análisis del índice de sinantropismo reportó escasa variación entre las áreas de estudio con mayor predominio del valor 3, el transecto T2 de silvopastura fue el de menor valor (cero), lo cual indicó la existencia de un alto impacto sinantrópico como consecuencia de especies introducidas que ha ocasionado que la vegetación original de esta área esté completamente destruida (Tabla 18).

Finalmente, todos los transectos de las tres áreas de bosque presentaron una alta afectación por la presencia de claros (valores entre 2 y 3), siendo los transectos T1, T4 y T5 de bosque primario los que menor presencia de claros tuvieron (valor 2). La principal perturbación que incidió en la apertura de claro en bosque primario y secundario fue la ocurrencia de vientos y presencia de fuertes pendientes (Anexo 1), mientras que en silvopastura la apertura de claros se produjo principalmente por actividades antrópicas (Tabla 18). Estos resultados indicaron que los transectos que presentaron mayor afectación por perturbaciones fueron los del sistema Silvopastoril y menor afectación los transectos de bosque primario y secundario, no obstante, en estas áreas también se evidenció la ocurrencia de perturbaciones que están modificando las condiciones originales de estos sistemas de bosque, corroborando los resultados obtenidos por González *et al.*, (2016) que indica que las perturbaciones que ocurren en un ecosistema afectan fuertemente a la estructura y calidad de especies, lo que va reduciendo su estado de conservación hasta comprometer su permanencia en el tiempo.

Tabla 18. Criterios evaluados para determinar el estado de conservación de tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo

Indicadores	Bosque Primario					Bosque Secundario					Silvopastura				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
Grado de representatividad de especies originales	3	3	3	3	3	3	1	1	2	2	0	0	2	2	2
Grado de representatividad de estratos originales	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	0	0	1	1	1
Grado de cobertura vegetal	2	1	2	1	2	2	1	1	2	2	0	0	0	0	0

Grado de modificación del área	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	2	2
Grado de cobertura de especies invasoras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Índice de sinantropismo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3
Grado de afectación por presencia de claros	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

3 = ALTA ; 2 = ALTA-MEDIA ; 1 = MEDIA-BAJA ; 0 = BAJA O INEXISTENTE

Los resultados de la tabla de contingencia y prueba chi-cuadrado para el conjunto de indicadores relacionados con el estado de conservación en los asociados de bosque (primario, secundario y silvopastura), mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con excepción del índice de sinantropismo (Tabla 19). Esto reveló una alta variación de los indicadores que miden el grado de conservación con respecto a los asociados de bosque.

Tabla 19. Resumen de la tabla de contingencia y prueba Chi-cuadrado para los indicadores analizados del grado de conservación en la zona baja de la microcuenca del río Puyo

Sitio	Indicadores	Chi-cuadrado	P
Asocio BP/BS/SS	Grado de representatividad de especies originales	17,80	0,007
Asocio BP/BS/SS	Grado de representatividad de estratos originales	16,67	0,011
Asocio BP/BS/SS	Grado de cobertura vegetal	15,00	0,005
Asocio BP/BS/SS	Grado de modificación del área	15,00	0,005
Asocio BP/BS/SS	Grado de cobertura de especies invasoras	15,00	0,001
Asocio BP/BS/SS	Índice de sinantropismo	2,14	0,343
Asocio BP/BS/SS	Grado de afectación por presencia de claros	7,50	0,024

5.1.2 CATEGORÍAS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

La evaluación de las categorías del estado de conservación mostró que los transectos de bosque primario y secundario se ubicaron dentro de la categoría “Medianamente Conservado”, siendo los transectos T2 y T3 de bosque secundario las áreas que presentaron los valores más bajos (11), lo cual indicó que estos transectos estuvieron menos conservados dentro de cada sistema de bosque (Tabla 20). En el área de silvopastura los transectos T1, T3, T4 y T5 se ubicaron dentro de la categoría “Poco Conservado” y T2 resultó el transecto de mayor afectación e incidencia de perturbaciones, lo cual le ubicó dentro de la categoría “No Conservado” (Tabla 20). Con estos resultados se infiere que los transectos menos conservados (BPT2, BST2, BST3, SST1, SST2, SST3, SST4, SST5) requieren acciones urgentes de recuperación y rehabilitación del ecosistema, siendo las áreas más afectadas aquellas cubiertas por pastos y cultivos, corroborando los resultados obtenidos por Isaacs-Cubides *et al.*, (2017). Es importante resaltar que las áreas que resultaron con valores más bajos de conservación son aquellas que están asociadas a procesos de antropización sin manejos de conservación adecuados, las prácticas silvícolas de carácter extractivo son muy agresivos para los ecosistemas pudiendo deteriorar y llegar a degradar totalmente un sistema de bosque.

Tabla 20. Categorías de conservación de las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo

Sitio	Transecto	Evaluación	Categoría de conservación
Bosque Primario	T1	15	Medianamente conservado
	T2	13	Medianamente conservado
	T3	14	Medianamente conservado
	T4	14	Medianamente conservado
	T5	16	Medianamente conservado
Bosque Secundario	T1	14	Medianamente conservado
	T2	11	Medianamente conservado
	T3	11	Medianamente conservado
	T4	13	Medianamente conservado
	T5	13	Medianamente conservado
Silvopastura	T1	6	Poco conservado
	T2	3	No conservado
	T3	10	Poco conservado
	T4	10	Poco conservado
	T5	10	Poco conservado

Los resultados del análisis de correspondencia (Tabla 21) indicó las tendencias y margen activo para las categorías de conservación resultantes en cada sitio de estudio. Se comprobó, según la tendencia, que los sistemas de bosque primario y secundario concentraron sus valores en la categoría “Medianamente conservado” (valor 5), mientras que para el sistema silvopastoril se reportó mayor concentración en la categoría “Poco Conservado” (valor 0), como producto de su estado de conservación por la acción severa de actividades antrópicas (pastos y cultivos).

El margen activo representó la suma de todos los valores asignados en las categorías de conservación con mayor predominio la categoría “Medianamente conservado”.

Tabla 21. Resultados del análisis de correspondencias que muestra las tendencias y margen activo de las categorías de conservación de la zona baja de la microcuena del río Puyo

Sitio	Categorías de conservación				Margen activo
	Conservado	Medianamente conservado	Poco conservado	No conservado	
Bosque Primario	0	5	0	0	5
Bosque Secundario	0	5	0	0	5
Silvopastura	0	0	4	1	5
Margen activo	0	10	4	1	15

El análisis de correspondencia, a partir de las medidas de distancia de Chi-cuadrado, mostró una correlación significativa ($p \leq 0,05$) entre los sitios de estudio y el grado de conservación con un valor total de Chi-cuadrado de 15 y una inercia de 1,000 (Tabla 22).

Tabla 22. Análisis de correspondencia entre los sitios de estudio y el grado de conservación

Dimensión	Valor singular	Inercia	Chi-cuadrado	Sig.	Proporción de inercia		Valor singular de confianza Desviación estándar
					Contabilizado para	Acumulado	
1	1,000	1,000			1,000	1,000	0,000
Total		1,000	15,000	0,020	1,000	1,000	

En el dendrograma jerárquico resultante del análisis de las categorías de conservación, se aprecian dos grupos (Figura 3). El primer grupo lo conformó los transectos de bosque primario y secundario, donde están concentradas las áreas que resultaron “Medianamente Conservadas”. El segundo grupo, correspondió a los transectos de silvopastura, donde prevalecen las áreas que resultaron “Poco Conservadas” y “No Conservada”. Esto indica que las áreas poco conservadas mostraron un patrón diferenciado respecto al grupo medianamente conservado, lo cual se debió principalmente al grado de afectación e incidencia de perturbaciones. El grupo de áreas no conservadas manifestaron alteraciones caracterizadas por una débil tendencia hacia su autorrestablecimiento, con un predominio consecuente de las especies secundarias y un deterioro espacial alto ocasionado por una acentuada influencia de las actividades económicas principalmente de pastoreo, condiciones que fueron diferentes en las áreas medianamente conservadas en donde las alteraciones fueron parciales, ocasionadas principalmente por factores endógenos, que también está ocasionando una consecuente afectación de su estabilidad ecológica, corroborando la teoría de Matos y Ballate (2006).

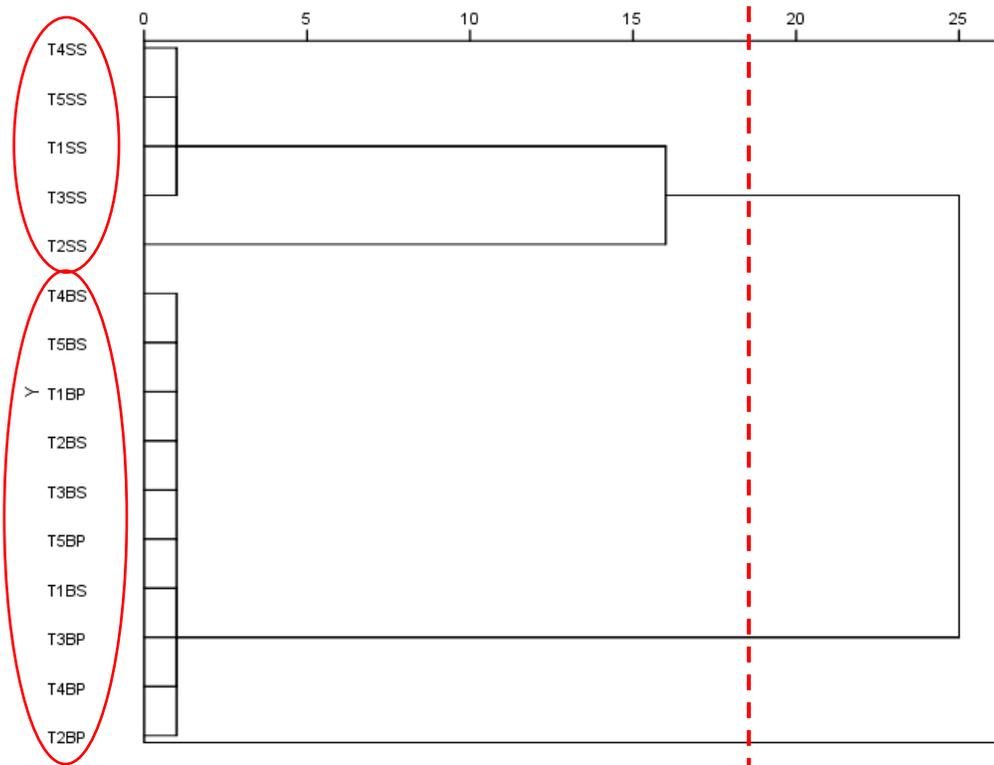


Figura 3. Dendrograma jerárquico para el agrupamiento de las unidades de muestreo de tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo de acuerdo a su estado de conservación.

5.1.3 EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS CLAROS

El estudio de apertura de dosel en los tres sistemas de bosque mostró un registro total de 45 claros, distribuidos de la siguiente manera: 17 claros en bosque primario, 23 en bosque secundario y cinco en el sistema silvopastoril. Los claros de bosque primario presentaron áreas que van desde los 33 m² hasta los 173 m², ocupando hasta el 17 % del área total de los transectos, en bosque secundario los claros presentaron áreas superiores que van desde los 56 m² a los 180 m², ocupando el 18 % del área total de los transectos. Finalmente, los claros del sistema silvopastoril fueron los que presentaron mayores áreas entre 200 m² a 700 m², ocupando hasta el 80 % del área total de los transectos, observándose aperturas muy grandes sin presencia de dosel (Tabla 23, Figura 9).

El registro de árboles caídos dentro de los claros inventariados en cada sistema de bosque mostró que hubo una mayor cantidad de árboles caídos en bosque secundario con un total de 49 árboles, seguido de silvopastura con 33 árboles y bosque primario mostró la menor cantidad con 29 árboles caídos, cuyos diámetros oscilaron entre 6 cm y 20 cm (Tabla 23). El principal motivo de caída de árboles en bosque primario y secundario fue la edad fisiológica de los árboles, resultados similares obtuvo Drossler y Lupke (2007) que dedujeron que las brechas naturales se producen principalmente por la muerte de árboles y que la edad de un árbol influye significativamente en el área de las brechas.

El área basal de los árboles caídos en bosque primario fue de 1.374 cm², mientras que para bosque secundario fue de 813 cm² y para el sistema silvopastoril se registró la menor pérdida con un 410 cm² (Tabla 23), lo cual indica la madurez y edad del bosque en el sistema primario en donde la caída de un árbol representa una mayor pérdida al ser árboles con DAP muy grandes, todo lo contrario ocurre en el sistema silvopastoril en donde al existir una muy baja presencia de especies forestales producto de la tala para el establecimiento de actividad de pastoreo, por lo que la pérdida de masa forestal es baja.

Finalmente se realizó un inventario de especies pioneras de regeneración presentes en cada claro inventariado (Anexo 2), se registraron 107 especies que iniciaron su proceso de regeneración natural, de las cuales 65 especies estuvieron presentes en bosque primario con un total de 167 individuos; en bosque secundario se registraron 117 especies y un total de 117 individuos y en silvopastura se registraron 57 especies con 1 095 individuos.

Tabla 23. Parámetros registrados en las áreas de claros de cada sistema estudiado en la zona baja de la microcuenca del río Puyo

Sitio	Transecto	Especies	Individuos	Claros	Área de claro		Árboles caídos		
					Dosel (m ²)	Suelo (m ²)	Cantidad de árboles	DAP (cm)	Área basal (cm ²)
Bosque Primario	T1	13	46	3	35,01	91,89	6	23,50	433,74
	T2	16	33	5	37,70	173,18	11	19,22	290,20
	T3	22	59	5	13,35	91,89	8	15,86	197,49
	T4	9	12	2	87,96	168,86	3	23,25	424,56
	T5	5	17	2	2,55	33,77	1	6,00	28,27
Bosque Secundario	T1	11	22	4	82,47	180,64	7	18,57	270,88
	T2	12	18	5	21,99	56,55	13	11,29	100,03
	T3	9	20	3	94,25	174,36	9	16,78	221,09
	T4	20	23	5	43,98	117,81	12	12,62	124,99
	T5	21	34	6	49,48	164,93	8	11,11	96,96
Silvopastura	T1	10	368	1	785,40	785,40	10	11,80	109,36
	T2	5	45	1	785,40	785,40	10	11,00	95,03
	T3	10	86	1	274,89	376,99	5	11,60	105,68
	T4	16	248	1	235,62	274,89	5	6,80	36,32
	T5	16	348	1	314,16	439,82	3	9,00	63,62

5.1.4 FACTORES QUE INCIDEN EN LA FORMACIÓN DE CLAROS

La Figura 4 muestra el porcentaje de afectación de árboles caídos por la incidencia de factores endógenos y exógenos en la formación de claros dentro de las tres áreas de bosque, se puede observar que las áreas de bosque primario y secundario han sido perturbadas por factores endógenos como exógenos, mientras que el sistema silvopastoril mostró un 100 % de afectación por factores exógenos, con un 50 % de perturbación por presencia de cultivo y un 50 % por actividades de pastoreo, resultantes de las actividades económicas que desarrolla la comunidad Lisan Wasi, demostrando la afectación al ecosistema por un manejo inadecuado y descontrolado de pastos que han eliminado la zona boscosa, dejando la cobertura vegetal descubierta y grandes aperturas o parches de vegetación.

El bosque primario y secundario de la zona baja de la microcuenca del río Puyo mostró un comportamiento similar en cuanto a la afectación por factores endógenos y exógenos. Los factores endógenos que tuvieron mayor porcentaje de afectación fueron la edad fisiológica y la pendiente con un 30 % y 12 % de perturbación para bosque primario; y, un 42 % y 8 % para bosque secundario. Esto debido a las características topográficas de la zona con pendientes pronunciadas, lo cual ha propiciado la caída de árboles. Sin embargo, la afectación por una caída de árboles en este tipo de sistemas puede ocasionar una apertura importante del dosel, creando claros de áreas considerables, que pueden alterar el microclima y desarrollo normal de la microflora.

El factor exógeno que presentó mayor porcentaje de afectación fue la presencia de vientos con un 48 % de perturbación para bosque primario y un 49 % en bosque secundario. Los fuertes vientos que se presentan en la zona favorecieron la caída de árboles que consecuentemente originaron la apertura de pequeños claros de bosque. La acción del viento requiere identificar condiciones ecológicas vulnerables para las especies forestales, en las áreas de estudio este factor es favorecido por las áreas abiertas y otro elemento es el sistema radical de las especies forestales de la zona que es poco profundo. Todas estas condiciones favorecen la caída de árboles de forma natural que está originando la apertura de claros en estos sistemas de bosque. La ocurrencia de estos fenómenos está en relación directa con los cambios climáticos y de temperatura que pudiera aumentar la incidencia de estos factores y favorecer aún más la aparición de parches de vegetación.

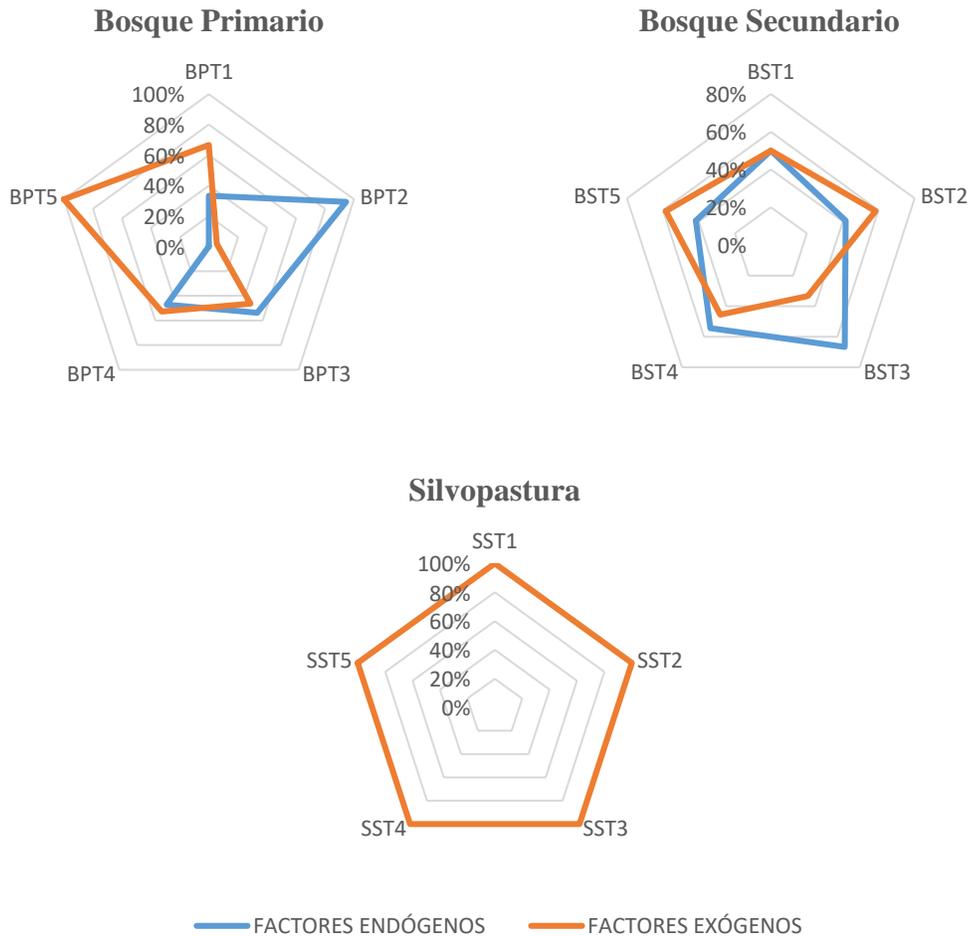


Figura 4. Porcentaje de perturbación por factores endógenos y exógenos en cada sitio de estudio.

La Figura 5a presenta la frecuencia de forma de claros que se registraron en las áreas de estudio, se observa que en bosque primario y secundario existió una mayor concentración de claros en forma circular, mientras que en el sistema silvopastoril los claros presentaron únicamente forma rectangular.

Con respecto a las categorías de tamaño (Figura 5b) se puede observar que los sistemas de bosque primario y secundario presentaron mayor cantidad de claros pequeños, en bosque primario se registró un 94 % de claros de categoría pequeño ($\leq 40 \text{ m}^2$) y un 6 % de claros de categoría mediano ($40,1 \text{ m}^2 \geq 150 \text{ m}^2$), para bosque secundario se presentaron resultados similares con un 91 % de claros de categoría pequeño y un 9 % de claros de categoría mediano,

sin que se registrara en ninguno de estos dos sistemas la presencia de claros grandes, corroborando los resultados obtenidos por Dhyani *et al.*, (2018), que encontró en zonas de bosque tropical húmedo que los claros pequeños y medianos se encuentran en mayor proporción que los claros grandes.

El sistema silvopastoril presentó condiciones totalmente diferentes con la presencia única de claros de categoría grande que superan los 150 m², lo cual es un indicador de una afectación severa que está perturbando drásticamente las condiciones naturales de esta área de bosque.

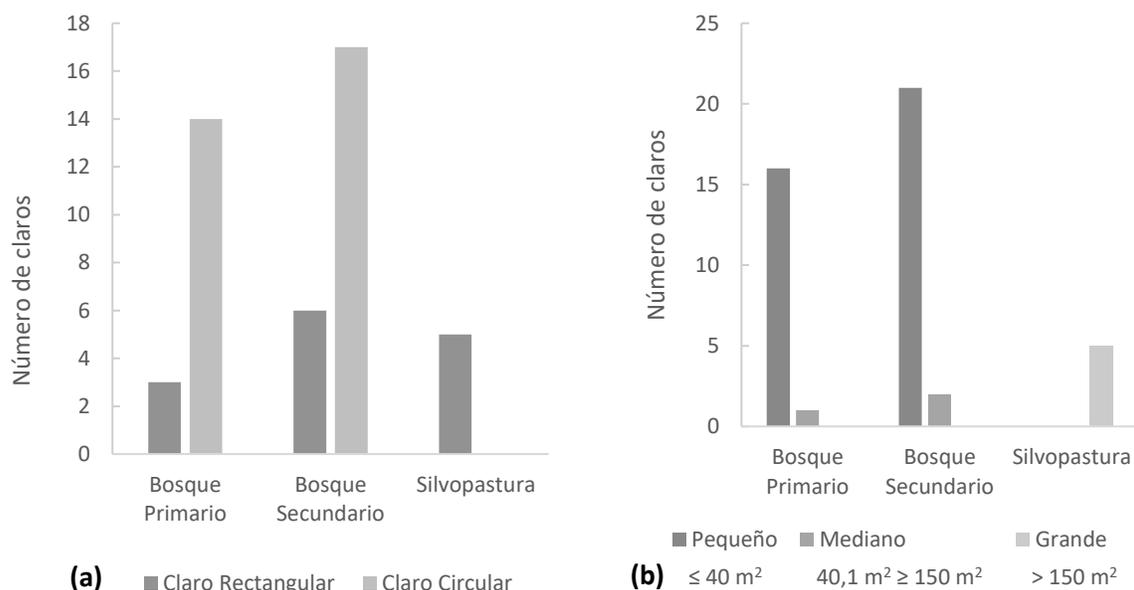


Figura 5. Representación de la frecuencia de la forma de los claros (a) y categorías de tamaño de claros (b) en cada sitio de estudio.

5.1.5 ESPECIES ASOCIADAS A LOS CLAROS

El dendrograma jerárquico obtenido a partir de la abundancia de las especies que presentaron mayor representatividad en las áreas asociadas a los claros (Figura 6, Anexo 2), resultó con tres grupos de especies. El primer grupo estuvo conformado por la especie *Chimarrhis glabriflora*, que es la especie que presentó mayor abundancia dentro de los claros del sistema silvopastoril con 191 individuos, identificada como especie heliófita típica de los bosques secundarios en diferentes estadios sucesionales. El segundo grupo estuvo conformado por especies que presentaron una abundancia media, dentro de este se destacan *Inga edulis*, *Schefflera morototoni*, *Theobroma cacao*, *Heliocarpus americanus* y *Pouteria caimito* con más de 50

individuos. En general son especies pioneras demandantes de luz que predominan en sitios altamente antropizados, las cuales invaden los espacios abiertos y cubren los claros en los ecotopos de estos bosques, generando una cobertura inicial rápida.

La tercera agrupación estuvo conformada por las especies que presentaron menor abundancia dentro de los claros registrados, no obstante, se puede destacar que las especies *Jacaranda copaia*, *Croton lechleri*, *Miconia bubalina* e *Inga spectabilis* se encontraron con valores de abundancia mayor a 25 individuos. Estas especies pudieran ser reconocidas como estabilizadoras por su escasa representatividad.

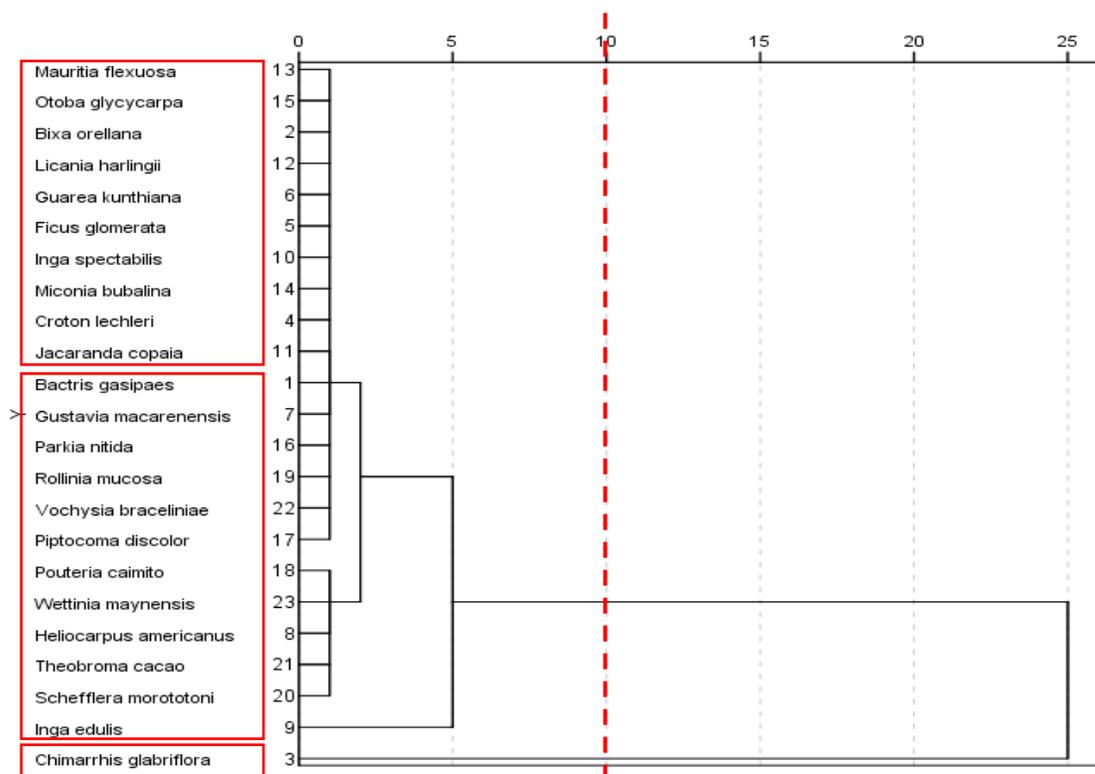


Figura 6. Dendrograma jerárquico para el agrupamiento de especies con mayor representatividad en áreas de claros registradas en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

5.1.6 EVALUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SITIOS PRIORIZADOS

Los sitios prioritarios para restaurar en las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo fueron identificados a partir del diagnóstico de su estado de conservación y el efecto de perturbaciones que incidieron sobre las áreas de estudio, esta metodología contrasta con la utilizada por el MAE (Cuesta *et al.*, 2013) para determinar las áreas prioritarias para restauración en el Ecuador continental, quienes utilizaron criterios orientados a la conservación de la

biodiversidad. Sin embargo, se compararon las áreas que han sido priorizadas a nivel nacional con la priorización realizada en la presente investigación, a nivel local, para validar los resultados obtenidos en la presente investigación. En la Figura 6 se puede observar la ubicación geográfica de los transectos y los claros inventariados en bosque primario, del análisis del estado de conservación realizado en esta investigación el transecto T2 resultó con menor nivel de conservación en relación a los transectos T1, T3, T4 y T5, así como también registró la mayor cantidad de perturbaciones, mayormente ocasionadas por factores endógenos, como la pendiente por las características propias de la topografía del área, lo cual se evidenció con una mayor aparición de claros.

El transecto T2 resultó para esta investigación el área de prioridad para implementar técnicas de restauración forestal y recuperación del ecosistema en este sistema de bosque, estos resultados discrepan con los resultados priorizados a nivel nacional por el MAE (Cuesta *et al.*, 2013), ya que todas las parcelas de bosque primario no se encuentran dentro de sitios priorizados a nivel nacional (Figura 7), no obstante, Martínez y Robles (2018) indican la importancia de los estudios específicos que sustentan y validan con mayor fuerza la toma de decisiones en una localidad.

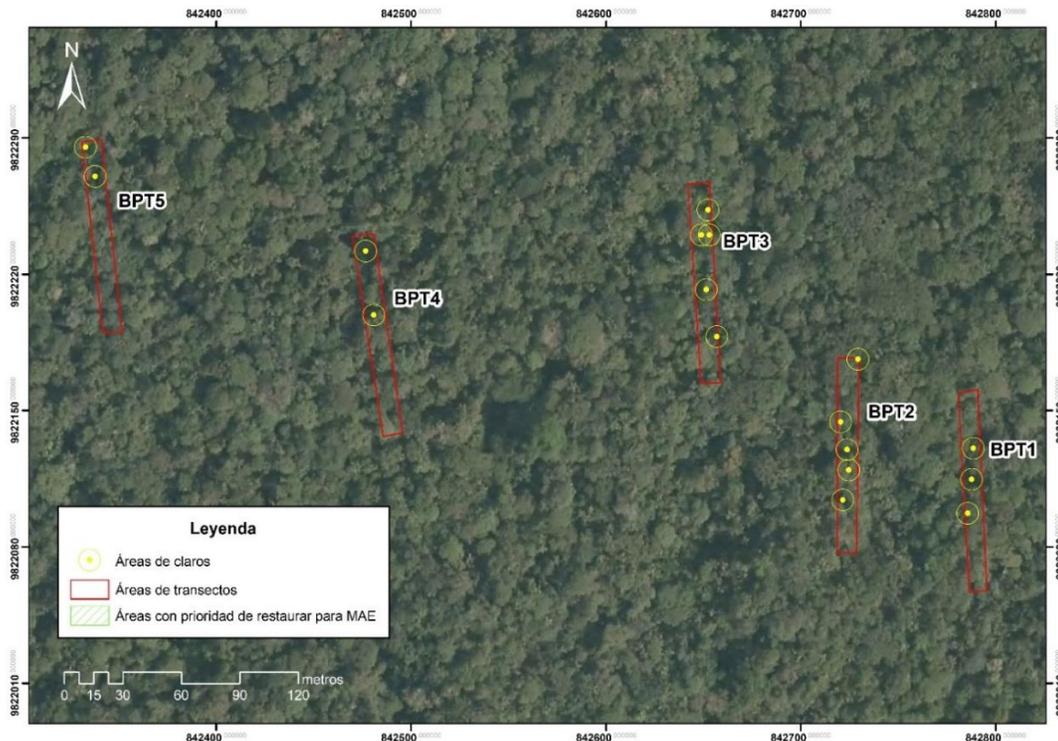


Figura 7. Mapa de ubicación de claros inventariados en cada parcela de bosque primario de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

En bosque secundario, los transectos T2 y T3 resultaron tener el menor nivel de conservación y la mayor cantidad de perturbaciones cuya incidencia se concentró mayormente en la presencia de fuertes vientos, lo cual favoreció a una mayor aparición de claros que en los transectos T1, T4 y T5, aunque T3 presentó menor cantidad de claros que T2, los claros de T3 presentaron mayores áreas abiertas en el dosel del bosque.

Por consiguiente, los transectos T2 y T3 resultaron áreas prioritizadas en esta investigación para implementar técnicas de restauración forestal y recuperación del ecosistema en bosque secundario. En la Figura 8 se observa que los transectos T2 y T3 se encuentran parcialmente dentro de las áreas prioritizadas para restaurar por el MAE (Cuesta *et al.*, 2013), a pesar de utilizar criterios diferentes para la prioritización se corroboran los resultados obtenidos para esta área de bosque estudiada.

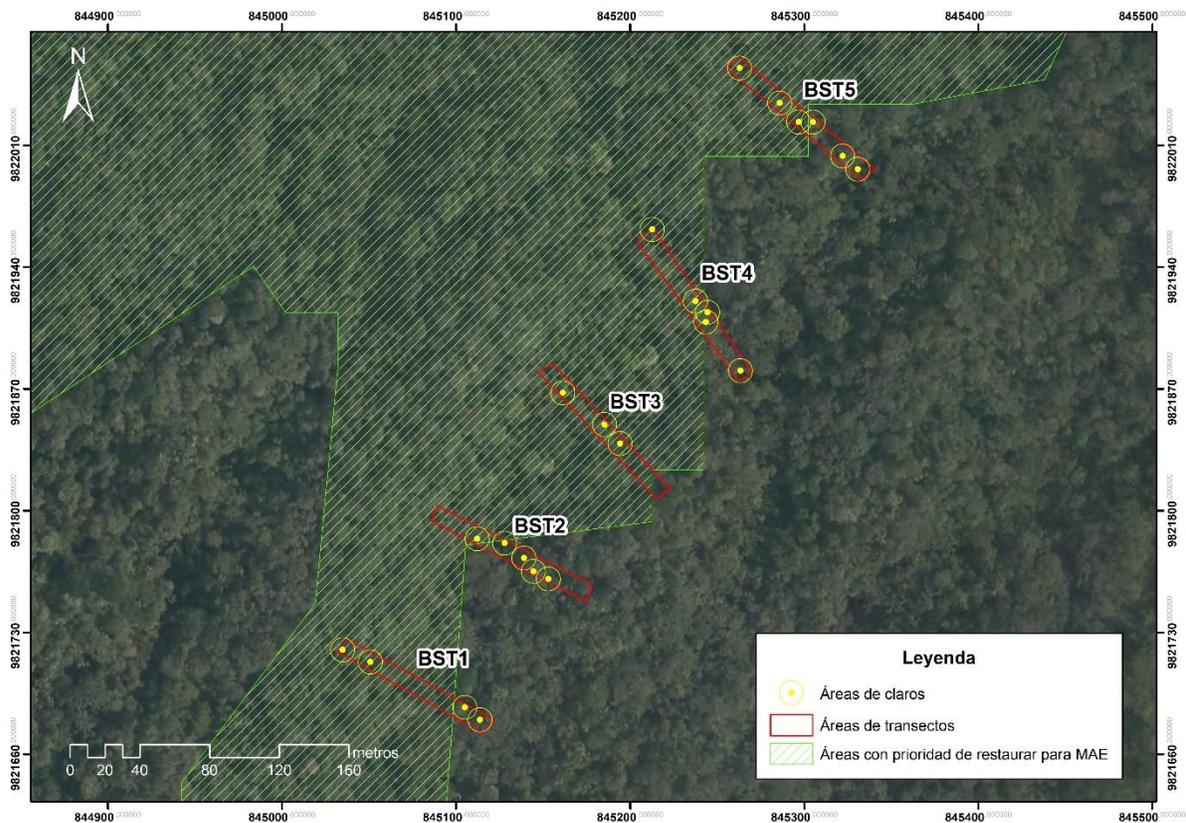


Figura 8. Mapa de ubicación de claros inventariados en cada parcela de bosque secundario de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

En el sistema silvopastoril todos los transectos resultaron estar poco conservados y el transecto T2 presentó la mayor afectación por perturbaciones, así como registró el claro de mayor área de todos los inventariados, lo cual le ubicó en la categoría del sitio menos conservado de todas las áreas de estudio y por consiguiente el de mayor prioridad para restaurar. Por las condiciones intensas y severas de perturbación que se diagnosticaron en este sistema, todos los transectos de silvopastura resultaron tener prioridad alta para implementar procesos de recuperación del ecosistema en esta investigación, lo cual es corroborado por la priorización realizada a nivel nacional (Cuesta *et al.*, 2013), al encontrarse todos los transectos de este sistema dentro del inventario de áreas priorizadas a nivel nacional por el MAE (Figura 9).

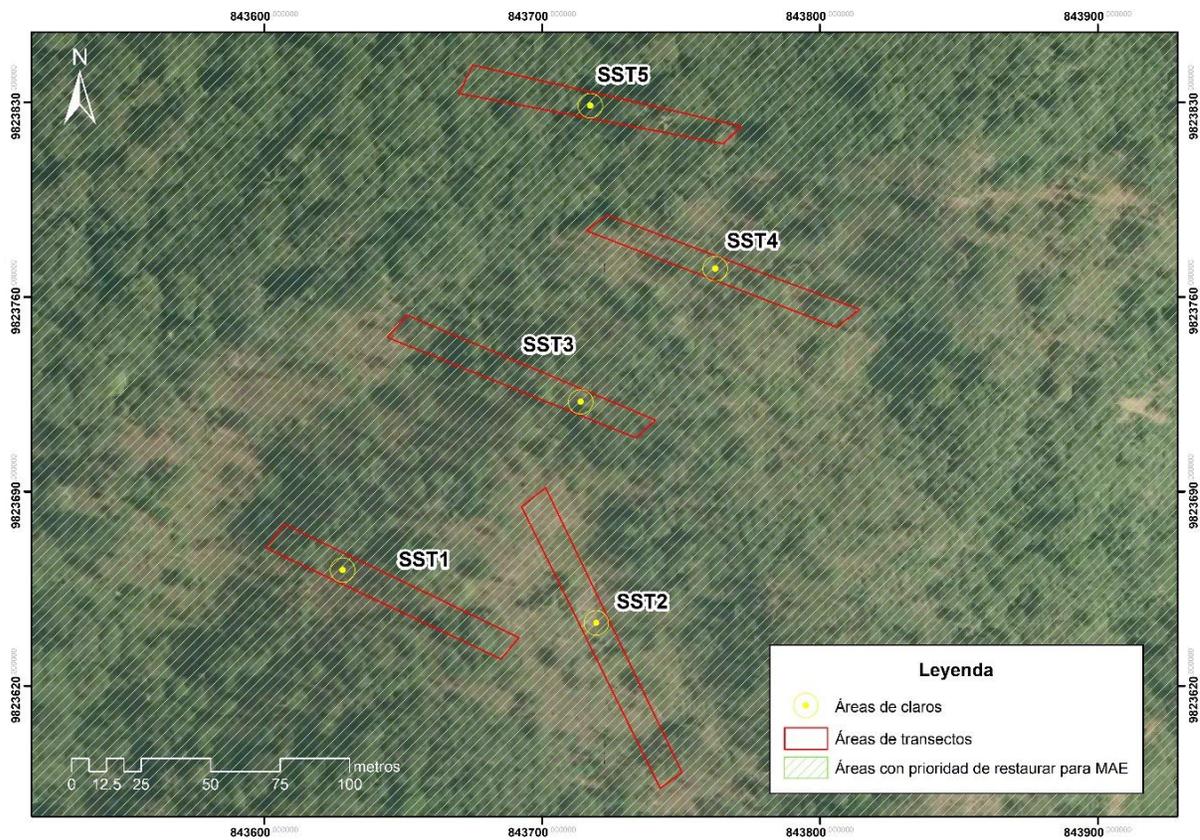


Figura 9. Mapa de ubicación de claros inventariados en cada parcela del sistema silvopastoril de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

5.2 CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA DE LAS TRES ÁREAS DE BOSQUE

5.2.1 VALORES PROMEDIO DE LAS VARIABLES DE COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA

El inventario florístico para las áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo registró un total de 174 especies, 21 202 individuos y 41 familias botánicas, (Anexo 3), distribuidos en cada sistema de bosque como se presenta en la Tabla 9. La familia que mayor representatividad tuvo fue Fabaceae con 41 especies, mientras que las especies que mayor abundancia fueron *Iriartea deltoidea* (10 %), *Componeura capitellata* (6 %), *Vochysia ferruginea* (6 %), *Miconia multispicata* (4 %) y *Cecropia sciadophylla* (4 %). El 75% de las especies inventariadas estuvieron presentes en un solo sitio, 22 % se registraron en dos sitios y solo las especies *Guarea kunthiana*, *Piptocoma discolor*, *Pterocarpus rohrii*, *Vismia baccifera* y *Wettinia maynensis* estuvieron presentes en los tres sistemas de bosque, de los cuales *W. maynensis* presentó mayor abundancia, esto da señales de su capacidad de resistencia. Se puede observar una mayor abundancia de especies en bosque primario, le sigue bosque secundario y por último silvopastura, resultados similares obtuvo la FAO (2018) que encontró que los bosques primarios, en particular los bosques tropicales húmedos, abarcan los ecosistemas terrestres más ricos y diversos en especies. Una característica a resaltar es la poca representación de individuos por cada especie. Estos resultados coinciden con lo reportado por Lamprecht (1990), los cuales refieren que una de las características particulares de los bosques tropicales es el gran número de especies representadas por pocos individuos con patrones complejos de tipo espacial entre el suelo y el dosel.

El DAP promedio para bosque primario fue de 20,93 cm; para bosque secundario fue de 17,57 cm y para el sistema silvopastoril de 19,04 cm (Tabla 24). Las especies que superaron los 50 cm de diámetro en los tres sistemas de bosque fueron *Parkia nítida* (76,39 cm), *Rollinia pittieri* (58,25 cm) y *Mauritia flexuosa* (56,02 cm) respectivamente (Anexo 3). La altura promedio registrada para bosque primario, secundario y silvopastura fue de 15,00 m; 11,34 m y 9,84 m respectivamente. Las especies que registraron mayores alturas (≥ 20 m) fueron *Parkia nítida*, *Virola sebifera*, *Nectandra reticulata*, *Guarea glabra* y *Sterculia frondosa*.

El cociente de mezcla mostró una proporción superior para bosque primario (1:68) y la proporción fue menor para silvopastura (1:19), lo cual indicó mayor heterogeneidad ya que por cada 19 individuos fue posible encontrar una especie diferente. Esta situación mostró el alto grado de mezcla como reflejo de la heterogeneidad de las especies arbóreas presentes en las áreas de estudio (Melo y Vargas, 2003, Mostacedo *et al.*, 2006), este comportamiento se debe principalmente a la incidencia e intervención antrópica principalmente por las actividades de pastoreo y cultivos que existe actualmente sobre las parcelas de silvopastura.

Tabla 24. Variables promedio de composición y estructura en las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo

Sitio	Especies	Individuos	Familias Botánicas	Variables de estructura				
				Diámetro promedio (cm)	Área Basal promedio (cm ²)	Volumen promedio (m ³)	Altura promedio (m)	Cociente de mezcla promedio en 0,5 ha
Bosque Primario	102	11.637	34	20,93	415,30	1,19	15,00	1:68
Bosque Secundario	82	8.437	31	17,57	319,51	0,69	11,34	1:58
Silvopastura	39	1.128	21	19,04	370,86	0,71	9,84	1:19

5.2.2 DISTRIBUCIÓN DE ÁRBOLES POR CLASES DE ALTURA

La distribución de árboles por clases de altura indicó forma de campana, siendo el estrato medio (10,1 m a 20 m) el más representado con 15 413 individuos y el estrato superior (≥ 20 m) el de menor cantidad con 813 individuos. La altura máxima de los individuos registrados en los sitios de estudio alcanzó los 24 m, mientras que en promedio los árboles presentaron una altura total de 12,06 m (Figura 10).

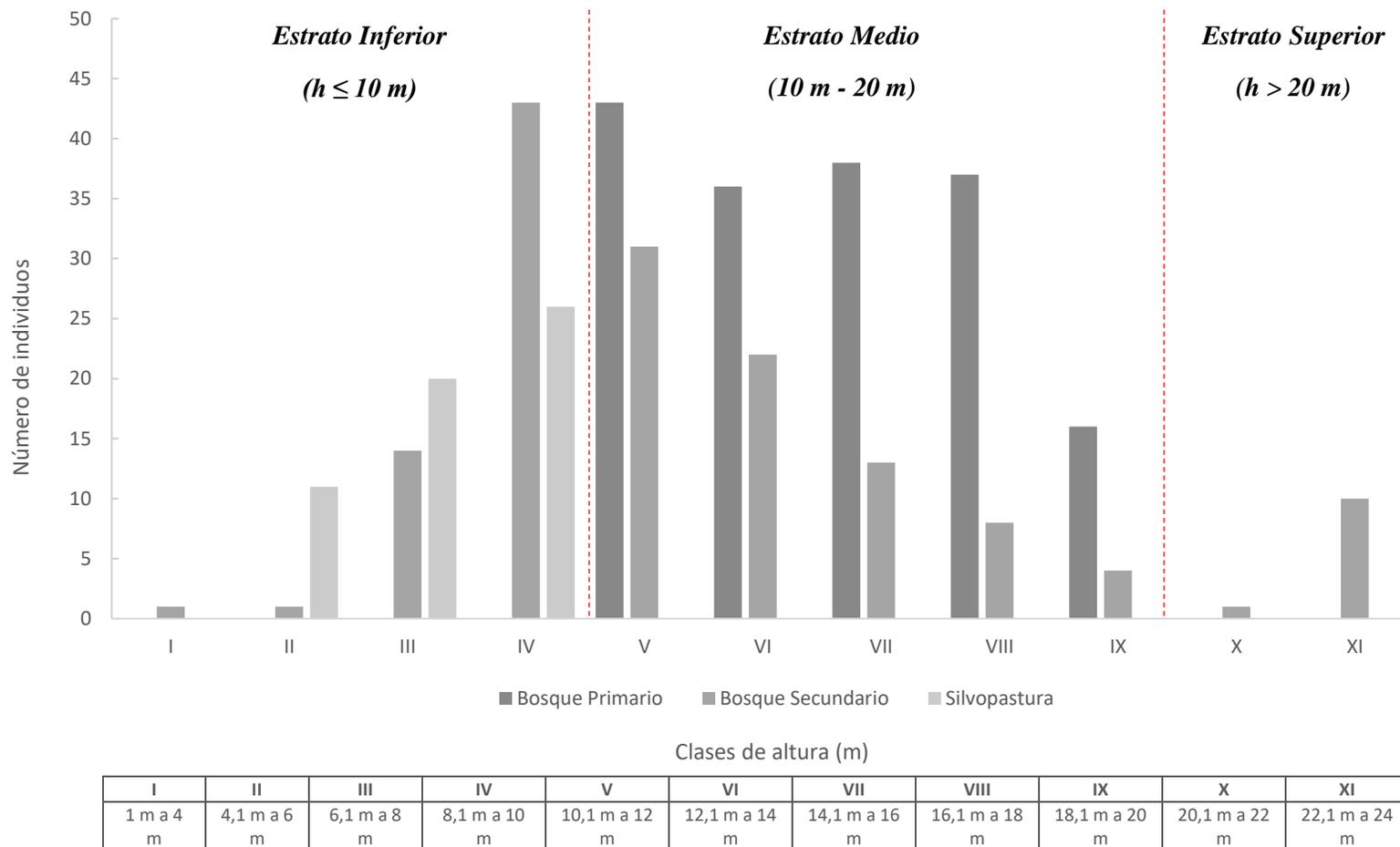


Figura 10. Número de individuos por clases de altura presentes en los estratos de las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

Al comparar las clases de altura entre los sitios se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$). En el estrato inferior ($h \leq 10$ m) se presentaron cuatro clases de altura, la clase IV (8,1 m a 10 m) resultó ser la de mayor representatividad en bosque secundario con un valor promedio de $9,80 \text{ m} \pm 1,79 \text{ m}$, mostrando diferencias significativas en relación a las alturas de bosque primario ($2,40 \text{ m} \pm 1,14 \text{ m}$) y silvopastura ($1,60 \text{ m} \pm 1,82 \text{ m}$), para las otras clases de altura de este estrato se evidencia un comportamiento con mayor homogeneidad pero que difieren significativamente entre los sitios de estudio (Tabla 25).

En el estrato medio la clase V (10,1 m a 12 m) resultó ser la de mayor representatividad en bosque secundario ($6,80 \text{ m} \pm 2,17 \text{ m}$) y bosque primario ($6,20 \text{ m} \pm 2,17 \text{ m}$) que no difirieron significativamente entre ellos, pero si presentaron diferencias significativas con el sistema silvopastoril que presentó valores promedios de $1,80 \text{ m} \pm 0,84 \text{ m}$. Este comportamiento fue semejante para las clases VI (12,1 m a 14 m), VII (14,1 m a 16 m) y VIII (16,1 m a 18 m) en bosque primario que presentaron valores promedios de $5,80 \text{ m} \pm 2,39$; $6,60 \text{ m} \pm 2,88$ y $6,40 \text{ m} \pm 1,67$ respectivamente (Tabla 25).

En el estrato superior ($h > 20$ m), se presentaron dos clases de alturas la clase X (20,1 m a 22 m) y la clase XI (22,1 m a 24 m). Se puede observar que hubo una baja presencia de individuos en estas clases de alturas, además el bosque primario resultó ser el único sitio que presentó individuos en este estrato y que alcanzaron valores promedios de $2,00 \text{ m} \pm 2,00$ y $0,40 \text{ m} \pm 0,55$ en las clases X y XI respectivamente (Tabla 25).

Los resultados de la estratificación de las tres áreas de bosque mostraron que en el estrato medio se concentró la mayor abundancia de individuos, lo cual manifiesta la particularidad del ecosistema de bosque siempreverde piemontano amazónico que se caracteriza por presentar árboles con alturas que van entre los 10 m y 20 m. Resultados similares fueron presentados por Samaniego (2015) quien encontró mayor abundancia de especies en el estrato intermedio para un bosque siempreverde piemontano del Parque Nacional Llanganates.

Las especies estructuralmente más importantes del estrato medio para los tres sistemas de bosque fueron: *Guarea glabra* (20 m), *Sterculia frondosa* (20 m), *Pourouma minor* (18,5 m), *Socratea exorrhiza* (18,5 m), *Tapirira guianensis* (18,5 m), *Aniba guianensis* (18 m), *Pourouma cecropiifolia* (18 m), *Rollinia pittieri* (18 m), *Sloanea guianensis* (18 m), *Trichilia solitudinis* (18 m), *Trichillia septentrionalis* (18 m).

Tabla 25. Resumen del ANOVA para las clases de alturas presentes en las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo

Clases de altura	Sitios	Media	Desviación estándar	Diferencias significativas
Clase I (1 m a 4 m)	B. Primario	-	-	-
	B. Secundario	0,20	± 0,45	a
	Silvopastura	-	-	-
Clase II (4,1 m a 6 m)	B. Primario	-	-	-
	B. Secundario	0,40	± 0,55	b
	Silvopastura	2,00	± 1,58	a
Clase III (6,1 m a 8 m)	B. Primario	1,00	± 1,23	b
	B. Secundario	2,80	± 0,84	a
	Silvopastura	3,00	± 1,41	a
Clase IV (8,1 m a 10 m)	B. Primario	2,40	± 1,14	b
	B. Secundario	9,80	± 1,79	a
	Silvopastura	1,60	± 1,82	b
Clase V (10,1 m a 12 m)	B. Primario	6,20	± 2,17	a
	B. Secundario	6,80	± 2,17	a
	Silvopastura	1,80	± 0,84	b
Clase VI (12,1 m a 14 m)	B. Primario	5,80	± 2,39	a
	B. Secundario	4,00	± 1,82	ab
	Silvopastura	1,80	± 1,48	b
Clase VII (14,1 m a 16 m)	B. Primario	6,60	± 2,88	a
	B. Secundario	2,60	± 1,52	b
	Silvopastura	1,00	± 1,23	b
Clase VIII (16,1 m a 18 m)	B. Primario	6,40	± 1,67	a
	B. Secundario	2,40	± 0,55	b
	Silvopastura	0,20	± 0,45	c
Clase IX (18,1 m a 20 m)	B. Primario	3,20	± 1,64	a
	B. Secundario	0,20	± 0,45	b
	Silvopastura	-	-	-
Clase X (20,1 m a 22 m)	B. Primario	2,00	± 2,00	a
	B. Secundario	-	-	-
	Silvopastura	-	-	-
Clase XI (22,1 m a 24 m)	B. Primario	0,40	± 0,55	a
	B. Secundario	-	-	-
	Silvopastura	-	-	-

5.2.3 DISTRIBUCIÓN DE ÁRBOLES POR CLASES DIAMÉTRICAS

La estructura por clases diamétricas para las tres áreas de estudio mostró que el 67 % de individuos se concentró en la clase I (10 cm a 20 cm), 23 % se concentró en la clase II (20,01 cm a 30 cm) y con un menor porcentaje ($\leq 5\%$) se registraron individuos en las clases III (30,01 cm a 40 cm), IV (40,01 cm a 50 cm), V (50,01 cm a 60 cm), VI (60,01 cm a 70 cm) y VII (>70 cm), se observa el mismo patrón en el comportamiento de la abundancia de individuos por sitio que resultó ser mayor para bosque primario en todas las clases diamétricas (Figura 11).

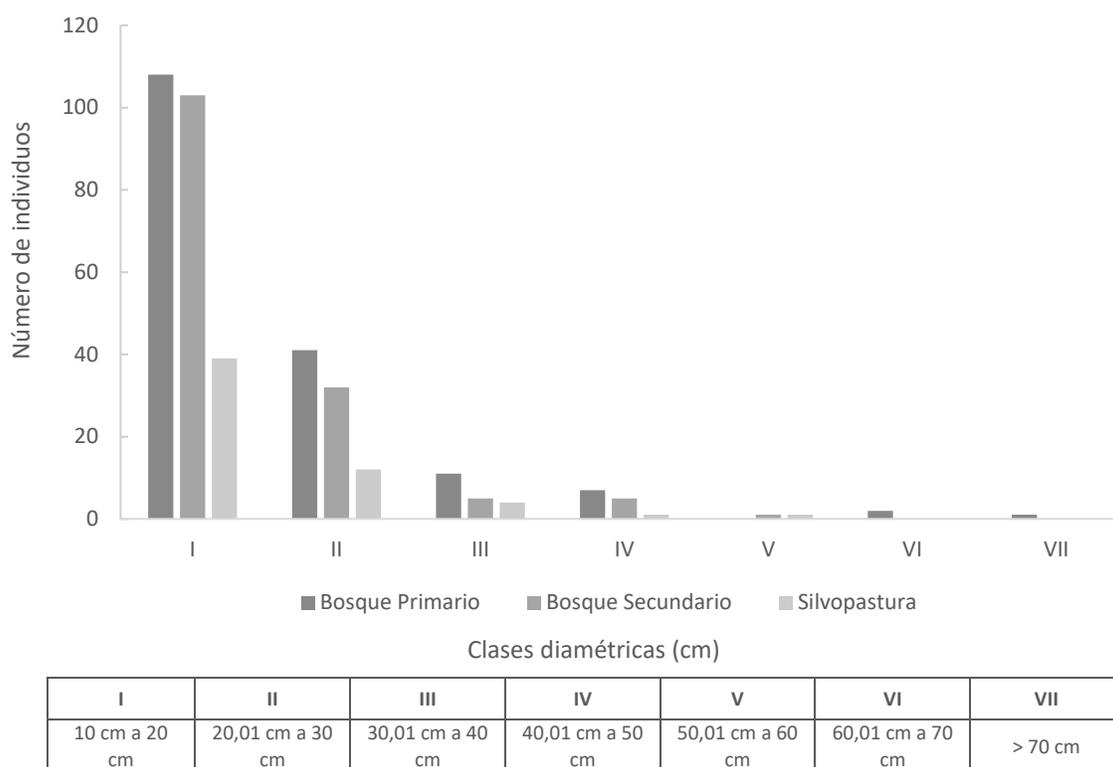


Figura 11. Número de individuos por clases diamétricas presentes en los estratos de las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

Al comparar las clases diamétricas entre los sitios se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para las clases I y II entre bosque primario y silvopastura, en las demás clases no se presentaron diferencias significativas entre los sitios. En la figura 9 se observa que la clase I presentó la mayor abundancia de individuos con valores promedios de $21,60 \text{ cm} \pm 2,88 \text{ cm}$ para bosque primario; $20,60 \text{ cm} \pm 3,65 \text{ cm}$ en bosque secundario y $7,80 \text{ cm} \pm 2,86 \text{ cm}$ para el sistema silvopastoril. La clase II, aunque presentó menor abundancia que la clase I, mostró tener

representatividad en los sistemas, en bosque primario presentó valores promedios de 8,20 cm \pm 3,70 cm; en bosque secundario 6,40 cm \pm 3,36 cm y silvopastura 2,40 cm \pm 1,67 cm (Tabla 26).

La distribución diamétrica en el área de estudio se asemejó a la forma típica de una “Jota” invertida, representativa de un bosque tropical heterogéneo o con una alta tendencia a la heterogeneidad, patrón característico de poblaciones disetáneas y maduras. Este resultado se corresponde con los criterios de Gunter *et al.*, (2011), Melo y Vargas (2003) y Yepes *et al.*, (2014), los cuales apuntan a que la distribución de una “Jota” invertida está dado por el avanzado estado de desarrollo y equilibrio dinámico que tienen estos ecosistemas.

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

Tabla 26. Resumen del ANOVA para las clases diamétricas presentes en las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo

Clases de altura	Sitios	Media	Desviación estándar	Diferencias significativas
Clase I (10 cm a 20 cm)	B. Primario	21,60	\pm 2,88	a
	B. Secundario	20,60	\pm 3,65	a
	Silvopastura	7,80	\pm 2,86	b
Clase II (20,01 cm a 30 cm)	B. Primario	8,20	\pm 3,70	a
	B. Secundario	6,40	\pm 3,36	ab
	Silvopastura	2,40	\pm 1,67	b
Clase III (30,01 cm a 40 cm)	B. Primario	2,20	\pm 1,64	a
	B. Secundario	1,00	\pm 1,23	a
	Silvopastura	0,80	\pm 0,84	a
Clase IV (40,01 cm a 50 cm)	B. Primario	1,40	\pm 1,34	a
	B. Secundario	-	-	-
	Silvopastura	0,20	\pm 0,45	b
Clase V (50,01 cm a 60 cm)	B. Primario	-	-	-
	B. Secundario	0,20	\pm 0,45	a
	Silvopastura	0,20	\pm 0,45	a
Clase VI (60,01 cm a 70 cm)	B. Primario	0,40	\pm 0,55	a
	B. Secundario	-	-	-
	Silvopastura	-	-	-
Clase VII (> 70 cm)	B. Primario	0,20	\pm 0,45	a
	B. Secundario	-	-	-
	Silvopastura	-	-	-

5.2.4 POSICIÓN SOCIAL RELATIVA DE LAS ESPECIES DE LAS TRES ÁREAS DE ESTUDIO

El análisis para determinar el índice de posición social relativa en las tres áreas de estudio mostró que la frecuencia con la que aparecieron las especies en los tres estratos fue muy baja, el 73 % de las especies se concentraron en dos estratos (inferior y medio), mientras que el 25 % de especies estuvieron presentes solo en el estrato inferior y apenas un 2 % de especies estuvo presente en los estratos inferior, medio y superior (Figura 12).

Estos resultados mostraron que las especies se encuentra sociológicamente en retroceso y con bajo potencial reproductivo, presentando un patrón de distribución vertical discontinuo (DVD), es decir que la comunidad de especies en las áreas de estudio se encuentra en retroceso demandando muchas exigencias del ecosistema, corroborando lo descrito por ún Louman *et al.*, (2001). El bajo porcentaje de las especies en los tres estratos mostró la vulnerabilidad de las especies a la ocurrencia de perturbaciones que se producen con frecuencia en los sitios de estudio (pendientes, vientos, pastoreo, cultivos).

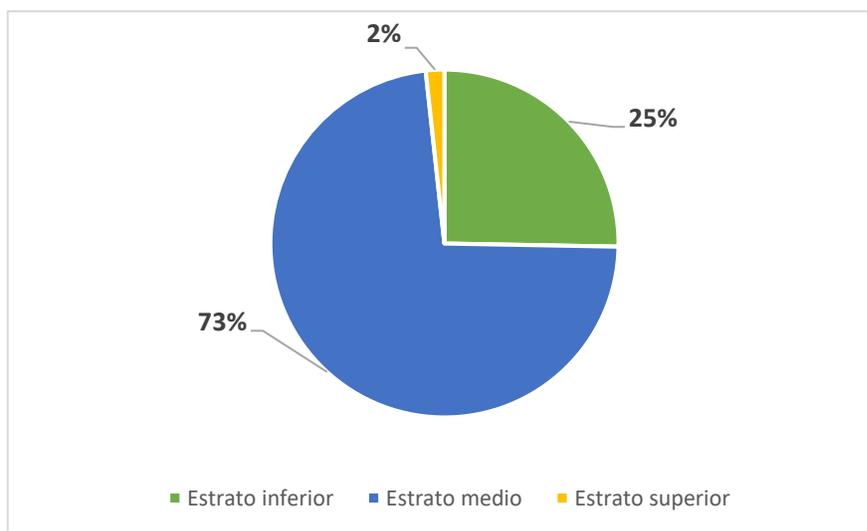


Figura 12. Presencia de especies por estrato en las tres áreas de estudio.

En la Tabla 27 se presentan las diez especies que mostraron las mejores posiciones sociológicas para los tres sistemas de bosque estudiados (Anexo 4). De las cuales las especies más importantes fueron *Iriartea deltoidea* (0,27); *Heisteria acuminata* (0,14) y *Componeura capitellata* (0,11). Estas especies se consideran en una posición más favorable dentro del bosque

debido a que al parecer buscar estrategias que le permiten su permanencia en los sustratos del bosque.

Tabla 27. Especies con mayor índice de posición social relativa de la zona baja de la microcuenca del río Puyo

Familia	Nombre Científico	Posición Social Absoluta	Posición Social Relativa
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	267,99	0,27
Olacaceae	<i>Heisteria acuminata</i>	137,31	0,14
Myristicaceae	<i>Compsonaura capitellata</i>	105,82	0,11
Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i>	84,03	0,08
Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i>	71,84	0,07
Melastomataceae	<i>Miconia grandiflora</i>	49,03	0,04
Melastomataceae	<i>Miconia multispicata</i>	31,77	0,03
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i>	31,68	0,03
Melastomataceae	<i>Miconia pilgeriana</i>	25,38	0,02
Fabaceae	<i>Inga thibaudiana</i>	13,22	0,01

5.2.5 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA

La estructura horizontal permitió evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies a partir de los parámetros ecológicos asociados a la abundancia, frecuencia y dominancia relativa (Anexos 5, 6 y 7). En la tabla 28 se presentan las diez especies que mayor peso ecológico mostraron en cada sistema de bosque, la especie de mayor representatividad en bosque primario fue *Iriartea deltoidea* que se ubicó como la de mayor peso ecológico, para bosque secundario la especie con mayor importancia fue *Rollinia pittieri* y para el sistema silvopastoral la especie que tuvo el mayor peso ecológico fue *Chimarrhis glabriflora*.

Si bien *Piptocoma discolor* no fue una de las especies con mayor IVI en los tres sistemas de bosque, es la única especie que se registró con pesos ecológicos importantes en todas las áreas de estudio. Esto indica que el ecosistema de los sitios estudiados presenta afectaciones por disturbios al ser *P. discolor* una especie pionera, típica de la sucesión ecológica que indica cambios ambientales en el ecosistema.

Tabla 28. Especies que presentaron mayor índice de valor de importancia en las tres áreas de bosque de la zona de estudio

Sitio	Nombre científico	Abundancia relativa Ar	Frecuencia relativa Fr	Dominancia relativa Dr	Índice de valor de importancia IVI
Bosque Primario	<i>Iriartea deltoidea</i>	17,991	2,941	0,613	7,182
	<i>Vochysia ferruginea</i>	11,121	2,941	1,908	5,323
	<i>Compsonera capitellata</i>	11,834	2,941	0,570	5,115
	<i>Parkia nítida</i>	0,274	0,588	11,364	4,075
	<i>Cecropia sciadophylla</i>	5,326	1,765	1,279	2,790
	<i>Inga thibaudiana</i>	3,626	2,353	1,163	2,381
	<i>Piptocoma discolor</i>	0,332	0,588	4,680	1,867
	<i>Pourouma tomentosa</i>	2,463	1,765	1,060	1,762
	<i>Eschweilera coriacea</i>	1,847	2,353	0,908	1,703
	<i>Pourouma guianensis</i>	1,280	2,941	0,821	1,681
Bosque Secundario	<i>Rollinia pittieri</i>	0,427	0,676	10,297	3,800
	<i>Miconia multispicata</i>	7,538	2,703	0,667	3,636
	<i>Heisteria acuminata</i>	7,680	0,676	0,586	2,981
	<i>Trichillia septentrionalis</i>	0,510	0,676	7,198	2,794
	<i>Iriartea deltoidea</i>	4,172	2,027	1,119	2,439
	<i>Miconia grandiflora</i>	4,646	1,351	0,751	2,249
	<i>Miconia stipitata</i>	4,895	0,676	0,864	2,145
	<i>Miconia pilgeriana</i>	3,342	2,027	0,877	2,082
	<i>Pourouma tomentosa</i>	0,676	1,351	3,926	1,984
	<i>Piptocoma discolor</i>	1,470	0,676	3,707	1,951
Silvopastura	<i>Chimarrhis glabriflora</i>	17,287	7,143	1,886	8,772
	<i>Mauritia flexuosa</i>	1,950	1,786	15,519	6,418
	<i>Inga edulis</i>	8,422	5,357	1,236	5,005
	<i>Piptocoma discolor</i>	4,699	7,143	1,784	4,542
	<i>Heliocarpus americanus</i>	5,762	5,357	1,091	4,070
	<i>Vitex cymosa</i>	0,532	1,786	9,680	3,999
	<i>Schefflera morototoni</i>	6,560	3,571	1,671	3,934
	<i>Inga spectabilis</i>	3,014	5,357	2,597	3,656
	<i>Otoba glycyarpa</i>	1,862	1,786	7,095	3,581
	<i>Grias neuberthii</i>	1,596	1,786	6,976	3,452

5.2.6 DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN LAS TRES ÁREAS DE BOSQUE

Los valores medios de los índices calculados para medir la riqueza y diversidad de especies en cada sistema de bosque, expresados a través del índice de Margalef, Shannon y Simpson, reflejaron a partir del ANOVA y la prueba de comparación de medias de Duncan que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Para el índice de Shannon los resultados obtenidos en

bosque primario ($1,28 \pm 0,11$) y secundario ($1,28 \pm 0,89$) fueron estadísticamente similares, y mostraron diferencias significativas con el sistema silvopastoril ($0,90 \pm 0,21$).

Un comportamiento similar presentó los índices de Simpson y de Margalef para los cuales bosque primario y secundario presentaron valores estadísticamente similares pero que difirieron significativamente con los resultados obtenidos en Silvopastura. En la tabla 29 se puede observar que los valores de diversidad de las tres áreas de bosque resultaron muy bajos, lo cual expresa el efecto que ha tenido la incidencia de perturbaciones naturales o antropogénicas sobre la diversidad florística de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

Tabla 29. Resumen del ANOVA para los índices de diversidad a escala alfa en las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo

Índice de diversidad	Sitios	Media	Desviación estándar	Diferencias significativas
Índice de Shannon	B. Primario	1,28	$\pm 0,11$	b
	B. Secundario	1,28	$\pm 0,89$	b
	Silvopastura	0,90	$\pm 0,21$	a
Índice de Simpson	B. Primario	0,08	$\pm 0,03$	b
	B. Secundario	0,08	$\pm 0,02$	b
	Silvopastura	0,15	$\pm 0,07$	a
Índice de Margalef	B. Primario	51,79	$\pm 2,58$	b
	B. Secundario	54,15	$\pm 2,97$	b
	Silvopastura	78,96	$\pm 14,27$	a

La tabla 30 muestra los resultados del índice de similitud de Sorensen como medida de diversidad beta, que expresó en porcentaje la cantidad de especies que fueron compartidas por cada sistema de bosque, se puede observar que los sistemas que presentaron la mayor similitud fueron bosque primario y secundario con un 37 % de similitud, mientras que los demás sistemas presentaron porcentajes más bajos de similitud, existiendo mayor similitud entre bosque secundario y silvopastura (15 %) en comparación a la similitud que presentó bosque primario con silvopastura (13 %). Estos resultados reflejaron un marcado patrón del comportamiento diferenciado de la vegetación entre bosque primario, secundario y sistema silvopastoril en función de los factores ecológicos, lo cual pudiera estar atribuido, fundamentalmente al estado de conservación de las áreas condicionado por los cambios de uso del suelo, resultados que concuerda con los obtenidos por Rodríguez (2004).

Tabla 30. Índice de similitud de Sorensen en las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo

Sitios	Bosque Primario	Bosque Secundario	Silvopastura
Bosque Primario	100 %	37 %	13 %
Bosque Secundario		100 %	15 %
Silvopastura			100 %

Como parte de la estimación de la diversidad beta el conglomerado jerárquico con una similitud del 25 % reportó la formación de siete grupos de sitios en función de la abundancia de especies (Figura 13), lo cual reforzó los resultados obtenidos del índice de sorensen como expresión del grado de reemplazo de las especies presentes, indicando escasa semejanza en cuanto a la composición florística de los sitios de la zona baja de la microcuenca del río Puyo. El grupo uno estuvo conformado por los cinco transectos de bosque primario (BP1, BP2, BP3, BP4, BP5), reflejando similitud entre ellos. El grupo dos se conformó por dos transectos de bosque secundario (BS1 y BS3), siendo los que presentaron semejanzas entre ellos. En el grupo tres se encontró los tres transectos restantes de bosque secundario (BS2, BS5, BS4). El resto de los grupos estuvieron en cada uno de los transectos de silvopastura. Esto indicó que los sitios de estudio se diferencian por su topografía, grado de perturbación, estado de la sucesión ecológica y su ubicación geográfica, lo cual incide en el estado de la vegetación.

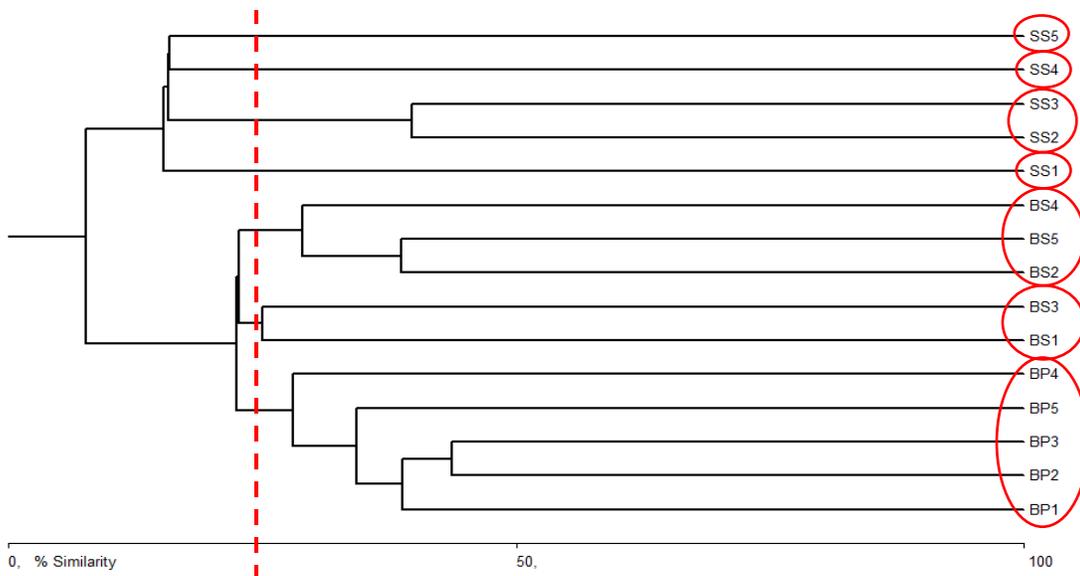


Figura 13. Dendrograma jerárquico como medida de diversidad beta a partir de la abundancia de especies por sitio de estudio.

5.2.7 ESPECIES COMO INDICADORES DE CAMBIOS

Del total de 174 especies inventariadas en este estudio, el 26 % de especies resultaron ser “indicadoras” y el 86 % resultaron ser “detectoras”, este resultado señaló un mayor porcentaje de especies que mostraron valores intermedios, siendo especies que proveen información de más de un hábitat y pueden dar nociones de la dirección de los cambios en la calidad del hábitat (grado de conservación o grado de perturbación).

En la tabla 31 se muestran las especies que mostraron los mayores valores de importancia ($\text{IndVal} \geq 50$) para cada sistema de bosque. En bosque primario se registraron un total de 11 especies indicadoras (24 %), mientras que el bosque secundario presentó un total de 8 especies indicadoras (17 %) y silvopastura fue el sistema que mayor cantidad de especies indicadoras presentó con más del 59 % de especies del total registradas (Tabla 31). Se puede observar que las especies indicadoras que se presentaron en silvopastura resultaron ser la que mayores valores presentaron, lo cual representa una indicación perfecta con el nivel de perturbación más alto y los sitios menos conservados de todas las áreas estudiadas, resultados similares encontraron González *et al.*, (2016) al demostrar la relación directa entre las especies indicadoras con mayores valores con los sitios que presentaron mayor perturbación para un bosque semideciduo mesófilo de la reserva de la biósfera Sierra del Rosario.

Tabla 31. Especies indicadoras por el método Valor-Indicador para las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo

Sitios	Nombre Científico	Medida de especificidad Aij	Medida de fidelidad Bij	Índice valor de indicador IndValij
Bosque Primario	<i>Guarea kunthiana</i>	0,685	1,000	68
	<i>Eschweilera coriacea</i>	0,940	0,667	63
	<i>Turpinia occidentalis</i>	0,929	0,667	62
	<i>Nectandra membranacea</i>	0,915	0,667	61
	<i>Protium sagotianum</i>	0,915	0,667	61
	<i>Protium nodulosum</i>	0,902	0,667	60
	<i>Cecropia sciadophylla</i>	0,807	0,667	54
	<i>Aspidosperma rigidum</i>	0,800	0,667	53
	<i>Inga auristellae</i>	0,795	0,667	53
	<i>Iriartea deltoidea</i>	0,758	0,667	51
	<i>Socratea exorrhiza</i>	0,753	0,667	50

Bosque Secundario	<i>Heisteria acuminata</i>	0,976	0,667	65
	<i>Vismia baccifera</i>	0,628	1,000	63
	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	0,917	0,667	61
	<i>Casearia arbórea</i>	0,905	0,667	60
	<i>Chrysophyllum cuneifolium</i>	0,855	0,667	57
	<i>Ficus glomerata</i>	0,836	0,667	56
	<i>Miconia multispicata</i>	0,781	0,667	52
	<i>Miconia elata</i>	0,770	0,667	51
Silvopastura	<i>Annona papilionella</i>	1,000	0,667	67
	<i>Artocarpus altilis</i>	1,000	0,667	67
	<i>Bactris gasipaes</i>	1,000	0,667	67
	<i>Bixa Orellana</i>	1,000	0,667	67
	<i>Caryodendron orinocense</i>	1,000	0,667	67
	<i>Chimarrhis glabriflora</i>	1,000	0,667	67
	<i>Croton lechleri</i>	1,000	0,667	67
	<i>Dussia tessmannii</i>	1,000	0,667	67
	<i>Guarea fistulosa</i>	1,000	0,667	67
	<i>Gustavia macarenensis</i>	1,000	0,667	67
	<i>Heliocarpus americanus</i>	1,000	0,667	67
	<i>Hieronyma duquei</i>	1,000	0,667	67
	<i>Cuatrec</i>	1,000	0,667	67
	<i>Inga multinervis</i>	1,000	0,667	67
	<i>Inga spectabilis</i>	1,000	0,667	67
	<i>Maclura tinctoria</i>	1,000	0,667	67
	<i>Mauritia flexuosa</i>	1,000	0,667	67
	<i>Piptadenia pteroclada</i>	1,000	0,667	67
	<i>Pleurothyrium cuneifolium</i>	1,000	0,667	67
	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	1,000	0,667	67
	<i>Pouteria caimito</i>	1,000	0,667	67
	<i>Rollinia mucosa</i>	1,000	0,667	67
	<i>Senna macrophylla</i>	1,000	0,667	67
	<i>Senna pallida</i>	1,000	0,667	67
	<i>Simira cordifolia</i>	1,000	0,667	67
	<i>Theobroma cacao</i>	1,000	0,667	67
	<i>Vitex cymosa</i>	1,000	0,667	67
<i>Ocotea javitensis</i>	0,526	1,000	53	

5.2.8 RELACIÓN DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA CON VARIABLES AMBIENTALES

Los resultados del análisis factorial realizado a partir de la comprobación de la multicolinealidad (correlación entre las variables de estructura y ambientales) reflejó mediante el análisis de las comunalidades las variables que mayor contribuyeron a la segregación, por lo tanto, consideradas las de mayor peso en el análisis multivariado, siendo el DAP, índice de Shannon, área basal, volumen, riqueza, perturbaciones y presencia de claros. La varianza total explicada (Tabla 32) reflejó a través de los autovalores que los dos primeros ejes son capaces de explicar el 85,178 % de la variabilidad presente en los datos, o sea un porcentaje elevado.

Tabla 32. Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
Abundancia	7,487	62,390	62,390	7,487	62,390	62,390
DAP	2,735	22,788	85,178	2,735	22,788	85,178
Shannon	,844	7,032	92,211			
Área basal	,469	3,910	96,121			
Volumen	,225	1,872	97,993			
Riqueza	,134	1,113	99,106			
Simpson	,058	,487	99,594			
Altitud	,026	,220	99,814			
Perturbaciones	,017	,143	99,957			
Pendiente	,003	,021	99,978			
Claro dosel	,002	,014	99,992			
Claro suelo	,001	,008	100,000			

La matriz de componentes principales (Tabla 33) descriptora de las variables ambientales y de estructura del bosque indicó que el primer componente revela una relación directa entre las perturbaciones y el gradiente altitudinal con la composición de la vegetación y el segundo componente confirma la relación entre el estado de desarrollo del bosque con la estructura, como indicador de la dinámica de las sucesiones ecológicas que se presentan en los sitios de estudio y la productividad del ecosistema.

Tabla 33. Matriz de componentes principales

	Componente	
	1	2
Abundancia	0,707	0,021
DAP	0,285	0,928
Shannon	0,925	-0,253
Área basal	0,328	0,938
Volumen	0,516	0,817
Riqueza	0,946	-0,124
Simpson	-0,840	0,229
Altitud	0,817	-0,400
Perturbaciones	0,979	-0,150
Pendiente	0,763	0,092
Claro dosel	-0,966	0,049
Claro suelo	-0,966	0,014

El diagrama espacial obtenido mediante el análisis de correspondencia sin tendencia para la matriz de especies y variables ambientales (Figura 14) describió un patrón de distribución espacial determinado por las 25 especies que mostraron mayor abundancia de especies. En las áreas de estudio es notable la abundancia de especies pioneras como elementos heliófitos propio de bosques secundarios tardíos, típicas de claro de bosques o sea de áreas abiertas, aunque en bosque primario predominó una cantidad de especies propias del bosque siempreverde piemontano de la zona baja de la microcuenca del río Puyo. Las especies de mayor abundancia reconocidas como pioneras fueron del género *Cecropia*, *Pourouma*, *Piptocoma*, *Inga* y *Miconia*. Los grupos de especies fueron diferenciados generalmente por su fisionomía, estructura ecológica, composición florística, estado de conservación de los sitios de estudio, topografía y localización de las áreas de estudio.

Se pudo comprobar que los sitios de bosque primario estuvieron más relacionados con el gradiente altitudinal y la pendiente, en cambio silvopastura formó un ángulo de 90⁰ con los transectos de bosque primario, lo cual indicó su posición en la parte más baja con patrones diferenciados en la distribución de las especies. El ordenamiento espacial distinguió el

distanciamiento de los sitios asociados a silvopastura en relación al resto, como reflejó de la distribución de especies y grado de perturbación.

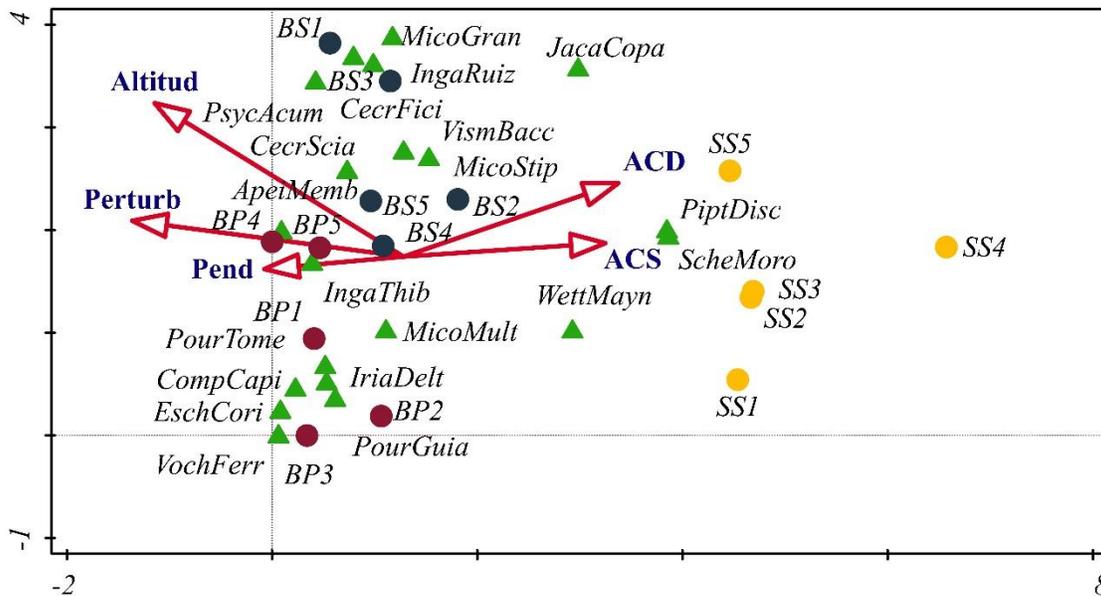


Figura 14. Diagrama espacial que representa el ordenamiento de las especies y las variables ambientales en los sitios de estudio de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

Leyenda: *Vochysia ferruginea* (VocFerr); *Eschweilera coriácea* (EschCori); *Compsonera capitellata* (CompCapi); *Pourouma tomentosa* (PouTome); *Pourouma guianensis* (PourGuia); *Iriartea deltoidea* (IriaDelt); *Miconia multispicata* (MicMult); *Inga thibaudiana* (IngaThib); *Apeiba membranácea* (ApeiMemb); *Cecropia sciadophylla* (CecrScia); *Psychotria acuminata* (PscAcum); *Cecropia sciadophylla* (CecrScia); *Cecropia ficifolia* (CecrFici); *Inga ruiziana* (IngaRuiz); *Miconia grandiflora* (MicoGran); *Vismia baccifera* (VismBacc); *Miconia stipitata* (MicoStip); *Wettinia maynensis* (WettMayn); *Schefflera morototoni* (ScheMoro); *Piptocoma discolor* (PiptDisc); *Jacaranda copaia* (JacaCopa)

Se demostró que los sitios que corresponden al bosque primario mostraron la mayor abundancia de especies (círculos de color rojo), destacándose BP1, BP2 y BP3 (tamaño de los círculos, Figura 15 a). Le sigue los transectos de bosque secundario (círculos color azul de menor tamaño que bosque primario) y por último los transectos de silvopastura (círculos de color amarillo de menor tamaño comparado con todos los sitios). Los transectos de bosque primario ocuparon la parte más alta del área de estudio, siendo muy vulnerable a fuertes lluvias y deslizamientos de suelo como factores naturales que propiciaron la caída de árboles. Se comprobó que los gradientes ambientales relacionados con la altitud, las perturbaciones y la pendiente se ubicaron

en una posición distante al factor asociado a las áreas de claros del dosel y de la superficie del suelo.

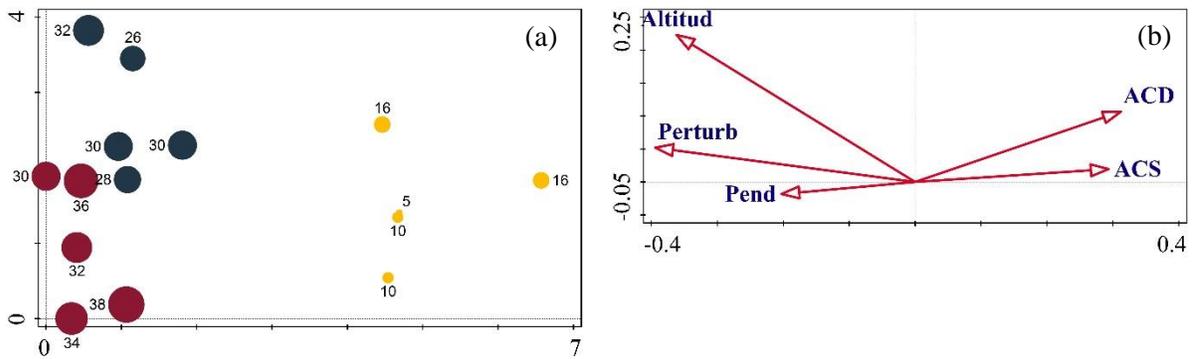


Figura 15. Distribución de la abundancia de especies por transectos (a) (Un aumento del tamaño de los círculos indica mayor cantidad de especies) y posición de los gradientes ambientales (b).

5.3 PROPUESTA DE RESTAURACIÓN FORESTAL MEDIANTE NUCLEACIÓN

5.3.1 FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA: PRINCIPIOS Y OBJETIVOS

En la zona baja de microcuenca del río Puyo se han identificado diversas actividades de carácter antrópico que ocasionan alteraciones en las áreas de bosque, sin embargo, es reconocido el alto compromiso ambiental de la región y el país para mantener la conservación y recuperación de los bosques y de la microcuenca, en particular, por sus importantes funciones hidrológicas, lo que ha promovido diferentes niveles de gestión enfocados en promover un trabajo mancomunado como una estrategia para la restauración forestal. El objetivo de la propuesta de restauración forestal está orientado a recuperar las áreas degradadas de bosques de la zona baja de la microcuenca del río Puyo, a partir de las bases teórico-práctico del estudio realizado sobre diagnóstico del estado de conservación, identificación de sitios prioritarios para la restauración y los parámetros de la estructura ecológica. Esto permitirá a través de las técnicas de restauración activa y pasiva el establecimiento de especies nativas del grupo ecológico de las pioneras como una opción apropiada para aumentar la cobertura del dosel y disminuir los pastos exóticos, mediante la nucleación como herramienta factible para la restauración, de tal manera que mejore estructuralmente las condiciones de los sitios perturbados y facilite la colonización de nuevas especies (Santos *et al.*, 2015) como contribución a la conservación de la biodiversidad de este importante reservorio de bosque. Esta propuesta involucra a los pobladores de la comunidad Lisan Wasi con alta disposición para participar en dicho proyecto, personal técnico de apoyo del GADPPz, del MAE, actores del proyecto “Restauración forestal de la microcuenca del río Puyo mediante técnicas de nucleación como contribución a los servicios ecosistémicos” de la Universidad Estatal Amazónica y la ONG “The Nature Conservancy”. La propuesta está estructurada en tres etapas (descriptiva, preparatoria y de restauración) que describen el proceso metodológico para la ejecución del proceso de restauración forestal (Figura 16).

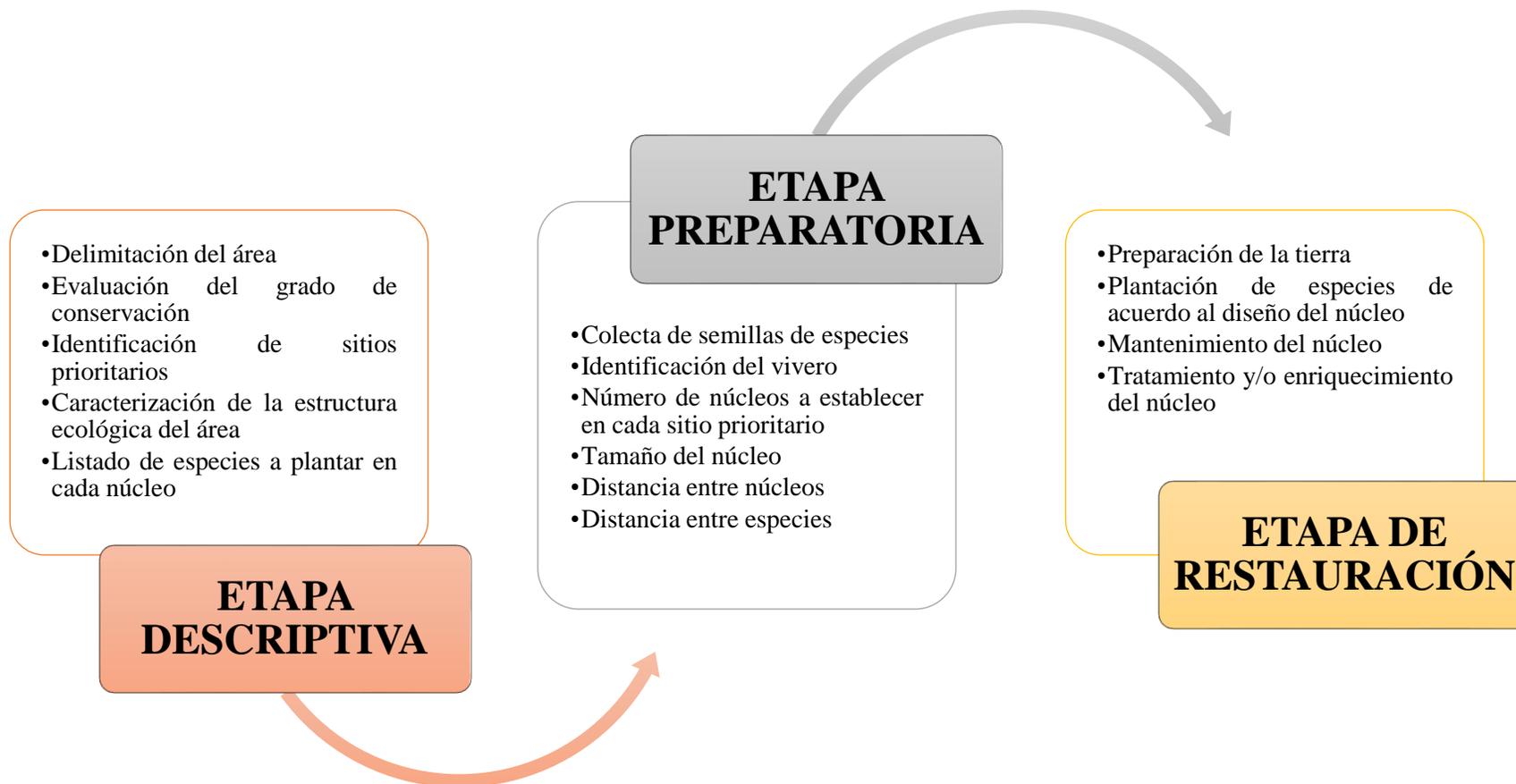


Figura 16. Esquema metodológico de la propuesta de restauración forestal con la aplicación de la técnica de nucleación en tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

5.3.2 ETAPA DESCRIPTIVA

Esta etapa conlleva el diagnóstico del estado actual del sitio que va a ser restaurado, ya que los datos resultantes proporcionan información importante para el manejo silvícola. Los objetivos uno y dos de la presente investigación proporcionan la información básica que requiere la etapa descriptiva previa a la iniciación del proceso de restauración. En esta etapa se desarrollaron las siguientes actividades:

- 1. Delimitación geográfica del área:** El área geográfica para la aplicación de esta propuesta de restauración forestal se delimita en el espacio geográfico que ocupan los sitios prioritarios de restauración forestal de tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo, que fueron determinados con criterios de prioridad de restauración nacional, así como la identificación de zonas con severos impactos de degradación y perturbación. De aquí se derivan mapas con las descripciones de cada sitio a restaurar.
- 2. Evaluación del grado de conservación y causas del deterioro de la vegetación:** Se evaluó el grado de conservación de las áreas de bosque de la presente investigación, utilizando criterios de modificación del área, así como el impacto provocado por las perturbaciones de carácter endógena o exógena, con lo cual se identificaron los sitios de mayor prioridad para implementar el proceso de restauración forestal. Se establecieron como perturbaciones de mayor importancia: los deslizamientos de suelos producidos por las frecuentes precipitaciones y las condiciones topográficas y fisiográficas que lo condicionan tales como la altitud y la pendiente, otros factores relevantes son los vientos, el pastoreo y los cultivos agrícolas.
- 3. Identificación de sitios prioritarios:** Los transectos BPT2 (Bosque Primario); BST2 y BST3 (Bosque Secundario); SST1, SST2, SST3, SST4 y SST5 (Silvopastura) resultaron los sitios priorizados para implementar la propuesta de restauración forestal (Tabla 34), al obtener los valores más bajos en las categorías de conservación evaluadas como consecuencia de los impactos severos que está sufriendo este ecosistema, y resultando los sitios de mayor prioridad para buscar procesos de recuperación del ecosistema en nivel alto de degradación y destrucción.

Tabla 34. Sitios priorizados para el proceso de restauración en tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo

CÓDIGO	TIPO DE BOSQUE	PARCELA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
			Longitud	Latitud	Altitud
BPT2	Primario	Transecto 2	842718,79	9822176,97	935 msnm
BST2	Secundario	Transecto 2	845086,07	9821793,95	965 msnm
BST3	Secundario	Transecto 3	845223,15	9821812,55	968 msnm
SST1	Silvopastura	Transecto 1	844266,09	9823903,73	880 msnm
SST2	Silvopastura	Transecto 2	844266,24	9823953,74	875 msnm
SST3	Silvopastura	Transecto 3	844308,31	9823975,62	883 msnm
SST4	Silvopastura	Transecto 4	844290,52	9824048,69	881 msnm
SST5	Silvopastura	Transecto 5	844339,62	9824081,55	878 msnm

Además, se consideraron como sitios claves para el inicio del proceso de restauración los claros de mayor tamaño identificados en cada uno de estos transectos de estudio (Tabla 35).

Tabla 35. Claros de mayor tamaño identificados en los transectos priorizados para el proceso de restauración de la zona baja de la microcuenca del río Puyo

CÓDIGO	TIPO DE BOSQUE	PARCELA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
			Longitud	Latitud
BPT2_02	Primario	Transecto 2	842720,29	9822144,16
BPT2_03	Primario	Transecto 2	842720,37	9822130,74
BPT2_05	Primario	Transecto 2	842725,58	9822104,94
BST2_04	Secundario	Transecto 2	845127,89	9821781,31
BST2_05	Secundario	Transecto 2	845112,04	9821783,87
BST3_01	Secundario	Transecto 3	845194,22	9821838,64
BST3_02	Secundario	Transecto 3	845185,23	9821849,54
BST3_03	Secundario	Transecto 3	845161,30	9821867,74
SST1_01	Silvopastura	Transecto 1	844266,09	9823903,73
SST2_01	Silvopastura	Transecto 2	844330,25	9823953,56
SST3_01	Silvopastura	Transecto 3	844308,31	9823975,62
SST4_01	Silvopastura	Transecto 4	844290,52	9824048,69
SST5_01	Silvopastura	Transecto 5	844339,62	9824081,55

4. Caracterización de la estructura ecológica del área: El objetivo dos de la presente investigación reúne todos los criterios de la estructura ecológica que caracteriza a las tres áreas de bosque, con todos los parámetros a ser considerados en el proceso de restauración forestal. Esto permitió identificar que en la zona de estudio hubo alteraciones en la estructura vertical y horizontal del bosque, por lo que se requiere acciones silvícolas que favorezcan un equilibrio en la estructura del bosque siempreverde piemontano.

Se identificó que el área que mayor alteración en su estructura vertical y horizontal fue el sistema silvopastoril, al reportar los valores más bajos de altura y DAP, así como los valores más bajos de diversidad, no obstante, los valores de diversidad resultantes en los otros sistemas (Bosque Primario y Secundario) también mostraron un comportamiento similar al silvopastoril. Con estos resultados se corrobora los sitios prioritarios establecidos en la tabla 34, no solo por ser los menos conservados sino también por ser sitios que se encuentran estructuralmente alterados por perturbaciones naturales o antrópicas.

5. Selección de especies para el proceso de restauración: La selección de especies para el proceso de restauración resultó del análisis del peso ecológico en cada sistema de bosque y de las especies pioneras con capacidad para colonizar los parches de vegetación. En la tabla 36 se presenta el listado de las especies que serán utilizadas en el proceso de restauración forestal.

Tabla 36. Listado de especies a utilizar para el proceso de restauración forestal en la zona baja de la microcuenca del río Puyo

Sitio de distribución	Nombre científico	Familia
Bosque Primario	<i>Vochysia ferruginea</i>	Vochysiaceae
	<i>Pourouma tomentosa</i>	Urticaceae
	<i>Pourouma guianensis</i>	Urticaceae
	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Urticaceae
	<i>Inga thibaudiana</i>	Fabaceae
Bosque Secundario	<i>Rollinia pittieri</i>	Annonaceae
	<i>Jacaranda copaia</i>	Bignoniaceae
	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
	<i>Cecropia membranaceae</i>	Urticaceae
	<i>Pourouma tomentosa</i>	Urticaceae
Silvopastura	<i>Chimarrhis glabriflora</i>	Rubiaceae
	<i>Jacaranda copaia</i>	Bignoniaceae
	<i>Inga edulis</i>	Fabaceae
	<i>Heliconia americana</i>	Malvaceae
	<i>Schefflera morototoni</i>	Araliaceae
	<i>Rollinia mucosa</i>	Annonaceae

5.3.3 ETAPA PREPARATORIA

Una vez que se ha delimitado como el área geográfica para la implementación de esta propuesta de restauración forestal los claros de bosque de los transectos (BPT2, BST2, BST3, SS1, SS2, SS3, SS4, SS5) de las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo, así como se ha caracterizado la zona y se conocen las principales perturbaciones que están incidiendo en el lugar, se continúa con la etapa preparatoria que conlleva todas las actividades previas al inicio de la restauración *in situ*, entre las principales actividades que se deben desarrollar durante esta etapa se proponen las siguientes:

1. Recolección de semillas: La etapa de recolección de semillas se realizará *in situ* a partir de las especies seleccionadas que se encuentran en los sitios priorizados en la propuesta de restauración. Para ello se propone planificar y desarrollar una exploración en los sitios priorizados, de manera tal que permita la selección de árboles candidatos a semilleros a partir de sus características fenotípicas (altura, diámetro, desarrollo de la copa, incidencia de plagas y enfermedades, predominio de ramas (pagiotrópicas y ortotrópicas) y calidad de fuste (bifurcado, torcido, recto). Para la exploración del proceso de recolección de semillas se deberá tener en consideración los siguientes aspectos:

- Conformar un equipo de exploración y recolección de semillas. Este equipo estará conformado por integrantes del proyecto “Restauración forestal con técnicas de nucleación de la microcuenca del río Puyo como contribución a los servicios ecosistémicos”, por los pobladores de la comunidad Lisan Wasi y el personal técnico de apoyo del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza (GADPPz) y del Ministerio de Ambiente de Ecuador (MAE).
- Determinar la forma de recolección de semillas. La forma de recolección será por escalera, por espolones, mediante recolección directa del suelo, sistema de recolección con tijera podadora. En esta fase es importante considerar la estrategia de regeneración de las especies presentes en el sitio, determinado por el banco de semillas para las especies pioneras y el banco de plántulas para las especies tolerantes a la sombra.
- Planificar un itinerario de recolección. Se requiere elaborar una primera aproximación de un calendario fenológico de las especies que serán incluidas en el proceso de recolección, el cual será construido a partir de información bibliográfica de la época de floración,

fructificación y producción de semillas, además de los recorridos in situ que permitan constar el estado de madurez fisiológico de las semillas forestales.

- Preparar materiales, insumos y equipos. Esta actividad requiere de la adquisición de fundas ziploc, camas para recolección de semillas, fundas para recolección de plántulas, esponoles, escaleras, etc.
- Asignación de número de recolección. Las muestras de semillas serán codificadas según el sitio donde serán recolectadas.
- Llenado de una ficha de recolección. Se constará con una ficha de recolección que facilite toda la información correspondiente a la especie, familia, género, sitio, coordenadas geográficas y características fenotípicas del árbol madre.
- Pruebas de calidad de las semillas: Se realizarán actividades de limpieza, almacenamiento y ensayos de calidad de las semillas. En las condiciones de laboratorio se determinarán pruebas físicas y bioquímicas que faciliten evaluar la calidad de las semillas, debiendo tener en cuenta criterios como: su estado de salud, madurez fisiológica, viabilidad, capacidad germinativa y energía germinativa.

2. Vivero: Una de las principales perturbaciones que se registraron en el sistema silvopastoril del área de estudio fue la intensidad de actividades de pastoreo, lo cual se realiza como una de las actividades de carácter económico en la comunidad Lisan Wasi. Con la finalidad de eliminar esta perturbación para poder garantizar el proceso de restauración, se propone realizar un vivero conjuntamente con la comunidad Lisan Wasi, que es una comunidad organizada, a fin de realizar el proceso de germinación de las semillas colectadas, esta actividad es vital para la ejecución del proceso de restauración ya que se requiere la aprobación y autorización de los propietarios de la tenencia de la tierra donde se ha realizado esta investigación. De esta manera, el proyecto de restauración favorece ambiental y socioeconómicamente a los habitantes de la localidad. Para la construcción del vivero se debe considerar las siguientes actividades:

- Seleccionar el área para la ubicación del vivero. Esto se realizará considerando aspectos como el abastecimiento de agua, la topografía del terreno y las condiciones ambientales. Se considera que el mismo debe estar ubicado cerca de las instalaciones de la comunidad Lisan Wasi.

- Seleccionar el tamaño del vivero. Esta acción se realizará en relación directa con la cantidad de plántulas que se necesita producir y el área que se va a restaurar. El tamaño del vivero será de 16 m de largo x 6 m de ancho con una capacidad de producción de hasta 8 mil plantas.
- Seleccionar el tipo de vivero. El vivero será temporal, lo cual estará en correspondencia con las etapas de producción de plantas.
- Establecer tipo de producción de plantas. El tipo de producción de plantas será en envase y a raíz desnuda. Para la producción de plantas en envase se utilizarán fundas de polietileno de bajo costo y para la producción a raíz desnuda se construirán semilleros al aire libre, semilleros de camas, semilleros tipo túnel.
- Elaborar y preparar sustratos. Esta fase comprende el uso de compost producido por los integrantes de la propia comunidad Lisan Wasi, sustratos producidos por el GAPPz, suelo procedente de áreas de bosques, turberas y tamo de arroz.
- Establecer las condiciones físicas y ambientales favorables para la germinación de las semillas. El vivero constará de plástico con la medida de 70% de retención de luz y malla sarán para la protección física de las plantas del ambiente externo.
- Realizar un control diario en el vivero. Se construirá una tabla de control de germinación que permita la obtención de datos del proceso de germinación. La tabla incluirá datos del nombre local de la especie, procedencia, número de semillas germinadas con acumulación diaria.
- Realizar labores culturales al vivero. Esta acción comprende actividades como el riesgo alterno en horarios antes de las 10:00 AM o después de las 4:00 PM para evitar la transpiración en horarios de mayor insolación, limpieza y deshierbe.

3. Número de núcleos a establecer en cada sitio prioritario: La propuesta de restauración forestal propone la implementación de 13 núcleos, que serán establecidos en cada área de claro registrado dentro de los transectos del bosque, que han sido priorizados para el proceso de restauración, por lo tanto, se propone realizar tres núcleos en el transecto BPT2, dos núcleos en BST2, tres núcleos en BST3 y un núcleo en cada transecto del sistema silvopastoril.

4. Tamaño del núcleo: Para bosque primario y secundario se propone que cada núcleo tenga un área de 144 m^2 con un diseño de $12 \text{ m} \times 12 \text{ m}$ (Figura 17), esto debido a que el área de los claros registrados en bosque primario y secundario resultaron más pequeños.

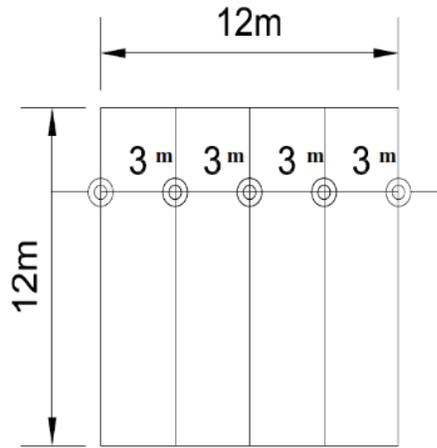


Figura 17. Diseño del núcleo para bosque primario y secundario para el proceso de restauración en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

Para el sistema silvopastoril se propone un área mayor para el diseño del núcleo (Figura 18), con la finalidad de cubrir mayores aperturas de dosel que se registraron en los transectos de esta área.

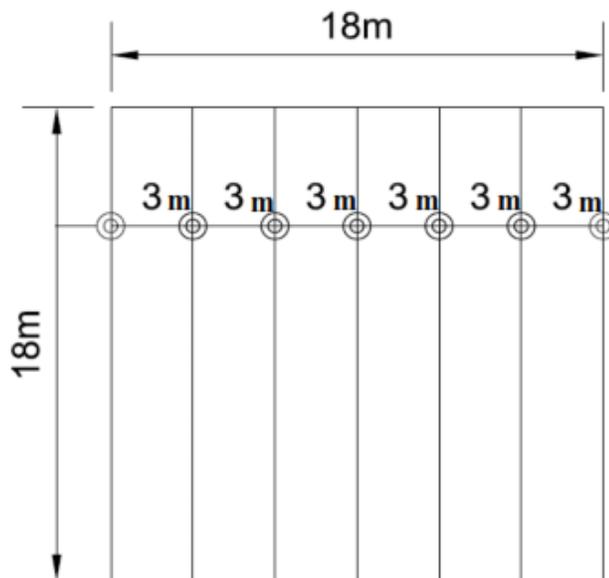


Figura 18. Diseño del núcleo para el sistema silvopastoril para el proceso de restauración en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

- 5. Distancia entre especies:** La distancia que se utilizará para el esquema de plantación será de 3 m x 3 m, considerando lo recomendado por (Wightman, 2006) donde refiere que se debe plantar árboles a una distancia de 3 m x 3 m para especies maderables tropicales. En cuanto a los hoyos de plantación sería factible hacerlos con un tiempo de antelación de dos meses antes de plantar para que las propiedades del suelo puedan mejorar en ese tiempo, los hoyos se realizarán con unas dimensiones de 40 x 40 x 40 cm, a partir de los criterios de Bannister (2015).
- 6. Distribución de especies en el núcleo:** Para la distribución de especies se ha considerado ubicar a las especies de mayor importancia desde el centro, que es la parte medular del núcleo, y se distribuirá progresivamente hacia los extremos del núcleo como se presenta en la Figura 19 y 20 para los sistemas bosque primario y secundario; y silvopastura respectivamente.

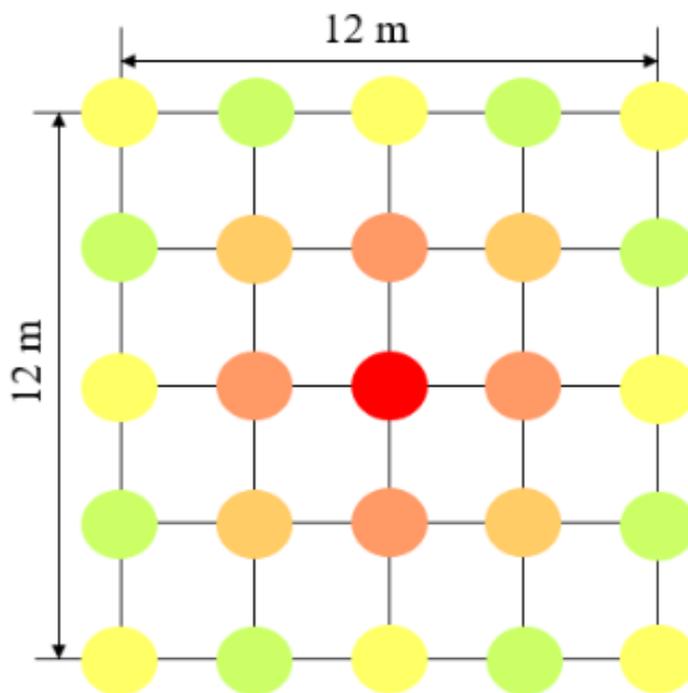


Figura 19. Modelo de distribución de especies dentro del núcleo diseñado para bosque primario y secundario para el proceso de restauración en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

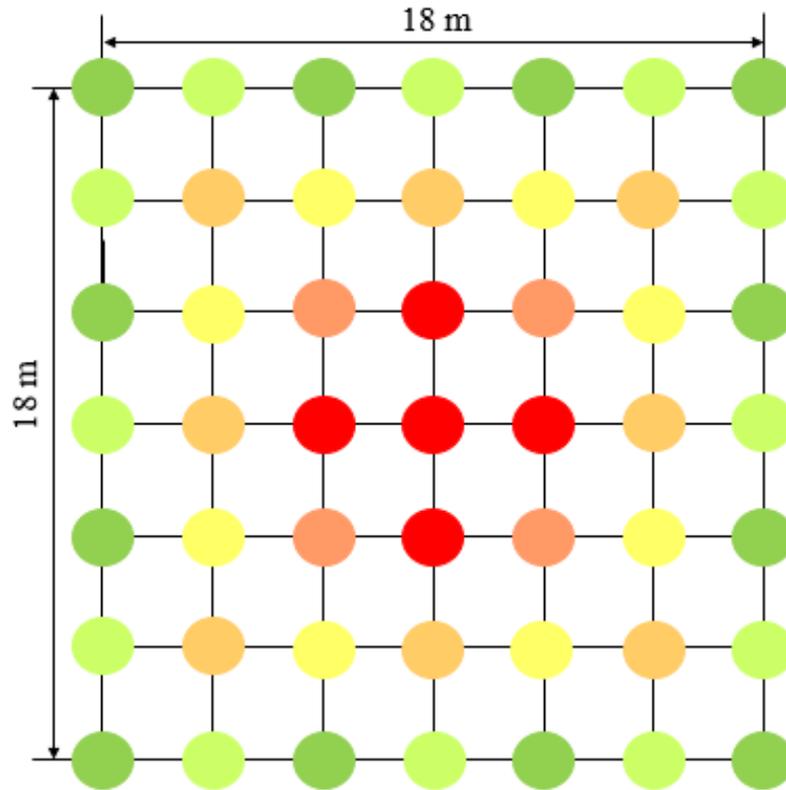


Figura 20. Modelo de distribución de especies dentro del núcleo diseñado para silvopastura para el proceso de restauración en la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

Las especies consideradas en el diseño de cada núcleo son especies pioneras (heliófitas) que facilitarán la colonización de espacios abiertos y además que presentaron alto peso ecológico en cada sistema de bosque. El centro del núcleo en bosque primario lo conformó *Vochysia ferruginea*, en bosque secundario *Rollinia pittieri* y en silvopastura *Chimarrhis glabriflora*. En la Tabla 37 se presenta el número de individuos que se va a utilizar por cada especie de acuerdo al sistema de bosque.

Tabla 37. Número de especies e individuos a utilizar en cada núcleo por sistema de bosque para el proceso de restauración en la zona baja de la microcuenca del río Puyo

Sitio	Codificación por color	Especie	Individuos
Bosque Primario		<i>Vochysia ferruginea</i>	1
		<i>Pourouma tomentosa</i>	4
		<i>Pourouma guianensis</i>	4
		<i>Cecropia sciadophylla</i>	8
		<i>Inga thibaudiana</i>	8

Bosque Secundario		<i>Rollinia pittieri</i>	1
		<i>Jacaranda copaia</i>	4
		<i>Cordia alliodora</i>	4
		<i>Cecropia membranaceae</i>	8
		<i>Pourouma tomentosa</i>	8
Silvopastura		<i>Chimarrhis glabriflora</i>	5
		<i>Jacaranda copaia</i>	4
		<i>Inga edulis</i>	8
		<i>Heliocarpus americanus</i>	8
		<i>Schefflera morototoni</i>	12
		<i>Rollinia mucosa</i>	12

5.3.4 ETAPA DE RESTAURACIÓN

Esta etapa conlleva la ejecución del proceso de restauración, durante la cual se aplicarán las técnicas y métodos definidos sobre la base del trabajo anteriormente realizado y que garantizarán el éxito. Se propone que durante esta etapa se vincule a los pobladores de la localidad para que sean actores activos durante todo el proceso de restauración. Para esta etapa se proponen las siguientes actividades:

-Preparación de la tierra: Se deberá realizar una preparación manual, microlocalizada de la tierra, cuidando la regeneración natural.

-Plantación de especies de acuerdo al diseño del núcleo: Una vez que se tenga la preparación del suelo se llevarán las plántulas con todas las medidas de protección hasta el sitio de plantación. Se utilizará el método de plantación directa en los sitios que corresponden a silvopastura donde el área de perturbación es mayor. En los sitios de bosque primario y secundario la técnica de plantación que se empleará será enriquecimiento de especies en los espacios donde se identificó claros de menor tamaño. En estas áreas también se empleará acciones silvícolas que favorezcan el estado de la regeneración natural. En los sitios con mayores pendientes superiores a 10 % y de altitud elevada se realizará enriquecimiento de especies bajo dosel y la plantación será en curvas de nivel.

-Mantenimiento del núcleo: Si bien la plantación debe ser una tarea bien estudiada y cuidadosa, el mantenimiento, como conjunto de labores culturales debidamente planificadas y correctamente ejecutadas, que tiene como fin asegurar la supervivencia de las pequeñas plantas aun antes de nacer (en el caso de plantación directa) es imprescindible. Por lo tanto, los objetivos

fundamentales que se persiguen con esta acción, independientemente de las intervenciones silviculturales, deben ir encaminados a:

- Mantener la población de individuos dentro de un nivel adecuado.
- Contrarrestar la mortalidad.
- Luchar contra incendios.
- Luchar contra agentes climáticos adversos.
- Ayudar a las plantas jóvenes a liberarse de la competencia o ataque de agentes varios como la maleza, las plagas, etc.
- Mantener o mejorar las condiciones de crecimiento de los árboles.
- Aumentar el crecimiento de las plantas mediante la intervención en las condiciones físicas, químicas e hídricas del suelo.
- Luchar contra la erosión.

-Monitoreo y control de supervivencia: Se realizará un monitoreo de las plantas establecidas al interior de cada núcleo durante la primera fase de establecimiento de las plántulas y se controlará el porcentaje de plantas que hayan sobrevivido y muerto de cada núcleo. Se realizará un registro de datos del proceso de crecimiento y desarrollo de las especies en el interior de los núcleos como: altura, diámetro en la base, estado de salud, número de hojas.

-Tratamiento y/o enriquecimiento del núcleo: Los tratamientos que se proponen son los siguientes: Limpias, raleo selectivo (cortas para liberar espacios de entrada de luz dirigido a los sitios prioritarios), liberación de copas para favorecer la regeneración natural de las especies que van aflorando en el sitio. Otro tratamiento a establecer en los sitios es el establecimiento de perchas artificiales, a partir de la recolección de troncos de árboles caídos en los sitios de estudio que facilitarán incremento de biodiversidad en los sitios seleccionados.

CONCLUSIONES

- Se identificaron como sitios priorizados para el proceso de restauración los transectos T2 de bosque primario, T2 y T3 de bosque secundario; y, los cinco transectos del sistema silvopastoril. Esto reflejó los bajos valores del estado de conservación, ubicándose en las categorías “Poco Conservado” y “No Conservado” como reflejo del conjunto de indicadores ecológicos.
- En los sitios priorizados se identificó los claros de mayor tamaño como áreas claves para el inicio del proceso de restauración, estas aperturas de dosel fueron originadas en bosque primario y secundario por perturbaciones de carácter natural provocadas por las características topográficas propias de la zona y en el sistema silvopastoril, principalmente, por las actividades antrópicas de pastoreo y cultivos que han degradado drásticamente este sistema.
- Las áreas de bosque mostraron alteraciones en la estructura ecológica al presentar mayor abundancia de especies en el estrato medio (10 m - 20 m), predominio de árboles en la clase diamétrica más baja (Clase I: 10 cm - 20 cm), lo cual reveló la vulnerabilidad de los tres sistemas como reflejo de las perturbaciones, resultando el sistema silvopastoril el sitio con mayores alteraciones.
- Las tres áreas de bosque mostraron baja diversidad a escala alfa y beta; y, un marcado patrón del comportamiento diferenciado de la vegetación entre los sistemas de estudio, además las tres áreas presentaron especies indicadoras de cambios, siendo el sistema silvopastoril el sitio que presentó mayor cantidad de especies indicadoras (> 59).
- Las especies que resultaron de mayor importancia para los tres sistemas de bosques por su peso ecológico, abundancia y presencia en claros, así como por su posición social relativa fueron: *Iriartea deltoidea* (bosque primario), *Miconia multispicata* (bosque secundario) y *Chimarrhis glabriflora* (silvopastura), resultando especies claves para el mantenimiento de la estructura de este ecosistema.
- La propuesta de restauración forestal fue diseñada en función de los criterios del estado de conservación y las alteraciones en la estructura ecológica de cada sistema de bosque. Se fundamentó la metodología y principios necesarios para implementar el proceso de

restauración mediante la aplicación de la técnica de nucleación, considerando en el centro del núcleo especies pioneras y de alto valor ecológico, se diseñaron de 13 núcleos (tres en bosque primario, cinco en bosque secundario y cinco en silvopastura), con la finalidad de recuperar los ecosistemas degradados de la microcuenca del río Puyo.

RECOMENDACIONES

- Implementar la propuesta de restauración forestal como una herramienta viable en la recuperación y restauración de ecosistemas degradados en la zona baja de la microcuenca del río Puyo, propiciando la participación conjunta y la concientización ambiental por parte de los moradores de las comunidades de Cotococha y Lisan Wasi.
- Realizar la validación de la propuesta de restauración forestal con actores locales gubernamentales y no gubernamentales, a fin de obtener una fuente de financiamiento externa que garantice la ejecución del proyecto y que brinden el acompañamiento técnico en el desarrollo de la restauración forestal.
- Realizar un programa de seguimiento y monitoreo constante al proceso de restauración forestal con la finalidad de evaluar el impacto en la recuperación de los ecosistemas de las tres áreas de bosque que actualmente se encuentran en un alto grado de degradación.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, V. Araujo, P. Iturre, M. (2006). Caracteres estructurales de las masas. Facultad de ciencias forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. EBookISBN 978-987-1676-34-7.
- Aguilera Albán, K. B. (2018). El estado del arte de la Restauración Ecológica en Los Andes ecuatorianos hasta el año 2016. (Tesis inédita de maestría). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Geografía. Quito, Ecuador.
- Aguirre M., N., Torres C., J. y Velasco-Linares, P. (2013). Guía para la restauración ecológica en los páramos del Antisana. Ministerio del Ambiente. Quito, Ecuador.
- Aguirre M., Z. (2013). Guía de métodos para medir la biodiversidad. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja, Ecuador.
- Álvarez Alcázar, L. (2018). Estudio del crecimiento diamétrico y estado de un bosque tropical intervenido en Yucatán de Pital de San Carlos. (Tesis inédita de posgrado). Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Alvis Gordo, J. F. (2009). Análisis Estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 7: 115-122.
- Armenteras, D., González, T.M., Luque-Moreno, F., Rodríguez, N., Argotty, F., Bonfl, C., Espinosa, C.I., Luis Machín, J.A., Rejalaga Noguera, L., Ruiz Gómez, V., Gusmán, E., Herrera, A., Funes, I., Savé, R., Jara, A., Ramón, P., Retana, J., Espelta, J.M. (2015). IBERO REDD+. Red CYTED para el monitoreo del estado de la conservación y recuperación de bosques húmedos y secos en Latinoamérica en el contexto de la deforestación evitada. Síntesis de avances en la implementación de REDD + en los países participantes de la Red IBERO REDD+ en América Latina. Publicado por Cyted+. 52 p.
- Bechara, F. C., Dickens, J. S., Farrer, E. C., Larios, L., Spotswood, E. N., Mariotte, P. y Suding, K. N. (2016). Neotropical rainforest restoration: comparing passive, plantation and nucleation approaches. *Biodiversity and Conservation* 25(11). Doi: 10.1007/s10531-016-1186-7.

- Blanco, J.A. (2017). Bosques, suelo y agua: explorando sus interacciones. *Ecosistemas* 26(2): 1-9. Doi.: 10.7818/ECOS.2017.26-2.01
- Boanares, D. y Schetini de Azevedo, C. (2014). The use of nucleation techniques to restore the environment: a bibliometric analysis. *Natureza y Conservação*. 12(2): 93–98.
- Catalá, E. I. (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia*, 36(1), 31-38.
- Chazdon, R. L. (2014). *Second growth: the promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation* University of Chicago Press, Chicago
- Corbin, J. D. y Holl, K. D. (2012). Applied nucleation as a forest restoration strategy. *Forest Ecology and Management*, 265, 37-46.
- Cordero, D. (2011). *Los bosques en América Latina*. Fundación Friedrich Ebert, FES-ILDIS. Ecuador. Edición Raúl Borja.
- Cuesta, F., Peralvo, M., Baquero, F., Bustamante, M., Merino-Viteri, A., Muriel, P., Freile, J. y Torres, O. (2013). *Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el Ecuador Continental*. Ministerio de Ambiente, CONDESAN, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, GIZ.
- Dezseo, N., Maquirino, P., Berry, P. y Aymard, G. (2000). Principales tipos de bosque en el área de San Carlos de Río Negro, Venezuela, *Scientia Guaianae* 11:15-36.
- Dhyani, S., Maikhuri, R. K. y Rao, K. S. (2018). Canopy Gap phase regeneration: A study in moist temperate forests of Central Himalayas, India. *Sustainable Forestry*, 1(4).
- Díaz-Páez, M. y Polanía, J. (2017). Experiencia piloto de nucleación con especies nativas para restaurar una zona degradada por ganadería en el norte de Antioquia, Colombia. *Biota Colombiana* 18 - Suplemento 1. DOI: 10.21068/c2017.v18s01a03.
- DJI Sciences and Technologies Ltd. (2017). *Guía de inicio rápido para aeronave no tripulada Mavic Air V1.0*.

- Drossler, V. L., y Lupke, B. V. (2007). Stand structure, regeneration and site conditions in two virgin beech forest reserves in Slovakia. *Allgemeine Forst Und Jagdzeitung*, 178(7-8), 121-135.
- Echeverría, C., Newton, A., Nahuelhual, L., Coomes, D. y Rey-Benayas, J.M. (2012). How landscapes change: integration of spatial patterns and human processes in temperate landscapes of southern Chile. *Applied Geography*, 32, pp. 822-831.
- Escobar, N. (2015). Diagnóstico de la Composición Florística Asociada a Actividades Agropecuarias en el Cerro Quinini, Colombia. *Revista Ciencias Agropecuarias* 1(1):10-28.
- Estrada Trochez, E. y Delgado Rodríguez, L. D. (2018). Efectos del aprovechamiento de madera en bosques latifoliados tropicales con énfasis en Centroamérica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- FAO and United States Forest Service. (2008). *Natural Inquirer – The World’s Forest Edition* Vol. XI, No. 1.
- FAO. (2018). *El estado de los bosques del mundo - Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible*. Roma., Italia.
- FAO. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales. Informe principal*. Roma, Italia
- Feldmann, E., Dröbner, L., Hauck, M., Kucbel, S., Pichler, V., & Leuschner, C. (2018). Canopy gap dynamics and tree understory release in a virgin beech forest, Slovakian Carpathians. *Forest Ecology and Management*, 415, 38-46.
- Finol, U.H. (1976). Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques venezolanos. *Revista Forestal Venezolana*, 19(26):17-44.
- Franks, S.J. (2003). Facilitation in multiple life-history stages: evidence for nucleated succession in coastal dunes. *Plant Ecology* 168: 1-11.
- Frene Conget, C. (2019). *Sucesión Forestal en Microcuencas del Sur de Chile: consecuencia de las perturbaciones en las funciones ecosistémicas y sistemas sociales*. (Tesis inédita de doctorado). Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.

- GADM Mera. (2015). Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial del Cantón Mera. Mera, Pastaza.
- GADM Pastaza. (2015). Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial del Cantón Pastaza. Puyo, Pastaza.
- GADP Pastaza. (2017). Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de la Provincia de Pastaza al Año 2025. Puyo, Pastaza.
- Gómez-Ruiz, P. A. y Lindig-Cisneros, R. (2017). La restauración ecológica clásica y los retos de la actualidad: La migración asistida como estrategia de adaptación al cambio climático. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(2), 31.
- González, A. J., Andrade, G. A. P., Sospedra, R. S. y Rodríguez, M. P. R. (2016). Perturbaciones humanas sobre la composición y estructura del bosque semidecídulo mesófilo, reserva de la biosfera Sierra del Rosario, Cuba. *SATHIRI*, (10), 196-206.
- Grijalva, J., Checa, X., Ramos, R., Barrera, P., Vera, R. y Sigcha, F. (2015). Estado de los Recursos Genéticos Forestales en Ecuador. Programa Nacional de Forestería del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador. Publicación Miscelánea No. 424.
- Hamilton, L.S. (2009). Los bosques y el agua. Estudio temático elaborado en el ámbito de la evaluación de los recursos forestales mundiales 2005. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Roma.
- Holzman, C. P. (2018). Plan Nacional de Restauración de Bosques Nativos (p. 12). Mexico: Ministro de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.
- INIAP. (2012). Situación de los recursos genéticos Forestales. Programa Nacional de Forestería. Estación Experimental Santa Catalina. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Ecuador.
- Isaacs-Cubides, P. J., Trujillo-Ortiz, L. N. y Jaimes, V. (2017). Zonificación de alternativas de conectividad ecológica, restauración y conservación en las microcuencas Curubital, Mugroso, Chisacá y Regadera, cuenca del río Tunjuelo (Distrito Capital de Bogotá), Colombia. *Biota Colombiana*, 18(1), 70-88.

- Jayakumar, S. Seong, S. K.; Joon, H. (2011). Floristic inventory and diversity assessment - a critical review. *International Academy of Ecology and Environmental Sciences* 1(3-4):151-168 p.
- Kappelle, M. (2004). *Diccionario de la Biodiversidad*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) & Cooperación Española (AECI).
- Louman, B., Quiros, D. y Nilsson, M. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie técnica. Manual técnico N° 46.
- López, M. V. (2016). *Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias*. México.
- Lozano, P., Armas, A., Gualán, M. y Gualpa, M. (2018). Diversidad y composición florística del Bosque Los Búhos ubicado en la provincia de Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, 9(3), 12-28.
- MAE. (2017). *Deforestación del Ecuador Continental período 2014-2016*, Quito-Ecuador.
- MAE. (2013). *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito
- Tejeda-Cruz, C., Mehlreter, K., y Sosa, V. J. (2008). Indicadores ecológicos multi-taxonómicos. En Manson, R. H. (Ed.). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación* (pp. 271-278). Instituto Nacional de Ecología.
- McDonald, T., Gann, G. D., Jonson, J. y Kingsley, W. D. (2016). *International standards for the practice of ecological restoration including principles and key concepts*. Society for Ecological Restoration, Washington, DC.
- Maldonado O., E. E. (2016). *Estructura y composición florística del bosque siempreverde Montano Bajo de la microcuenca el Suhi, Palanda, Zamora Chinchipe, Ecuador*.
- Martínez, C. y Robles, M. (2018). *Lineamientos para fortalecer la gestión del patrimonio natural en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Ministerio del Ambiente, Conservación Internacional Ecuador y The Nature Conservancy. Quito, Ecuador.

- Matos Mederos, J. y Ballate Denis, D. (2006). ABC de la Restauración Ecológica. Villa Clara, Cuba.
- Meave del Castillo, J. A., Romero Romero, M. A., Salas Morales, S. H., Pérez García, E. A. y Gallardo Cruz, J. A. (2012). Diversidad, amenazas y oportunidades para la conservación del bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca, México.
- Meli, P. (2003). Restauración ecológica de bosques tropicales. Veinte años de investigación académica. *Interciencia*, 28(10), 581-589.
- Mendoza Mendoza, J. G., & Garza, J. B. (2009). La medición en el proceso de investigación científica: Evaluación de validez de contenido y confiabilidad (Measurement in the scientific research process: Content validity and reliability evaluation). *Innovaciones de negocios*, 6(11), 17-32.
- Mendoza Pérez, C., Vitola Quintero, M., López Osorio, T. L. y Rodríguez Ortiz, T. J. (2019). Caracterización de las especies de mangle ubicadas en inmediaciones de la escuela naval de cadetes “Almirante Padilla”. *Revista Científica Anfibios*, 2(1), 83-93.
- Mejía, A. R. (2005). Propuesta Metodológica para seleccionar especies pioneras leñosas con fines de restauración ecológica, dentro de La Reserva Biológica Cachalú (Encino-Santander). *Colombia forestal*, 9(18), 52-59.
- Mintegui Aguirre, J. A., Robredo Sánchez, J. C., García Viñas, J. I. y López Leiva C. (2006). Introducción a la restauración hidrológico-forestal de cuencas hidrográficas. *Ecología* 20, 389-414
- Monteira, A. (2017). Conservación, restauración y patrimonio de los ecosistemas naturales y antropogénicos. *Chile*, (22), 127.
- Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S., Simpson, A. G. B., y Worm, B. (2016). How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? *PLOS Biology*, 9(8).
- Palacios, W. A. (2004). Forest species communities in tropical rain forests of Ecuador. *Lyonia*, 7(1), 33-40.

- Proaño, R. y Duarte, N. (2018). Planificación para la implementación de prácticas de restauración a escala local. En: Proaño, R.; Duarte, N.; Cuesta, F.; Maldonado, G. (Eds.). (2018). Guía para la restauración de bosques montanos tropicales. CONDESAN. Quito, Ecuador.
- Ramos, M. M., Peláez, E. J. J., Asbjornsen, H., Martínez, S. C., Rodríguez-trejo, D. a, C, E. S., Mendoza, L. G. (2009). Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico. Estado de Conservación Y Tendencias de Cambio, II, 131–184.
- Reis, A., Bechara, F. C., Espindola, M.B., Vieira, N.K. y Lopes, L. (2003). Restoration of damaged land areas: using nucleation to improve successional processes. *Natureza y Conservação* 1: 85-92.
- Reis, A. y Tres, D.R. (2007). Nucleação: integração das comunidades naturais com a paisagem. p.28-55. In: Fundação Cargill, ed. Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas: Cargill, São Paulo, SP, Brazil.
- Reis, A., Bechara, F. C. y Tres, D. R. (2010). Nucleation in tropical ecological restoration. *Scientia Agricola*, 67 (2): 244-250.
- Rey Benayas, J.M., Bullock, J.M. y Newton, A.C. (2008). Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6, 329–336.
- Romayna, M. F., Pollito, P. Z., Astete, R. B. y Bendezú, Y. F. (2017). Caracterización ecológica de los bosques de palmeras del centro de investigación y capacitación Forestal (CICFOR) Macuya-Huánuco. *Mentor Forestal*, 1(1).
- Rubio Bernal, L. V. (2016). Efecto de las perturbaciones antropogénicas del hábitat sobre la abundancia relativa de la Mirla gris (*Mimus gilvus*) presente en el corregimiento de Atuncela, Dagua. (Tesis inédita de pregrado). Universidad Icesi. Cali, Colombia
- Salmerón López, A., Geada López, G. y Fagilde Espinoza, M. C. (2017). Propuesta de un índice de diversidad funcional: Aplicación a un bosque semideciduo micrófilo de Cuba Oriental. *Bosque (Valdivia)*, 38(3), 457-466. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002017000300003>

- Sánchez Vélez, A. S., García Núñez, R. M. y Palma Trujano, A. (2003). La cuenca hidrográfica: unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F., Tlalpan.
- Sasaki N, Putz FE. (2009). Critical need for new definitions of “forest” and “forest degradation” in global climate change agreements. *Conserv Lett* 2:226–232.
- Simula M. y E. Mansur. (2011). Un desafío mundial que reclama una respuesta local. *Unasylva*. Revista internacional de silvicultura e industrias forestales. *Unasylva* 238(62), 3-7.
- Society Ecological Restoration. (2018). Ecological Restoration. Obtenido de Society Ecological Restoration.
- Terán-Valdez, A., Duarte, N., Pérez, A., Cuesta, F. y Pinto, E. (2018). Selección de especies potenciales para la restauración. Guía para la restauración de bosques montanos tropicales. CONDESAN. Quito-Ecuador.
- Thompson I., (2011). Biodiversidad, umbrales ecosistémicos, resiliencia y degradación forestal. *Unasylva* 238, Vol. 62
- Thompson ID, Guariguata MR, Okabe K, *et al.* (2013) An Operational Framework for Defning and Monitoring Forest Degradation. *Ecol Soc* 18: art20. doi: 10.5751/ES-05443-180220
- Tres, D.R. y Reis, A. (2007). La nucleación como propuesta para la restauración de la conectividad del paisaje. In: Seminario Internacional de Restauración Ecológica 2, SER, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.
- Ugalde-Lezama, S., Alcántara-Carbajal, J. L., Tarango-Arámbula, L. A., Ramírez-Valverde, G. y Mendoza-Martínez, G. D. (2012). Fisonomía vegetal y abundancia de aves en un bosque templado con dos niveles de perturbación en el Eje Neovolcánico Transversal. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(1), 133-143.
- Van Andel, J., Grootjans, P. y Aronson, J. (2012). Unifying concepts. En J. Van Andel y J. Aronson, editors. *Restoration Ecology. The New Frontier*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Vargas, O. (2007). El ecosistema de referencia. Pp. 17-37. En: Vargas O. (Ed). Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Grupo de Restauración

Ecológica. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Vega Sequeda, J. C. (2016). Efectos de perturbaciones naturales en ecosistemas marinos: eventos oceánicos extremos en formaciones coralinas del Caribe colombiano. (Tesis inédita de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Santa Marta, Colombia.

Villegas T., Martínez, C. y Robles, M. (2019). Plan de manejo de la microcuenca del río Puyo con fines de restauración ecológica. The Nature Conservancy.

Yarranton, G.A. y Morrison, R.G. (1974). Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. *Journal of Ecology* 62: 417-428.

Zahawi, R. A., Holl, K. D., Cole, R. J., y Reid, J. L. (2013). Testing applied nucleation as a strategy to facilitate tropical forest recovery. *Journal of Applied Ecology*, 50(1), 88-96.

ANEXOS

Anexo 1. Evaluación del estado de conservación de las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo

ÁREA	GRADO DE REPRESENTATIVIDAD DE ESPECIES ORIGINALES EN LA VEGETACIÓN ACTUAL		GRADO DE REPRESENTATIVIDAD DE LA ESTRATIFICACIÓN ORIGINAL EN LA VEGETACIÓN ACTUAL		GRADO DE COBERTURA VEGETAL		GRADO DE COBERTURA DE ESPECIES INVASORAS		ÍNDICE DE SINANTROPISMO					VALORACIÓN METODOLÓGICA	
	VALORACIÓN EN CAMPO	VALORACIÓN METODOLÓGICA	VALORACIÓN EN CAMPO	VALORACIÓN METODOLÓGICA	VALORACIÓN EN CAMPO	VALORACIÓN METODOLÓGICA	VALORACIÓN EN CAMPO	VALORACIÓN METODOLÓGICA	# ESPECIES APÓFITAS	# ESPECIES ANTROPOFITAS	# ESPECIES PARAPÓFITAS	TOTAL DE ESPECIES DE INVENTARIO	FÓRMULA Ricardo et al. (1995)	CATEGORÍA	VALOR
BP1	ALTA	3	ALTA-MEDIA	2	ALTO	2	BAJA O INEXISTENTE	0	31	1	0	32	0,9375	BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN	3
BP2	ALTA	3	ALTA-MEDIA	2	MEDIO	1	BAJA O INEXISTENTE	0	36	2	0	38	0,8947	BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN	3
BP3	ALTA	3	ALTA-MEDIA	2	ALTO	2	BAJA O INEXISTENTE	0	32	2	0	34	0,8824	BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN	3
BP4	ALTA	3	ALTA-MEDIA	2	MEDIO	1	BAJA O INEXISTENTE	0	36	0	0	36	1	BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN	3
BP5	ALTA	3	ALTA	3	ALTO	2	BAJA O INEXISTENTE	0	30	0	0	30	1	BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN	3
BS1	ALTA	3	ALTA-MEDIA	2	ALTO	2	BAJA O INEXISTENTE	0	28	1	3	32	0,931	BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN	3
BS2	MEDIA-BAJA	1	ALTA-MEDIA	2	MEDIO	1	BAJA O INEXISTENTE	0	26	3	1	30	0,7931	BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN	3
BS3	MEDIA-BAJA	1	ALTA-MEDIA	2	MEDIO	1	BAJA O INEXISTENTE	0	22	2	2	26	0,8333	BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN	3
BS4	ALTA-MEDIA	2	ALTA-MEDIA	2	ALTO	2	BAJA O INEXISTENTE	0	28	0	2	30	1	BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN	3
BS5	ALTA-MEDIA	2	ALTA-MEDIA	2	ALTO	2	BAJA O INEXISTENTE	0	26	1	1	28	0,9259	BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN	3
SS1	BAJA O INEXISTENTE	0	BAJA O INEXISTENTE	0	BAJO	0	MEDIA-BAJA	1	10	0	0	10	1	BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN	3
SS2	BAJA O INEXISTENTE	0	BAJA O INEXISTENTE	0	BAJO	0	MEDIA-BAJA	1	3	2	0	5	0,2	VEGETACIÓN ORIGINAL DESTRUIDA	0
SS3	ALTA-MEDIA	2	MEDIA-BAJA	1	BAJO	0	MEDIA-BAJA	1	8	2	0	10	0,6	BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN	3
SS4	ALTA-MEDIA	2	MEDIA-BAJA	1	BAJO	0	MEDIA-BAJA	1	16	0	0	16	1	BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN	3
SS5	ALTA-MEDIA	2	MEDIA-BAJA	1	BAJO	0	MEDIA-BAJA	1	16	0	0	16	1	BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN	3

GRADO DE MODIFICACIÓN DEL ÁREA

ÁREA	ÁREA OCUPADA POR CAMINOS	VALORACIÓN METODOLOGÍA	EXTRACCIÓN DE RECURSOS VEGETALES	VALORACIÓN METODOLOGÍA	TALA	VALORACIÓN METODOLOGÍA	CAÍDA DE ÁRBOLES	VALORACIÓN METODOLOGÍA	PASTOREO	VALORACIÓN METODOLOGÍA	DAÑO OCASIONADO POR INUNDACIONES	VALORACIÓN METODOLOGÍA	DAÑO OCASIONADO POR DESLIZAMIENTOS	VALORACIÓN METODOLOGÍA	PRESENCIA DE CULTIVOS AGRÍCOLAS	VALORACIÓN METODOLOGÍA			
																VALORACIÓN METODOLOGÍA	SUMA	GRADO DE MODIFICACIÓN	VALOR
BP1	0-10	5	NO HAY EXTRACCIÓN	3	NO HAY TALA	3	BAJO	3	NO HAY PASTOREO	3	NADA	4	ALTO	1	0-10	5	27	BAJO	3
BP2	11-20	4	NO HAY EXTRACCIÓN	3	NO HAY TALA	3	MEDIO	2	NO HAY PASTOREO	3	NADA	4	NADA	4	0-10	5	28	BAJO	3
BP3	0-10	5	POCA EXTRACCIÓN	2	POCA TALA	2	BAJO	3	NO HAY PASTOREO	3	NADA	4	MEDIO	2	0-10	5	26	BAJO	3
BP4	11-20	4	NO HAY EXTRACCIÓN	3	NO HAY TALA	3	MEDIO	2	NO HAY PASTOREO	3	NADA	4	BAJO	3	0-10	5	27	BAJO	3
BP5	0-10	5	NO HAY EXTRACCIÓN	3	NO HAY TALA	3	BAJO	3	NO HAY PASTOREO	3	NADA	4	NADA	4	0-10	5	30	BAJO	3
BS1	0-10	5	NO HAY EXTRACCIÓN	3	NO HAY TALA	3	MEDIO	2	NO HAY PASTOREO	3	NADA	4	NADA	4	0-10	5	29	BAJO	3
BS2	0-10	5	NO HAY EXTRACCIÓN	3	NO HAY TALA	3	MUY ALTO	0	NO HAY PASTOREO	3	NADA	4	NADA	4	0-10	5	27	BAJO	3
BS3	0-10	5	NO HAY EXTRACCIÓN	3	NO HAY TALA	3	MUY ALTO	0	NO HAY PASTOREO	3	NADA	4	NADA	4	0-10	5	27	BAJO	3
BS4	0-10	5	NO HAY EXTRACCIÓN	3	NO HAY TALA	3	ALTO	1	NO HAY PASTOREO	3	NADA	4	NADA	4	0-10	5	28	BAJO	3
BS5	0-10	5	NO HAY EXTRACCIÓN	3	NO HAY TALA	3	MUY ALTO	0	NO HAY PASTOREO	3	NADA	4	NADA	4	0-10	5	27	BAJO	3
SS1	41-50	1	MEDIANAMENTE INTENSA	1	MEDIANAMENTE INTENSA	1	MEDIO	2	INTENSO	0	NADA	4	MEDIO	2	41-50	1	12	ALTO	1
SS2	41-50	1	MEDIANAMENTE INTENSA	1	MEDIANAMENTE INTENSA	1	MEDIO	2	INTENSO	0	NADA	4	MEDIO	2	41-50	1	12	ALTO	1
SS3	41-50	1	MEDIANAMENTE INTENSA	1	POCA TALA	2	BAJO	3	MEDIANAMENTE INTENSO	1	NADA	4	MEDIO	2	41-50	1	15	MEDIO	2
SS4	> 50	0	MEDIANAMENTE INTENSA	1	POCA TALA	2	BAJO	3	NO HAY PASTOREO	3	NADA	4	MEDIO	2	> 50	0	15	MEDIO	2
SS5	> 50	0	MEDIANAMENTE INTENSA	1	POCA TALA	2	BAJO	3	NO HAY PASTOREO	3	NADA	4	MEDIO	2	> 50	0	15	MEDIO	2

ÁREA	GRADO DE AFECTACIÓN POR PRESENCIA DE CLAROS				ESTADO DE CONSERVACIÓN				
	NÚMERO DE CLAROS	VALORACIÓN METODOLÓGICA	ÁREA TOTAL OCUPADA POR CLAROS	VALORACIÓN METODOLÓGICA	VALORACIÓN METODOLÓGICA			SUMA VALORACIÓN	CATEGORÍA
					SUMA	GRADO DE MODIFICACIÓN	VALOR		
BP1	3	2	35,01	1	3	MEDIO	2	15	MEDIANAMENTE CONSERVADO
BP2	5	3	37,70	1	4	ALTO	1	13	MEDIANAMENTE CONSERVADO
BP3	5	3	13,35	1	4	ALTO	1	14	MEDIANAMENTE CONSERVADO
BP4	2	1	87,96	2	3	MEDIO	2	14	MEDIANAMENTE CONSERVADO
BP5	2	1	2,55	1	2	MEDIO	2	16	MEDIANAMENTE CONSERVADO
BS1	4	2	82,47	2	4	ALTO	1	14	MEDIANAMENTE CONSERVADO
BS2	5	3	21,99	1	4	ALTO	1	11	MEDIANAMENTE CONSERVADO
BS3	3	2	94,25	2	4	ALTO	1	11	MEDIANAMENTE CONSERVADO
BS4	5	3	43,98	1	4	ALTO	1	13	MEDIANAMENTE CONSERVADO
BS5	6	3	49,48	1	4	ALTO	1	13	MEDIANAMENTE CONSERVADO
SS1	1	1	785,40	3	4	ALTO	1	6	POCO CONSERVADO
SS2	1	1	785,40	3	4	ALTO	1	3	NO CONSERVADO
SS3	1	1	1649,34	3	4	ALTO	1	10	POCO CONSERVADO
SS4	1	1	235,62	3	4	ALTO	1	10	POCO CONSERVADO
SS5	1	1	785,40	3	4	ALTO	1	10	POCO CONSERVADO

Anexo 2. Inventario de especies asociadas a los claros registrados en las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo

Nombre científico	Bosque Primario	Bosque Secundario	Silvopastura
<i>Aegiphila integrifolia</i>	2		
<i>Aiphanes ulei</i>	1		
<i>Alchornea triplenervia</i>	1	9	
<i>Aniba guianensis</i>		1	
<i>Annona papilionella</i>			8
<i>Artocarpus altilis</i>			17
<i>Bactris corossilla</i>		5	
<i>Bactris gasipaes</i>			30
<i>Bixa orellana</i>			22
<i>Caryocar glabrum</i>		1	
<i>Caryodendron orinocense</i>			17
<i>Casearia prunifolia</i>		1	
<i>Cecropia ficifolia</i>	3		
<i>Cecropia sciadophylla</i>	4		
<i>Chimarrhis glabriflora</i>			191
<i>Couepia chrysocalyx</i>		1	
<i>Croton lechleri</i>			29
<i>Duroia hirsuta</i>	1		
<i>Dussia tessmannii</i>			4
<i>Eschweilera sp</i>		1	
<i>Eugenia sp</i>	1	1	
<i>Faramea quinqueflora</i>	1		
<i>Ficus glomerata</i>			16
<i>Grias neuberthii</i>	1	1	17
<i>Guarea fistulosa</i>			10
<i>Guarea kunthiana</i>			20
<i>Gustavia macarenensis</i>			31
<i>Hedyosmum sp</i>		1	
<i>Heliocarpus americanus</i>			63
<i>Herrania cuatrecasana</i>		1	
<i>Hesiteria acuminata</i>		1	
<i>Hieronyma alchorneoides</i>		1	
<i>Hieronyma duquei</i> Cuatrec			10
<i>Inga alba</i>		2	
<i>Inga auristellae</i>	1	2	
<i>Inga cayanensis</i>		1	
<i>Inga cordatoalata</i>		1	
<i>Inga edulis</i>		2	95
<i>Inga multinervis</i>			7
<i>Inga multispicata</i>		1	
<i>Inga ruiziana</i>		2	
<i>Inga semialata</i>	3	3	
<i>Inga spectabilis</i>			33
<i>Inga tenuistipula</i>		1	
<i>Inga thibaudiana</i>	2		
<i>Iriartea deltoidea</i>	6	7	
<i>Jacaranda copaia</i>			28
<i>Licania harlingii</i>		2	
<i>Mabea cf. Standleyi</i>	2		
<i>Mabea standleyii</i>	1		
<i>Maclura tinctoria</i>			6
<i>Mauritia flexuosa</i>			22

<i>Miconia bubalina</i>	22	14	
<i>Miconia grandifolia</i>	1		
<i>Miconia multispicata</i>	1	2	
<i>Miconia pilgeriana</i>	5	1	
<i>Miconia sp</i>		2	
<i>Micropholis venulosa</i>		2	
<i>Naucleopsis ulei</i>	1	1	
<i>Nectandra membranacea</i>		3	
<i>Nectandra reticulata</i>	1		
<i>Nectandra sp</i>	1	2	
<i>Neosprucea grandiflora</i>		4	
<i>Ocotea cernua</i>	1		
<i>Ocotea javitensis</i>			10
<i>Ocotea sp</i>		1	
<i>Oenocarpus bataua</i>		5	
<i>Otoba glycycarpa</i>	2		20
<i>Parkia nitida</i>	26		
<i>Pentagonia amazonica</i>	2		
<i>Perebea guianensis</i>		2	
<i>Picramnia sellowii</i>	1		
<i>Piptadenia pteroclada</i>			8
<i>Piptocoma discolor</i>	1		46
<i>Pleurothyrium cuneifolium</i>			8
<i>Pourouma cecropiifolia</i>			13
<i>Pourouma minor</i>	2	5	
<i>Pourouma tomentosa</i>	4	1	
<i>Pouteria caimito</i>			53
<i>Pouteria reticulata</i>		1	
<i>Protium nodulosum</i>	1	1	
<i>Pterocarpus rohrii Vahl</i>			3
<i>Rollinia mucosa</i>			40
<i>Saurauia praniana</i>		1	
<i>Schefflera morototoni</i>			71
<i>Senna bacillaris</i>	2		
<i>Senna macrophylla</i>			1
<i>Senna pallida</i>			3
<i>Simira cordifolia</i>			18
<i>Sloanea cf. Pubescens</i>	1	1	
<i>Sterculia colombiana</i>	2	1	
<i>Symphonia globolifera</i>		1	
<i>Tabernaemontana sananho</i>	1	1	
<i>Tapirira guianensis</i>	3	1	
<i>Tetrorchidium macrophyllum</i>	1		
<i>Theobroma cacao</i>			66
<i>Theobroma subincanum</i>		1	
<i>Tovomita weddeliana</i>	3	4	
<i>Tovomitopsis membranacea</i>		1	
<i>Trichilia poeppigii</i>		1	
<i>Turpinia occidentalis</i>	1		
<i>Vernonanthura patens</i>	1		
<i>Vismia baccifera</i>	3	1	5
<i>Vitex cymosa</i>			6
<i>Vochysia bracediniae</i>	39	2	
<i>Wettinia maynensis</i>	8	5	44
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>			4

Anexo 3. Inventario florístico de las tres áreas de bosque de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

Sitio	Parcela	Nombre Científico	Familia	Individuo	DAP (cm)	HT (m)
B. Primario	1	<i>Aniba guianensis</i> Aubl.	Lauraceae	42	34,22	18,00
B. Primario	1	<i>Aspidosperma rigidum</i> Rusby	Apocynaceae	113	35,86	17,00
B. Primario	1	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	Moraceae	5	36,92	17,00
B. Primario	1	<i>Cecropia membranacea</i> Trécul	Urticaceae	31	17,83	14,00
B. Primario	1	<i>Coccoloba densifrons</i> Mart. ex Meisn.	Polygonaceae	17	14,64	11,00
B. Primario	1	<i>Componeura capitellata</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae	773	16,37	11,57
B. Primario	1	<i>Duguetia hadrantha</i> R.E. Fr.	Annonaceae	10	12,10	12,00
B. Primario	1	<i>Faramea quinqueflora</i> Poepp. & Endl.	Rubiaceae	16	18,14	8,00
B. Primario	1	<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.	Lecythidaceae	42	18,78	11,00
B. Primario	1	<i>Guarea grandifolia</i> DC.	Meliaceae	56	21,65	14,50
B. Primario	1	<i>Hasseltia grandiflora</i> (Spruce ex Benth.) Sleumer	Salicaceae	6	11,14	9,00
B. Primario	1	<i>Inga auristellae</i> Harms	Fabaceae	20	15,60	14,00
B. Primario	1	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Fabaceae	135	36,45	16,50
B. Primario	1	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Arecaceae	773	18,11	18,50
B. Primario	1	<i>Margaritaria nobilis</i> L. f.	Phyllanthaceae	75	17,51	16,00
B. Primario	1	<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	Malvaceae	35	42,34	21,00
B. Primario	1	<i>Miconia multispicata</i> Naudin	Melastomataceae	77	13,69	10,00
B. Primario	1	<i>Mouriri grandiflora</i> DC.	Melastomataceae	11	16,24	14,00
B. Primario	1	<i>Pentagonia spathicalyx</i> K. Schum.	Rubiaceae	117	16,00	13,25
B. Primario	1	<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	Moraceae	53	14,32	12,00
B. Primario	1	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	Moraceae	33	38,83	18,00
B. Primario	1	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	Urticaceae	18	15,92	14,00
B. Primario	1	<i>Pourouma minor</i> Benoist	Urticaceae	45	40,74	22,00
B. Primario	1	<i>Pouteria glomerata</i> (Miq.) Radlk.	Sapotaceae	9	65,25	22,00
B. Primario	1	<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	Sapotaceae	48	13,37	14,00
B. Primario	1	<i>Protium sagotianum</i> Marchand	Burseraceae	55	12,90	12,00
B. Primario	1	<i>Psychotria acuminata</i> Benth.	Rubiaceae	7	18,46	18,00
B. Primario	1	<i>Sorocea muriculata</i> Miq.	Moraceae	33	14,01	12,00
B. Primario	1	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	Staphyleaceae	130	19,42	14,00
B. Primario	1	<i>Vochysia braceliniae</i> Standl.	Vochysiaceae	23	26,42	20,00
B. Primario	1	<i>Vochysia ferruginea</i> Stafleu	Vochysiaceae	292	46,67	21,00
B. Primario	1	<i>Wettinia maynensis</i> Spruce	Arecaceae	26	10,82	9,00
B. Primario	2	<i>Allophylus pilosus</i> (J.F. Macbr.) A.H. Gentry	Sapindaceae	11	13,37	12,00
B. Primario	2	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.	Malvaceae	27	17,51	15,00
B. Primario	2	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Salicaceae	4	24,51	14,00
B. Primario	2	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Urticaceae	94	26,42	19,00
B. Primario	2	<i>Chrysophyllum cuneifolium</i> (Rudge) A. DC.	Sapotaceae	10	20,37	15,00
B. Primario	2	<i>Chrysophyllum venezuelanense</i> (Pierre) T.D. Penn.	Sapotaceae	50	27,69	17,00
B. Primario	2	<i>Componeura capitellata</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae	45	16,34	12,33
B. Primario	2	<i>Cordia panamensis</i> L. Riley	Boraginaceae	22	15,60	13,00
B. Primario	2	<i>Duguetia hadrantha</i> R.E. Fr.	Annonaceae	51	13,69	12,00
B. Primario	2	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	Lecythidaceae	16	15,28	12,00

B. Primario	2	<i>Guarea grandifolia</i> DC.	Meliaceae	1	27,37	16,00
B. Primario	2	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Meliaceae	72	14,32	12,00
B. Primario	2	<i>Inga acreana</i> Harms	Fabaceae	46	23,87	16,00
B. Primario	2	<i>Inga edulis</i> Mart.	Fabaceae	40	16,23	15,00
B. Primario	2	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Fabaceae	76	24,67	15,00
B. Primario	2	<i>Inga velutina</i> Willd.	Fabaceae	141	15,07	12,33
B. Primario	2	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Arecaceae	243	18,08	21,20
B. Primario	2	<i>Matisia obliquifolia</i> Standl.	Malvaceae	91	16,55	16,00
B. Primario	2	<i>Miconia multispicata</i> Naudin	Melastomataceae	42	12,41	11,00
B. Primario	2	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Lauraceae	33	16,23	17,00
B. Primario	2	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	Lauraceae	26	15,28	12,00
B. Primario	2	<i>Neea parvifolia</i> Lundell	Nyctaginaceae	5	16,87	14,00
B. Primario	2	<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram.	Myristicaceae	70	12,10	16,50
B. Primario	2	<i>Pentagonia spathicalyx</i> K. Schum.	Rubiaceae	156	16,31	12,75
B. Primario	2	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Asteraceae	34	49,02	22,00
B. Primario	2	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	Urticaceae	106	15,12	13,00
B. Primario	2	<i>Pourouma tomentosa</i> Mart. ex Miq.	Urticaceae	177	21,17	17,00
B. Primario	2	<i>Pouteria glomerata</i> (Miq.) Radlk.	Sapotaceae	120	16,00	14,00
B. Primario	2	<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	Sapotaceae	30	15,28	16,00
B. Primario	2	<i>Pouteria rostrata</i> (Huber) Baehni	Sapotaceae	13	12,10	12,00
B. Primario	2	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	Elaeocarpaceae	24	20,37	18,00
B. Primario	2	<i>Sterculia frondosa</i> Rich.	Malvaceae	71	41,06	20,00
B. Primario	2	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	15	30,88	20,00
B. Primario	2	<i>Tovomita membranifolia</i> Standl.	Clusiaceae	20	14,01	10,00
B. Primario	2	<i>Viola obovata</i> Ducke	Myristicaceae	73	19,58	16,50
B. Primario	2	<i>Vochysia braceliniae</i> Standl.	Vochysiaceae	23	13,37	15,00
B. Primario	2	<i>Vochysia ferruginea</i> Stafleu	Vochysiaceae	359	33,78	18,88
B. Primario	2	<i>Wettinia maynensis</i> Spruce	Arecaceae	8	11,78	10,00
B. Primario	3	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.	Malvaceae	46	62,07	22,00
B. Primario	3	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	Moraceae	30	17,51	12,00
B. Primario	3	<i>Compsonera capitellata</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae	299	17,99	13,63
B. Primario	3	<i>Cordia hebeclada</i> I.M. Johnst.	Boraginaceae	20	18,14	12,00
B. Primario	3	<i>Duguetia hadrantha</i> R.E. Fr.	Annonaceae	52	11,46	10,00
B. Primario	3	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	Lecythidaceae	86	21,65	15,50
B. Primario	3	<i>Ficus dugandii</i> Standl.	Moraceae	9	13,69	15,00
B. Primario	3	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	3	26,74	16,00
B. Primario	3	<i>Guarea glabra</i> Vahl	Meliaceae	70	44,56	20,00
B. Primario	3	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Meliaceae	54	41,86	21,00
B. Primario	3	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Fabaceae	66	19,74	15,00
B. Primario	3	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Arecaceae	335	17,12	19,44
B. Primario	3	<i>Lozania klugii</i> (Mansf.) Mansf.	Lacistemataceae	19	19,42	16,00
B. Primario	3	<i>Margaritaria nobilis</i> L. f.	Phyllanthaceae	5	22,60	20,00
B. Primario	3	<i>Mouriri grandiflora</i> DC.	Melastomataceae	7	13,37	10,00
B. Primario	3	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Myrtaceae	24	12,41	9,00
B. Primario	3	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Lauraceae	107	16,24	16,00
B. Primario	3	<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Lauraceae	76	29,92	19,50
B. Primario	3	<i>Neea parvifolia</i> Lundell	Nyctaginaceae	42	14,01	12,00
B. Primario	3	<i>Ocotea floribunda</i> (Sw.) Mez	Lauraceae	56	11,78	10,00

B. Primario	3	<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram.	Myristicaceae	44	19,74	18,00
B. Primario	3	<i>Parkia nitida</i> Miq.	Fabaceae	28	76,39	24,00
B. Primario	3	<i>Perebea xanthochyma</i> H. Karst.	Moraceae	4	16,23	14,00
B. Primario	3	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	Urticaceae	108	20,85	16,25
B. Primario	3	<i>Pouteria rostrata</i> (Huber) Baehni	Sapotaceae	51	13,05	14,00
B. Primario	3	<i>Protium sagotianum</i> Marchand	Burseraceae	76	23,72	18,50
B. Primario	3	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Fabaceae	8	35,01	22,00
B. Primario	3	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	Combretaceae	95	20,37	16,50
B. Primario	3	<i>Tovomita membranifolia</i> Standl.	Clusiaceae	124	13,21	12,00
B. Primario	3	<i>Tovomita weddelliana</i> Planch. & Triana	Clusiaceae	26	16,87	15,00
B. Primario	3	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	Myristicaceae	1	30,56	22,00
B. Primario	3	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Hypericaceae	67	15,49	14,00
B. Primario	3	<i>Vismia gracilis</i> Hieron.	Hypericaceae	25	16,23	14,00
B. Primario	3	<i>Vochysia ferruginea</i> Stafleu	Vochysiaceae	444	26,58	16,30
B. Primario	4	<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.	Moraceae	65	25,46	16,00
B. Primario	4	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.	Urticaceae	68	22,60	17,00
B. Primario	4	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Urticaceae	448	26,16	17,64
B. Primario	4	<i>Compsonera capitellata</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae	51	16,23	12,00
B. Primario	4	<i>Duguetia spixiana</i> Mart.	Annonaceae	102	14,48	12,00
B. Primario	4	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	Lecythidaceae	49	17,67	15,00
B. Primario	4	<i>Faramea capillipes</i> Müll. Arg.	Rubiaceae	37	10,50	7,00
B. Primario	4	<i>Heisteria acuminata</i> (Bonpl.) Engl.	Olacaceae	8	13,05	11,00
B. Primario	4	<i>Inga auristellae</i> Harms	Fabaceae	108	23,24	15,00
B. Primario	4	<i>Inga marginata</i> Kunth	Fabaceae	56	11,46	10,00
B. Primario	4	<i>Inga ruiziana</i> G. Don	Fabaceae	46	14,32	13,00
B. Primario	4	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Fabaceae	94	19,50	14,00
B. Primario	4	<i>Iriarteia deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Arecaceae	233	17,24	18,67
B. Primario	4	<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.	Violaceae	4	15,28	12,00
B. Primario	4	<i>Margaritaria nobilis</i> L. f.	Phyllanthaceae	56	16,87	16,50
B. Primario	4	<i>Nectandra lineata</i> (Kunth) Rohwer	Lauraceae	11	22,28	15,00
B. Primario	4	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Lauraceae	22	16,87	15,00
B. Primario	4	<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Lauraceae	18	38,20	23,50
B. Primario	4	<i>Ocotea javitensis</i> (Kunth) Pittier	Lauraceae	9	20,37	15,00
B. Primario	4	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	Urticaceae	44	24,20	17,00
B. Primario	4	<i>Pourouma minor</i> Benoist	Urticaceae	26	15,28	15,00
B. Primario	4	<i>Pourouma tomentosa</i> Mart. ex Miq.	Urticaceae	43	29,60	20,00
B. Primario	4	<i>Protium aracouchini</i> (Aubl.) Marchand	Burseraceae	1	13,05	12,00
B. Primario	4	<i>Protium nodulosum</i> Swart	Burseraceae	50	12,73	12,00
B. Primario	4	<i>Protium sagotianum</i> Marchand	Burseraceae	96	26,74	17,75
B. Primario	4	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	Moraceae	14	12,10	16,00
B. Primario	4	<i>Psychotria acuminata</i> Benth.	Rubiaceae	123	27,86	19,00
B. Primario	4	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Arecaceae	58	16,87	20,00
B. Primario	4	<i>Sorocea muriculata</i> Miq.	Moraceae	99	13,69	12,00
B. Primario	4	<i>Sorocea pubivena</i> Hemsl.	Moraceae	69	22,28	18,00
B. Primario	4	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	63	19,42	17,00

B. Primario	4	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	Combretaceae	48	10,82	12,00
B. Primario	4	<i>Trichilia solitudinis</i> Harms	Meliaceae	13	18,46	18,00
B. Primario	4	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Hypericaceae	5	17,19	15,00
B. Primario	4	<i>Vochysia ferruginea</i> Stafleu	Vochysiaceae	24	10,50	10,00
B. Primario	4	<i>Wettinia maynensis</i> Spruce	Arecaceae	105	13,45	11,25
B. Primario	5	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	49	18,14	16,00
B. Primario	5	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.	Malvaceae	58	19,26	14,00
B. Primario	5	<i>Aspidosperma rigidum</i> Rusby	Apocynaceae	23	16,87	14,00
B. Primario	5	<i>Calliandra trinervia</i> Benth.	Fabaceae	27	10,50	8,00
B. Primario	5	<i>Castilla ulei</i> Warb.	Moraceae	50	11,14	12,00
B. Primario	5	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.	Urticaceae	17	10,50	12,00
B. Primario	5	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Urticaceae	30	21,49	16,50
B. Primario	5	<i>Compsoeura capitellata</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae	43	23,55	16,00
B. Primario	5	<i>Duguetia hadrantha</i> R.E. Fr.	Annonaceae	37	22,60	16,00
B. Primario	5	<i>Enterolobium</i> sp	Fabaceae	1	24,83	17,00
B. Primario	5	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	Lecythidaceae	38	35,65	20,00
B. Primario	5	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Arecaceae	32	14,96	14,00
B. Primario	5	<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	Clusiaceae	2	16,55	16,00
B. Primario	5	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	Clusiaceae	40	13,05	7,00
B. Primario	5	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Arecaceae	257	17,78	18,00
B. Primario	5	<i>Iryanthera grandis</i> Ducke	Myristicaceae	40	12,84	11,00
B. Primario	5	<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	Malvaceae	20	14,01	13,00
B. Primario	5	<i>Miconia decurrens</i> Cogn.	Melastomataceae	15	10,82	10,00
B. Primario	5	<i>Miconia elata</i> (Sw.) DC.	Melastomataceae	19	11,14	8,00
B. Primario	5	<i>Miconia grandifolia</i> Üle	Melastomataceae	21	21,33	16,00
B. Primario	5	<i>Naucleopsis ulei</i> (Warb.) Ducke	Moraceae	34	14,32	12,00
B. Primario	5	<i>Nectandra lineatifolia</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Lauraceae	45	20,16	16,33
B. Primario	5	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	Urticaceae	35	27,37	17,00
B. Primario	5	<i>Pourouma tomentosa</i> Mart. ex Miq.	Urticaceae	32	24,51	16,00
B. Primario	5	<i>Pouteria glomerata</i> (Miq.) Radlk.	Sapotaceae	44	21,75	16,67
B. Primario	5	<i>Protium nodulosum</i> Swart	Burseraceae	24	20,05	18,00
B. Primario	5	<i>Sorocea pubivena</i> Hemsl.	Moraceae	10	13,05	13,00
B. Primario	5	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Hypericaceae	33	10,82	13,00
B. Primario	5	<i>Vochysia ferruginea</i> Stafleu	Vochysiaceae	109	24,11	17,00
B. Primario	5	<i>Wettinia maynensis</i> Spruce	Arecaceae	8	14,32	14,00
B. Secundario	1	<i>Alchornea trinervia</i>	Euphorbiaceae	53	13,05	9,00
B. Secundario	1	<i>Allophylus punctatus</i> (Poepp.) Radlk.	Sapindaceae	50	13,05	9,00
B. Secundario	1	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.	Malvaceae	130	20,93	8,25
B. Secundario	1	<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae	37	17,83	10,00
B. Secundario	1	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Salicaceae	8	16,87	14,00
B. Secundario	1	<i>Casearia javitensis</i> Kunth	Salicaceae	223	15,79	10,40
B. Secundario	1	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.	Urticaceae	20	14,32	11,00
B. Secundario	1	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Urticaceae	48	21,96	14,00
B. Secundario	1	<i>Chrysophyllum cuneifolium</i> (Rudge) A. DC.	Sapotaceae	59	18,46	15,00
B. Secundario	1	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	Boraginaceae	61	12,10	8,50

B. Secundario	1	<i>Duguetia veneficiorum</i>	Annonaceae	28	16,23	11,00
B. Secundario	1	<i>Esenbeckia amazónica</i> Kaastra	Rutaceae	74	17,83	13,33
B. Secundario	1	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Meliaceae	15	14,01	14,00
B. Secundario	1	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	Phyllanthaceae	133	29,50	15,00
B. Secundario	1	<i>Inga auristellae</i> Harms	Fabaceae	12	22,28	17,00
B. Secundario	1	<i>Inga ruiziana</i> G. Don	Fabaceae	58	13,37	11,67
B. Secundario	1	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Fabaceae	57	24,51	15,00
B. Secundario	1	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Bignoniaceae	57	17,03	12,50
B. Secundario	1	<i>Miconia elata</i> (Sw.) DC.	Melastomataceae	101	11,57	8,33
B. Secundario	1	<i>Miconia grandiflora</i> Cogn.	Melastomataceae	129	19,82	9,00
B. Secundario	1	<i>Miconia splendens</i> (Sw.) Griseb.	Melastomataceae	64	15,60	7,50
B. Secundario	1	<i>Nectandra</i> sp.	Lauraceae	23	23,87	16,00
B. Secundario	1	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	Rubiaceae	49	14,01	14,00
B. Secundario	1	<i>Protium nodulosum</i> Swart	Burseraceae	6	17,83	10,00
B. Secundario	1	<i>Protium sagotianum</i> Marchand	Burseraceae	7	10,50	6,00
B. Secundario	1	<i>Psychotria acuminata</i> Benth.	Rubiaceae	107	16,98	7,00
B. Secundario	1	<i>Rollinia crysocarpa</i>	Annonaceae	5	12,73	10,00
B. Secundario	1	<i>Ryania speciosa</i> Vahl	Salicaceae	27	13,79	9,00
B. Secundario	1	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Arecaceae	19	18,46	17,00
B. Secundario	1	<i>Tetrathylacium macrophyllum</i> Poepp.	Salicaceae	25	10,82	8,00
B. Secundario	1	<i>Trichillia septentrionalis</i>	Meliaceae	43	48,70	18,00
B. Secundario	1	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Hypericaceae	42	12,41	8,33
B. Secundario	2	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Euphorbiaceae	16	19,74	12,00
B. Secundario	2	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Urticaceae	70	21,80	14,00
B. Secundario	2	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	13	17,83	11,00
B. Secundario	2	<i>Chomelia tenuiflora</i> Benth.	Rubiaceae	9	21,65	1,00
B. Secundario	2	<i>Esenbeckia amazonica</i> Kaastra	Rutaceae	30	21,80	11,50
B. Secundario	2	<i>Ficus glomerata</i> Roxb.	Moraceae	46	21,65	11,00
B. Secundario	2	<i>Hasseltia floribunda</i> Kunth	Salicaceae	48	14,64	8,50
B. Secundario	2	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	Phyllanthaceae	26	24,19	17,00
B. Secundario	2	<i>Inga ruiziana</i> G. Don	Fabaceae	81	16,02	12,00
B. Secundario	2	<i>Iriarteia deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Arecaceae	247	19,21	15,67
B. Secundario	2	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Bignoniaceae	45	36,61	17,00
B. Secundario	2	<i>Miconia bubalina</i> (D. Don) Naudin	Melastomataceae	125	13,58	11,33
B. Secundario	2	<i>Miconia grandiflora</i> Cogn.	Melastomataceae	168	14,32	10,50
B. Secundario	2	<i>Miconia multispicata</i> Naudin	Melastomataceae	283	12,48	9,20
B. Secundario	2	<i>Miconia pilgeriana</i> Üle	Melastomataceae	38	13,69	8,50
B. Secundario	2	<i>Miconia spicata</i> Macfad. ex Griseb.	Melastomataceae	12	13,05	9,00
B. Secundario	2	<i>Miconia stipitata</i> Gleason	Melastomataceae	121	13,21	9,50
B. Secundario	2	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	Myrtaceae	2	12,10	11,00
B. Secundario	2	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Asteraceae	45	24,99	15,50
B. Secundario	2	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	Urticaceae	62	20,37	14,00
B. Secundario	2	<i>Pouteria rostrata</i> (Huber) Baehni	Sapotaceae	35	21,65	9,00
B. Secundario	2	<i>Psychotria acuminata</i> Benth.	Rubiaceae	48	18,14	7,00
B. Secundario	2	<i>Psychotria capitata</i> Benth. & Hook. f.	Rubiaceae	80	16,81	8,00
B. Secundario	2	<i>Ryania speciosa</i> Vahl	Salicaceae	140	14,56	9,25
B. Secundario	2	<i>Sapium glandulosa</i>	Euphorbiaceae	92	23,71	14,50
B. Secundario	2	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	Araliaceae	61	40,11	18,00
B. Secundario	2	<i>Socratea rostrata</i> Burret	Arecaceae	41	20,05	10,00
B. Secundario	2	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Hypericaceae	101	24,99	11,75
B. Secundario	2	<i>Wettinia maynensis</i> Spruce	Arecaceae	70	13,79	14,33
B. Secundario	2	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Rutaceae	56	17,03	12,00
B. Secundario	3	<i>Alchornea multinervia</i>	Euphorbiaceae	12	19,10	9,00

B. Secundario	3	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	147	14,64	9,20
B. Secundario	3	<i>Aspidosperma rigidum</i> Rusby	Apocynaceae	14	14,32	9,00
B. Secundario	3	<i>Calliandra trinervia</i> Benth.	Fabaceae	29	13,69	9,00
B. Secundario	3	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.	Urticaceae	28	17,51	12,00
B. Secundario	3	<i>Cecropia membranacea</i> Trécul	Urticaceae	15	15,92	11,00
B. Secundario	3	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Urticaceae	17	18,46	16,00
B. Secundario	3	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	Boraginaceae	6	12,41	9,00
B. Secundario	3	<i>Esenbeckia amazonica</i> Kaastra	Rutaceae	11	13,05	7,00
B. Secundario	3	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Meliaceae	3	27,38	10,00
B. Secundario	3	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	Phyllanthaceae	65	27,85	14,00
B. Secundario	3	<i>Inga auristellae</i> Harms	Fabaceae	21	24,51	18,00
B. Secundario	3	<i>Inga ruiziana</i> G. Don	Fabaceae	13	17,83	13,00
B. Secundario	3	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Fabaceae	7	17,51	13,00
B. Secundario	3	<i>Miconia acuminata</i> (Steud.) Naudin	Melastomataceae	183	13,24	9,40
B. Secundario	3	<i>Miconia grandiflora</i> Cogn.	Melastomataceae	81	13,26	10,00
B. Secundario	3	<i>Miconia sp (Triana)</i> Michelang.	Melastomataceae	9	11,14	8,00
B. Secundario	3	<i>Miconia spicata</i> Macfad. ex Griseb.	Melastomataceae	8	13,69	9,00
B. Secundario	3	<i>Miconia stipitata</i> Gleason	Melastomataceae	25	25,78	12,00
B. Secundario	3	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Asteraceae	40	40,43	20,00
B. Secundario	3	<i>Protium nodulosum</i> Swart	Burseraceae	2	14,64	10,00
B. Secundario	3	<i>Psychotria acuminata</i> Benth.	Rubiaceae	80	15,28	8,00
B. Secundario	3	<i>Rollinia pittieri</i> Saff.	Annonaceae	36	58,25	18,00
B. Secundario	3	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Hypericaceae	18	16,87	11,00
B. Secundario	3	<i>Vochysia bracediniae</i> Standl.	Vochysiaceae	1	11,14	11,00
B. Secundario	3	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Rutaceae	32	21,33	12,00
B. Secundario	4	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B.D. Jacks.	Lamiaceae	23	17,51	12,00
B. Secundario	4	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	40	19,74	8,00
B. Secundario	4	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.	Malvaceae	22	35,02	14,00
B. Secundario	4	<i>Aspidosperma rigidum</i> Rusby	Apocynaceae	20	21,65	14,00
B. Secundario	4	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Salicaceae	28	13,05	10,00
B. Secundario	4	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.	Urticaceae	45	14,32	13,00
B. Secundario	4	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Urticaceae	47	34,06	17,00
B. Secundario	4	<i>Compsonera capitellata</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae	34	13,69	9,00
B. Secundario	4	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	Moraceae	9	22,92	9,00
B. Secundario	4	<i>Ficus paraensis</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	12	22,60	10,00
B. Secundario	4	<i>Heisteria acuminata</i> (Bonpl.) Engl.	Olacaceae	58	11,46	8,50
B. Secundario	4	<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll. Arg.	Phyllanthaceae	55	32,47	15,50
B. Secundario	4	<i>Inga capitata</i> Desv.	Fabaceae	13	20,69	12,00
B. Secundario	4	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Arecaceae	4	14,96	15,00
B. Secundario	4	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Bignoniaceae	89	17,03	13,50
B. Secundario	4	<i>Miconia bubalina</i> (D. Don) Naudin	Melastomataceae	52	11,94	10,50
B. Secundario	4	<i>Miconia multispicata</i> Naudin	Melastomataceae	79	14,96	10,00
B. Secundario	4	<i>Miconia pilgeriana</i> Üle	Melastomataceae	218	18,87	10,71
B. Secundario	4	<i>Miconia stipitata</i> Gleason	Melastomataceae	102	22,39	11,33
B. Secundario	4	<i>Nectandra lineata</i> (Kunth) Rohwer	Lauraceae	15	28,65	10,00
B. Secundario	4	<i>Neosprucea grandiflora</i> (Spruce ex Benth.) Sleumer	Salicaceae	14	17,19	8,00
B. Secundario	4	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Asteraceae	2	40,43	18,00
B. Secundario	4	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	Moraceae	29	23,87	14,00

B. Secundario	4	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Euphorbiaceae	26	17,83	14,00
B. Secundario	4	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	Araliaceae	19	28,65	15,00
B. Secundario	4	<i>Senna sp</i> H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae	12	10,82	11,00
B. Secundario	4	<i>Simarouba sp</i>	Simaroubaceae	35	11,46	8,00
B. Secundario	4	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	Staphyleaceae	10	10,82	7,00
B. Secundario	4	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Hypericaceae	109	16,87	10,75
B. Secundario	4	<i>Vochysia bracedliniae</i> Standl.	Vochysiaceae	54	12,63	9,67
B. Secundario	5	<i>Allophylus punctatus</i> (Poepp.) Radlk.	Sapindaceae	48	10,50	11,00
B. Secundario	5	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Salicaceae	78	19,26	13,75
B. Secundario	5	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.	Urticaceae	62	14,17	11,50
B. Secundario	5	<i>Compsonera capitellata</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae	133	15,44	12,00
B. Secundario	5	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	Boraginaceae	31	13,37	5,00
B. Secundario	5	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	Lecythidaceae	3	10,82	9,00
B. Secundario	5	<i>Guarea grandifolia</i> DC.	Meliaceae	55	18,14	10,00
B. Secundario	5	<i>Heisteria acuminata</i> (Bonpl.) Engl.	Olacaceae	590	14,22	8,73
B. Secundario	5	<i>Inga ruiziana</i> G. Don	Fabaceae	9	13,69	10,00
B. Secundario	5	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Fabaceae	52	20,69	12,67
B. Secundario	5	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Arecaceae	101	21,33	17,00
B. Secundario	5	<i>Miconia bubalina</i> (D. Don) Naudin	Melastomataceae	118	14,22	9,67
B. Secundario	5	<i>Miconia elata</i> (Sw.) DC.	Melastomataceae	26	11,46	9,00
B. Secundario	5	<i>Miconia grandiflora</i> Cogn.	Melastomataceae	14	12,41	10,00
B. Secundario	5	<i>Miconia multispicata</i> Naudin	Melastomataceae	274	16,46	10,43
B. Secundario	5	<i>Miconia pilgeriana</i> Üle	Melastomataceae	26	10,50	8,00
B. Secundario	5	<i>Miconia stipitata</i> Gleason	Melastomataceae	165	13,85	9,17
B. Secundario	5	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Lauraceae	5	18,78	10,00
B. Secundario	5	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Asteraceae	37	43,93	17,00
B. Secundario	5	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	Urticaceae	42	10,50	11,00
B. Secundario	5	<i>Pourouma tomentosa</i> Mart. ex Miq.	Urticaceae	57	35,97	15,00
B. Secundario	5	<i>Pouteria rostrata</i> (Huber) Baehni	Sapotaceae	64	14,64	11,00
B. Secundario	5	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Fabaceae	8	10,82	9,00
B. Secundario	5	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	Araliaceae	46	15,60	12,50
B. Secundario	5	<i>Senna sp</i>	Fabaceae	33	13,05	8,00
B. Secundario	5	<i>Vochysia bracedliniae</i> Standl.	Vochysiaceae	99	14,48	11,50
B. Secundario	5	<i>Wettinia maynensis</i> Spruce	Arecaceae	47	13,37	10,00
B. Secundario	5	<i>Xylopia cuspidata</i> Diels	Annonaceae	55	10,50	8,50
Silvopastura	1	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Arecaceae	31	14,64	11,50
Silvopastura	1	<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke	Rubiaceae	150	19,76	11,67
Silvopastura	1	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Malvaceae	32	17,40	9,67
Silvopastura	1	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Moraceae	2	10,19	6,00
Silvopastura	1	<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaram.	Myristicaceae	21	37,88	16,00
Silvopastura	1	<i>Piptocoma discolor</i> Kunth) Pruski	Asteraceae	6	16,55	7,00
Silvopastura	1	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	Araliaceae	27	20,05	14,00
Silvopastura	1	<i>Senna macrophylla</i> (Kunth) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae	1	10,19	7,00
Silvopastura	1	<i>Theobroma cacao</i> (Mill.) Bernoulli	Malvaceae	69	13,74	5,50
Silvopastura	1	<i>Wettinia maynensis</i> Spruce	Arecaceae	39	16,23	12,50

Silvopastura	2	<i>Annona papilionella</i> (Diels) H. Rainer	Annonaceae	9	14,01	11,00
Silvopastura	2	<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke	Rubiaceae	14	17,43	11,00
Silvopastura	2	<i>Ficus glomerata</i> Roxb.	Moraceae	13	13,85	7,00
Silvopastura	2	<i>Inga edulis</i> Mart.	Fabaceae	1	28,33	8,00
Silvopastura	2	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Asteraceae	18	16,55	13,00
Silvopastura	3	<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke	Rubiaceae	12	19,74	10,00
Silvopastura	3	<i>Ficus glomerata</i> Roxb.	Moraceae	5	21,96	7,00
Silvopastura	3	<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.	Lecythidaceae	18	37,56	11,50
Silvopastura	3	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Malvaceae	10	12,41	8,00
Silvopastura	3	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd.	Fabaceae	13	21,33	11,00
Silvopastura	3	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Moraceae	4	24,19	12,00
Silvopastura	3	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Asteraceae	12	19,95	9,00
Silvopastura	3	<i>Pleurothyrium cuneifolium</i> Nees	Lauraceae	8	19,74	9,00
Silvopastura	3	<i>Senna pallida</i> (Vahl) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae	3	17,51	6,00
Silvopastura	3	<i>Wettinia maynensis</i> Spruce	Arecaceae	6	16,87	9,00
Silvopastura	4	<i>Caryodendron orinocense</i> H. Karst.	Euphorbiaceae	18	18,46	7,00
Silvopastura	4	<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke	Rubiaceae	19	22,60	13,50
Silvopastura	4	<i>Guarea fistulosa</i> W. Palacios	Meliaceae	11	19,74	12,00
Silvopastura	4	<i>Gustavia macarenensis</i> Philipson	Lecythidaceae	33	14,64	6,00
Silvopastura	4	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Malvaceae	12	13,05	5,00
Silvopastura	4	<i>Inga edulis</i> Mart.	Fabaceae	21	12,41	8,00
Silvopastura	4	<i>Inga multinervis</i> T.D. Penn.	Fabaceae	7	25,47	8,00
Silvopastura	4	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd.	Fabaceae	1	18,78	14,00
Silvopastura	4	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Arecaceae	22	56,02	16,00
Silvopastura	4	<i>Ocotea javitensis</i> (Kunth) Pittier	Lauraceae	10	12,31	6,33
Silvopastura	4	<i>Piptadenia pteroclada</i> Benth.	Fabaceae	8	17,19	13,00
Silvopastura	4	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Urticaceae	13	35,02	18,00
Silvopastura	4	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Sapotaceae	53	16,02	5,33
Silvopastura	4	<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill.	Annonaceae	15	30,88	14,00
Silvopastura	4	<i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng.	Verbenaceae	6	44,25	15,00
Silvopastura	4	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Rutaceae	4	19,74	15,00
Silvopastura	5	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	Moraceae	17	14,64	6,00
Silvopastura	5	<i>Bixa Orellana</i> L.	Bixaceae	22	11,46	6,00
Silvopastura	5	<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	30	14,80	7,50
Silvopastura	5	<i>Dussia tessmannii</i> Harms	Fabaceae	4	11,14	5,00
Silvopastura	5	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Meliaceae	20	13,37	10,00
Silvopastura	5	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Malvaceae	11	11,46	7,00
Silvopastura	5	<i>Hieronyma duquei</i> Cuatrec.	Phyllanthaceae	10	27,69	12,00
Silvopastura	5	<i>Inga edulis</i> Mart.	Fabaceae	73	13,53	6,75
Silvopastura	5	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd.	Fabaceae	20	25,78	12,50
Silvopastura	5	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Bignoniaceae	29	24,35	16,00
Silvopastura	5	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Asteraceae	17	20,48	13,67
Silvopastura	5	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Fabaceae	3	17,83	8,00
Silvopastura	5	<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill.	Annonaceae	25	13,69	6,00
Silvopastura	5	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerf. & Frodin	Araliaceae	47	17,83	9,00
Silvopastura	5	<i>Simira cordifolia</i> (Hook. f.) Steyerf.	Rubiaceae	18	25,47	9,00
Silvopastura	5	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Hypericaceae	5	19,10	7,00

Anexo 4. Posición Sociológica de las especies en las áreas de estudio de la zona baja de la microcuenca del río Puyo

NOMBRE CIENTÍFICO	≤ 10 m			10,1 ≥ 20 m			> 20 m			PSa ¹	PSr ²
	ni ³	vfi ⁴	ni*vfi	nm	vfm	nm*vfm	ns	vfs	ns*vfs		
<i>Iriartea deltoidea</i>				2193	,12221	267,999				267,999	0,26927
<i>Heisteria acuminata</i>	656	,2932	137,312							137,312	0,13796
<i>Compsonera capitellata</i>				1378	,7679	15,817				105,817	0,10632
<i>Vochysia ferruginea</i>				1228	,6843	84,337				84,0337	0,08443
<i>Nectandra reticulata</i>							94	,76423	71,8374	71,8374	0,07218
<i>Miconia grandiflora</i>	392	,1258	49,313							49,0313	0,04926
<i>Miconia multispicata</i>				755	,427	31,7651				31,7651	0,03192
<i>Cecropia sciadophylla</i>				754	,422	31,681				31,681	0,03183
<i>Miconia pilgeriana</i>	282	,8998	25,3746							25,3746	0,02549
<i>Inga thibaudiana</i>				487	,2714	13,2164				13,2164	0,01328
<i>Miconia acuminata</i>	183	,5839	1,6857							10,6857	0,01074
<i>Pourouma guianensis</i>				415	,2313	9,59738				9,59738	0,00964
<i>Miconia stipitata</i>				413	,231	9,551				9,5051	0,00955
<i>Ryania speciosa</i>	167	,5329	8,89885							8,89885	0,00894
<i>Vismia baccifera</i>				38	,2118	8,4681				8,04681	0,00808
<i>Psychotria acuminata</i>				365	,234	7,4247				7,42407	0,00746
<i>Miconia elata</i>	146	,4659	6,8153							6,80153	0,00683
<i>Parkia nitida</i>							28	,22764	6,37398	6,37398	0,0064
<i>Inga edulis</i>	135	,438	5,81525							5,81525	0,00584
<i>Wettinia maynensis</i>				39	,1722	5,3276				5,32076	0,00535
<i>Pourouma tomentosa</i>				39	,1722	5,3276				5,32076	0,00535
<i>Miconia bubalina</i>				295	,1644	4,84954				4,84954	0,00487
<i>Apeiba membranacea</i>				283	,1577	4,4633				4,46303	0,00448
<i>Pentagonia spathicalyx</i>				273	,1521	4,15319				4,15319	0,00417
<i>Cecropia ficifolia</i>				24	,1337	3,2981				3,20981	0,00323
<i>Alchornea triplinervia</i>				236	,1315	3,1371				3,10371	0,00312
<i>Cordia alliodora</i>	98	,3127	3,6445							3,06445	0,00308
<i>Protium sagotianum</i>				234	,134	3,5132				3,05132	0,00307
<i>Hyeronima alchorneoides</i>				224	,1248	2,7961				2,7961	0,00281
<i>Casearia javitensis</i>				223	,1243	2,77119				2,77119	0,00278
<i>Jacaranda copaia</i>				22	,1226	2,69713				2,69713	0,00271
<i>Piptocoma discolor</i>				211	,1176	2,4897				2,48097	0,00249
<i>Inga ruiziana</i>				27	,1154	2,3878				2,3878	0,0024
<i>Schefflera morototoni</i>				2	,1115	2,2293				2,22903	0,00224
<i>Vochysia bracedliniae</i>				2	,1115	2,2293				2,22903	0,00224
<i>Chimarrhis glabriflora</i>				195	,187	2,11897				2,11897	0,00213
<i>Eschweilera coriacea</i>				192	,17	2,5428				2,05428	0,00206
<i>Psychotria capitata</i>	8	,2553	2,4212							2,04212	0,00205
<i>Pouteria glomerata</i>				173	,964	1,66782				1,66782	0,00168

¹ PSa = Posición sociológica absoluta

² PSr = Posición sociológica relativa

³ n = número de árboles del estrato inferior (i), medio (m), superior (s)

⁴ v = valor fitosociológico del estrato inferior (i), medio (m), superior (s)

<i>Aspidosperma rigidum</i>				17	,947	1,6148		1,61048	0,00162
<i>Nectandra membranacea</i>				167	,931	1,55414		1,55414	0,00156
<i>Theobroma cacao</i>	69	,222	1,51914					1,51914	0,00153
<i>Guarea kunthiana</i>				164	,914	1,4988		1,4988	0,00151
<i>Pouteria rostrata</i>				163	,98	1,4858		1,48058	0,00149
<i>Inga auristellae</i>				161	,897	1,44447		1,44447	0,00145
<i>Heliocarpus americanus</i>	65	,274	1,34812					1,34812	0,00135
<i>Miconia splendens</i>	64	,242	1,3696					1,30696	0,00131
<i>Ficus glomerata</i>	64	,242	1,3696					1,30696	0,00131
<i>Duguetia hadrantha</i>				15	,836	1,25383		1,25383	0,00126
<i>Tovomita membranifolia</i>				144	,82	1,15553		1,15553	0,00116
<i>Terminalia amazonia</i>				143	,797	1,13954		1,13954	0,00114
<i>Inga velutina</i>				141	,786	1,1789		1,10789	0,00111
<i>Turpinia occidentalis</i>				14	,78	1,9223		1,09223	0,0011
<i>Margaritaria nobilis</i>				136	,758	1,37		1,0307	0,00104
<i>Otoba glycyarpa</i>				135	,752	1,156		1,0156	0,00102
<i>Calliandra trinervia</i>	56	,1787	1,64					1,00064	0,00101
<i>Sorocea muriculata</i>				132	,736	,9797		0,97097	0,00098
<i>Xylopia cuspidata</i>	55	,1755	,96522					0,96522	0,00097
<i>Alchornea trinervia</i>	53	,1691	,8963					0,8963	0,0009
<i>Pouteria caimito</i>	53	,1691	,8963					0,8963	0,0009
<i>Casearia arborea</i>				118	,658	,77593		0,77593	0,00078
<i>Esenbeckia amazonica</i>				115	,641	,73697		0,73697	0,00074
<i>Hasseltia floribunda</i>	48	,1532	,73516					0,73516	0,00074
<i>Guarea grandifolia</i>				112	,624	,6992		0,69902	0,0007
<i>Senna sp</i>	45	,1436	,64614					0,64614	0,00065
<i>Duguetia spixiana</i>				12	,568	,57977		0,57977	0,00058
<i>Allophylus punctatus</i>				98	,546	,53519		0,53519	0,00054
<i>Garcinia madruno</i>	4	,1276	,5153					0,51053	0,00051
<i>Sapium glandulosa</i>				92	,513	,47166		0,47166	0,00047
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>				92	,513	,47166		0,47166	0,00047
<i>Matisia obliquifolia</i>				91	,57	,46147		0,46147	0,00046
<i>Faramea capillipes</i>	37	,1181	,43682					0,43682	0,00044
<i>Simarouba sp</i>	35	,1117	,3987					0,39087	0,00039
<i>Protium nodulosum</i>				82	,457	,3747		0,3747	0,00038
<i>Sorocea pubivena</i>				79	,44	,34778		0,34778	0,00035
<i>Gustavia macarenensis</i>	33	,153	,34748					0,34748	0,00035
<i>Tapirira guianensis</i>				78	,435	,3394		0,33904	0,00034
<i>Pouteria reticulata</i>				78	,435	,3394		0,33904	0,00034
<i>Socratea exorrhiza</i>				77	,429	,334		0,3304	0,00033
<i>Virola obovata</i>				73	,47	,29696		0,29696	0,0003
<i>Croton lechleri</i>	3	,957	,28717					0,28717	0,00029
<i>Sterculia frondosa</i>				71	,396	,2891		0,28091	0,00028
<i>Pourouma minor</i>				71	,396	,2891		0,28091	0,00028
<i>Guarea glabra</i>				7	,39	,2736		0,27306	0,00027
<i>Chrysophyllum cuneifolium</i>				69	,385	,26531		0,26531	0,00027
<i>Batocarpus orinocensis</i>				65	,362	,23544		0,23544	0,00024
<i>Poulsenia armata</i>				62	,346	,21421		0,21421	0,00022
<i>Grias neuberthii</i>				6	,334	,261		0,20061	0,0002
<i>Tetrathylacium macrophyllum</i>	25	,798	,19943					0,19943	0,0002

<i>Myrcia splendens</i>	24	,766	,18379				0,18379	0,00018
<i>Inga marginata</i>				56	,312	,17476	0,17476	0,00018
<i>Ocotea floribunda</i>				56	,312	,17476	0,17476	0,00018
<i>Matisia cordata</i>				55	,36	,16857	0,16857	0,00017
<i>Hieronyma macrocarpa</i>				55	,36	,16857	0,16857	0,00017
<i>Perebea guianensis</i>				53	,295	,15653	0,15653	0,00016
<i>Bixa orellana</i>	22	,72	,15444				0,15444	0,00016
<i>Castilla ulei</i>				5	,279	,13931	0,13931	0,00014
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>				5	,279	,13931	0,13931	0,00014
<i>Posoqueria latifolia</i>				49	,273	,1338	0,1338	0,00013
<i>Miconia spicata</i>	2	,638	,12763				0,12763	0,00013
<i>Neea parvifolia</i>				47	,262	,1231	0,1231	0,00012
<i>Inga acreana</i>				46	,256	,11792	0,11792	0,00012
<i>Cecropia membranacea</i>				46	,256	,11792	0,11792	0,00012
<i>Nectandra lineatifolia</i>				45	,251	,11284	0,11284	0,00011
<i>Caryodendron orinocense</i>	18	,574	,1338				0,10338	0,0001
<i>Simira cordifolia</i>	18	,574	,1338				0,10338	0,0001
<i>Trichillia septentrionalis</i>				43	,24	,134	0,10304	0,0001
<i>Aniba guianensis</i>				42	,234	,983	0,0983	9,9E-05
<i>Socratea rostrata</i>				41	,228	,9368	0,09368	9,4E-05
<i>Artocarpus altilis</i>	17	,542	,9221				0,09221	9,3E-05
<i>Rollinia mucosa</i>				4	,223	,8916	0,08916	9E-05
<i>Iryanthera grandis</i>				4	,223	,8916	0,08916	9E-05
<i>Faramea quinqueflora</i>	16	,511	,8168				0,08168	8,2E-05
<i>Cabralea canjerana</i>				37	,26	,7629	0,07629	7,7E-05
<i>Rollinia pittieri</i>				36	,21	,7222	0,07222	7,3E-05
<i>Brosimum utile</i>				35	,195	,6826	0,06826	6,9E-05
<i>Inga spectabilis</i>				34	,189	,6442	0,06442	6,5E-05
<i>Naucleopsis ulei</i>				34	,189	,6442	0,06442	6,5E-05
<i>Neosprucea grandiflora</i>	14	,447	,6254				0,06254	6,3E-05
<i>Euterpe precatoria</i>				32	,178	,576	0,05706	5,7E-05
<i>Bactris gasipaes</i>				31	,173	,5355	0,05355	5,4E-05
<i>Alchornea multinervia</i>	12	,383	,4595				0,04595	4,6E-05
<i>Duguetia veneficiorum</i>				28	,156	,4369	0,04369	4,4E-05
<i>Tovomita weddelliana</i>				26	,145	,3767	0,03767	3,8E-05
<i>Sapium glandulosum</i>				26	,145	,3767	0,03767	3,8E-05
<i>Nectandra lineata</i>				26	,145	,3767	0,03767	3,8E-05
<i>Nectandra oppositifolia</i>				26	,145	,3767	0,03767	3,8E-05
<i>Vismia gracilis</i>				25	,139	,3483	0,03483	3,5E-05
<i>Sloanea guianensis</i>				24	,134	,321	0,0321	3,2E-05
<i>Aegiphila integrifolia</i>				23	,128	,2948	0,02948	3E-05
<i>Nectandra sp.</i>				23	,128	,2948	0,02948	3E-05
<i>Mauritia flexuosa</i>				22	,123	,2697	0,02697	2,7E-05
<i>Cordia panamensis</i>				22	,123	,2697	0,02697	2,7E-05
<i>Miconia sp</i>	9	,287	,2585				0,02585	2,6E-05
<i>Ficus obtusifolia</i>	9	,287	,2585				0,02585	2,6E-05
<i>Chomelia tenuiflora</i>	9	,287	,2585				0,02585	2,6E-05
<i>Miconia grandifolia</i>				21	,117	,2458	0,02458	2,5E-05
<i>Cordia hebeclada</i>				2	,111	,2229	0,02229	2,2E-05
<i>Pleurothyrium cuneifolium</i>	8	,255	,242				0,02042	2,1E-05

<i>Pterocarpus rohrii</i>				19	,16	,212				0,02012	2E-05
<i>Lozania klugii</i>				19	,16	,212				0,02012	2E-05
<i>Ocotea javitensis</i>				19	,16	,212				0,02012	2E-05
<i>Mouriri grandiflora</i>				18	,1	,186				0,01806	1,8E-05
<i>Coccoloba densifrons</i>				17	,95	,161				0,0161	1,6E-05
<i>Inga multinervis</i>	7	,223	,1563							0,01563	1,6E-05
<i>Alchornea glandulosa</i>				16	,89	,1427				0,01427	1,4E-05
<i>Miconia decurrens</i>				15	,84	,1254				0,01254	1,3E-05
<i>Maclura tinctoria</i>	6	,191	,1149							0,01149	1,2E-05
<i>Hasseltia grandiflora</i>	6	,191	,1149							0,01149	1,2E-05
<i>Pseudolmedia laevis</i>				14	,78	,192				0,01092	1,1E-05
<i>Inga capitata</i>				13	,72	,942				0,00942	9,5E-06
<i>Cedrela odorata</i>				13	,72	,942				0,00942	9,5E-06
<i>Trichilia solitudinis</i>				13	,72	,942				0,00942	9,5E-06
<i>Pourouma cecropiifolia</i>				13	,72	,942				0,00942	9,5E-06
<i>Virola sebifera</i>							1	,813	,813	0,00813	8,2E-06
<i>Ficus paraensis</i>				12	,67	,82				0,00802	8,1E-06
<i>Guarea fistulosa</i>				11	,61	,674				0,00674	6,8E-06
<i>Allophylus pilosus</i>				11	,61	,674				0,00674	6,8E-06
<i>Hieronyma duquei Cuatrec</i>				1	,56	,557				0,00557	5,6E-06
<i>Dussia tessmannii</i>	4	,128	,511							0,00511	5,1E-06
<i>Annona papilionella</i>				9	,5	,451				0,00451	4,5E-06
<i>Ficus dugandii</i>				9	,5	,451				0,00451	4,5E-06
<i>Piptadenia pteroclada</i>				8	,45	,357				0,00357	3,6E-06
<i>Senna pallida</i>	3	,96	,287							0,00287	2,9E-06
<i>Vitex cymosa</i>				6	,33	,21				0,00201	2E-06
<i>Rollinia crysocarpa</i>				5	,28	,139				0,00139	1,4E-06
<i>Perebea xanthochyma</i>				4	,22	,89				0,00089	9E-07
<i>Leonia glycyarpa</i>				4	,22	,89				0,00089	9E-07
<i>Genipa americana</i>				3	,17	,5				0,0005	5E-07
<i>Senna macrophylla</i>	1	,32	,32							0,00032	3,2E-07
<i>Garcinia macrophylla</i>				2	,11	,22				0,00022	2,2E-07
<i>Myrcia fallax</i>				2	,11	,22				0,00022	2,2E-07
<i>Protium aracouchini</i>				1	5,6E-5	5,6E-5				5,6E-05	5,6E-08
<i>Enterolobium sp</i>				1	5,6E-5	5,6E-5				5,6E-05	5,6E-08

Anexo 5. Índice de valor de importancia ecológica para las especies de bosque primario de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

Nombre científico	Abundancia relativa Ar	Frecuencia relativa Fr	Dominancia relativa Dr	Índice de valor de importancia IVI
<i>Alchornea triplinervia</i>	0,48	0,59	0,64	0,57
<i>Allophylus pilosus</i>	0,11	0,59	0,35	0,35
<i>Aniba guianensis</i>	0,41	0,59	2,28	1,09
<i>Apeiba membranacea</i>	1,28	1,76	1,70	1,58
<i>Aspidosperma rigidum</i>	1,33	1,18	1,89	1,46
<i>Batocarpus orinocensis</i>	0,64	0,59	1,26	0,83
<i>Brosimum utile</i>	0,08	1,18	1,44	0,90
<i>Calliandra trinervia</i>	0,26	0,59	0,21	0,36
<i>Casearia arborea</i>	0,04	0,59	1,17	0,60
<i>Castilla ulei</i>	0,05	0,59	0,24	0,29
<i>Cecropia ficifolia</i>	0,83	1,18	0,53	0,85
<i>Cecropia membranacea</i>	0,30	0,59	0,62	0,50
<i>Cecropia sciadophylla</i>	5,33	1,76	1,28	2,79
<i>Chrysophyllum cuneifolium</i>	0,01	0,59	0,81	0,47
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	0,05	0,59	1,49	0,71
<i>Coccoloba densifrons</i>	0,17	0,59	0,42	0,39
<i>Compsoeura capitellata</i>	11,83	2,94	0,57	5,12
<i>Cordia hebeclada</i>	0,02	0,59	0,64	0,42
<i>Cordia panamensis</i>	0,21	0,59	0,47	0,43
<i>Duguetia hadrantha</i>	1,38	2,35	0,44	1,39
<i>Duguetia spixiana</i>	0,12	0,59	0,41	0,37
<i>Enterolobium sp</i>	0,01	0,59	1,20	0,60
<i>Eschweilera coriácea</i>	1,85	2,35	0,91	1,70
<i>Euterpe precatória</i>	0,31	0,59	0,44	0,45
<i>Faramea capillipes</i>	0,36	0,59	0,21	0,39
<i>Faramea quinqueflora</i>	0,16	0,59	0,64	0,46
<i>Ficus dugandii</i>	0,09	0,59	0,36	0,35
<i>Garcinia macrophylla</i>	0,02	0,59	0,53	0,38
<i>Garcinia madruno</i>	0,04	0,59	0,33	0,32
<i>Genipa americana</i>	0,03	0,59	1,39	0,67
<i>Grias neuberthii</i>	0,41	0,59	0,69	0,56
<i>Guarea glabra</i>	0,07	0,59	3,87	1,51
<i>Guarea grandifolia</i>	0,56	1,18	1,08	0,94
<i>Guarea kunthiana</i>	1,23	1,18	2,08	1,50
<i>Hasseltia grandiflora</i>	0,06	0,59	0,24	0,30
<i>Heisteria acuminata</i>	0,08	0,59	0,33	0,33
<i>Inga acreana</i>	0,45	0,59	1,11	0,72
<i>Inga auristellae</i>	0,20	1,18	0,83	0,74
<i>Inga edulis</i>	0,04	0,59	0,51	0,38
<i>Inga marginata</i>	0,55	0,59	0,26	0,46
<i>Inga ruiziana</i>	0,45	0,59	0,40	0,48
<i>Inga thibaudiana</i>	3,63	2,35	1,16	2,38
<i>Inga velutina</i>	1,38	0,59	0,44	0,80
<i>Iriartea deltoidea</i>	17,99	2,94	0,61	7,18
<i>Iryanthera grandis</i>	0,04	0,59	0,32	0,32
<i>Leonia glycyarpa</i>	0,04	0,59	0,45	0,36
<i>Lozania klugii</i>	0,19	0,59	0,73	0,50
<i>Margaritaria nobilis</i>	1,33	1,76	0,66	1,25
<i>Matisia cordata</i>	0,36	1,18	1,55	1,03

<i>Matisia obliquifolia</i>	0,89	0,59	0,53	0,67
<i>Miconia decurrens</i>	0,15	0,59	0,23	0,32
<i>Miconia elata</i>	0,19	0,59	0,24	0,34
<i>Miconia grandifolia</i>	0,21	0,59	0,89	0,56
<i>Miconia multispicata</i>	1,16	1,18	0,33	0,89
<i>Mouriri grandiflora</i>	0,18	1,18	0,45	0,60
<i>Myrcia splendens</i>	0,23	0,59	0,30	0,37
<i>Naucleopsis ulei</i>	0,33	0,59	0,40	0,44
<i>Nectandra lineata</i>	0,11	0,59	0,97	0,55
<i>Nectandra lineatifolia</i>	0,44	0,59	0,79	0,61
<i>Nectandra membranacea</i>	0,70	1,76	0,52	1,00
<i>Nectandra oppositifolia</i>	0,25	0,59	0,45	0,43
<i>Nectandra reticulata</i>	0,92	1,18	2,26	1,45
<i>Neea parvifolia</i>	0,46	1,18	0,46	0,70
<i>Ocotea floribunda</i>	0,55	0,59	0,27	0,47
<i>Ocotea javitensis</i>	0,09	0,59	0,81	0,49
<i>Otoba glycyarpa</i>	0,50	1,18	0,42	0,70
<i>Parkia nitida</i>	0,27	0,59	11,36	4,08
<i>Pentagonia spathicalyx</i>	2,67	1,18	0,51	1,45
<i>Perebea guianensis</i>	0,52	0,59	0,40	0,50
<i>Perebea xanthochyma</i>	0,04	0,59	0,51	0,38
<i>Piptocoma discolor</i>	0,33	0,59	4,68	1,87
<i>Poulsenia armata</i>	0,32	0,59	2,94	1,28
<i>Pourouma guianensis</i>	1,28	2,94	0,82	1,68
<i>Pourouma minor</i>	0,69	1,18	1,53	1,13
<i>Pourouma tomentosa</i>	2,46	1,76	1,06	1,76
<i>Pouteria glomerata</i>	0,64	1,76	1,15	1,18
<i>Pouteria reticulata</i>	0,50	1,18	0,40	0,69
<i>Pouteria rostrata</i>	0,63	1,18	0,31	0,70
<i>Protium aracouchini</i>	0,01	0,59	0,33	0,31
<i>Protium nodulosum</i>	0,28	1,18	0,52	0,66
<i>Protium sagotianum</i>	2,22	1,76	0,99	1,66
<i>Pseudolmedia laevis</i>	0,14	0,59	0,29	0,34
<i>Psychotria acuminata</i>	1,27	1,18	1,19	1,21
<i>Pterocarpus rohrii</i>	0,08	0,59	2,39	1,02
<i>Sloanea guianensis</i>	0,23	0,59	0,81	0,54
<i>Socratea exorrhiza</i>	0,57	0,59	0,55	0,57
<i>Sorocea muriculata</i>	1,29	1,18	0,37	0,95
<i>Sorocea pubivena</i>	0,68	1,18	0,61	0,82
<i>Sterculia frondosa</i>	0,69	0,59	3,28	1,52
<i>Tapirira guianensis</i>	0,76	1,18	1,05	1,00
<i>Terminalia amazonia</i>	1,40	1,18	0,58	1,05
<i>Tovomita membranifolia</i>	1,23	1,18	0,35	0,92
<i>Tovomita weddelliana</i>	0,25	0,59	0,55	0,47
<i>Trichilia solitudinis</i>	0,13	0,59	0,66	0,46
<i>Turpinia occidentalis</i>	0,13	0,59	0,73	0,48
<i>Virola obovata</i>	0,71	0,59	0,75	0,68
<i>Virola sebifera</i>	0,01	0,59	1,82	0,81
<i>Vismia baccifera</i>	1,03	1,76	0,43	1,07
<i>Vismia gracilis</i>	0,24	0,59	0,51	0,45
<i>Vochysia bracediniae</i>	0,45	1,18	0,77	0,80
<i>Vochysia ferruginea</i>	11,12	2,94	1,91	5,32
<i>Wettinia maynensis</i>	0,56	2,35	0,33	1,08

Anexo 6. Índice de valor de importancia ecológica para las especies de bosque secundario de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

Nombre científico	Abundancia relativa Ar	Frecuencia relativa Fr	Dominancia relativa Dr	Índice de valor de importancia IVI
<i>Aegiphila integrifolia</i>	0,27	0,68	0,93	0,63
<i>Alchornea glandulosa</i>	0,19	0,68	1,18	0,68
<i>Alchornea multinervia</i>	0,14	0,68	1,11	0,64
<i>Alchornea trinervia</i>	0,63	0,68	0,52	0,61
<i>Alchornea triplinervia</i>	2,22	1,35	0,73	1,43
<i>Allophylus punctatus</i>	1,16	1,35	0,42	0,98
<i>Apeiba membranacea</i>	1,80	1,35	1,71	1,62
<i>Aspidosperma rigidum</i>	0,40	1,35	0,98	0,91
<i>Cabrlea canjerana</i>	0,44	0,68	0,96	0,69
<i>Calliandra trinervia</i>	0,34	0,68	0,57	0,53
<i>Casearia arborea</i>	1,35	2,03	0,96	1,45
<i>Casearia javitensis</i>	2,64	2,03	0,76	1,81
<i>Cecropia ficifolia</i>	1,84	0,68	0,67	1,06
<i>Cecropia membranacea</i>	0,18	2,70	0,77	1,22
<i>Cecropia sciadophylla</i>	2,16	0,68	1,69	1,51
<i>Cedrela odorata</i>	0,15	2,70	0,96	1,27
<i>Chomelia tenuiflora</i>	0,11	0,68	1,42	0,73
<i>Chrysophyllum cuneifolium</i>	0,70	0,68	1,03	0,80
<i>Compsoeura capitellata</i>	1,98	0,68	0,67	1,11
<i>Cordia alliodora</i>	1,16	1,35	0,47	1,00
<i>Duguetia veneficiorum</i>	0,33	2,03	0,80	1,05
<i>Eschweilera coriacea</i>	0,04	0,68	0,36	0,36
<i>Esenbeckia amazónica</i>	1,36	2,03	1,02	1,47
<i>Ficus glomerata</i>	0,55	2,03	1,42	1,33
<i>Ficus obtusifolia</i>	0,11	0,68	1,59	0,79
<i>Ficus paraensis</i>	0,14	0,68	1,55	0,79
<i>Guarea grandifolia</i>	0,65	0,68	1,00	0,78
<i>Guarea kunthiana</i>	0,21	0,68	1,30	0,73
<i>Hasseltia floribunda</i>	0,57	1,35	0,65	0,86
<i>Heisteria acuminata</i>	7,68	0,68	0,59	2,98
<i>Hieronima macrocarpa</i>	0,65	1,35	3,20	1,73
<i>Hieronima alchorneoides</i>	2,65	0,68	2,39	1,91
<i>Inga auristellae</i>	0,39	2,03	1,66	1,36
<i>Inga capitata</i>	0,15	1,35	1,30	0,93
<i>Inga ruiziana</i>	1,91	0,68	0,68	1,09
<i>Inga thibaudiana</i>	1,37	2,70	1,32	1,80
<i>Iriartea deltoidea</i>	4,17	2,03	1,12	2,44
<i>Jacaranda copaia</i>	2,26	2,03	1,33	1,87
<i>Miconia acuminata</i>	2,17	2,03	0,53	1,58
<i>Miconia bubalina</i>	3,50	0,68	0,55	1,57
<i>Miconia elata</i>	1,51	2,03	0,40	1,31
<i>Miconia grandiflora</i>	4,65	1,35	0,75	2,25
<i>Miconia multispicata</i>	7,54	2,70	0,67	3,64
<i>Miconia pilgeriana</i>	3,34	2,03	0,88	2,08
<i>Miconia sp</i>	0,11	2,03	0,38	0,84
<i>Miconia spicata</i>	0,24	0,68	0,54	0,49
<i>Miconia splendens</i>	0,76	1,35	0,74	0,95
<i>Miconia stipitata</i>	4,90	0,68	0,86	2,14
<i>Myrcia fallax</i>	0,02	2,70	0,44	1,06

<i>Nectandra lineata</i>	0,18	0,68	2,49	1,11
<i>Nectandra membranacea</i>	0,06	0,68	1,07	0,60
<i>Nectandra sp.</i>	0,27	0,68	1,73	0,89
<i>Neosprucea grandiflora</i>	0,17	0,68	0,90	0,58
<i>Piptocoma discolor</i>	1,47	0,68	3,71	1,95
<i>Posoqueria latifolia</i>	0,58	2,70	0,60	1,29
<i>Poulsenia armata</i>	0,34	0,68	1,73	0,92
<i>Pourouma guianensis</i>	1,23	0,68	0,72	0,88
<i>Pourouma tomentosa</i>	0,68	1,35	3,93	1,98
<i>Pouteria rostrata</i>	1,17	0,68	1,00	0,95
<i>Protium nodulosum</i>	0,09	1,35	0,80	0,75
<i>Protium sagotianum</i>	0,08	1,35	0,33	0,59
<i>Psychotria acuminata</i>	2,79	0,68	0,79	1,42
<i>Psychotria capitata</i>	0,95	2,03	0,86	1,28
<i>Pterocarpus rohrii</i>	0,09	0,68	0,36	0,38
<i>Rollinia crysocarpa</i>	0,06	0,68	0,49	0,41
<i>Rollinia pittieri</i>	0,43	0,68	10,30	3,80
<i>Ryania speciosa</i>	1,98	0,68	0,61	1,09
<i>Sapium glandulosa</i>	1,09	1,35	1,71	1,38
<i>Sapium glandulosum</i>	0,31	0,68	0,96	0,65
<i>Schefflera morototoni</i>	1,49	0,68	1,89	1,35
<i>Senna sp</i>	0,53	2,03	0,43	1,00
<i>Simarouba sp</i>	0,41	1,35	0,40	0,72
<i>Socratea exorrhiza</i>	0,23	0,68	1,03	0,65
<i>Socratea rostrata</i>	0,49	0,68	1,22	0,79
<i>Tetrathylacium macrophyllum</i>	0,30	0,68	0,36	0,44
<i>Trichillia septentrionalis</i>	0,51	0,68	7,20	2,79
<i>Turpinia occidentalis</i>	0,12	0,68	0,36	0,38
<i>Vismia baccifera</i>	3,20	0,68	1,03	1,64
<i>Vochysia bracediniae</i>	1,83	2,70	0,51	1,68
<i>Wettinia maynensis</i>	1,39	2,03	0,57	1,33
<i>Xylopia cuspidata</i>	0,65	1,35	0,33	0,78
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	1,04	0,68	1,03	0,92

Anexo 7. Índice de valor de importancia ecológica para las especies de silvopastura de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

Nombre científico	Abundancia	Frecuencia	Dominancia	Índice de valor de importancia IVI
	relativa Ar	relativa Fr	relativa Dr	
<i>Annona papilionella</i>	0,80	1,79	0,97	1,18
<i>Artocarpus altilis</i>	1,51	1,79	1,06	1,45
<i>Bactris gasipaes</i>	2,75	1,79	1,06	1,86
<i>Bixa orellana</i>	1,95	1,79	0,65	1,46
<i>Caryodendron orinocense</i>	1,60	1,79	1,69	1,69
<i>Chimarrhis glabriflora</i>	17,29	7,14	1,89	8,77
<i>Croton lechleri</i>	2,66	1,79	1,08	1,84
<i>Dussia tessmannii</i>	0,35	1,79	0,61	0,92
<i>Ficus glomerata</i>	1,60	3,57	1,35	2,17
<i>Grias neuberthii</i>	1,60	1,79	6,98	3,45
<i>Guarea fistulosa</i>	0,98	1,79	1,93	1,56
<i>Guarea kunthiana</i>	1,77	1,79	0,88	1,48
<i>Gustavia macarenensis</i>	2,93	1,79	1,06	1,92
<i>Heliocarpus americanus</i>	5,76	5,36	1,09	4,07
<i>Hieronyma duquei</i> Cuatrec	0,89	1,79	3,79	2,15
<i>Inga edulis</i>	8,42	5,36	1,24	5,00
<i>Inga multinervis</i>	0,62	1,79	3,21	1,87
<i>Inga spectabilis</i>	3,01	5,36	2,60	3,66
<i>Jacaranda copaia</i>	2,57	1,79	2,93	2,43
<i>Maclura tinctoria</i>	0,53	3,57	1,46	1,85
<i>Mauritia flexuosa</i>	1,95	1,79	15,52	6,42
<i>Ocotea javitensis</i>	0,89	1,79	0,75	1,14
<i>Otoba glycyarpa</i>	1,86	1,79	7,09	3,58
<i>Piptadenia pteroclada</i>	0,71	1,79	1,46	1,32
<i>Piptocoma discolor</i>	4,70	7,14	1,78	4,54
<i>Pleurothyrium cuneifolium</i>	0,71	1,79	1,93	1,47
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	1,15	1,79	6,06	3,00
<i>Pouteria caimito</i>	4,70	1,79	1,27	2,58
<i>Pterocarpus rohrii</i>	0,27	1,79	1,57	1,21
<i>Rollinia mucosa</i>	3,55	3,57	2,45	3,19
<i>Schefflera morototoni</i>	6,56	3,57	1,67	3,93
<i>Senna macrophylla</i>	0,09	1,79	0,51	0,80
<i>Senna pallida</i>	0,27	1,79	1,52	1,19
<i>Simira cordifolia</i>	1,60	1,79	3,21	2,20
<i>Theobroma cacao</i>	6,12	1,79	0,93	2,95
<i>Vismia baccifera</i>	0,44	1,79	1,80	1,34
<i>Vitex cymosa</i>	0,53	1,79	9,68	4,00
<i>Wettinia maynensis</i>	3,99	3,57	1,34	2,97
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	0,35	1,79	1,93	1,36

Anexo 8. Cálculo del valor indicador para las especies de las tres áreas de la zona baja de la microcuenca del río Puyo.

NOMBRE CIENTÍFICO	Bosque Primario			Bosque Secundario			Silvopastura		
	Aij ⁵	Bij ⁶	IndValij ⁷	Aij	Bij	IndValij	Aij	Bij	IndValij
<i>Aspidosperma rigidum</i>	0.800	0.667	53	0.200	0.667	13	0.000	1.000	0
<i>Cecropia sciadophylla</i>	0.807	0.667	54	0.193	0.667	13	0.000	1.000	0
<i>Eschweilera coriacea</i>	0.940	0.667	63	0.060	0.667	4	0.000	1.000	0
<i>Guarea kunthiana</i>	0.685	1.000	68	0.098	1.000	10	0.217	1.333	29
<i>Inga auristellae</i>	0.795	0.667	53	0.205	0.667	14	0.000	1.000	0
<i>Iriartea deltoidea</i>	0.758	0.667	51	0.242	0.667	16	0.000	1.000	0
<i>Nectandra membranacea</i>	0.915	0.667	61	0.085	0.667	6	0.000	1.000	0
<i>Protium nodulosum</i>	0.902	0.667	60	0.098	0.667	7	0.000	1.000	0
<i>Protium sagotianum</i>	0.915	0.667	61	0.085	0.667	6	0.000	1.000	0
<i>Socratea exorrhiza</i>	0.753	0.667	50	0.247	0.667	16	0.000	1.000	0
<i>Turpinia occidentalis</i>	0.929	0.667	62	0.071	0.667	5	0.000	1.000	0
<i>Aegiphila integrifolia</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Alchornea glandulosa</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Alchornea multinervia</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Alchornea trinervia</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Alchornea triplinervia</i>	0.344	0.667	23	0.656	0.667	44	0.000	1.000	0
<i>Allophylus pilosus</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Allophylus punctatus</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Aniba guianensis</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Annona papilionella</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Apeiba membranacea</i>	0.365	0.667	24	0.635	0.667	42	0.000	1.000	0
<i>Artocarpus altilis</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Bactris gasipaes</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Batocarpus orinocensis</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Bixa orellana</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Brosimum utile</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Cabrlea canjerana</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Calliandra trinervia</i>	0.482	0.667	32	0.518	0.667	35	0.000	1.000	0
<i>Caryodendron orinocense</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Casearia arborea</i>	0.095	0.667	6	0.905	0.667	60	0.000	1.000	0
<i>Casearia javitensis</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0

⁵ Aij es una medida de especificidad

⁶ Bij es una medida de la fidelidad

⁷ InValij es el valor total del indicador

<i>Castilla ulei</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Cecropia ficifolia</i>	0.523	0.667	35	0.477	0.667	32	0.000	1.000	0
<i>Cecropia membranacea</i>	0.674	0.667	45	0.326	0.667	22	0.000	1.000	0
<i>Cedrela odorata</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Chimarrhis glabriflora</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Chomelia tenuiflora</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Chrysophyllum cuneifolium</i>	0.145	0.667	10	0.855	0.667	57	0.000	1.000	0
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Coccoloba densifrons</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Compsoeura capitellata</i>	0.744	0.667	50	0.256	0.667	17	0.000	1.000	0
<i>Cordia alliodora</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Cordia hebeclada</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Cordia panamensis</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Croton lechleri</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Duguetia hadrantha</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Duguetia spixiana</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Duguetia veneficiorum</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Dussia tessmannii</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Enterolobium sp</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Esenbeckia amazonica</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Euterpe precatoria</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Faramea capillipes</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Faramea quinqueflora</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Ficus dugandii</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Ficus glomerata</i>	0.000	0.667	0	0.836	0.667	56	0.164	1.000	16
<i>Ficus obtusifolia</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Ficus paraensis</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Garcinia macrophylla</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Garcinia madruno</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Genipa americana</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Grias neuberthii</i>	0.700	0.667	47	0.000	0.667	0	0.300	1.000	30
<i>Guarea fistulosa</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Guarea glabra</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Guarea grandifolia</i>	0.341	0.667	23	0.659	0.667	44	0.000	1.000	0
<i>Gustavia macarenensis</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Hasseltia floribunda</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Hasseltia grandiflora</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Heisteria acuminata</i>	0.024	0.667	2	0.976	0.667	65	0.000	1.000	0
<i>Heliocarpus americanus</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67

<i>Hieronyma duquei</i> Cuatrec	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Hieronyma macrocarpa</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Hieronima alchorneoides</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Inga acreana</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Inga capitata</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Inga edulis</i>	0.558	0.667	37	0.000	0.667	0	0.442	1.000	44
<i>Inga marginata</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Inga multinervis</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Inga ruiziana</i>	0.533	0.667	36	0.467	0.667	31	0.000	1.000	0
<i>Inga spectabilis</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Inga thibaudiana</i>	0.706	0.667	47	0.294	0.667	20	0.000	1.000	0
<i>Inga velutina</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Iryanthera grandis</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Jacaranda copaia</i>	0.000	0.667	0	0.687	0.667	46	0.313	1.000	31
<i>Leonia glycyarpa</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Lozania klugii</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Maclura tinctoria</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Margaritaria nobilis</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Matisia cordata</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Matisia obliquifolia</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Mauritia flexuosa</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Miconia acuminata</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Miconia bubalina</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Miconia decurrens</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Miconia elata</i>	0.230	0.667	15	0.770	0.667	51	0.000	1.000	0
<i>Miconia grandiflora</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Miconia grandifolia</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Miconia multispicata</i>	0.219	0.667	15	0.781	0.667	52	0.000	1.000	0
<i>Miconia pilgeriana</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Miconia sp</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Miconia spicata</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Miconia splendens</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Miconia stipitata</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Mouriri grandiflora</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Myrcia fallax</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Myrcia splendens</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Naucleopsis ulei</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Nectandra lineata</i>	0.423	0.667	28	0.577	0.667	38	0.000	1.000	0
<i>Nectandra lineatifolia</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0

<i>Nectandra oppositifolia</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Nectandra reticulata</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Nectandra sp.</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Neea parvifolia</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Neosprucea grandiflora</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Ocotea floribunda</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Ocotea javitensis</i>	0.474	0.667	32	0.000	0.667	0	0.526	1.000	53
<i>Otoba glycyarpa</i>	0.731	0.667	49	0.000	0.667	0	0.269	1.000	27
<i>Parkia nitida</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Pentagonia spathicalyx</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Perebea guianensis</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Perebea xanthochyma</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Piptadenia pteroclada</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Piptocoma discolor</i>	0.435	1.000	43	0.396	1.000	40	0.169	1.333	23
<i>Pleurothyrium cuneifolium</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Posoqueria latifolia</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Poulsenia armata</i>	0.532	0.667	35	0.468	0.667	31	0.000	1.000	0
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Pourouma guianensis</i>	0.545	0.667	36	0.455	0.667	30	0.000	1.000	0
<i>Pourouma minor</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Pourouma tomentosa</i>	0.596	0.667	40	0.404	0.667	27	0.000	1.000	0
<i>Pouteria caimito</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Pouteria glomerata</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Pouteria reticulata</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Pouteria rostrata</i>	0.393	0.667	26	0.607	0.667	40	0.000	1.000	0
<i>Protium aracouchini</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Pseudolmedia laevis</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Psychotria acuminata</i>	0.453	0.667	30	0.547	0.667	36	0.000	1.000	0
<i>Psychotria capitata</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Pterocarpus rohrii</i>	0.421	1.000	42	0.421	1.000	42	0.158	1.333	21
<i>Rollinia crysocarpa</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Rollinia mucosa</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Rollinia pittieri</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Ryania speciosa</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Sapium glandulosa</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Sapium glandulosum</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Schefflera morototoni</i>	0.000	0.667	0	0.532	0.667	35	0.468	1.000	47
<i>Senna macrophylla</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Senna pallida</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67

<i>Senna sp</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Simarouba sp</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Simira cordifolia</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Sloanea guianensis</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Socratea rostrata</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Sorocea muriculata</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Sorocea pubivena</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Sterculia frondosa</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Tapirira guianensis</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Terminalia amazonia</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Tetrathylacium macrophyllum</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Theobroma cacao</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Tovomita membranifolia</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Tovomita weddelliana</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Trichilia solitudinis</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Trichillia septentrionalis</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Virola obovata</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Virola sebifera</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Vismia baccifera</i>	0.326	1.000	33	0.628	1.000	63	0.047	1.333	6
<i>Vismia gracilis</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Vitex cymosa</i>	0.000	0.333	0	0.000	0.333	0	1.000	0.667	67
<i>Vochysia bracediniae</i>	0.309	0.667	21	0.691	0.667	46	0.000	1.000	0
<i>Vochysia ferruginea</i>	1.000	0.333	33	0.000	0.333	0	0.000	0.667	0
<i>Wettinia maynensis</i>	0.312	1.000	31	0.497	1.000	50	0.191	1.333	25
<i>Xylopia cuspidata</i>	0.000	0.333	0	1.000	0.333	33	0.000	0.667	0
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	0.000	0.667	0	0.917	0.667	61	0.083	1.000	8

