



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE ORELLANA
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**PROPUESTA DE UN PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA
EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA BELLEZA, BASADO EN
LA SELECCIÓN DE ESPECIES CLAVES VEGETALES SEGÚN
LOS MECANISMOS DE DISPERSIÓN DE SEMILLAS**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO/A AMBIENTAL

AUTORES: DENNYS ALEXANDER CARRILLO GONZA

ANA GABRIELA CORREA JIMENEZ

DIRECTORA: ING. JENNIFER ALEXANDRA OREJUELA ROMERO, MSC.

El Coca – Ecuador

2024

©2024, Ana Gabriela Correa Jimenez & Dennys Alexander Carrillo Gonza

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

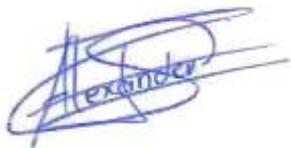
Nosotros, Ana Gabriela Correa Jimenez y Dennys Alexander Carrillo Gonza, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El Coca, 18 de enero de 2024.



Ana Gabriela Correa Jimenez
2200121412



Dennys Alexander Carrillo Gonza
2200324156

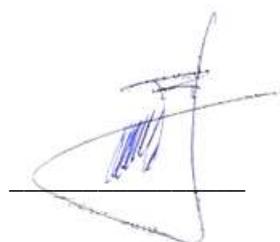
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto Técnico, **PROPUESTA DE UN PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA BELLEZA, BASADO EN LA SELECCIÓN DE ESPECIES CLAVES VEGETALES SEGÚN LOS MECANISMOS DE DISPERSIÓN DE SEMILLAS**, realizado por los señores: **ANA GABRIELA CORREA JIMENEZ** y **DENNYS ALEXANDER CARRILLO GONZA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

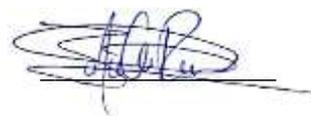
FECHA

Ing. Carlos Mestanza Ramón, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



2024-01-18

Ing. Jennifer Alexandra Orejuela Romero, MSc.
DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-01-18

Ing. Leonardo Daniel Cabezas Andrade, MSc.
ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-01-18

DEDICATORIA

Con mucho amor y agradecimiento quiero dedicar este logro a las personas que me han acompañado en todo este camino académico: A mis padres Marco y Sonia, por todo su apoyo y brindarme la oportunidad de prepararme profesionalmente, han sido un punto clave para hacer realidad este sueño tan anhelado; a mis hermanos Sabina, Daniela y Marco Joshua, por ayudarme a sobresalir en cada adversidad y compartir mi felicidad como si fuera la suya; a mis abuelos Armando, Florinda y Rosa, por darme su amor y confianza en este camino; a mis tíos Diego, Marcelo y Verónica, por ayudarme a creer mi sueño y apoyarme en lo que han podido; y a mí pequeño sobrino Eidam para que sepa que los sueños con dedicación y esfuerzo siempre se logran.

Ana

Con cariño y gratitud, dedico esta tesis de grado a mis padres, cuyo amor incondicional y sacrificios han sido la luz que ilumina cada paso de mi camino académico. A mis hermanos, amigos leales que han compartido risas y consuelo en las horas de estudio más intensas, agradezco su compañía invaluable. A mi director(a) y asesor(a) por su invaluable guía, paciencia y sabiduría. A mis compañeros de clase, con quienes he compartido desafíos y triunfos, construyendo recuerdos imborrables, y a todos aquellos seres queridos que, de una forma u otra, han contribuido a este camino.

Dennys

AGRADECIMIENTO

Me siento muy orgullosa de poder mencionar a las personas que me han ayudado al cumplimiento de esta meta tan anhelada como lo es la obtención de mi título profesional mediante este trabajo de tesis. Deseo expresar mis agradecimientos; a mis amados padres Marco y Sonia por apoyarme de manera incondicional y estar siempre para mí; a mis hermanos Sabina, Daniela y Marco Joshua por su apoyo y comprensión a lo largo de este camino; agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Sede Orellana por haberme dado la oportunidad de prepararme profesionalmente en tan prestigiosa institución; a mis compañeros y mis docentes, quienes influyeron significativamente en mi formación académica; a mi tutora, la Ing. Jennifer Orejuela que con gran paciencia ha sabido como guiarme este trabajo de tesis; a mi asesor, el Ing. Leonardo Cabezas por el apoyo brindado y los conocimientos aportados en este trabajo; a mi prima Erika por el apoyo incondicional que me ha brindado en todos estos años de estudio.

Ana

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a Dios, quien ha sido mi guía y fuente de fortaleza, permitiéndome avanzar en este emocionante viaje. Agradezco profundamente a mi familia por su inquebrantable apoyo y constante motivación; su respaldo emocional y comprensión fueron pilares fundamentales en los momentos desafiantes de mi trayectoria académica. También, agradezco a mis amigos y compañeros de estudio por compartir experiencias y crear un ambiente de aprendizaje colaborativo que enriqueció mi proceso. A los profesores, mi gratitud por sus valiosos conocimientos y críticas constructivas que contribuyeron a mejorar la calidad de mi trabajo. Este logro no habría sido posible sin el respaldo colectivo de aquellos que creyeron en mí. A todos quienes formaron parte de este viaje académico, les expreso mi más profundo agradecimiento por convertirlo en una experiencia enriquecedora y significativa.

Dennys

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	4
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Restauración ecológica.....	5
2.1.1. <i>Definición y conceptos básicos</i>	5
2.1.1.1. <i>Degradación del ecosistema</i>	5
2.1.1.2. <i>Objetivos de la restauración</i>	5
2.1.1.3. <i>Principios de la restauración</i>	5
2.1.1.4. <i>Estrategias de restauración</i>	6
2.1.1.5. <i>Evaluación y monitoreo</i>	6
2.1.2. <i>Importancia de la restauración ecológica</i>	6
2.1.2.1. <i>Conservación de la biodiversidad</i>	6
2.1.2.2. <i>Recuperación de servicios ecosistémicos</i>	6
2.1.2.3. <i>Mitigación y adaptación al cambio climático</i>	7
2.1.2.4. <i>Prevención de la erosión y la degradación del suelo</i>	7
2.1.2.5. <i>Mejora de la calidad del agua</i>	7

2.1.3. Objetivos de la restauración ecológica	7
2.1.3.1. Restaurar la estructura y función del ecosistema.....	7
2.1.3.2. Fomentar la resiliencia ecológica.....	7
2.1.3.3. Recuperar especies y hábitats amenazados.....	8
2.1.3.4. Mejorar la calidad del suelo y la regeneración vegetal.....	8
2.1.3.5. Promover la participación y la educación ambiental.....	8
2.1.4. Principios y enfoques de la restauración ecológica	8
2.1.4.1. Enfoque basado en la ecología del ecosistema.....	8
2.1.4.2. Utilización de especies autóctonas o nativas.....	9
2.1.4.3. Promoción de la diversidad genética y funcional.....	9
2.1.4.4. Consideración de los procesos sucesionales.....	9
2.1.4.5. Participación activa de las comunidades locales.....	9
2.1.4.6. Gestión adaptativa.....	9
2.1.4.7. Monitoreo y evaluación de resultados.....	10
2.2. Estación Experimental La Belleza	10
2.2.1. Descripción de la Estación Experimental La Belleza.....	10
2.2.1.1. Importancia de la restauración ecológica en la estación.....	10
2.3. Ecosistema referencial	11
2.3.1. Descripción del ecosistema referencial.....	11
2.3.2. Características y funciones ecológicas del ecosistema.....	11
2.3.3. Ecosistema de la Estación Experimental La Belleza.....	12
2.4. Mecanismos de dispersión de semillas	13
2.4.1. Definición y clasificación de los mecanismos de dispersión de semillas.....	13
2.4.1.1. Dispersión por barocoria.....	13
2.4.1.2. Dispersión por anemocoria.....	13
2.4.1.3. Dispersión por hidrocoria.....	13
2.4.1.4. Dispersión por zoocoria.....	14
2.4.2. Importancia de los mecanismos de dispersión en la restauración ecológica.....	14
2.4.2.1. Recolonización de áreas degradadas.....	14
2.4.2.2. Restauración de la estructura y función del ecosistema.....	15
2.4.2.3. Aumento de la resiliencia y adaptabilidad.....	15
2.4.2.4. Restauración de interacciones bióticas.....	15
2.4.3. Relación entre los mecanismos de dispersión y la selección de especies clave.....	15
2.4.3.1. Adaptación al entorno.....	16
2.4.3.2. Conectividad del paisaje.....	16
2.4.3.3. Funciones ecológicas.....	16
2.4.3.4. Recuperación de la estructura y composición del ecosistema.....	16

2.5.	Propuesta de Restauración Ecológica	17
2.5.1.	<i>Áreas de conservación: diseño y estrategias de restauración</i>	18
2.5.2.	<i>Zona de amortiguamiento: importancia de restauración</i>	19
2.5.2.1.	<i>Protección contra amenazas externas</i>	19
2.5.2.2.	<i>Conservación de la biodiversidad</i>	19
2.5.2.3.	<i>Conectividad ecológica</i>	19
2.5.3.	<i>Zona de amortiguamiento: enfoques de restauración</i>	20
2.5.3.1.	<i>Restauración de hábitats clave</i>	20
2.5.3.2.	<i>Restauración del paisaje</i>	20
2.5.3.3.	<i>Participación comunitaria</i>	20
2.5.3.4.	<i>Manejo sostenible de recursos</i>	20
2.5.3.5.	<i>Control de actividades humanas</i>	20
2.5.3.6.	<i>Monitoreo y evaluación</i>	21
2.5.3.7.	<i>Educación ambiental y sensibilización</i>	21
2.5.4.	<i>Recuperación vegetal: técnicas y acciones para la restauración</i>	21
2.6.	Marco legal	23
2.6.1.	<i>Constitución de la República del Ecuador</i>	23
2.6.2.	<i>Código Orgánico del Ambiente</i>	24
2.6.3.	<i>Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre</i>	24
2.6.4.	<i>Ley de Gestión Ambiental</i>	24
2.6.5.	<i>Ley Para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad</i>	24

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	25
3.1.	Localización del Estudio	25
3.1.1.	<i>Características climáticas</i>	25
3.1.2.	<i>Tipo de cobertura</i>	26
3.2.	Métodos	27
3.2.1.	<i>Fase 1. Evaluar el estado actual de la Estación Experimental La Belleza y del ecosistema referencial</i>	27
3.2.2.	<i>Fase 2. Determinar las especies claves para la restauración de acuerdo a los mecanismos de dispersión de semillas</i>	30
3.2.3.	<i>Fase 3. Diseñar una propuesta de restauración ecológica para el área mayormente intervenida</i>	36

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	38
4.1.	Estado actual de la zona de estudio	38
4.1.1.	<i>Definición del ecosistema de referencia y la zona mayormente intervenida</i>	39
4.1.1.1.	<i>Descripción del ecosistema de referencia</i>	41
4.1.1.2.	<i>Descripción de la zona mayormente intervenida</i>	41
4.1.1.3.	<i>Comparación del ecosistema de referencia y la zona mayormente intervenida</i>	41
4.2.	Especies clave	42
4.2.1.	<i>Inventario botánico</i>	42
4.2.2.	<i>Especies vegetales encontradas en trampas semilleras</i>	45
4.2.3.	<i>Aves encontradas en la zona de estudio</i>	52
4.2.4.	<i>Determinación de especies claves</i>	54
4.3.	Plan de Restauración Ecológica	55
4.3.1.	<i>Fase 1</i>	56
4.3.2.	<i>Fase 2</i>	58
4.3.3.	<i>Fase 3</i>	60
4.3.4.	<i>Diseño de plantación</i>	61
4.3.5.	<i>Pasos del Plan de Restauración Ecológica</i>	62
4.3.5.1.	<i>Preparación del terreno</i>	62
4.3.5.2.	<i>Trazado, estacado y distancia de plantación</i>	62
4.3.5.3.	<i>Estimación del número de árboles a plantar</i>	63
4.3.5.4.	<i>Ahoyado</i>	63
4.3.5.5.	<i>Fertilización</i>	63
4.3.5.6.	<i>Plantación</i>	63
4.3.5.7.	<i>Mantenimiento</i>	64
4.3.5.8.	<i>Monitoreo</i>	64
4.3.6.	<i>Cronograma</i>	65
4.3.7.	<i>Presupuesto</i>	65

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
5.1.	Conclusiones	67
5.2.	Recomendaciones	68

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Características de los ecosistemas	12
Tabla 2-2:	Técnicas para la restauración.....	21
Tabla 3-1:	Tipo de cobertura de la parroquia La Belleza.....	26
Tabla 4-1:	Características del suelo de los cuadrantes A y D	41
Tabla 4-2:	Inventario botánico.....	42
Tabla 4-3:	Inventario de especies encontradas en trampas semilleras	46
Tabla 4-4:	Inventario de aves.....	52
Tabla 4-5:	Especies clave seleccionadas.....	54
Tabla 4-6:	Especies a sembrarse en la Fase 1	56
Tabla 4-7:	Especies a sembrarse en la Fase 2	58
Tabla 4-8:	Especies a sembrarse en la Fase 3	60
Tabla 4-9:	Cronograma de actividades para la restauración ecológica de la EELB	65
Tabla 4-10:	Presupuesto del plan.....	66

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1:	Localización del estudio.....	25
Ilustración 3-2:	Proceso de muestreo de suelo.....	29
Ilustración 3-3:	Triángulo textural de USDA	30
Ilustración 3-4:	Mapa de distribución de cuadrantes para el inventario botánico	33
Ilustración 3-5:	Percha para aves y trampas semilleras	34
Ilustración 3-6:	Trampas semilleras.....	35
Ilustración 3-7:	Proceso de recolección de semilla de las trampas	36
Ilustración 4-1:	Vista aérea de la edificación y vista terrestre del camino	38
Ilustración 4-2:	Distribución espacial de cuadrantes de la EELB.....	39
Ilustración 4-3:	Índice de Shannon por cuadrante	40
Ilustración 4-4:	Índice de Pielou por cuadrante	40
Ilustración 4-5:	Diseño de plantación	62

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: HOJA GUÍA PARA INVENTARIO DE ESPECIES BOTÁNICAS

ANEXO B: INVENTARIO FORESTAL E ÍNDICES DE SHANNON POR CUADRANTE

ANEXO C: RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

RESUMEN

En la Estación Experimental La Belleza (EELB), se han identificado áreas degradadas por intervención antropogénica y falta de gestión administrativa lo que ha llevado a la pérdida de biodiversidad de especies vegetales, animales y a la disminución de los servicios ecosistémicos característicos de esta zona; por esta razón, el objetivo del presente estudio fue proponer un Plan de Restauración Ecológica en la EELB, basado en la selección de especies claves según los mecanismos de dispersión de semillas. Para esto, se dividió la estación experimental en cinco cuadrantes, se definió un ecosistema de referencia y una zona mayormente intervenida, se evaluó el estado ambas localidades, luego se realizó un inventario botánico para la determinación de los índices de abundancia y equidad, también se utilizaron trampas de semillas y monitoreo de aves para la selección de especies clave, con la información recolectada se elaboró un Plan de Restauración Ecológica basado en tres fases consecutivas de siembra de especies con diferente velocidad de crecimiento. La EELB presentó 126 especies botánicas pertenecientes a 50 familias: 67 nativas y 59 exóticas, 67 catalogadas como forestales (gran altura) y 59 como arbustivas (altura media y baja), la zona mayormente intervenida presentó índices de 1,84 y 0,70 respectivamente para Shannon y Pielou; mientras que, el ecosistema de referencia presentó índices de 2,85 y 0,85, respectivamente. Como conclusión, se elaboró un Plan de Restauración Ecológica basado en tres fases consecutivas de siembra de especies con diferente velocidad de crecimiento: arbustiva, forestal de rápido y medio crecimiento y forestal de lento crecimiento, se recomendó llevar a cabo el Plan de Restauración Ecológica inmediatamente para evitar que la degradación de la EELB se intensifique y amplíe sus fronteras.

Palabras clave: <PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA>, <ESPECIES CLAVE>, <DISPERSIÓN DE SEMILLAS>, <INVENTARIO BOTÁNICO>, <LA BELLEZA (PARROQUIA)>.

Cristian Tenelanda S.

Ing. Cristian Sebastian Tenelanda S.
0604686709



0202-DBRA-UPT-2024

ABSTRACT

In La Belleza Experimental Station (EELB), degraded areas have been identified due to anthropogenic intervention and lack of administrative management, which has led to the loss of biodiversity of plant and animal species and the decrease of ecosystem services characteristic of this area; for this reason, the objective of this study was to propose an Ecological Restoration Plan in the EELB, based on the selection of key species according to the mechanisms of seed dispersal. For this, the experimental station was divided into five quadrants, a reference ecosystem and a mostly disturbed area were defined, the status of both localities was evaluated, then a botanical inventory was carried out to determine abundance and equity indexes, seed traps and bird monitoring were also used for the selection of key species, with the information collected an Ecological Restoration Plan was elaborated based on three consecutive phases of planting species with different growth rates. The EELB presented 126 botanical species belonging to 50 families: 67 native and 59 exotics, 67 catalogued as forest (high altitude) and 59 as shrubs (medium and low altitude), the most intervened zone presented indices of 1.84 and 0.70 respectively for Shannon and Pielou; while the reference ecosystem presented indices of 2.85 and 0.85, respectively. In conclusion, an Ecological Restoration Plan was elaborated based on three consecutive phases of planting species with different growth speed: shrub, fast and medium growth forest, and slow growth forest. It was recommended to carry out the Ecological Restoration Plan immediately to prevent the degradation of the EELB from intensifying and extending its borders.

Key words: <ECOLOGICAL RESTORATION PLAN>, <KEY SPECIES>, <SEED DISPERSION>, <BOTANICAL INVENTORY>, <LA BELLEZA (PARISH)>.



Erich Gonzalo Guaman Condoy M.Sc.
0704554484

INTRODUCCIÓN

La preocupación por la conservación y restauración de los ecosistemas ha cobrado una relevancia sin precedentes a nivel mundial, la necesidad de abordar los desafíos ambientales y promover la sustentabilidad ha llevado a la implementación de proyectos de restauración ecológica en diferentes partes del mundo (ONU, 2020, párr. 2-3).

A nivel mundial se ha observado una preocupante pérdida de biodiversidad y degradación ambiental, además, la actividad humana, incluyendo la expansión de la agricultura, la deforestación y la urbanización, ha generado impactos significativos en los ecosistemas naturales; por otro lado, el área de bosques primarios ha disminuido en 81 millones de hectáreas desde 1990 hasta el año 2020, pero la tasa de pérdida se redujo a más de la mitad en el período 2010-2020, en comparación con el decenio anterior, esta pérdida de bosques ha llevado a la fragmentación de los paisajes y a una disminución preocupante de la diversidad biológica (FAO, 2020, párr. 3).

En Ecuador, existen múltiples desafíos ambientales que requieren atención inminente como la deforestación, la explotación petrolera y la expansión agrícola que han dejado su huella en el paisaje y afectado la riqueza biológica del país, un ejemplo de esto es la disminución de la cobertura de bosques nativos que pasó del 68% al 56%, en el año 1990 al año 2018, evidenciando una pérdida de alrededor del 12% de áreas boscosas, afectando directamente a la biodiversidad y la alteración de los procesos ecológicos fundamentales (Sierra et al., 2021, p. 7).

En la provincia de Orellana, se presentan impactos directos de las actividades humanas y los fenómenos naturales en el ecosistema local, ocasionados principalmente por la explotación petrolera, la deforestación y otros procesos degradativos que han generado la pérdida de cobertura vegetal, la alteración de los mecanismos de dispersión de semillas y la disminución de la diversidad biológica; también, la deforestación ha generado la pérdida de 192 522 m² de cobertura vegetal en la región (Bosque Siempre Verde y Bosque Inundado), por esta razón la restauración ecológica en esta zona se presenta como una estrategia esencial para revertir estos impactos y promover la recuperación de los ecosistemas locales (Quezada et al., 2022, p. 294).

En este contexto, la parroquia La Belleza cuenta con 60 812,69 km² de superficie terrestre de las cuales el 80% corresponde a bosques nativos que están en permanente riesgo de deforestación por el cambio de uso de suelo (GADPR La Belleza, 2019, p. 27). Es por esta razón que el presente estudio tiene como objetivo proponer un Plan de Restauración Ecológica en la Estación Experimental La Belleza, ubicada en la parroquia rural La Belleza en la provincia de Orellana, centrado en la selección de especies vegetales claves y basadas en los mecanismos de dispersión de semillas.

Para lograrlo, se llevó a cabo una evaluación exhaustiva del estado actual de la estación y del ecosistema referencial, con el fin de identificar las principales problemáticas ambientales y determinar los desafíos a los que se enfrenta la restauración. Además, se realizó un análisis de los mecanismos de dispersión de semillas presentes en la región y se diseñó una propuesta de restauración ecológica para la Estación Experimental La Belleza.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La degradación ambiental es una problemática mundial que ha llevado a la pérdida de biodiversidad y la disminución de los servicios ecosistémicos (Martínez, 2017, p. 2). Esto desencadena cambios en el medio ambiente tales como: calentamiento global y desertificación debido al aumento de los niveles de CO₂ y otros contaminantes atmosféricos; así como, aumento de la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos como huracanes o sequías (Estado de México, 2019, párr. 8).

En este contexto Ecuador presenta grandes desafíos ambientales significativos como: la deforestación, la explotación petrolera y otras actividades extractivas que han dejado su huella en el país, generando la pérdida de bosques y hábitats valiosos, esto ha llevado a la disminución de especies nativas, la alteración de los procesos ecológicos y la pérdida de servicios ecosistémicos esenciales (Quezada et al., 2022, p. 296).

En el caso específico de la Estación Experimental La Belleza, se han identificado áreas degradadas por intervención antropogénica y falta de gestión administrativa de los gobiernos locales, lo que ha llevado a la pérdida de biodiversidad de especies vegetales, animales y a la disminución de los servicios ecosistémicos característicos de esta zona.

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son las especies vegetales potenciales para la restauración ecológica de las zonas degradadas en la Estación Experimental La Belleza, basados en la selección de especies claves según los mecanismos de dispersión de semillas, contribuirán a la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de la zona?

1.3. Justificación

A escala mundial, la pérdida de biodiversidad y la degradación ambiental son preocupaciones fundamentales, entre ellos destacan la deforestación, la urbanización descontrolada y otras actividades humanas han llevado a la pérdida de hábitats naturales, la fragmentación de paisajes y la disminución de la diversidad biológica, estos procesos tienen un impacto directo en la salud

de los ecosistemas y en la provisión de servicios ambientales esenciales para la humanidad (FAO, 2020, párr. 3).

Siendo la restauración ecológica una alternativa para recuperar los ecosistemas degradados; en este sentido, es necesario identificar las especies vegetales potenciales que puedan ser utilizadas en proyectos de restauración ecológica en la localidad de estudio (Gómez et al., 2017, p. 31).

En la provincia de Orellana, en la parroquia La Belleza, se evidencian los impactos directos de las actividades humanas y los fenómenos naturales en el ecosistema local, la deforestación, la explotación petrolera y otros procesos degradativos han generado la pérdida de cobertura vegetal, la alteración de los mecanismos de dispersión de semillas y la disminución de la diversidad biológica, estos cambios han afectado la salud del ecosistema y han comprometido su capacidad de regeneración natural (Krainer y Mora, 2011, p. 80).

Por ende, la implementación de un Plan de Restauración Ecológica, centrado en la selección de especies claves según los mecanismos de dispersión de semillas, se presentan como una estrategia esencial para revertir impactos como el cambio climático, la desertificación, aumento de CO₂ y la pérdida de biodiversidad, promoviendo la recuperación de los ecosistemas y el fortalecimiento de los procesos ecológicos en esta región específica.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Proponer un Plan de Restauración Ecológica en la Estación Experimental La Belleza, basado en la selección de especies claves según los mecanismos de dispersión de semillas.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el estado actual de la Estación Experimental La Belleza y del ecosistema referencial.
- Determinar las especies claves para la restauración de acuerdo a los mecanismos de dispersión de semillas.
- Diseñar una propuesta de restauración ecológica para el área mayormente intervenida.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Restauración ecológica

2.1.1. Definición y conceptos básicos

La restauración ecológica es una disciplina que busca revertir, rehabilitar y recuperar ecosistemas degradados, dañados o destruidos, con el objetivo de restablecer su estructura, función y diversidad biológica original, además de ser un proceso holístico que implica la reconstrucción y rehabilitación de los componentes físicos, químicos y biológicos de un ecosistema, con el fin de restablecer su equilibrio y su capacidad para brindar servicios ecosistémicos (Ceccon y Pérez, 2016, p. 21).

Algunos conceptos básicos relacionados con la restauración ecológica son los siguientes:

2.1.1.1. Degradación del ecosistema

Se refiere a la pérdida o alteración significativa de los componentes y procesos naturales de un ecosistema, causada por actividades humanas o eventos naturales. Esta degradación puede manifestarse en la pérdida de biodiversidad, disminución de la calidad del suelo, alteraciones en los ciclos de nutrientes y agua, entre otros efectos negativos (Morales y Parada, 2005, p. 25).

2.1.1.2. Objetivos de la restauración

Varían dependiendo del ecosistema y las necesidades específicas, algunos objetivos comunes incluyen la recuperación de la biodiversidad, la mejora de la calidad del agua y del suelo, la prevención de la erosión, la restauración de la conectividad ecológica y la recuperación de servicios ecosistémicos como la polinización, la regulación del clima y la provisión de alimentos (Ceccon y Pérez, 2016, p. 65).

2.1.1.3. Principios de la restauración

Los principios fundamentales de la restauración ecológica incluyen el enfoque basado en la ecología del ecosistema objetivo, la utilización de especies autóctonas o nativas, la promoción de la diversidad genética y funcional, la consideración de los procesos sucesionales y la participación

activa de las comunidades locales en el diseño y ejecución de los proyectos de restauración (Sánchez et al., 2005, p. 101).

2.1.1.4. Estrategias de restauración

Existen diversas estrategias y técnicas utilizadas en la restauración ecológica, como la reforestación, la rehabilitación de humedales, la recuperación de ríos y arroyos, la reintroducción de especies clave, el control de especies invasoras, la remediación de suelos contaminados y la gestión adaptativa (Morales y Parada, 2005, p. 241).

2.1.1.5. Evaluación y monitoreo

Son componentes esenciales de la restauración ecológica que permiten evaluar la efectividad de las acciones de restauración, identificar posibles ajustes o mejoras, y obtener datos científicos para respaldar la toma de decisiones informadas; también, los indicadores ecológicos, el seguimiento de las poblaciones de especies y el análisis de la estructura y función del ecosistema son herramientas utilizadas en la evaluación y monitoreo (Sánchez et al., 2005, p. 147).

2.1.2. Importancia de la restauración ecológica

A continuación, se presentan algunos aspectos relevantes sobre la importancia de la restauración ecológica:

2.1.2.1. Conservación de la biodiversidad

La restauración ecológica contribuye a la conservación de la biodiversidad al restablecer hábitats naturales y proporcionar condiciones adecuadas para la recuperación de especies nativas; teniendo así que, es especialmente importante en áreas degradadas o fragmentadas, donde la biodiversidad se ve amenazada (Ceccon y Pérez, 2016, p. 65).

2.1.2.2. Recuperación de servicios ecosistémicos

Los ecosistemas saludables y funcionales brindan una amplia gama de servicios ecosistémicos, como la polinización de cultivos, la purificación del agua, la regulación del clima y la provisión de alimentos y materiales. La restauración ecológica puede ayudar a recuperar estos servicios esenciales para el bienestar humano y la sostenibilidad de las sociedades (Hernández y Castillo, 2018, p. 1).

2.1.2.3. Mitigación y adaptación al cambio climático

Los ecosistemas restaurados pueden desempeñar un papel clave en la mitigación del cambio climático al actuar como sumideros de carbono y promover la captura y almacenamiento de carbono en biomasa y suelos; además, la restauración ecológica puede ayudar a las comunidades a adaptarse a los efectos del cambio climático al fortalecer la resiliencia de los ecosistemas y sus servicios (Sánchez et al., 2005, p. 107).

2.1.2.4. Prevención de la erosión y la degradación del suelo

La restauración ecológica desempeña un papel fundamental en la prevención y control de la erosión del suelo, mediante la reintroducción de vegetación nativa y la implementación de prácticas de conservación del suelo, se puede reducir la pérdida de suelo fértil, mejorar su capacidad de retención de agua y promover la estabilidad de los paisajes (Morales y Parada, 2005, p. 40).

2.1.2.5. Mejora de la calidad del agua

Los ecosistemas restaurados desempeñan un papel vital en la mejora de la calidad del agua al filtrar contaminantes, reducir la escorrentía y mantener los ciclos hidrológicos naturales, esto es crucial para la protección de fuentes de agua dulce, la conservación de la vida acuática y la promoción de la salud humana (Ceccon y Pérez, 2016, p. 65).

2.1.3. Objetivos de la restauración ecológica

Los objetivos de la restauración ecológica varían según el contexto y los problemas específicos de cada ecosistema degradado, algunos objetivos comunes incluyen:

2.1.3.1. Restaurar la estructura y función del ecosistema

Esto implica recuperar la composición de especies, las interacciones ecológicas y los procesos ecosistémicos esenciales, como la sucesión natural, los ciclos biogeoquímicos y el flujo de energía (Hernández y Castillo, 2018, p. 1).

2.1.3.2. Fomentar la resiliencia ecológica

Se busca aumentar la capacidad del ecosistema para resistir y recuperarse de perturbaciones, tanto

naturales como causadas por el hombre, la restauración ecológica promueve la diversidad genética y funcional, la conectividad entre hábitats y la adaptabilidad a cambios ambientales (Ceccon y Pérez, 2016, p. 65).

2.1.3.3. Recuperar especies y hábitats amenazados

La restauración ecológica se centra en la reintroducción o promoción de especies nativas en peligro de extinción o en declive, así como en la creación de hábitats adecuados para su supervivencia y reproducción (Sánchez et al., 2005, p. 80).

2.1.3.4. Mejorar la calidad del suelo y la regeneración vegetal

La restauración ecológica busca restaurar la fertilidad y la salud del suelo a través de prácticas de conservación y enriquecimiento de la materia orgánica; además, se busca fomentar la regeneración de la vegetación autóctona, restableciendo la cobertura vegetal y promoviendo la sucesión natural (Morales y Parada, 2005, p. 258).

2.1.3.5. Promover la participación y la educación ambiental

La restauración ecológica involucra a las comunidades locales, a las partes interesadas y a los actores relevantes en el diseño, implementación y seguimiento de los proyectos; también, busca aumentar la conciencia y la comprensión pública sobre la importancia de los ecosistemas y la necesidad de su restauración (Ceccon y Pérez, 2016, p. 71).

2.1.4. Principios y enfoques de la restauración ecológica

La restauración ecológica se basa en una serie de principios y enfoques fundamentales que guían su diseño y ejecución; a continuación, se presentan algunos de los principales principios y enfoques de la restauración ecológica:

2.1.4.1. Enfoque basado en la ecología del ecosistema

La restauración ecológica se centra en comprender los procesos ecológicos y las interacciones entre los componentes bióticos y abióticos del ecosistema objetivo, se considera la estructura, la función y los servicios ecosistémicos originales con el fin de restablecerlos de manera efectiva (Sánchez et al., 2005, p. 15).

2.1.4.2. Utilización de especies autóctonas o nativas

La selección de especies para la restauración se basa en la preferencia por especies autóctonas o nativas, es decir, aquellas que son originarias de la región o ecosistema en particular, estas especies están adaptadas a las condiciones locales y desempeñan un papel importante en la restauración de las interacciones ecológicas y la biodiversidad (Colmena et al., 2021, p. 2).

2.1.4.3. Promoción de la diversidad genética y funcional

Se busca fomentar la diversidad genética y funcional en los ecosistemas restaurados, esto implica la utilización de múltiples especies y variedades genéticas dentro de cada especie, con el fin de mejorar la resiliencia y la capacidad de adaptación frente a cambios ambientales y perturbaciones (Ceccon y Pérez, 2016, p. 110).

2.1.4.4. Consideración de los procesos sucesionales

La restauración ecológica tiene en cuenta los procesos sucesionales naturales, es decir, los cambios graduales en la composición y estructura del ecosistema a lo largo del tiempo, se busca facilitar la sucesión ecológica y permitir que los procesos naturales de regeneración y colonización se desarrollen de manera adecuada (Sánchez et al., 2005, p. 115).

2.1.4.5. Participación activa de las comunidades locales

La restauración ecológica se lleva a cabo de manera participativa, involucrando a las comunidades locales, a las partes interesadas y a los actores relevantes en todas las etapas del proceso, esto incluye la identificación de necesidades y prioridades, la toma de decisiones, la implementación de acciones y el monitoreo a largo plazo (Hernández y Castillo, 2018, p. 14).

2.1.4.6. Gestión adaptativa

La restauración ecológica se basa en la gestión adaptativa, lo que significa que se realizan ajustes y mejoras en función de los resultados y la retroalimentación obtenida durante el proceso de restauración, se toman en cuenta los cambios en las condiciones ambientales, los avances científicos y la evaluación de los objetivos establecidos (Sánchez et al., 2005, p. 159).

2.1.4.7. Monitoreo y evaluación de resultados

La restauración ecológica requiere de un seguimiento constante y una evaluación de los resultados obtenidos, se utilizan indicadores ecológicos, mediciones de la estructura y función del ecosistema, así como el seguimiento de poblaciones de especies clave, con el fin de evaluar la efectividad de las acciones de restauración y realizar ajustes si es necesario (Ceccon y Pérez, 2016, p. 110).

2.2. Estación Experimental La Belleza

2.2.1. Descripción de la Estación Experimental La Belleza

La Estación Experimental La Belleza, ubicada en la provincia de Orellana, Ecuador, es un centro de investigación y conservación que pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) que cuenta con 37 ha de superficie y ubicado en el km 21 de El Coca, como parte de la ESPOCH, representa una zona de estudio significativa en la investigación científica y la conservación de los ecosistemas amazónicos, su objetivo principal es avanzar en el entendimiento de la biodiversidad de la región y promover prácticas sostenibles para su protección y preservación (Noticias ESPOCH, 2021, párr. 1-3).

La ESPOCH brinda apoyo financiero, infraestructura y acceso a una red de científicos y académicos, lo que fortalece las capacidades de investigación y la calidad de los proyectos desarrollados en la Estación Experimental La Belleza, se destaca como un centro de referencia en el estudio de los ecosistemas amazónicos, sus investigaciones abarcan una amplia gama de temas, como la ecología de la selva tropical, la biodiversidad, la dinámica de los bosques y la conservación de especies amenazadas (El Diario de Riobamba, 2021, párr. 1-5).

Además de su enfoque científico, la Estación Experimental La Belleza, en conjunto con la ESPOCH, juega un papel relevante en la formación y capacitación de profesionales en el campo de la investigación y conservación ambiental, a través de programas educativos y prácticas de campo, se fomenta el desarrollo de habilidades y conocimientos necesarios para abordar los desafíos ambientales en la región amazónica (Noticias ESPOCH, 2021, párr. 1-3).

2.2.1.1. Importancia de la restauración ecológica en la estación

La restauración ecológica es fundamental en la Estación Experimental La Belleza, especialmente debido a la degradación del ecosistema causada por prácticas agronómicas inadecuadas, cambios

de uso de suelo y otros impactos humanos debidos a la vinculación e investigación realizada en sus inmediaciones (El Diario de Riobamba, 2021, párr. 1-5).

2.3. Ecosistema referencial

2.3.1. Descripción del ecosistema referencial

El término “ecosistema referencial” se refiere a un ecosistema en su estado original o no perturbado, que sirve como punto de referencia para evaluar y comparar los cambios ocurridos en otros ecosistemas sujetos a degradación o intervención humana, también se conoce como “ecosistema de referencia” o “ecosistema de partida” (Colmena et al., 2021, p. 9).

El ecosistema referencial se caracteriza por su estructura, composición y funciones ecológicas típicas, que reflejan las condiciones naturales previas a las alteraciones provocadas por actividades humanas, este ecosistema proporciona información clave sobre la diversidad biológica, los procesos ecológicos y los servicios ecosistémicos que se espera encontrar en un estado saludable y equilibrado (Ceccon y Pérez, 2016, p. 179).

La selección de un ecosistema referencial adecuado es fundamental en los estudios de restauración ecológica, ya que proporciona un modelo para orientar los esfuerzos de recuperación y establecer objetivos realistas; conociendo que, al comparar el estado actual del ecosistema degradado con el ecosistema referencial, es posible identificar los cambios negativos y las necesidades de restauración específicas (Colmena et al., 2021, p. 9).

Es importante destacar que el ecosistema referencial no debe considerarse estático o inalterable. Los ecosistemas están sujetos a cambios naturales a lo largo del tiempo, influenciados por factores climáticos, sucesiones ecológicas y perturbaciones naturales; sin embargo, la referencia al ecosistema original ayuda a establecer una base sólida para la evaluación de la degradación y la planificación de medidas de restauración adecuadas (Ceccon y Pérez, 2016, p. 178).

2.3.2. Características y funciones ecológicas del ecosistema

El ecosistema es una unidad funcional compuesta por componentes bióticos (organismos vivos) y abióticos (factores no vivos) que interactúan entre sí y con su entorno, cada ecosistema tiene características y funciones ecológicas particulares que lo distinguen y le permiten cumplir roles específicos en el mantenimiento del equilibrio y la sustentabilidad del medio ambiente (Sánchez et al., 2005, p. 16). A continuación, se describen algunas características de los ecosistemas (Tabla 3-

1):

Tabla 2-1: Características de los ecosistemas

Concepto	Definición	Ejemplo
Biodiversidad	Variedad de especies en un ecosistema	Un bosque tropical con gran diversidad de árboles, mamíferos, aves, reptiles e insectos
Productividad	Capacidad de un ecosistema para producir biomasa	Un pastizal que proporciona alimento para herbívoros y, a su vez, sustenta a carnívoros que se alimentan de ellos
Ciclos biogeoquímicos	Procesos de intercambio y reciclaje de nutrientes en un ecosistema	La descomposición de materia orgánica por bacterias y hongos, liberando nutrientes que son utilizados nuevamente por las plantas
Regulación del clima	Influencia de los ecosistemas en el clima a través de la captura de carbono y la regulación de los patrones de precipitación	Un bosque que actúa como sumidero de carbono, reduciendo la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera
Protección del suelo y el agua	Función de los ecosistemas para evitar la erosión del suelo y purificar el agua	Un manglar que actúa como barrera natural contra la erosión costera y filtra los contaminantes del agua antes de que lleguen al océano
Resiliencia y estabilidad	Capacidad de un ecosistema para recuperarse y mantener su equilibrio frente a perturbaciones	Un humedal que puede recuperarse rápidamente después de una inundación o sequía y continuar brindando hábitats para la vida silvestre

Fuente: Morales y Parada, 2005; Sánchez et al., 2005.

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

2.3.3. Ecosistema de la Estación Experimental La Belleza

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente (2012, pp. 88-90), por su ubicación espacial y condiciones ambientales, la zona en estudio pertenece al ecosistema “Bosque siempreverde de penillanura del sector Tigre-Pastaza”, el cual tiene precipitaciones superiores a 3000 mm, temperaturas de alrededor de 25 °C.

Los bosques siempreverdes de altura se caracterizan por presentar un denso dosel que alcanza alturas de 25 a 35 m, con una estratificación diversa que incluye árboles emergentes que superan los 45 m, los árboles principales del dosel muestran troncos rectos con diámetros que oscilan entre 0,8 y 1,2 m, y en ocasiones, pueden ser aún más grandes, destacando también la presencia de raíces tabulares de manera frecuente; en términos geomorfológicos, estos bosques se asientan sobre suelos bien drenados en áreas planas de terrazas elevadas y sistemas de colinas en la planicie sedimentaria, estas colinas, de 20 a 40 m de altura, presentan una marcada división. En las laderas de las colinas, el sotobosque tiende a ser más abierto (Ministerio del Ambiente, 2012, p. 89).

Este ecosistema comprende diversas comunidades boscosas con una amplia variación en cuanto a su composición de especies vegetales, esta variación se vuelve más pronunciada y abrupta hacia el oriente ecuatoriano desde la base de la cadena montañosa central del país, a medida que aumenta la distancia del piedemonte de los Andes, lo que resulta en un cambio en la composición de los suelos, pasando de ser más ricos en nutrientes hacia el oeste a ser más pobres en nutrientes hacia el este (Ministerio del Ambiente, 2012, p. 89).

2.4. Mecanismos de dispersión de semillas

2.4.1. Definición y clasificación de los mecanismos de dispersión de semillas

Los mecanismos de dispersión de semillas se refieren a los diferentes medios y estrategias utilizados por las plantas para dispersar sus semillas lejos de la planta madre, estos permiten a las plantas colonizar nuevos territorios, evitar la competencia con individuos cercanos y aumentar las posibilidades de supervivencia y reproducción de la especie (Velázquez, 2016, p. 10). La dispersión de semillas es un proceso fundamental en la dinámica de los ecosistemas y en la biodiversidad de las comunidades vegetales (Colmena et al., 2021, p. 39).

Los mecanismos de dispersión de semillas se clasifican en cuatro categorías principales:

2.4.1.1. Dispersión por barocoria

Este mecanismo implica que las semillas caigan al suelo por la acción de la gravedad, es común en plantas que producen semillas grandes y pesadas, como las nueces y los cocos, las semillas caen cerca de la planta madre, lo que favorece la formación de agregados (Velázquez, 2016, p. 11).

2.4.1.2. Dispersión por anemocoria

En este mecanismo, las semillas son transportadas por el viento, las plantas que dependen de la dispersión anemócora suelen producir semillas pequeñas y ligeras, con estructuras adaptadas para el vuelo, como alas o pelos, ejemplos de plantas que utilizan este mecanismo son los árboles de hoja caduca, como los arces, cuyas semillas son dispersadas por el viento durante el otoño (Alcaraz, 2013, p. 4).

2.4.1.3. Dispersión por hidrocoria

En la dispersión hidrocoria, las semillas son dispersadas a través del agua, las plantas acuáticas y

las que crecen cerca de cuerpos de agua utilizan este mecanismo, las semillas pueden flotar en la superficie del agua o ser transportadas por corrientes, mareas o inundaciones; además, algunas plantas acuáticas, como los nenúfares, producen semillas que tienen estructuras esponjosas o flotantes para facilitar su dispersión (Velázquez, 2016, p. 11).

2.4.1.4. Dispersión por zoocoria

En este mecanismo, las semillas son dispersadas por animales, puede ocurrir de dos formas: endozoocoria, cuando las semillas son ingeridas por animales y luego excretadas en un lugar distante, y epizoocoria, cuando las semillas se adhieren al pelaje, plumas o piel de los animales y se transportan a otros lugares, ejemplos de dispersión zoocoria incluyen plantas que producen frutos carnosos, como las bayas, que atraen a aves y mamíferos que luego dispersan las semillas (Alcaraz, 2013, p. 5).

Es importante destacar que estas categorías de dispersión de semillas no son mutuamente excluyentes, y muchas plantas utilizan múltiples mecanismos de dispersión para aumentar sus posibilidades de colonización y supervivencia; además, algunos mecanismos de dispersión pueden ser favorecidos en ciertos hábitats o por ciertos grupos de plantas, lo que contribuye a la diversidad y adaptabilidad de los ecosistemas vegetales (Velázquez, 2016, p. 12).

2.4.2. Importancia de los mecanismos de dispersión en la restauración ecológica

Los mecanismos de dispersión de semillas juegan un papel fundamental en los procesos de restauración ecológica, estos mecanismos son clave para garantizar la colonización de nuevas áreas por parte de las especies vegetales y promover la recuperación de ecosistemas degradados (Lázaro, 2017, p. 4). A continuación, se destacan algunas razones por las cuales los mecanismos de dispersión son importantes en la restauración ecológica:

2.4.2.1. Recolonización de áreas degradadas

Los mecanismos de dispersión permiten que las semillas lleguen a áreas que han sido degradadas, como resultado de actividades humanas o eventos naturales, al promover la llegada de nuevas semillas, se fomenta la diversidad de especies y la restauración de la vegetación original, esto es especialmente importante en ecosistemas fragmentados o perturbados, donde la conectividad entre las áreas naturales puede estar comprometida (Morales y Parada, 2005, p. 261).

2.4.2.2. Restauración de la estructura y función del ecosistema

Los mecanismos de dispersión contribuyen a la restauración de la estructura y función de los ecosistemas, al permitir la dispersión de semillas, se fomenta la regeneración de diferentes estratos vegetales, como árboles, arbustos y herbáceas, lo que a su vez promueve la diversidad y complejidad del ecosistema restaurado; además, la presencia de plantas dispersadas por animales puede favorecer la formación de microhábitats, la captura de nutrientes y la interacción con otras especies (Colmena et al., 2021, p. 23).

2.4.2.3. Aumento de la resiliencia y adaptabilidad

Los mecanismos de dispersión contribuyen a la resiliencia de los ecosistemas restaurados al permitir la llegada de especies que pueden ser más resistentes o adaptables a las condiciones del sitio, esto es especialmente importante en el contexto del cambio climático, donde la restauración ecológica busca crear ecosistemas capaces de enfrentar nuevas condiciones ambientales, los mecanismos de dispersión ayudan a diversificar la composición genética de la vegetación, lo que incrementa las posibilidades de supervivencia y adaptación de las especies en el largo plazo (Lázaro, 2017, pp. 5-6).

2.4.2.4. Restauración de interacciones bióticas

Los mecanismos de dispersión promueven la restauración de interacciones bióticas clave en los ecosistemas, como la polinización y la dispersión de semillas por animales, al permitir la llegada de plantas que dependen de estos procesos, se establecen relaciones simbióticas y mutualistas que son fundamentales para la salud y el funcionamiento de los ecosistemas, estas interacciones pueden ser especialmente importantes en la restauración de ecosistemas fragmentados, donde se busca restablecer las redes de polinización y dispersión que han sido interrumpidas (Moreno, 2019, p. 1).

2.4.3. Relación entre los mecanismos de dispersión y la selección de especies clave

La relación entre los mecanismos de dispersión y la selección de especies clave es fundamental en la planificación y ejecución de proyectos de restauración ecológica, los mecanismos de dispersión determinan en gran medida la capacidad de las especies para llegar a las áreas objetivo y establecerse con éxito en ellas (García y González, 2019, p. 57). A continuación, se describen algunos aspectos importantes de esta relación:

2.4.3.1. Adaptación al entorno

Los diferentes mecanismos de dispersión están asociados con diferentes estrategias adaptativas de las especies, por ejemplo, las especies con semillas adaptadas a la dispersión anemócora suelen tener semillas pequeñas y ligeras, con estructuras que les permiten ser transportadas por el viento; por otro lado, las especies que dependen de la dispersión zoocoria pueden producir semillas con estructuras pegajosas o ganchos que se adhieren al pelaje de los animales, al comprender los mecanismos de dispersión predominantes en el ecosistema objetivo, se puede seleccionar especies que estén adaptadas a estos mecanismos y tengan mayores posibilidades de establecerse y reproducirse (Magrin, 2015, p. 5).

2.4.3.2. Conectividad del paisaje

Los mecanismos de dispersión son esenciales para mantener la conectividad del paisaje y permitir el intercambio genético entre poblaciones, al seleccionar especies que utilizan diferentes mecanismos de dispersión, se puede promover la conexión de áreas fragmentadas y facilitar la dispersión de genes entre poblaciones, esto contribuye a la diversidad genética y la adaptabilidad de las especies en el largo plazo (García y González, 2019, p. 26).

2.4.3.3. Funciones ecológicas

Los mecanismos de dispersión también están relacionados con las funciones ecológicas que las especies desempeñan en el ecosistema, al seleccionar especies clave para la restauración, es importante considerar su papel en la polinización, la dispersión de semillas y otras interacciones bióticas; por ejemplo, las especies que dependen de la dispersión zoocoria pueden desempeñar un papel crucial en la dispersión de semillas de otras especies y en la regeneración del bosque, al identificar y seleccionar especies con mecanismos de dispersión que contribuyan a estas funciones ecológicas, se promueve la restauración de procesos fundamentales en el ecosistema (Magrin, 2015, p. 8).

2.4.3.4. Recuperación de la estructura y composición del ecosistema

Los mecanismos de dispersión también influyen en la recuperación de la estructura y composición del ecosistema, al seleccionar especies con diferentes mecanismos de dispersión, se puede promover la diversidad de estratos y la formación de comunidades vegetales complejas, por ejemplo, al combinar especies con dispersión anemocoria y zoocoria, se puede establecer una estructura vertical en el bosque con diferentes especies en los estratos superiores, medios e

inferiores, esto contribuye a la restauración de la estructura trófica y la provisión de hábitats para la fauna asociada (García y González, 2019, p. 26).

2.5. Propuesta de Restauración Ecológica

La propuesta de restauración ecológica es un documento estratégico que establece las acciones y medidas necesarias para recuperar y mejorar un ecosistema degradado, esta se basa en un diagnóstico previo del estado actual del ecosistema y tiene como objetivo principal restablecer su estructura, función y biodiversidad, promoviendo su resiliencia y sostenibilidad a largo plazo (Aguirre, 2013, p. 6).

Esta propuesta puede estar conformada por:

- 1) **Diagnóstico:** Realizar un análisis exhaustivo del estado actual del ecosistema degradado, identificando las causas y las principales áreas de deterioro.
- 2) **Establecimiento de objetivos:** Definir metas claras y alcanzables para la restauración, considerando la recuperación de la vegetación nativa, la mejora de la calidad del suelo, la conservación de especies en peligro de extinción y la restauración de procesos ecológicos clave.
- 3) **Selección de especies adecuadas:** Seleccionar especies nativas adaptadas al sitio de restauración, considerando su funcionalidad ecológica y su capacidad para restablecer el equilibrio en el ecosistema degradado.
- 4) **Planificación espacial:** Delimitar y definir las áreas de restauración, considerando la conectividad con ecosistemas circundantes y la creación de corredores biológicos.
- 5) **Participación comunitaria:** Involucrar a la comunidad local y otras partes interesadas en el proceso de restauración, fomentando su participación activa, promoviendo la apropiación del proyecto y garantizando la continuidad de las acciones de restauración a largo plazo.
- 6) **Plan de monitoreo y seguimiento:** Establecer un programa de monitoreo a largo plazo para evaluar la efectividad de las acciones de restauración, detectar posibles desafíos y realizar ajustes según sea necesario.
- 7) **Evaluación de resultados:** Realizar evaluaciones periódicas para medir el progreso de la restauración y determinar si se están alcanzando los objetivos establecidos.
- 8) **Comunicación y difusión:** Compartir los avances y resultados del proyecto de restauración con la comunidad local, otras instituciones y el público en general.
- 9) **Aprendizaje continuo:** Documentar y compartir las lecciones aprendidas durante el proceso de restauración, para mejorar la implementación de proyectos similares en el futuro y contribuir al desarrollo de mejores prácticas en restauración ecológica (Ceccon y Pérez, 2016, pp.

2.5.1. Áreas de conservación: diseño y estrategias de restauración

Las áreas de conservación son espacios dedicados a la protección y preservación de la biodiversidad y los ecosistemas, estos lugares desempeñan un papel fundamental en la restauración ecológica al permitir la recuperación de ecosistemas degradados y la conservación de especies amenazadas (Duran, 2016, p. 10).

El diseño de áreas de conservación para la restauración ecológica requiere una planificación cuidadosa, algunas estrategias comunes incluyen:

- 1) Identificación de áreas prioritarias:** Es importante identificar las áreas que requieren una restauración urgente debido a su alta degradación o a la presencia de especies amenazadas, esto se puede lograr a través de la evaluación de datos de biodiversidad, estudios de inventario y consultas con expertos en conservación (Morales y Parada, 2005, p. 236).
- 2) Delimitación de áreas de restauración:** Una vez identificadas las áreas prioritarias, se deben delimitar las zonas específicas donde se llevarán a cabo las acciones de restauración, esto puede implicar la creación de parcelas o la subdivisión del área de conservación en diferentes sectores, cada uno con objetivos de restauración específicos (Sánchez et al., 2005, p. 171).
- 3) Establecimiento de metas y objetivos:** Se deben establecer metas y objetivos claros para la restauración de cada área, estas metas pueden incluir la recuperación de la cobertura vegetal nativa, el restablecimiento de procesos ecológicos clave, la conservación de especies en peligro de extinción y la mejora de la conectividad entre hábitats (Duran, 2016, p. 10).
- 4) Selección de especies y métodos de restauración:** Se deben elegir especies nativas adecuadas para cada área de restauración, considerando su adaptabilidad al sitio y su contribución a la restauración del ecosistema, los métodos de restauración pueden incluir la siembra directa de semillas, la plantación de plántulas, la rehabilitación de suelos y la reintroducción de especies clave (Colmena et al., 2021, p. 16).
- 5) Restauración de corredores biológicos:** Los corredores biológicos son áreas que conectan diferentes hábitats y permiten el movimiento de especies, la restauración de corredores biológicos en áreas de conservación es esencial para promover la conectividad entre los ecosistemas y facilitar el flujo genético de las especies (Duran, 2016, p. 21).
- 6) Gestión y mantenimiento:** Las áreas de conservación requieren una gestión continua para garantizar el éxito de las acciones de restauración, esto implica el monitoreo regular de los sitios de restauración, la gestión de la vegetación invasora, el control de plagas y la implementación de medidas para mitigar las amenazas externas (Sánchez et al., 2005, p. 172).

7) Participación comunitaria: La participación de la comunidad local y otras partes interesadas es fundamental en el diseño y la implementación de estrategias de restauración en áreas de conservación, la colaboración con comunidades locales, organizaciones sin fines de lucro y otras entidades puede generar apoyo, conocimientos locales y recursos adicionales para la restauración ecológica (Duran, 2016, p. 25).

2.5.2. Zona de amortiguamiento: importancia de restauración

La zona de amortiguamiento es un área estratégica que rodea a las áreas de conservación y tiene como objetivo proteger y complementar los ecosistemas en restauración, esta zona desempeña un papel fundamental en la restauración ecológica al mitigar los impactos negativos provenientes de actividades humanas y facilitar la transición gradual hacia el ecosistema restaurado (Blanes et al., 2003, p. 11). La importancia de la zona de amortiguamiento radica en los siguientes aspectos:

2.5.2.1. Protección contra amenazas externas

La zona de amortiguamiento actúa como una barrera que protege las áreas de conservación y los ecosistemas en restauración de las amenazas provenientes de actividades humanas, como la deforestación, la fragmentación del hábitat y la contaminación, al reducir la influencia de estas amenazas, se crea un entorno más propicio para la restauración ecológica (Bentrup, 2008, p. 89).

2.5.2.2. Conservación de la biodiversidad

La zona de amortiguamiento puede albergar una diversidad de especies y hábitats que complementan los ecosistemas en restauración, esto permite la migración de especies, la dispersión de semillas y la restauración de procesos ecológicos clave; asimismo, proporciona refugio y hábitat para especies que requieren condiciones diferentes a las del área central de conservación (Sánchez et al., 2005, p. 162).

2.5.2.3. Conectividad ecológica

La zona de amortiguamiento desempeña un papel crucial en la conectividad de paisajes, al permitir la circulación de organismos entre los fragmentos de hábitat y las áreas protegidas, esta conectividad favorece la dispersión de semillas, la migración de especies y el intercambio genético, fortaleciendo la resiliencia de los ecosistemas en restauración (Blanes et al., 2003, p. 235).

2.5.3. Zona de amortiguamiento: enfoques de restauración

En cuanto a los enfoques de restauración en la zona de amortiguamiento, se pueden emplear diversas estrategias, entre las que destacan:

2.5.3.1. Restauración de hábitats clave

Identificar los hábitats críticos presentes en la zona de amortiguamiento y enfocar los esfuerzos de restauración en su recuperación, esto puede incluir la rehabilitación de bosques, humedales, riberas de ríos u otros ecosistemas que sean fundamentales para el funcionamiento del área protegida (Bentrup, 2008, p. 13).

2.5.3.2. Restauración del paisaje

Adoptar un enfoque de restauración a nivel de paisaje, considerando la planificación espacial y la conectividad entre las diferentes áreas protegidas y su zona de amortiguamiento, esto implica la creación de corredores biológicos, la revegetación de áreas degradadas y la gestión de la matriz paisajística circundante (Sánchez et al., 2005, p. 161).

2.5.3.3. Participación comunitaria

Involucrar a las comunidades locales y a otros actores relevantes en la planificación y ejecución de proyectos de restauración en la zona de amortiguamiento, esto fomenta la apropiación del proceso de restauración, promueve la educación ambiental y puede generar beneficios socioeconómicos para las comunidades (Blanes et al., 2003, p. 107).

2.5.3.4. Manejo sostenible de recursos

Implementar prácticas de manejo sostenible de los recursos naturales presentes en la zona de amortiguamiento, como la agricultura orgánica, la silvicultura sostenible y la gestión adecuada del agua, estas prácticas contribuyen a la conservación de los recursos (Cecon y Pérez, 2016, p. 189).

2.5.3.5. Control de actividades humanas

Establecer regulaciones y mecanismos de control para limitar actividades humanas perjudiciales en la zona de amortiguamiento, como la deforestación, la caza ilegal, la extracción de recursos naturales y la expansión agrícola no sostenible, esto implica la implementación de políticas y la

vigilancia adecuada para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales (Bentrup, 2008, p. 107).

2.5.3.6. *Monitoreo y evaluación*

Realizar un seguimiento constante de los avances de la restauración en la zona de amortiguamiento, mediante la recopilación de datos sobre la cobertura vegetal, la presencia de especies clave, la calidad del agua y otros indicadores relevantes, lo que permite evaluar el éxito de las acciones de restauración, identificar áreas que requieren ajustes y mejorar continuamente las estrategias implementadas (Blanes et al., 2003, p. 311).

2.5.3.7. *Educación ambiental y sensibilización*

Promover la educación ambiental y la sensibilización de las comunidades locales y los visitantes sobre la importancia de la zona de amortiguamiento y la restauración ecológica, esto puede lograrse a través de programas de divulgación, capacitación y participación pública, para generar conciencia y fomentar la participación activa en la protección y restauración de estos espacios (Sánchez et al., 2005, p. 163).

2.5.4. *Recuperación vegetal: técnicas y acciones para la restauración*

La recuperación vegetal es un componente fundamental de los proyectos de restauración ecológica, ya que busca restablecer la cobertura vegetal nativa en áreas degradadas, para lograr una restauración exitosa, se utilizan diversas técnicas y se implementan acciones específicas que promueven el establecimiento y el crecimiento de las especies vegetales (Vargas, 2011, p. 222). A continuación, se presentan algunas de las técnicas y acciones comunes utilizadas en la recuperación vegetal:

Tabla 2-2: Técnicas para la restauración

Técnicas	Descripción	Ejemplo en un proyecto
Siembra directa	Consiste en la siembra de semillas directamente en el suelo degradado. Esta técnica es adecuada para áreas extensas y puede utilizarse en combinación con técnicas de preparación del suelo, como el rastro o la escarificación, para mejorar la germinación y el establecimiento de las semillas. Es importante seleccionar semillas de especies nativas adecuadas para el sitio y considerar la disponibilidad de semillas viables	En un proyecto de restauración de un área degradada en un bosque tropical, se realiza la siembra directa de semillas de árboles nativos, como cedro y caoba, para promover el restablecimiento de la vegetación arbórea
Plantación de plántulas	Esta técnica implica la introducción de plántulas o plantas jóvenes en el área a restaurar. Las plántulas	En la restauración de una zona ribereña afectada por la erosión, se lleva a cabo

	se cultivan previamente en viveros o se adquieren de fuentes confiables. Es importante seleccionar especies adaptadas a las condiciones del sitio y garantizar una adecuada preparación del suelo y un manejo cuidadoso durante la plantación	plantaciones de plántulas de especies riparias, como sauces y alisos, para estabilizar los bancos del río y mejorar la estructura y la función del ecosistema ribereño
Reintroducción de especies claves	En algunos casos, es necesario reintroducir especies clave que han desaparecido o disminuido en el área degradada. Esta técnica se utiliza cuando la regeneración natural es limitada o insuficiente. Se seleccionan especies nativas importantes para la estructura y función del ecosistema y se realizan esfuerzos para reintroducirlas en el sitio	En la restauración de una pradera degradada, se reintroducen especies de pastos nativos que son fundamentales para la salud del ecosistema y la alimentación del ganado
Control de malezas y competidores	Durante las etapas iniciales de la restauración, es fundamental controlar el crecimiento de malezas y otras plantas competidoras que puedan dificultar el establecimiento y el crecimiento de las especies objetivo. Se emplean técnicas de control de malezas, como el corte, el deshierbe manual o el uso de herbicidas selectivos, siempre siguiendo prácticas seguras y respetuosas del medio ambiente	En un proyecto de restauración de un bosque degradado, se implementa estrategias de control de malezas para reducir la competencia con las plántulas de árboles nativos y promover su crecimiento saludable
Mantenimiento y seguimiento	Después de la implementación de las técnicas de recuperación vegetal, es necesario llevar a cabo labores de mantenimiento y seguimiento para garantizar el éxito a largo plazo de la restauración. Esto incluye actividades como el riego regular de las plantas, el control de plagas y enfermedades, la reposición de especies que no sobrevivan y la eliminación de especies invasoras. Además, se debe realizar un monitoreo periódico para evaluar el progreso de la restauración y realizar ajustes si es necesario	En un proyecto de recuperación de un área degradada por incendios forestales, se establece un programa de mantenimiento que incluía riego semanal de las plántulas durante la temporada seca, la aplicación de fertilizantes orgánicos y la eliminación regular de malezas y brotes de especies invasoras
Restauración de microhábitats	En ciertos casos, es importante considerar la restauración de microhábitats específicos dentro del ecosistema. Esto implica la creación o mejora de condiciones adecuadas para especies clave o amenazadas. Se pueden implementar acciones como la construcción de refugios para fauna, la instalación de cajas nido, la creación de charcas o la colocación de troncos y ramas para proporcionar hábitats adecuados	En la restauración de un humedal degradado, se crean charcas artificiales y se colocan estructuras flotantes para aves acuáticas, con el fin de restablecer los hábitats de reproducción y alimentación de estas especies
Restauración del suelo	En muchas áreas degradadas, la calidad del suelo puede estar comprometida. En estos casos, se pueden aplicar técnicas de restauración del suelo, como la adición de materia orgánica, la bioingeniería del suelo, la remediación de suelos contaminados o la mejora de la estructura del suelo mediante prácticas de labranza mínima. La restauración del suelo es fundamental para promover el desarrollo saludable de las plantas y la recuperación del funcionamiento del ecosistema	En un proyecto de restauración de una mina abandonada, se lleva a cabo la remediación del suelo contaminado mediante técnicas de fitoextracción, utilizando plantas que absorben y acumulan metales pesados del suelo, con el objetivo de limpiar y recuperar la calidad del suelo

Fuente: Ceccon y Pérez, 2016; Morales y Parada, 2005; Sánchez et al., 2005.

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

2.6. Marco legal

Dentro de las leyes y regulaciones ambientales vigentes en el país relacionadas a la restauración ecológica se pueden indicar:

2.6.1. Constitución de la República del Ecuador

La Constitución ecuatoriana establece los derechos de la naturaleza y la obligación del Estado y la sociedad de garantizar su conservación, restauración y respeto, reconoce los derechos de la naturaleza y establece el principio del *sumak kawsay* (buen vivir) como un enfoque integral para el desarrollo sostenible (Asamblea Nacional Constituyente, 2008, pp. 13-34). Entre los artículos se pueden mencionar:

- **Artículo 14:** Reconoce y garantiza el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, y establece la obligación del Estado y de la sociedad de garantizar la conservación y restauración de la naturaleza, así como de prevenir y controlar los impactos ambientales negativos.
- **Artículo 71:** Reconoce el derecho de la naturaleza o Pacha Mama a que se respete su existencia, así como el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, establece que cualquier persona, comunidad, pueblo o nacionalidad puede exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza, también el Estado promoverá la protección de la naturaleza y fomentará el respeto a todos los elementos que conforman un ecosistema.
- **Artículo 72:** Reconoce el derecho de la naturaleza a la restauración, esta restauración es independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependen de los sistemas naturales afectados, en casos de impacto ambiental grave o permanente, incluyendo la explotación de recursos no renovables, el Estado establecerá mecanismos eficaces para la restauración y adoptará medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales dañinas.
- **Artículo 73:** Establece que el Estado aplicará medidas de precaución y restricción para actividades que puedan llevar a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales, prohíbe la introducción de organismos y material que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional, ya sea orgánico o inorgánico (Asamblea Nacional Constituyente, 2008, pp. 13-34).

2.6.2. Código Orgánico del Ambiente

Aborda diversas temáticas relacionadas con la protección y conservación del ambiente, entre ellos disposiciones para la restauración ambiental de ecosistemas degradados o afectados, también contempla medidas para la conservación de la biodiversidad, incluyendo la protección de especies amenazadas o en peligro de extinción; asimismo, se enfoca en la protección de los ecosistemas y su capacidad de recuperación natural, estas disposiciones del código son relevantes para el desarrollo de un Plan de Restauración Ecológica en el contexto de la ingeniería ambiental en Ecuador (Asamblea Nacional de Ecuador, 2017, p. 11):

2.6.3. Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre

Esta ley regula la conservación y el manejo sostenible de los recursos forestales, así como la protección de la vida silvestre y los ecosistemas naturales, adjudicándose la administración al Ministerio del Ambiente (MAE); también, establece mecanismos para la restauración y reforestación de áreas degradadas, incluyendo la selección de especies y la protección de los bosques nativos (Asamblea Nacional de Ecuador, 2004a, p. 3):

2.6.4. Ley de Gestión Ambiental

Esta ley establece los principios y directrices de política ambiental; también, determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental, permitiendo señalar los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia (Asamblea Nacional de Ecuador, 2004b, p. 1).

2.6.5. Ley Para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad

Esta ley tiene por objetivo la protección, conservación y restauración de la biodiversidad, así como regular e impulsar su utilización sustentable, establece los principios generales y normas para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad y sus servicios, el acceso a los recursos genéticos, la bioseguridad, la rehabilitación y restauración de ecosistemas degradados y la recuperación de especies amenazadas de extinción, y los mecanismos de protección de los derechos sobre la biodiversidad en materia administrativa, civil y penal (Asamblea Nacional de Ecuador, 2008, p. 2).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización del Estudio

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental La Belleza (EELB) perteneciente a la ESPOCH-Sede Orellana ubicada en la parroquia La Belleza, provincia de Orellana, esta parroquia limita al norte con la parroquia García Moreno, al sur con la parroquia Inés Arango y el cantón Tena (Provincia de Napo), al este con la parroquia Dayuma y al oeste con el cantón Loreto y la provincia de Napo (GADPR La Belleza, 2019, p. 27). La extensión de la estación es de 32,78 ha y se encuentra ubicada en las coordenadas: 273243 Este y 9929645,80 Norte, en la Zona: 18 M, con una altitud de 320 m.s.n.m. (Ilustración 3-1).



Ilustración 3-1: Localización del estudio

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

3.1.1. Características climáticas

El clima de la parroquia La Belleza es esencialmente tropical cálido húmedo, denominado Megatérmico lluvioso, este clima está caracterizado por tener temperaturas altas durante todo el año y una alta precipitación pluvial, es típico de regiones tropicales y ecuatoriales, donde la

temperatura media mensual es generalmente superior a los 20 °C y la precipitación es abundante a lo largo de todo el año; adicionalmente, las condiciones climáticas de la parroquia son: precipitaciones superiores a los 3000 mm, temperatura alrededor de los 25 °C y humedad relativa alrededor del 90% (GADPR La Belleza, 2019, p. 18).

3.1.2. Tipo de cobertura

En la Tabla 3-3 se describen los tipos de cobertura de la zona según el último Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia La Belleza (GADPR La Belleza, 2019, p. 27), donde se puede apreciar que la mayor parte de la cobertura corresponde a uso de conservación y protección con un total de 82% de área (496,90 km²) con respecto al área total de la parroquia (608,13 km²), seguido de pastizales cultivados para uso pecuario bovino con el 11,38% (69,18 km²).

Tabla 3-1: Tipo de cobertura de la parroquia La Belleza

Cobertura	Tipo	Uso	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Bosque Nativo	Bosque húmedo	Conservación y protección	486,44	79,99%
Área Poblada	Poblado (núcleo urbano poblado)	Habitacional	1,10	0,18%
Cuerpo Agua	Rio	Riego consumo energía	4,90	0,81%
	Humedal	Riego extractivo ocio	0,13	0,00%
Cultivo	Cultivo	Agrícola extensivo	12,03	1,98%
Tierra sin cultivar ni labrar	Banco de arena	Improductivo	0,41	0,07%
Infraestructura Antrópica	Complejo Educacional	Social	0,13	0,02%
	Complejo Petrolero	Energía	0,17	0,03%
	Complejo Portuario	Transporte	0,02	0,00%
	Granja Piscícola	Bioacuático	0,01	0,00%
	Otras Infraestructuras Antrópicas	Otro	0,02	0,00%
	Suelo sin edificar	Sin uso	0,02	0,00%
Pastizal	Pasto cultivado	Pecuario bovino extensivo	69,18	11,38%
	Pasto cultivado con presencia de arboles	Pecuario bovino extensivo	12,89	2,12%
Plantación Forestal	Caña guadua o bambú	Forestal para madera	0,02	0,00%
Vegetación Arbustiva	Vegetación arbustiva húmeda	Conservación y protección	10,46	1,72%
		Pastoreo ocasional	8,58	1,41%
Vegetación Herbácea	Vegetación herbácea de humedal	Conservación y protección	1,76	0,29%
TOTAL			608,13	100,00%

Fuente: GADPR La Belleza, 2019, p. 27.

3.2. Métodos

3.2.1. Fase 1. *Evaluar el estado actual de la Estación Experimental La Belleza y del ecosistema referencial*

Para cumplir con la determinación del área y su estado actual del ecosistema, se usó el método implementado por Vargas (2007, pp. 35-40), en su libro titulado “Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del bosque altoandino”, específicamente en los primeros dos pasos, los cuales son:

- 1) Definir el ecosistema o comunidad de referencia.
- 2) Evaluar el estado actual del ecosistema o comunidad.

Esta metodología permite conocer a profundidad los factores relacionados a la degradación de una zona de estudio, definir el mejor ecosistema de referencia para compararlo con la zona degradada; pero, más que nada, permite un enfoque de referencia amplio para el conocimiento de las especies vegetales que puedan resultar de interés para la restauración ecológica (Vargas, 2007, pp. 35-40). Para evaluar el estado actual de la zona de estudio se realizaron las siguientes actividades:

- **Observación directa:** Se realizó un análisis visual de la Estación Experimental La Belleza y del ecosistema referencial para identificar características relevantes, como el estado de la vegetación, presencia de especies invasoras, degradación del suelo, entre otros, siguiendo la metodología de Vargas (2007, pp. 17-121), que dice:

a) Definir el ecosistema o comunidad de referencia: Esto se llevó a cabo de acuerdo con los siguientes puntos:

- 1) Investigación de trabajos paleo ecológicos regionales.
- 2) Evidencias recientes: fotos aéreas, mapas, historia oral.
- 3) Relictos actuales en el paisaje, caracterización de áreas adyacentes e interpretación de la dinámica actual de la vegetación. Transformación del paisaje (Vargas, 2007, pp. 35-37).

b) Evaluar el estado actual del ecosistema o comunidad: Para esto se tuvo en consideración la siguiente información:

- 1) **Identificar los indicadores relevantes:** Los indicadores relevantes para evaluar el estado

actual del ecosistema fueron: las características físicas del suelo, la presencia de especies vegetales invasoras y la presencia de mecanismos de dispersión de semillas.

- 2) **Recolectar datos:** la recolección de datos se realizó a través de observaciones directas, análisis físicos de suelo, y otros métodos.
- 3) **Analizar los datos:** el análisis de los datos se realizó mediante una comparación entre los datos obtenidos con los valores de referencia para determinar si el ecosistema está en un estado saludable o si hay problemas que deben ser abordados.
- 4) **Identificar áreas problemáticas:** la identificación de áreas problemáticas se realizó mediante visitas de campo u observación directa.

Para la recolección de muestras de suelo se utilizó la técnica de muestreo del INIAP (2006a, pp. 1-2):

- 1) Se hizo un hoyo de 20 cm de profundidad en forma de “V” con una pala y de uno de los lados se tomó una porción de suelo de 2 a 3 cm de espesor.
- 2) Con un cuchillo se quitaron los bordes dejando una submuestra de 5 cm de ancho.
- 3) Se depositó la submuestra en un balde y se repitió el proceso hasta recolectar entre 15 y 20 submuestras del área en estudio.
- 4) Se mezcló manualmente las submuestras en el balde.
- 5) Del balde se tomó la muestra final de un kilogramo de suelo.
- 6) La muestra se colocó en una bolsa plástica y se etiquetó debidamente con información correspondiente.



Ilustración 3-2: Proceso de muestreo de suelo

Fuente: GADPR La Belleza, 2019, p. 27.

Una vez que se tomaron las muestras, se secaron al aire libre para eliminar la humedad y los restos de plantas u otros materiales que puedan interferir en el análisis (Fernández et al., 2006, pp. 19). Las pruebas físicas se realizaron en las instalaciones de LABSU y se empleó el siguiente procedimiento:

- La textura del suelo se determinó mediante la técnica de la pipeta. Se tomó una muestra de suelo de aproximadamente 100 gramos y se colocó en un tubo junto con 200 ml de agua. La mezcla se agitó vigorosamente durante 10 minutos para separar las partículas del suelo. Luego, se dejó reposar durante 24 horas, y se midió el espesor de cada capa formada para determinar la proporción de arena, limo y arcilla en la muestra mediante una ponderación. Los valores se analizaron acorde a la siguiente ilustración:

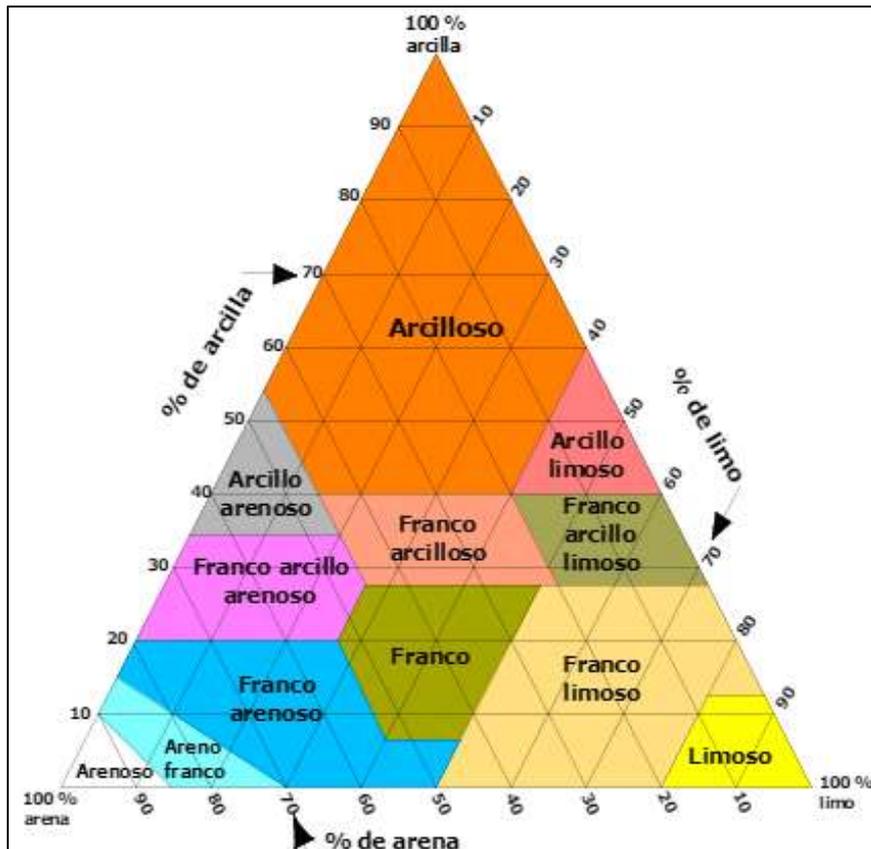


Ilustración 3-3: Triángulo textural de USDA

Fuente: Ciancaglini, 2013.

- Para determinar el color del suelo, se observó visualmente una muestra de suelo de aproximadamente 50 gramos en condiciones de iluminación natural. Se comparó el color predominante de la muestra con los colores de la tabla de Munsell y se registró el código correspondiente.
- La conductividad eléctrica del suelo se determinó preparando una solución de suelo y agua en una proporción de 1:5 (por ejemplo, 100 gramos de suelo en 500 ml de agua). Se sumergieron los electrodos de un medidor de conductividad en la solución y se registró la lectura de conductividad eléctrica (Fernández et al., 2006, pp. 23-78).
- **Registro fotográfico:** Se capturaron imágenes que documentaron el estado actual de las áreas en estudio y que permitan comparaciones a lo largo del tiempo.

3.2.2. Fase 2. Determinar las especies claves para la restauración de acuerdo a los mecanismos de dispersión de semillas

Con el objetivo de conocer las especies clave, se utilizó la “Guía de inventario de la flora y vegetación” del Ministerio del Ambiente (2015, pp. 12-39) para la elaboración de un inventario

etnobotánico y la identificación de los mecanismos de dispersión de semillas que servirán para la determinación de especies claves. También se utilizó la técnica de Orozco (2018, pp. 6-7) en su trabajo de titulación llamado “¿Las perchas artificiales simples para aves aumentan la lluvia de semillas en un pastizal del bosque seco tropical en La Mesa de los Santos, Santander, Colombia?” donde se utilizaron perchas artificiales para supervisar la dispersión por aves.

Adicionalmente, se usó la técnica de Arias (2019, pp. 35-38), en la investigación denominada “Caracterización de la lluvia de semillas en unidades de manejo priorizadas para la restauración ecológica del bosque seco tropical” donde utilizó trampas semilleras para la supervisión de lluvia de semillas. Para determinar las especies claves se realizaron las siguientes actividades:

- **Observación y recolección directa:** Se realizaron visitas de campo para identificar y recolectar especies de plantas presentes en la Estación Experimental La Belleza (EELB) y el ecosistema referencial. A través de un inventario de especies vegetales, según la “Guía de inventario de la flora y vegetación” del Ministerio del Ambiente (2015, pp. 12-37), cuyo procedimiento fue:
 - **Identificación de la especie:** Se realizaron observaciones detalladas de las características generales de las plantas, tales como su tamaño, forma de las hojas, tipo de tallo, así como la presencia de flores o frutos. Para determinar con precisión la especie, se emplearon guías de campo, manuales de identificación y recursos digitales confiables. En casos necesarios, se tomaron fotografías o muestras de partes de la planta para su posterior análisis y confirmación de la identificación.
 - **Registro de datos:** Se llevó un registro de la cantidad de individuos por especie, así como, una posterior clasificación en base a la bibliografía de si pertenece a una especie nativa, a una especie forestal o arbustiva (incluidas herbáceas) y su tipo de crecimiento de acuerdo a su velocidad, lento, medio o rápido.
 - **Documentación complementaria:** se tomaron fotografías de las plantas en su entorno natural, capturando tanto su apariencia general como detalles adicionales relevantes. Asimismo, en casos necesarios, se recolectaron muestras de especímenes vegetales para su posterior análisis o identificación precisa. Estas muestras se etiquetaron de manera adecuada, incluyendo información importante como la ubicación y la fecha de recolección, con el propósito de garantizar su trazabilidad y utilización en análisis posteriores.

Para ayudar a comprender el estado de la zona de estudio, en base al inventario botánico realizado, se determinaron los índices de diversidad de Shannon y Pielou de la siguiente manera:

- **Índice de Shannon**

El índice de Shannon considera la abundancia relativa y la riqueza de especies presentes en una comunidad. Cuanto mayor sea la cantidad de especies diferentes y más uniforme sea su distribución en términos de abundancia relativa, mayor será el valor del índice de Shannon (<2: diversidad baja, 2-3: diversidad normal, >3: diversidad alta), lo que indica una mayor diversidad en el área estudiada (Espín, 2020, p. 18). Se usó la siguiente fórmula:

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

Dónde:

H = Índice de la diversidad de la especie

S = Número de especie

P_i = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

Ln = Logaritmo natural

- **Índice de Pielou**

El Índice de Equidad de Pielou (J') es una medida que evalúa la proporción de diversidad presente en relación con la máxima diversidad esperada. Su escala varía de 0 a 1, donde un valor de 1 indica una distribución donde todas las especies tienen igual abundancia, es decir, una situación de máxima uniformidad. Por otro lado, un valor de 0 señala la ausencia de uniformidad, lo que sugiere que algunas especies son mucho más abundantes que otras en el ecosistema evaluado (Valdez et al., 2018, p. 1677). Se usó la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

H': es el índice de Shannon-Wiener

S: es el número total de especies presentes.

Para la división de cuadrantes de la EELB se hizo uso del software ArcGIS para lograr una distribución equitativa del área de estudio. Se empezó eliminando una sección interna de la superficie completa que correspondía a una vía automovilística y el lindero de la estación con esta, generando dos subáreas; luego, se establecieron puntos medios en las subáreas y se trazaron

bisectrices para generar seis cuadrantes como se ven en la Ilustración 3-4.

Se consideró al cuadrante A como la zona mayormente intervenida por encontrarse una construcción, evidencias de actividad agropecuaria, piscícola y de deforestación, y al cuadrante D como el ecosistema de referencia por encontrarse dentro de la misma EELB y cumplir con la característica de no haberse visto intervenida por actividades antrópicas y encontrarse más alejada del cuadrante A. Se inventarió aleatoriamente cuatro cuadrados de 5x5 m (parcelas) dentro de todos los cuadrantes, registrando la información detallada en la hoja guía del ANEXO B.

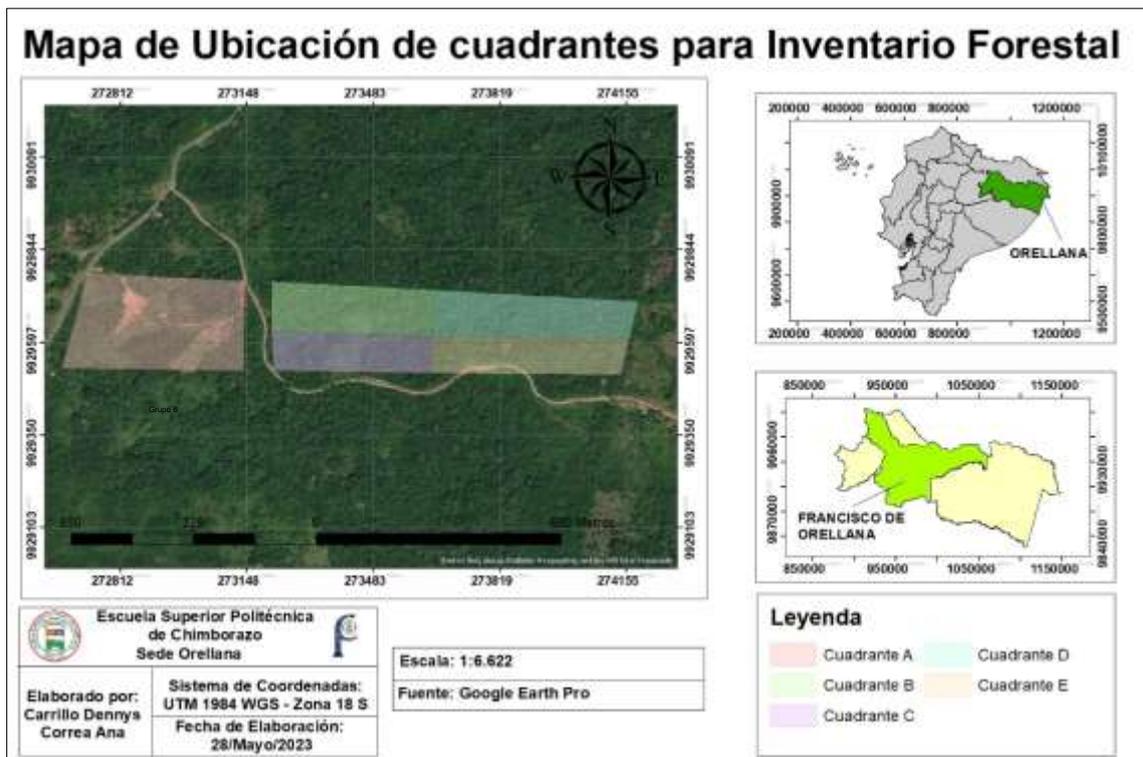


Ilustración 3-4: Mapa de distribución de cuadrantes para el inventario botánico

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

- **Revisión bibliográfica:** Se consultaron fuentes científicas y especializadas para recopilar información sobre las especies vegetales inventariadas y sus mecanismos de dispersión de semillas.
- **Caracterización del mecanismo de dispersión:** Una vez conocidas las especies botánicas, con sus características determinantes (tipo de fruto, temporada de fructificación, entre otras), se realizó una planificación de supervisión para conocer los factores asociados a la dispersión de cada especie.

– Dispersión por aves

Para la supervisión de especies con posible dispersión de tipo zoocoria, se utilizó la metodología de Orozco (2018, pp. 6-7), donde establece un monitoreo de perchas durante 60 minutos en horarios de 09:00 a 11:00 a.m. y de 15:00 a 18:00 p.m. Esto se lo realizó durante los fines de semana durante tres meses. Para la identificación de las especies se tomaron registros fotográficos para su posterior identificación.

También se elaboraron perchas para aves consistentes en un poste de madera de 2,50 m de altura, apostadas a una profundidad de 30 cm (altura final de la percha= 2,20 m), con una barra de madera de 60 cm de largo fijada en un ángulo recto con el poste (Figura 3-3); además, se construyeron trampas de semillas de 50x50 cm elaboradas de palos de madera sobresaliendo 40 cm desde la superficie del suelo, una ubicada debajo de la percha y la otra a dos metros de ésta (Figura 4-3) (Orozco, 2018, pp. 6-7). Las perchas y trampas de semillas se establecieron en zonas menos densas del bosque para facilitar la visualización y fotografía de las aves.



Ilustración 3-5: Percha para aves y trampas semilleras

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

– Recolección e identificación de las semillas

Se establecieron trampas de semillas debajo de árboles que presentaron flores y frutos, estas fueron hechas con cuatro postes de madera y una lona como se ve en la Ilustración 3-6, la lona se

colocó a 60 cm sobre el nivel del suelo.



Ilustración 3-6: Trampas semilleras

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

Se llevaron a cabo muestreos durante las épocas de fructificación. Se recolectó material vegetal cada quince días durante un período de tres meses siguiendo un muestreo por recorrido siguiendo una ruta que cubra todas las trampas semilleras. En cada recolección, se tomaron las semillas de cada trampa y se colocaron en bolsas numeradas, las cuales se transportaron al Laboratorio de Ciencias de la ESPOCH-Sede Orellana para su procesamiento (Arias, 2019, pp. 35-38).



Ilustración 3-7: Proceso de recolección de semilla de las trampas

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

Las semillas se identificaron a nivel de especie cuando fue posible, para cada especie se registró su síndrome de dispersión y su hábito.

3.2.3. Fase 3. Diseñar una propuesta de restauración ecológica para el área mayormente intervenida

Para el Plan de Restauración Ecológica, se usó como base el plan elaborado por Porras (2018, pp. 75-88), donde recomienda establecer tres fases de siembra de especies nativas, en diferentes años, para completar la siembra de diferentes especies; primero, especies de rápido crecimiento, segundo, especies de velocidad de crecimiento intermedio, finalmente, especies de crecimiento lento que requieran sombra para su correcto desarrollo.

Seguido, se realizó el diseño de la plantación de las especies dependiendo de la topografía, el tipo de suelo y la vegetación de referencia, para esto se necesitó aplicar un diseño que se asemeje a la distribución espacial de una zona natural, en lugar de imitar una plantación forestal (Porras, 2018, pp. 75-88).

A continuación, se establecieron los pasos a seguir para el proceso de siembra, empezando por una preparación del terreno, un trazado, estacado, distancia de plantación, además, el número de individuos a plantarse, el ahoyado, plantación, un mantenimiento y monitoreo (Porras, 2018, pp. 75-88).

Finalmente, se estableció un cronograma de actividades para la restauración ecológica; también, se calculó el presupuesto de este proceso ya que es necesario conocer los costos de mano de obra, material vegetal, herramientas, insumos y demás gastos (Porras, 2018, pp. 75-88).

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Estado actual de la zona de estudio

La Estación Experimental La Belleza (EELB) fue incorporada como una extensión de la ESPOCH sede Orellana, mediante una generosa contribución de la municipalidad de Francisco de Orellana en septiembre de 2020. Según la información proporcionada por el responsable de la estación, en el pasado se destinaba alrededor de 1,5 hectáreas a la plantación de cacao. En la actualidad, esta área ha sido redirigida hacia el cultivo de banano, aunque aún pueden observarse vestigios de la antigua plantación de cacao. Asimismo, se ha informado que previamente se utilizaba parte del terreno para la cría de ganado y como pastizales para su alimentación. No obstante, estas actividades ganaderas y zonas de pastoreo han cesado en el presente.

A lo ancho de la extensión de la EELB cruza una carretera como se puede evidenciar en la Ilustración 3-1. Además, la estación cuenta con una edificación de dos plantas de alrededor de 56 m², con un camino lastrado para el ingreso de vehículos y una zona de estacionamiento para estos; también, cuenta con servicio eléctrico (Ilustración 4-1).



Ilustración 4-1: Vista aérea de la edificación y
vista terrestre del camino

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

4.1.1. Definición del ecosistema de referencia y la zona mayormente intervenida

Durante las visitas de campo y la realización inicial del estudio se decidió dividir el área de estudio en cinco cuadrantes, el cuadrante A se lo designó como “zona mayormente intervenida”, debido a su proximidad con la vía principal, la presencia de una edificación, carretera y parqueadero y por ser la zona donde hubo plantaciones y zonas de pastoreo; además, por sus bajos índices de diversidad y equidad (Ilustración 4-3 y 4-4). Mientras que, para el “ecosistema de referencia” se seleccionó, dentro de la misma EELB, al cuadrante D debido a su índice de diversidad medio, un mayor índice de equidad y por encontrarse más alejado del cuadrante A, por lo que tuvo menor intervención antrópica (Ilustración 4-4).



Ilustración 4-2: Distribución espacial de cuadrantes de la EELB

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

Mediante el inventario botánico se determinaron los índices de Shannon, los cuales se ven en la Ilustración 4-3, teniendo que el cuadrante A fue el que tuvo menor diversidad con un índice de 1,84, correspondiente a una diversidad baja de especies; mientras que, el cuadrante B fue el de mayor diversidad de especies con un índice de 3,05, correspondiente a una diversidad alta de especies.

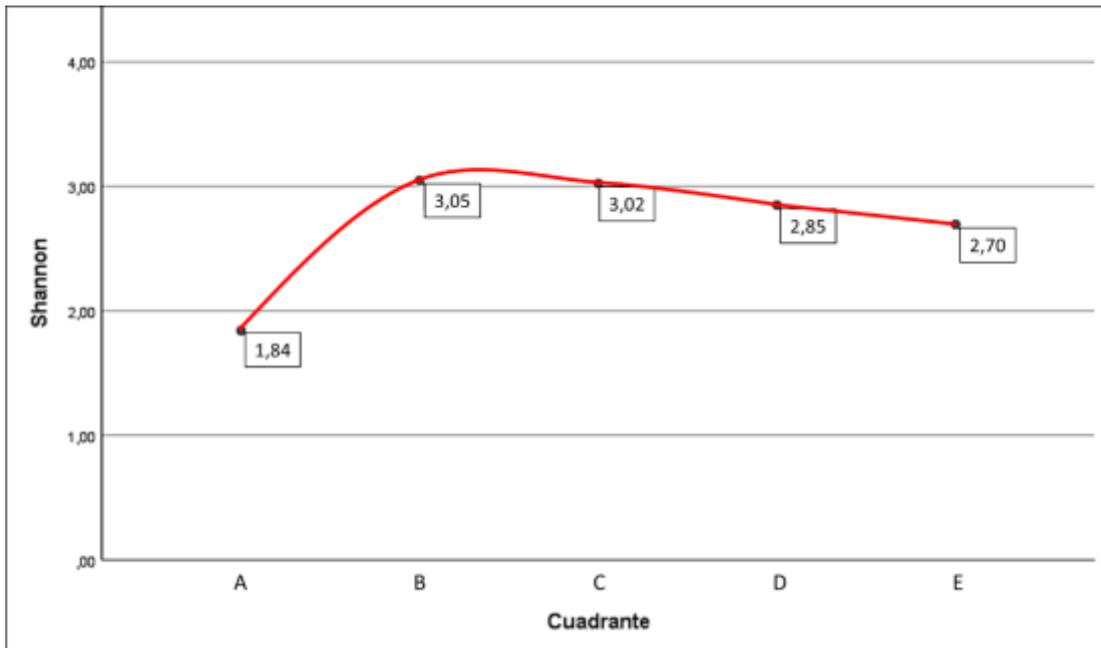


Ilustración 4-3: Índice de Shannon por cuadrante

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

También se calcularon los índices de Pielou (Ilustración 4-4), donde se puede apreciar que la equidad del cuadrante A es menor a las demás, con un valor de 0,70, lo que quiere decir en este cuadrante no existe gran cantidad de individuos por especie como en los otros cuadrantes; mientras que, el cuadrante B presentó la mayor cantidad de equidad en cuanto a sus individuos, con un valor de 0,86.

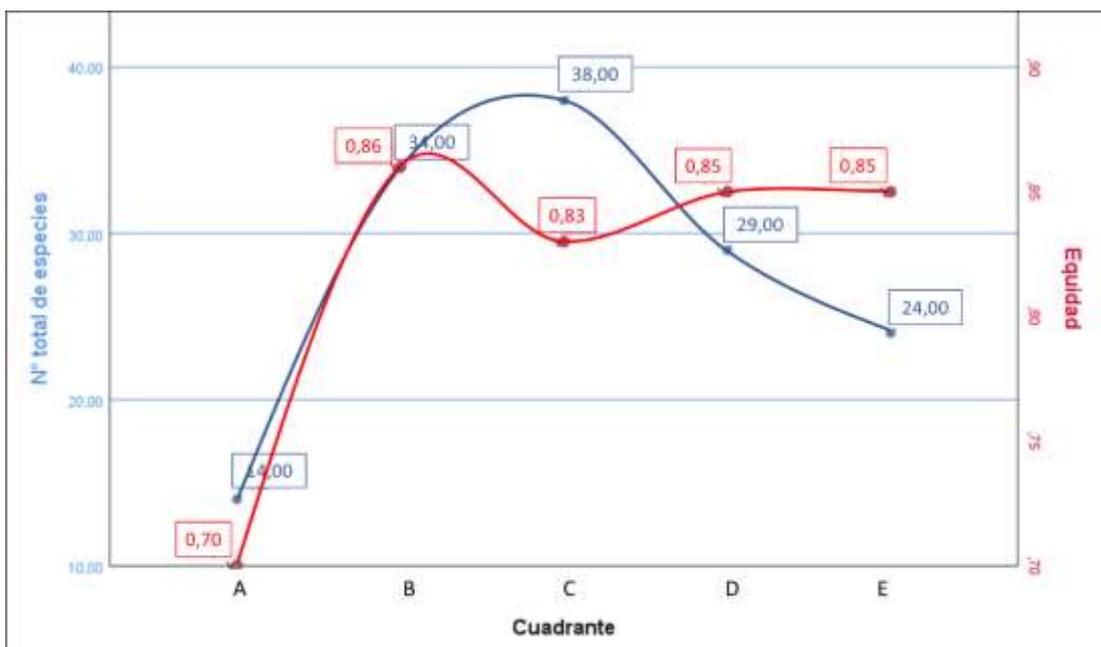


Ilustración 4-4: Índice de Pielou por cuadrante

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

4.1.1.1. Descripción del ecosistema de referencia

De acuerdo con el inventario botánico realizado, el cuadrante D tuvo un índice de diversidad de Shannon de 2,85, lo que se interpreta como una diversidad media. Las principales especies por la cantidad de sus individuos fueron *Bijao* sp., *Hellenia speciosa* y *Leptochilus ellipticus* con 27, 19 y 11 individuos, respectivamente (ANEXO C).

4.1.1.2. Descripción de la zona mayormente intervenida

De acuerdo con el inventario botánico realizado, el cuadrante A tuvo un índice de diversidad de Shannon de 1,843, lo que se interpreta como una diversidad baja. Las principales especies por la cantidad de sus individuos fueron *Miconia elata*, *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata*, con 60, 15 y 11 individuos, respectivamente (ANEXO C).

4.1.1.3. Comparación del ecosistema de referencia y la zona mayormente intervenida

Acorde a la Tabla 4-1, en la zona de pastizal del cuadrante A existe una menor conductividad eléctrica con 7,75 uS/cm, a diferencia de las otras muestras del cuadrante A y del cuadrante D que oscilaron en valores entre 10,76 a 11,91 uS/cm. Asimismo, en cuanto a la textura y tipo de suelo, se encontró que los suelos de ambos cuadrantes fueron de tipo arcilloso, con ligeras diferencias en los porcentajes de arena, limo y arcilla, teniendo contenidos de arcilla menores en el cuadrante D.

En cuanto al color de las muestras de suelo, estas presentaron similitudes, sin diferencias muy marcadas, con colores que rondan el espectro del marrón fuerte a oscuro según los resultados del análisis mediante la tabla de Munsell (Tabla 4-1).

Tabla 4-1: Características del suelo de los cuadrantes A y D

Muestra	Conductividad eléctrica (uS/cm)	Textura / Tipo de suelo (%)			Color
		Arena	Limo	Arcilla	
Zona pastizal (Cuadrante A)	7,75	15,97	67,97	16,06	marrón fuerte
		Arcilla			
Zona de cacao (Cuadrante A)	10,76	17,69	75,69	6,61	marrón amarillento oscuro
		Arcilla			
Zona de mariposario	11,91	24,85	69,47	5,68	marrón rojizo oscuro
		Arcilla			

(Cuadrante A)					
Zona de referencia (Cuadrante D)	11,85	26,58	72,02	1,4	marrón fuerte
		Arcilla			

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

4.2. Especies clave

4.2.1. Inventario botánico

En la Tabla 4-2 se enlistan las especies encontradas durante el inventario, donde se evidenciaron 126 especies, pertenecientes a 50 familias, 49 identificadas y una indeterminada, con un total de 1475 individuos inventariados. Del total de especies inventariadas se determinaron 67 especies nativas del país, mientras que 59 no son nativas (exóticas); además, estas se catalogaron de acuerdo a su tamaño, teniendo 67 especies clasificadas como forestales (arbóreas = gran altura) y 59 especies clasificadas como arbustivas (arbustos, helechos y herbáceas = altura media y baja), esta clasificación ayudó al establecimiento de las especies para el Plan de Restauración Ecológica.

Finalmente, considerando las especies forestales como las principales especies que realizan distintos tipos de dispersiones debido a su mayor tamaño vertical, se catalogaron de acuerdo a su velocidad de crecimiento, aspecto clave para el plan de restauración, con lo que se tuvo 13 especies de lento crecimiento, 24 de crecimiento medio y 24 de crecimiento rápido.

Tabla 4-2: Inventario botánico

Familia	Especie	Cantidad	Nativa	Tamaño	Crecimiento
Araceae	<i>Adelonema wallisii</i>	3	No	Arbustiva	
Araceae	<i>Aglaonema modestum</i>	6	No	Arbustiva	
Araceae	<i>Alocasia brisbanensis</i>	30	No	Arbustiva	
Commelinaceae	<i>Amischotolype hispida</i>	10	No	Arbustiva	
Dryopteridaceae	<i>Anisocampium niponium</i>	9	No	Arbustiva	
Annonaceae	<i>Annona cherimola</i>	5	Sí	Forestal	Lento
Thymelaeaceae	<i>Aquilaria sinensis</i>	1	No	Forestal	Lento
Arecaceae	<i>Arecacea</i> sp.	2	Sí	Forestal	Lento
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia trilobata</i>	5	Sí	Arbustiva	
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i>	6	No	Forestal	Rápido
Annonaceae	<i>Asimina triloba</i>	3	Sí	Forestal	Lento
Aspleniaceae	<i>Asplenium scolopendrium</i>	1	No	Arbustiva	
Cyclanthaceae	<i>Asplundia rigida</i>	33	Sí	Arbustiva	
Cyclanthaceae	<i>Asplundia utilis</i>	3	No	Arbustiva	
Arecaceae	<i>Astrocaryum chambira</i>	6	Sí	Forestal	Lento

Arecaceae	<i>Astrocaryum standleyanum</i>	5	Sí	Forestal	Lento
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	5	Sí	Forestal	Rápido
Arecaceae	<i>Bactris simplicifrons</i>	48	Sí	Forestal	Rápido
Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i>	45	No	Forestal	Rápido
Fabaceae	<i>Bauhinia variegata</i>	2	No	Forestal	Rápido
Melastomataceae	<i>Blastus cochinchinensis</i>	9	No	Arbustiva	
Asteraceae	<i>Blumea balsamifera</i>	12	No	Arbustiva	
Moraceae	<i>Brosimum rubescens</i>	3	Sí	Forestal	Medio
Arecaceae	<i>Calamus thysanolepis</i>	1	No	Arbustiva	
Marantaceae	<i>Calathea lutea</i>	27	Sí	Arbustiva	
Salicaceae	<i>Casearia pitumba</i>	6	Sí	Forestal	-
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	3	Sí	Arbustiva	
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	2	Sí	Forestal	Rápido
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	11	Sí	Forestal	Rápido
Arecaceae	<i>Chamaedorea ernesti – augusti</i>	42	Sí	Arbustiva	
Arecaceae	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	10	No	Arbustiva	
Araceae	<i>Cladium bicolor</i>	5	Sí	Arbustiva	
Euphorbiaceae	<i>Cleidion veillonii</i>	4	Sí	Arbustiva	
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i>	15	Sí	Arbustiva	
Polypodiaceae	<i>Coccoloba acuminata</i>	8	Sí	Arbustiva	
Gesneriaceae	<i>Codonanthesis sp.</i>	32	Sí	Arbustiva	
Combretaceae	<i>Combretum illairii</i>	18	Sí	Arbustiva	
Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i>	10	Sí	Arbustiva	
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	15	Sí	Forestal	Rápido
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i>	3	Sí	Forestal	Rápido
Lauraceae	<i>Cryptocarya concinna</i>	2	Sí	Forestal	Rápido
Cyclanthaceae	<i>Cyclanthus bipartitus</i>	22	Sí	Arbustiva	
Marattiaceae	<i>Danaea nodosa</i>	20	No	Arbustiva	
Urticaceae	<i>Dendrocide urentissima</i>	2	No	Arbustiva	
Fabaceae	<i>Desmodium molliculum</i>	20	Sí	Arbustiva	
Araceae	<i>Dieffenbachia nitidipetiolata</i>	115	Sí	Arbustiva	
Dilleniaceae	<i>Dillenia suffruticosa</i>	18	No	Arbustiva	
Malpighiaceae	<i>Diplopterys cabrerana</i>	15	Sí	Arbustiva	
Cyatheaceae	<i>Dryopteris formosana</i>	46	Sí	Arbustiva	
Annonaceae	<i>Duguetia cadavérica</i>	1	Sí	Arbustiva	
Annonaceae	<i>Duguetia spixiana</i>	11	No	Forestal	Lento
Araceae	<i>Endocomia macrocoma subsp. prainii</i>	30	Sí	Forestal	Lento
Rosaceae	<i>Eriobotrya japónica</i>	12	No	Forestal	Rápido
Myrtaceae	<i>Eugonia multiramosa</i>	4	No	Forestal	Medio
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia umbellata</i>	5	No	Forestal	Medio
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i>	7	No	Forestal	Lento
Cyclanthaceae	<i>Evodianthus funifer</i>	12	Sí	Arbustiva	
Lecythidaceae	<i>Grias peruviana</i>	8	No	Forestal	Medio
Meliaceae	<i>Guarea costata</i>	11	Sí	Forestal	Medio
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	8	Sí	Forestal	Medio
Annonaceae	<i>Guatteria amplifolia</i>	48	Sí	Forestal	Medio
Sapindaceae	<i>Guayas sp.</i>	5	No	Forestal	Medio
Lecythidaceae	<i>Gustavia hexapétala</i>	2	Sí	Forestal	Rápido

Heliconiaceae	<i>Heliconia monteverdensis</i>	3	Sí	Arbustiva	
Marantaceae	<i>Heliconia stricta</i>	2	No	Arbustiva	
Costaceae	<i>Hellenia speciosa</i>	34	Sí	Forestal	Medio
Araliaceae	<i>Heteropanax fragans</i>	11	No	Forestal	Rápido
Anacardiaceae	<i>Hiedra venenosa</i>	2	No	Arbustiva	
Fabaceae	<i>Igna nouragensis</i>	2	No	Forestal	Rápido
Fabaceae	<i>Inga acreana</i>	18	Sí	Forestal	Rápido
Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	22	Sí	Forestal	Rápido
Fabaceae	<i>Inga feuillei</i>	3	Sí	Forestal	Rápido
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	63	Sí	Forestal	Lento
Rubiaceae	<i>Isertia rosea</i>	6	No	Arbustiva	
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	6	Sí	Forestal	Medio
Lythraceae	<i>Lafoensia puniceifolia</i>	2	No	Forestal	Lento
Polypodiaceae	<i>Leptochilus ellipticus</i>	11	Sí	Arbustiva	
Sapindaceae	<i>Litchi chinensis</i>	4	No	Forestal	Lento
Polypodiaceae	<i>Loxogramme salicifolia</i>	2	Sí	Arbustiva	
Orchidaceae	<i>ludisia discolor</i>	4	No	Arbustiva	
Fabaceae	<i>Macrolobium sp.</i>	2	Sí	Forestal	Rápido
Marantaceae	<i>Maranta sp.</i>	3	Sí	Arbustiva	
Sapindaceae	<i>Matayba scrobiculata</i>	15	Sí	Forestal	Rápido
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	2	No	Forestal	Rápido
Euphorbiaceae	<i>Meliosma clandestina</i>	1	No	Forestal	Medio
Melastomataceae	<i>Miconia elata</i>	60	No	Forestal	Medio
Malvaceae	<i>Microcos paniculata</i>	4	No	Arbustiva	
Amaranthaceae	<i>Moradilla sp.</i>	1	Sí	Arbustiva	
Marantaceae	<i>Mostera oblicua</i>	80	No	Arbustiva	
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	10	Sí	Forestal	Medio
Lauraceae	<i>Ocotea floribunda</i>	6	No	Forestal	Rápido
Urticaceae	<i>Oreocnide frutescens</i>	1	No	Arbustiva	
Melastomataceae	<i>Oxyspora paniculata</i>	2	No	Forestal	Medio
Malvaceae	<i>Pachira quinata</i>	2	No	Forestal	Medio
Lauraceae	<i>Persea caerulea</i>	1	Sí	Forestal	Medio
Araceae	<i>Philodendron inaequilaterum</i>	9	No	Forestal	Rápido
Marantaceae	<i>Phrynium pubinerve</i>	1	No	Arbustiva	
Piperaceae	<i>Piper longepetiolatum</i>	5	No	Arbustiva	
Marantaceae	<i>Pleiostachya pruinosa</i>	22	Sí	Arbustiva	
Lauraceae	<i>Pleurothyrium insigne</i>	4	Sí	Forestal	Medio
Dryopteridaceae	<i>Polystichum acrostichoides</i>	7	No	Arbustiva	
Sapindaceae	<i>Pometia sp.</i>	2	No	Forestal	Rápido
Urticaceae	<i>Pouroma bicolor</i>	1	Sí	Forestal	Medio
Urticaceae	<i>Pouroma cecropiifolia</i>	8	No	Forestal	Medio
Sapotaceae	<i>Pouteria coriácea</i>	3	Sí	Forestal	Medio
Burseraceae	<i>Protium aracouchini</i>	2	Sí	Arbustiva	
Indeterminado	<i>Pseudodissochata sp.</i>	1	No	Arbustiva	
Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	8	Sí	Forestal	Medio
Sapotaceae	<i>Pycandra balansae</i>	20	No	Forestal	Medio
Fagaceae	<i>Quercus michauxii</i>	6	No	Forestal	Rápido
Annonaceae	<i>Rollinia mucosa</i>	9	Sí	Forestal	Medio

Acanthaceae	<i>Sanchezia</i> sp.	41	Sí	Arbustiva	
Euphorbiaceae	<i>Sapium</i> sp.	5	Sí	Forestal	Medio
Melastomataceae	<i>Scaphosepalum</i> sp.	2	Sí	Forestal	Medio
Areaceae	<i>Socratea exorrhiza</i>	5	Sí	Forestal	Medio
Fabaceae	<i>Spatholobus suberectos</i>	11	No	Arbustiva	
Annonaceae	<i>Stenanona costaricensis</i>	2	Sí	Arbustiva	
Dilleniaceae	<i>Tetracera sarmentosa</i>	1	No	Arbustiva	
Byttnerioideae	<i>Theobroma bicolor</i>	2	No	Forestal	Medio
Malvaceae	<i>Trichospermum galeottii</i>	2	Sí	Forestal	Lento
Melanthiaceae	<i>Trillium cuneatum</i>	7	No	Arbustiva	
Sapindaceae	<i>Tuckeroo</i> sp.	4	No	Forestal	Medio
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i>	2	No	Arbustiva	
Asteraceae	<i>Vernonia amigdalina</i>	1	No	Arbustiva	
Rubiaceae	<i>Wendlandia uvarifolia</i>	2	No	Arbustiva	
Salicaceae	<i>Xylosma oligandra</i>	7	Sí	Forestal	Medio

Fuente: Floraweb, 2023.

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

4.2.2. Especies vegetales encontradas en trampas semilleras

Según la Tabla 4-3, en las trampas semilleras, debajo de los árboles y cercanas a las perchas para aves, se encontraron 23 especies de semillas pertenecientes a 13 familias. De las especies halladas 13 fueron nativas del país, 7 no nativas y 2 que no se pudieron determinar. Además, 21 especies de tipo forestal y 2 de tipo arbustivo. Así también se determinó 3 especies de lento crecimiento, 7 de crecimiento medio, 5 de crecimiento medio a rápido, 6 de crecimiento rápido y 2 indeterminados.

Tabla 4-3: Inventario de especies encontradas en trampas semilleras

Imagen	Nombre común	Familia	Nombre científico	Nativa	Tamaño	Crecimiento
	Anona corazón	Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>	No	Forestal	Medio
	Peine mono	Malvaceae	<i>Apeiba glabra</i>	Sí	Forestal	Rápido
	-	Arecaceae	<i>Astrocaryum sciophilum</i>	No	Forestal	Medio a rápido
	-	Arecaceae	<i>Astrocaryum urostachys</i>	Sí	Forestal	Rápido

	Coronillo, guayabilla	Melastomataceae	<i>Bellucia pentamera</i>	No	Arbusto	Medio
	Palmera cola de pez	Arecaceae	<i>Caryota mitis</i>	No	Forestal	Rápido
	Mecha	Rubiaceae	<i>Chimarrhis glabriflora</i>	Sí	arbusto	Rápido
	Pituca, moral bobo	Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i>	No	Forestal	Medio a rápido

	-	Areceaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Si	Forestal	Medio
	Guásimo	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Si	Forestal	Rápido
	Chonta negra, Barrigona	Passifloraceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	Si	Forestal	Lento
	Jacaranda	Bignoniaceae.	<i>Jacaranda copaia.</i>	Si	Forestal	Rápido

	Numayabo	Achariaceae	<i>Mayna yasuniana</i>	No	Forestal	Indeterminado
	-	Melastomataceae	<i>Miconia elata</i>	No	Forestal	Medio
	-	Fabaceae	<i>Mucuna sp.</i>	Indeterminado	Forestal	Indeterminado
	Balsa	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Si	Forestal	Rápido

	Ungurahua	Arecaceae	<i>Oenocarpus bataua</i>	Si	Forestal	Medio a rápido.
	Granadilla del monte	Passifloraceae	<i>Passiflora ambigua</i>	Indeterminado	Forestal	Lento
	Marfil vegetal o tagua	Arecaceae	<i>Phytelephas sp.</i>	Si	Forestal	Lento
	Mamey	Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i>	No	Forestal	Lento

	Roble amarillo	Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i>	Si	Forestal	Medio a rápido
	Cacao de monte	Malvaceae	<i>Theobroma subincanum</i>	Si	Forestal	Medio
	Tachuelo	Rutaceae	<i>Zanthoxylum tachuelo</i>	Si	Forestal	Medio a rápido

Fuente: González et al., 2020; Floraweb, 2023.

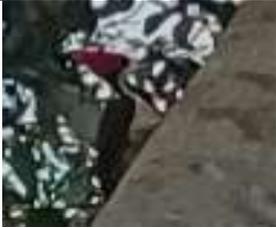
Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

Las especies nativas encontradas en las trampas semilleras tuvieron mayor consideración como especies clave, ya que su proliferación permitirá un gran flujo de dispersión de semillas por animales, que favorecería la restauración natural de las zonas intervenidas de la estación y sus zonas circundantes, lo que provocará un aumento en la diversidad de fauna.

4.2.3. Aves encontradas en la zona de estudio

De acuerdo con la Tabla 4-4, se encontraron 12 especies de aves pertenecientes a 8 familias. Lamentablemente no se pudo observar directamente la alimentación de las semillas para determinar las especies vegetales relacionadas a cada ave, las condiciones del entorno y la sensibilidad de las especies no permitió esta acción.

Tabla 4-4: Inventario de aves

Imagen	Nombre común	Nombre científico	Familia
	Carpintero crestirrojo	<i>Campephilus melnoleucos</i>	Picidae
	Tórtola pecho liso	<i>Columbina minuta</i>	Columbidae
	Tortolita colorada	<i>Columbina talpacoti</i>	Columbidae
	Garrapatero menor	<i>Crotophaga ani</i>	Cuculidae

	Mielero vientre amarillo	<i>Dacnis flaviventer</i>	Thraupidae
	Benteveo Mediano	<i>Myiozetetes similis</i>	Tyrannidae
	Cuco Ardilla	<i>Piaya cayana</i>	Cuculidae
	Loro cabeciazul	<i>Pionus menstruus</i>	Psittacidae
	Golondrina grande bicolor	<i>Progne sinaloae</i>	Hirundinidae
	Cacique dorsirrufo, oropéndola variable	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Icteridae
	Cotorra catana	<i>Pyrrhura hoffmanni</i>	Psittacidae

	Tirano tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tyrannidae
---	-----------------	-------------------------------	------------

Fuente: Bioweb, 2021.

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

4.2.4. Determinación de especies claves

Para determinar las especies claves para la Restauración Ecológica de la EELB se procedió a seleccionar las especies acorde a los siguientes criterios de importancia:

1. Especie nativa del Ecuador.
2. Especie encontrada en el inventario botánico.
3. Número de individuos por especie (>20).

En base a los criterios establecidos se construyó la Tabla 4-5, donde se enlistan las especies por su característica de importancia. Primero, destacan las especies nativas encontradas en trampas semilleras, luego las especies inventariadas. Dando un total de 27 especies clave, cuyo mecanismo de dispersión es mayormente por gravedad, 19 especies al ser frutos alimenticios son dispersadas por animales, tanto mamíferos como aves, finalmente, 3 especies se dispersan por acción del viento al ser sus semillas pequeñas y ligeras.

Tabla 4-5: Especies clave seleccionadas

Nombre científico	#	Nativa	Tamaño	Crecimiento	Dispersión
Especies encontradas en trampas semilleras					
<i>Iriartea deltoidea</i>	63	Sí	Forestal	Lento	Gravedad, animales
<i>Ochroma pyramidale</i>	10	Sí	Forestal	Rápido	Gravedad, viento
<i>Jacaranda copaia</i>	6	Sí	Forestal	Rápido	Gravedad, viento
<i>Apeiba glabra</i>		Sí	Forestal	Rápido	Gravedad, animales
<i>Astrocaryum urostachys</i>		Sí	Forestal	Rápido	Gravedad, animales
<i>Chimarrhis glabriflora</i>		Sí	Arbustiva		Gravedad, animales
<i>Euterpe precatoria</i>		Sí	Forestal	Medio	Gravedad, animales
<i>Guazuma ulmifolia</i>		Sí	Forestal	Rápido	Gravedad,

					animales
<i>Oenocarpus bataua</i>		Sí	Forestal	Medio	Gravedad, animales
<i>Phytelephas</i> sp.		Si	Forestal	Lento	Gravedad, animales
<i>Terminalia amazonia</i>		Sí	Forestal	Medio	Gravedad, animales
<i>Theobroma subincanum</i>		Si	Forestal	Medio	Gravedad, animales
<i>Zanthoxylum tachuelo</i>		Si	Forestal	Medio	Gravedad, animales
Especies inventariadas					
<i>Dieffenbachia nitidipetiolata</i>	115	Sí	Arbustiva		Gravedad, animales
<i>Bactris Símplicifrons</i>	48	Sí	Forestal	Rápido	Gravedad, animales
<i>Guatteria amplifolia</i>	48	Sí	Forestal	Medio	Gravedad
<i>Dryopteris formosana</i>	46	Sí	Arbustiva		Gravedad, animales
<i>Chamaedorea</i> sp.	42	Sí	Arbustiva		Gravedad, animales
<i>Sanchezia</i> sp.	41	Sí	Arbustiva		Gravedad, animales
<i>Hellenia speciosa</i>	34	Sí	Forestal	Medio	Gravedad
<i>Asplundia rigida</i>	33	Sí	Arbustiva		Gravedad, viento
<i>Codonanthopsis</i> sp.	32	Sí	Arbustiva		Gravedad
<i>Endocomia macrocoma</i>	30	Sí	Forestal	Lento	Gravedad
<i>Calathea lutea</i>	27	Sí	Arbustiva		Gravedad, animales
<i>Cyclanthus bipartitus</i>	22	Sí	Arbustiva		Gravedad
<i>Inga edulis</i>	22	Sí	Forestal	Rápido	Gravedad, animales
<i>Pleiochachya pruinosa</i>	22	Sí	Arbustiva		Gravedad
<i>Desmodium molliculum</i>	20	Sí	Arbustiva		Gravedad, animales

Fuente: Floraweb, 2023.

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

4.3. Plan de Restauración Ecológica

El proyecto de restauración ecológica abarca una extensión total de 10,5 ha, correspondientes al cuadrante A de la EELB, que se encuentra mayormente intervenida por las actividades agropecuarias. El proceso de restauración se debe llevar a cabo en tres fases secuenciales:

4.3.1. Fase 1

A partir de esta primera etapa, se debe generar condiciones ecológicas diversas para satisfacer los requerimientos y necesidades de las especies de las siguientes fases. Esto se realiza mediante la plantación de especies pioneras denominadas de fase 1, las cuales están clasificadas en el grupo de las arbustivas, por su rápido crecimiento; además, estas especies se encargarán de remediar las condiciones de suelo, nivelando el pH y generando materia orgánica para aumentar la capacidad de humedad del suelo, lo que va a asegurar un suministro adecuado de agua para las especies de las siguientes fases, que son más exigentes en estas condiciones.

Para lograrlo, se propone llevar a cabo la plantación durante los meses de diciembre de 2023 a mayo de 2024, época que corresponde a las temporadas de lluvias del oriente ecuatoriano, para favorecer el crecimiento y desarrollo. Las especies seleccionadas para ser plantadas durante esta fase son las siguientes:

Tabla 4-6: Especies a sembrarse en la Fase 1

Nombre científico	Nombre común	Imagen
<i>Chimarrhis glabriflora</i>	Mecha	
<i>Dieffenbachia nitidipetiolata</i>	Sainillo	
<i>Dryopteris formosana</i>	Helecho	
<i>Chamaedorea</i> sp.	Palma camedor	

<i>Sanchezia</i> sp.	Hoja pinta nueva	
<i>Asplundia rigida</i>	Cola de gallo	
<i>Codonanthesis</i> sp.		
<i>Calathea lutea</i>	Bijao, bijagua, platanilla, platanillo, hoja blanca, pampano	
<i>Cyclanthus bipartitus</i>	Hoja de lapa, oreja de burro, pita, tornillo	
<i>Pleistachya pruinosa</i>	Lengua de vaca	
<i>Desmodium molliculum</i>	Amor seco	

Fuente: Floraweb, 2023.

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

4.3.2. Fase 2

El lapso estimado para la realización de la segunda plantación (fase 2) será de tres años posterior a la fase inicial una vez que la vegetación establecida en la fase 1 haya alcanzado un desarrollo adecuado y se hayan mejorado las condiciones del suelo. La fecha de plantación será en los meses de diciembre de 2026 a mayo de 2027, para que coincida con los meses de lluvia de la amazonia. Durante esta etapa, se deben plantar las especies pertenecientes al grupo de forestales de rápido y medio crecimiento. Estas especies, además de complementar la configuración del hábitat, juegan un papel esencial en el acondicionamiento del ecosistema para el establecimiento de otras especies con requerimientos más sensibles como lo son las especies forestales de lento crecimiento. A continuación, se detallan las especies recomendadas para la segunda plantación:

Tabla 4-7: Especies a sembrarse en la Fase 2

Nombre científico	Nombre común	Imagen
<i>Jacaranda copaia</i>	Jacaranda, chingale, escobillo, gallinazo	
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa, boya, ceibo blanco	
<i>Apeiba glabra</i>	Peine de mono	
<i>Astrocaryum urostachys</i>	Chambira	

<i>Euterpe precatoria</i>		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	
<i>Oenocarpus bataua</i>	Ungurahua	
<i>Terminalia amazonia</i>	Roble amarillo	
<i>Theobroma subincanum</i>	Cacao de monte	
<i>Zanthoxylum tachuelo</i>	Tachuelo	
<i>Bactris simplicifrons</i>	Chontaduro	

<i>Guatteria amplifolia</i>	Aguacatillo	
<i>Hellenia speciosa</i>	Caña agria	
<i>Inga edulis</i>	Guaba bejuco	

Fuente: Floraweb, 2023.

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

4.3.3. Fase 3

En la última fase del Plan de Restauración Ecológica, se prevé que la vegetación plantada alcance un nivel de desarrollo óptimo gracias a las siembras realizadas en las fases anteriores y que el suelo presente mejores condiciones de pH y humedad. Por tanto, cuando ya se encuentren individuos de tamaño medio cuatro años después, en el año 2030, se debe proceder a la plantación de especies forestales de lento crecimiento. Estas especies, usualmente conocidas por su capacidad para crecer en condiciones de sombra, jugarán un papel crucial en el proceso de consolidación del ecosistema restaurado. A continuación, se detallan las especies que se utilizarán para esta fase:

Tabla 4-8: Especies a sembrarse en la Fase 3

Nombre científico	Nombre común	Imagen
<i>Iriartea deltoidea</i>	Pambil, chonta, chonta kilo, gualpe	

<i>Phytelephas</i> sp.	Marfil vegetal o tagua	
<i>Endocomia macrocoma</i>		

Fuente: Floraweb, 2023.

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

Con esta estrategia, se busca establecer una vegetación diversa y balanceada que favorezca la estabilidad y la resiliencia del ecosistema restaurado a lo largo del tiempo.

4.3.4. Diseño de plantación

Para el diseño de plantación se usó el método radial y de plantación libre (Porrás, 2018, pp. 77-78), adicionando una plantación perimetral, en base a las siguientes consideraciones para cubrir toda el área intervenida de acuerdo a la Ilustración 4-5:

- Perimetral (línea en rojo): Sembrar especies de dispersión por mamíferos y aves, esta plantación se realiza de acuerdo con la fase a la que pertenece la especie, con una separación de 5 m entre plantas intercalando las especies. Propiciando el recorrido de los animales desde el exterior hacia el interior dispersando las semillas.
- Radial (línea en verde): Sembrar especies de la fase 1, con una separación de 5 m entre plantas intercalando las especies. Este tipo de plantación permite una distribución uniforme desde el punto central, lo que maximiza la captación de recursos como luz solar y nutrientes, además facilita el mantenimiento y monitoreo de las plantas; por otra parte, también imita patrones naturales de dispersión de semillas desde el punto central.
- Al azar o libre (estrellas amarillas y negras): Sembrar las especies de la fase 2 al azar, buscando una separación de al menos 10 m e intercalando las especies. Luego sembrar las especies de la fase 3 al azar en una separación de al menos 10 m, en espacios intermedios de las especies de la fase 2, e intercalando las especies. Continuar la siembra hasta completar el área total. Este método busca imitar una distribución natural y asegurar una posterior dispersión por semillas que imite las condiciones normales de la naturaleza fomentando la biodiversidad y la

resiliencia del ecosistema.

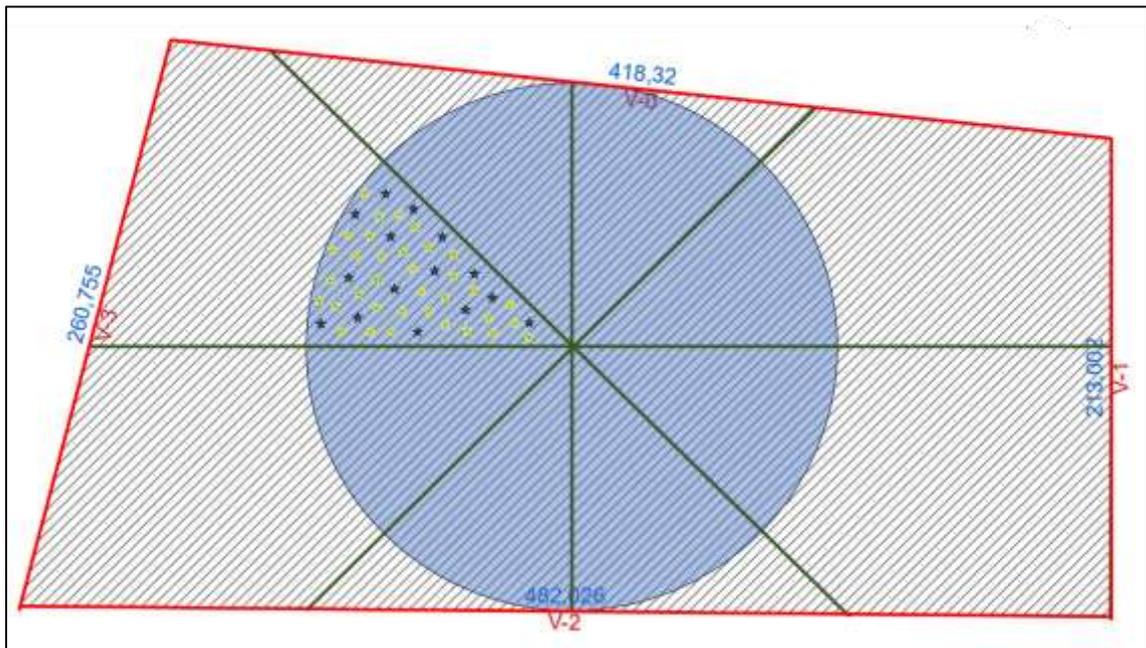


Ilustración 4-5: Diseño de plantación

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

4.3.5. Pasos del Plan de Restauración Ecológica

4.3.5.1. Preparación del terreno

Se debe hacer una limpieza previa del terreno y controlar el pH en el suelo mediante análisis y medir las cantidades apropiadas de productos a ser aplicados para la remediación, el producto más recomendable para esto es la Cal calcítica (su contenido es mayormente CaCO_3 , se recomienda aplicar en suelos que tuvieron uso agrícola), que equivale químicamente entre el 75-100% de la cal necesaria, para lo cual se debe colocar entre 1-1,3 toneladas por hectárea (Molina, 2014; citado en Porras, 2018, p. 81).

4.3.5.2. Trazado, estacado y distancia de plantación

Se marcan las líneas, parches o zonas de siembra en el terreno utilizando estacas. Estas estacas se pintan de colores distintos, naranja y azul, para que puedan ser fácilmente vistas. Esta visualización facilita las tareas de limpieza, preparación del suelo y siembra de cada tipo de planta en el lugar correspondiente.

4.3.5.3. *Estimación del número de árboles a plantar*

Se calcula el perímetro de la zona intervenida, el cual fue de alrededor de 1374 m, con una distribución de plantación de 5 m entre individuos que se necesitarían 275 plantas (plantas de dispersión por aves y mamíferos de las fases 1, 2 y 3) para completar el espacio perimetral. También se calcula la distancia total de los radios, la cual fue de alrededor de 1359 m, con una distribución de plantación de 5 m entre individuos, se necesitaría 272 plantas de la fase 1 para completar el espacio radial. Finalmente, se calculó el área del polígono irregular, el cuál fue de 105300 m², con una distribución de 10m x10m se necesitarían 1053 plantas para la fase 2 y la misma cantidad para la fase 3. Al final de la restauración ecológica se necesitarían alrededor de 2652 plantas.

4.3.5.4. *Ahoyado*

Se excavarán hoyos con medidas de 40 cm de profundidad y 30 cm de diámetro en el que se plantarán las distintas especies, esto con el propósito de asegurar un óptimo desarrollo radicular de las plantas permitiendo aflojar el suelo y colocar fertilizante en el fondo del hoyo (Porras, 2018, p. 82).

4.3.5.5. *Fertilización*

Se realizará un análisis de suelo para determinar la cantidad de macronutrientes presentes en el suelo, acorde a estos resultados se determinará qué fertilizante aplicar. La preparación del fertilizante se debe realizar previa a su aplicación en un lugar fuera de la zona de restauración. Lo más recomendable es un fertilizante sólido granular, por su estructura y forma ya que libera pequeñas partículas a lo largo del tiempo asegurando una fuente de nutrientes constante, una proporción 10-30-10 (relación con los minerales NPK) aplicado al fondo del hoyo y revuelto con la tierra, en una cantidad de 100 g por planta (Porras, 2018, p. 85).

4.3.5.6. *Plantación*

Se aconseja emplear tutores durante la siembra para asegurar un adecuado crecimiento vertical de las plantas, esto hace referencia a estacas delgadas y largas que se amarrarán al tallo de las plantas sembradas para que se mantengan en una posición erguida y que su tallo evite curvaturas para que alcance su máximo crecimiento vertical.

4.3.5.7. *Mantenimiento*

En situaciones en las que sea necesario, se pueden llevar a cabo acciones de fertilización y control de plagas para asegurar el establecimiento definitivo de la vegetación. Se contempla un mantenimiento exhaustivo después de 60 días desde la plantación inicial, y en caso de que se presente mortalidad de las plantas, se procederá a replantar en un período de 30 a 60 días después de la siembra original durante el primer año de la siembra correspondiente.

Un aspecto relevante a considerar es el manejo de especies invasivas, cuyo control está condicionado por factores como la intensidad, especie y ubicación. Sin embargo, resulta significativo contar con métodos de control que pueden ser naturales, químicos o manuales. En el primer caso, una estrategia efectiva podría ser reducir los recursos esenciales para la especie invasora, como la luz, mediante la creación de sombra o mediante el empleo de control biológico utilizando distintas especies de fauna. El segundo método implica la aplicación de productos químicos adecuados según el tipo de plaga. En cuanto al tercer método, se puede llevar a cabo mediante la limpieza de hierbas y maleza.

Es fundamental resaltar la importancia de un mantenimiento continuo durante los primeros tres años después de la siembra, con el propósito de asegurar el éxito del proceso de restauración.

4.3.5.8. *Monitoreo*

Se dará inicio al proceso de monitoreo con la actividad de evaluar la tasa de mortalidad de los árboles, centrándose específicamente en los tres meses posteriores a la plantación. Sin embargo, resulta de suma importancia llevar a cabo evaluaciones regulares (una vez al mes durante todo el plan de restauración) con el propósito de medir el nivel de éxito de la restauración y, si es necesario, implementar ajustes adecuados para lograr el objetivo deseado. Además, se considera la captura de imágenes durante cada etapa del monitoreo, junto con la identificación de los siguientes indicadores para medir el éxito de la restauración:

- Medición del crecimiento de las plantas introducidas en centímetros o metros.
- Cálculo de la tasa de supervivencia de las plantas introducidas en porcentaje.
- Análisis del estado fenológico de las plantas introducidas.
- Registro de la presencia o ausencia de plagas.
- Evaluación de la regeneración natural, identificando la existencia de plántulas de nuevas especies nativas e invasoras.

- Determinación del aumento en el número de especies presentes en comparación con la lista florística inicial.
- Observación cualitativa de la reintroducción de la fauna mediante métodos como el uso de cámaras trampa y observación directa.

Esta metodología de monitoreo se llevará a cabo con el propósito de obtener una visión integral del progreso de la restauración, permitiendo ajustes en tiempo real para asegurar el logro de los objetivos establecidos (Porras, 2018, p. 89).

4.3.6. Cronograma

En la Tabla 4-9 se describe el cronograma de actividades a realizarse para la restauración ecológica de la EELB en el periodo de tiempo establecido desde diciembre de 2023 a noviembre de 2024.

Tabla 4-9: Cronograma de actividades para la restauración ecológica de la EELB

Actividad/meses	Año 2023	Año 2024										
	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Preparación del terreno	X	X										
Trazado y estacado		X	X									
Ahoyado				X								
Fertilización					X	X						
Plantación					X	X						
Mantenimiento						X	X	X	X	X	X	X
Replantación						X	X	X	X			
Monitoreo									X			

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

4.3.7. Presupuesto

A continuación, se presenta un presupuesto aproximado para llevar a cabo el Plan de Restauración Ecológica correspondiente a un total de 2652 plantadas en a la zona mayormente intervenida de 105300 m² (10,5 ha).

Tabla 4-10: Presupuesto del plan

Rubro	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Maquinaria para labrar el suelo	1	50,00	50,00
Ahoyadora	3	10,00	30,00
Machete	3	7,00	21,00
Equipo de trabajo (botas, gorra, guantes, etc.)	3	20,00	60,00
Mano de obra, 3 personas (días)	480	20,00	9600,00
Cal calcítica (saco)	250	6,64	1660,00
Fertilizante (kg)	4212	0,65	2737,80
Estacas	2652	0,25	663,00
Plantas	2652	0,75	1989,00
Alimentación	160	5,00	800,00
Transporte	160	20,00	3200,00
Imprevistos (5%)			1040,54
TOTAL			21851,34

Realizado por: Correa, A. y Carrillo, D., 2024.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La EELB presentó dos áreas ampliamente marcadas importantes para este estudio: una zona mayormente intervenida con un alto nivel de intervención antrópica por la construcción de caminos, edificios, cambio de uso de suelo a plantación y pastoreo; también, se identificaron zonas sin intervención en la que se delimitó el ecosistema de referencia. La zona mayormente intervenida presentó un índice de diversidad de Shannon de 1,84 correspondiente a diversidad baja de especies vegetales, a diferencia del ecosistema de referencia que presentó un índice de 2,85 correspondiente a diversidad media; por otro lado, en cuanto al suelo no se presentaron diferencias relevantes entre sus características.

Se encontraron 126 especies botánicas pertenecientes a 50 familias, 67 fueron nativas y 59 exóticas, 67 se catalogaron como forestales por su mayor tamaño y 59 como arbustivas por tener un tamaño menor. Del total de especies inventariadas se seleccionaron 18 especies nativas con gran número de individuos encontrados (>20), donde todas se dispersan por gravedad, cuatro por mamíferos, cuatro por aves y tres por acción del viento.

Se elaboró un Plan de Restauración Ecológica para la “zona mayormente intervenida” compuesta de tres fases consecutivas, donde en la primera fase se plantarán las especies de tipo arbustivas (tamaño medio y pequeño con crecimiento rápido) que mejoren las condiciones del suelo, la cuales son: *Chimarrhis glabriflora*, *Dieffenbachia nitidipetiolata*, *Dryopteris formosana*, *Chamaedorea*, *Sanchezia* sp., *Asplundia rigida*, *Codonanthopsis* sp., *Calathea lutea*, *Cyclanthus bipartitus*, *Pleistachya pruinosa* y *Desmodium molliculum*, a continuación las especies forestales de crecimiento medio para afianzar la estructura del suelo: *Jacaranda copaia*, *Ochroma pyramidale*, *Apeiba glabra*, *Astrocaryum urostachys*, *Euterpe precatoria*, *Guazuma ulmifolia*, *Oenocarpus bataua*, *Terminalia amazonia*, *Theobroma subincanum*, *Zanthoxylum tachuelo*, *Bactris simplicifrons*, *Guatteria amplifolia*, *Hellenia speciosa* e *Inga edulis*; finalmente, las especies forestales de lento crecimiento que necesitan suelo óptimos: *Iriartea deltoidea*, *Phytelephas* sp. y *Endocomia macrocoma*.

5.2. Recomendaciones

Aplicar el Plan de Restauración Ecológica para luego de un periodo de tiempo de desarrollo natural de las especies vegetales, entre 15 a 20 años, repetir el inventario botánico y comparar los resultados de los índices para determinar si se ha recuperado la biodiversidad vegetal de la zona mayormente intervenida.

Planificar la implementación de un vivero temporal para la producción de las especies necesarias para el Plan de Restauración Ecológica.

Estudiar otros tipos de metodologías para la elaboración de un Plan de Restauración Ecológica que implique técnicas innovadoras como el uso de imágenes geoespaciales, inteligencia artificial, bombas de semillas, entre otras.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, N.; et al. *Guía para la restauración ecológica en los páramos del Antisana* [en línea]. Quito-Ecuador: Comunidad Andina, MAE, PRAA, FONAG y CONDESAN, 2013, pp. 1-64. [Consulta: 08 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/Gu%C3%ADa-Metodol%C3%B3gica-restauracion-p%C3%A1ramos.pdf>.

ALAMINOS, A.; & CASTEJÓN, J. *Elaboración, análisis e interpretación de encuestas, cuestionarios y escalas de opinión* [en línea]. Alicante-España: Universidad de Alicante, 2006, p. 50. [Consulta: 08 julio 2023]. ISBN: 84-268-1267-8. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/16372347.pdf>.

ALCARAZ, F. *Polinización y dispersión* [en línea]. Murcia-España: Universidad de Murcia, 2013, pp. 4-5. [Consulta: 10 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema07.pdf>.

ARIAS, Y. *Caracterización de la lluvia de semillas en unidades de manejo priorizadas para la restauración ecológica del bosque seco tropical* [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Facultad Del Medio Ambiente Y Recursos Naturales, Proyecto Curricular De Ingeniería Forestal. Bogotá D.C.-Colombia. 2019, pp. 35-38. [Consulta: 19 mayo 2023]. Disponible en: https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/23118/1/Luvia_Semillas_BST.pdf.

ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. *Constitución de la república del Ecuador 2008* [en línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2008, pp. 13-34. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf.

ASAMBLEA NACIONAL DE ECUADOR. *Código orgánico del ambiente* [en línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2017, p. 11. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf.

ASAMBLEA NACIONAL DE ECUADOR. *Ley de gestión ambiental, codificación* [en línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2004b, p. 1. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>.

ASAMBLEA NACIONAL DE ECUADOR. *Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre* [en línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2004a, p. 3. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Ley-Forestal-y-de-Conservacion-de-Areas-Naturales-y-Vida-Silvestre.pdf>.

ASAMBLEA NACIONAL DE ECUADOR. *Ley para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad* [en línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2008, p. 2. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: http://www.vertic.org/media/National%20Legislation/Ecuador/EC_Ley_de_Biodiversidad.pdf.

BENTRUP, G. *Zonas de amortiguamiento para conservación: lineamientos para diseño de zonas de amortiguamiento, corredores y vías verdes* [en línea]. Asheville-Estados Unidos: Departamento de Agricultura, Servicio Forestal, Estación de Investigación Sur, 2008, pp. 13-107. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: https://www.fs.usda.gov/nac/buffers/docs/GTR-SRS-109_Spanish.pdf.

BIOWEB. *Aves del Ecuador* [en línea]. Quito-Ecuador: PUCE, 2021. [Consulta: 16 septiembre 2023]. Disponible en: <https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/home>.

BLANES, J.; et al. *Las zonas de amortiguamiento: un instrumento para el manejo de la biodiversidad* [en línea]. Quito-Ecuador: CEBEM, 2003, pp. 11-311. [Consulta: 11 mayo 2023]. ISBN: 9978-67-077. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/45396.pdf>.

CECCON, E.; & PÉREZ, D. *Más allá de la ecología de la restauración : perspectivas sociales en América Latina y el Caribe* [en línea]. Buenos Aires-Argentina: Vazquez Mazzini, 2016, pp. 21-220. [Consulta: 09 mayo 2023]. ISBN: 978-987-9132-51-7. Disponible en: https://elti.yale.edu/sites/default/files/rsource_files/libro_final_7-11_perspectivas_sociales_re.pdf.

CIANCAGLINI, N. *R- 001- Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico* [en línea]. San Juan-Argentina: INTA, 2013, p. 2. [Consulta: 15 abril 2023]. Disponible en: http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20R001_Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organol%C3%A9ptico.pdf.

COLMENA, G.; et al. *Manual de restauración forestal* [en línea]. Madrid-España: WWF España, 2021, pp. 2-39. [Consulta: 10 mayo 2023]. Disponible en: https://wwfes.awsassets.panda.org/downloads/manual_restauracion_2021_caixabank_montemadrid.pdf.

DURAN, T. *Diseño para la Conservación* [en línea]. Arlington-Estados Unidos: The Nature Conservancy, 2016, pp. 10-25. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: https://www.conservationgateway.org/ConservationPlanning/cbd/Documents/CbD_20thAnniv_Spanish_FINAL_SinglePage_Reduced%20Size.pdf.

EL DIARIO DE RIOBAMBA. *Orellana desde la Estación Experimental La Belleza de la ESPOCH* [en línea]. Riobamba-Ecuador: El Diario de Riobamba, 2021. [Consulta: 08 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.facebook.com/watch/?v=786963088891549>.

ESPÍN, A. Diversidad florística del ecosistema páramo en la zona piloto Atillo ubicada en la subcuenca del río Chambo, cantón Guamote, provincia de Chimborazo [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2020, pp. 18-21. [Consulta: 14 julio 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15809/1/33T00255.pdf>.

ESTADO DE MÉXICO. *Cuidemos el Medio Ambiente* [en línea]. México D.F.-México: Gobierno de México, 2019. [Consulta: 18 mayo 2023]. Disponible en: <https://edomex.gob.mx/medio-ambiente-2019>.

FAO. *Una nueva perspectiva. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020* [en línea]. Roma-Italia: FAO, 2020. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020/es>.

FERNÁNDEZ, L.; et al. *Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados* [en línea]. México D.F.-México: Instituto Mexicano del Petróleo, 2006, pp. 19-78. [Consulta: 19 mayo 2023]. Disponible en: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CG008215.pdf>.

FLORAWEB. *Flora Web Ecuador* [en línea]. Quito-Ecuador: PUCE, 2023. [Consulta: 16 septiembre 2023]. Disponible en: <https://bioweb.bio/floraweb.html>.

GADPR LA BELLEZA. *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia rural La Belleza.* Francisco de Orellana-Ecuador: GADPR La Belleza, 2019, pp. 18-27.

GARCÍA, G.; & GONZÁLEZ, M. Ecosistema de referencia, selección de especies clave y diseño de núcleos para restauración activa de áreas degradadas de RFP Vanguardia, Villavicencio [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Santo Tomás, Facultad De Ingeniería Ambiental. Villavicencio-Colombia. 2019, pp. 1-65. [Consulta: 08 mayo 2023]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/21722/2019geraldinegarcia?isAllowed=y&sequence=2>.

GÓMEZ, P.; et al. “La restauración ecológica clásica y los retos de la actualidad: La migración asistida como estrategia de adaptación al cambio climático”. *Revista de Ciencias Ambientales* [en línea], 2017, (Costa Rica) vol. 51 (2), pp. 31-51. [Consulta: 06 mayo 2023]. ISSN: 1409-2158. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/6650/665070588005.pdf>

GONZÁLEZ, L.; et al. *Catálogo de frutas amazónicas* [en línea]. La Paz-Bolivia: Instituto de Investigaciones Amazónicas, 2020, pp. 3-143. [Consulta:16 septiembre 2023]. Disponible en: <https://iniam.umsa.bo/documents/237831/813510/CATALOGO+FA+201122.pdf/56e88570-061f-0a5b-9e4f-32236cb18f2a>.

HERNÁNDEZ, R.; & CANTILLO, E. “La restauración ecológica como estrategia de construcción social en la Vereda Chipautá, Municipio de Guaduas, Cundinamarca”. *Ambiente y Desarrollo* [en línea], 2018, (Colombia) vol. 22 (42), pp. 1-14. [Consulta: 09 mayo 2023]. ISSN: 2346-2876. Disponible en: [https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/AyD/22-42%20\(2018-I\)/151557418005/151557418005_visor_jats.pdf](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/AyD/22-42%20(2018-I)/151557418005/151557418005_visor_jats.pdf).

INIAP. *Muestreo de suelos para análisis químico con fines agrícolas* [en línea]. Quito-Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, 2006, pp. 1-2. [Consulta: 18 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2025/1/iniaplsp1272.pdf>.

KRAINER, A.; & MORA, M. *Retos y amenazas en Yasuní* [en línea]. Quito-Ecuador: FLACSO-Sede Ecuador, 2011, p. 80. [Consulta: 14 mayo 2023]. ISBN: 978-9978-67-304-1. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/54013.pdf>.

LÁZARO, J. Mecanismos de diseminación de semillas y su relación con la composición

florística de las comunidades vegetales salmantinas [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Universidad De Salamanca, Ciencias Ambientales. Salamanca-España. 2017, pp. 4-6. [Consulta: 10 mayo 2023]. Disponible en: https://gredos.usal.es/bitstream/10366/136842/1/TFG_LazaroGilJimenaMecanismosdeDiseminaci%C3%B3ndeSemillasysuRelaci%C3%B3n.pdf.

MAGRIN, G. *Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: Naciones Unidas, 2015, pp. 5-8. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/39842/S1501318_es.pdf.

MARTÍNEZ, G. Impactos de la construcción de las vías de cuarta generación en Colombia sobre la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos [en línea]. (Trabajo de titulación) (Especialización). Universidad Militar Nueva Granada, Facultad De Ingeniería, Especialización En Planeación Ambiental Y Manejo Integral De Recursos Naturales. Nueva Granada-Colombia. 2017, p. 2. [Consulta: 06 mayo 2023]. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16393/MartinezMartinezGermanAliario2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Guía de inventario de la flora y vegetación* [en línea]. Lima-Perú: Gobierno del Perú, 2015, pp. 12-39. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83-A-DE-FLORA-Y-VEGETACI%C3%83%E2%80%9CN.compressed.pdf>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental* [en línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2012, pp. 88-90. [Consulta: 03 agosto 2023]. Disponible en: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf.

MOLA, I.; et al. *Guía Práctica de Restauración Ecológica* [en línea]. Madrid-España: Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica, 2018, pp. 1-77. [Consulta: 08 mayo 2023]. Disponible en: https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/sites/default/files/guia_practica_re_0.pdf.

MORALES, C.; & PARADA, S. *Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: Naciones Unidas, 2005, pp. 25-261. [Consulta: 09 mayo 2023]. ISBN: 92-1-322790-6. Disponible en:

https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/2448/S0500967_es.pdf.

MORENO, D. “Restauración de interacciones”. *Ecosistemas* [en línea], 2019, (España) vol. 28 (2), pp. 1-3. [Consulta: 10 mayo 2023]. ISSN: 1697-2473. Disponible en: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1824/1214>.

NOTICIAS ESPOCH. *Estación Experimental “La Belleza” Sede Orellana* [en línea]. Riobamba-Ecuador: ESPOCH, 2021. [Consulta: 08 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.facebook.com/watch/?v=1829372757226357>.

ONU. *Un acuerdo mundial para proteger la biodiversidad y evitar otra pandemia, el llamado de los líderes en histórica cumbre* [en línea]. Nueva York-Estados Unidos: ONU, 2020. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2020/09/1481582>.

OROZCO, D. ¿Las perchas artificiales simples para aves aumentan la lluvia de semillas en un pastizal del bosque seco tropical en La Mesa de los Santos, Santander, Colombia? [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ecología). Pontificia Universidad Javeriana, Facultad De Estudios Ambientales y Rurales, Carrera de Ecología. Bogotá-Colombia. 2018, pp. 6-7. [Consulta: 29 mayo 2023]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/40134/daniela%20orozco%20trabajo%20de%20grado%20final.pdf?sequence=1>.

PORRAS, G. Plan de Restauración Ecológica en la finca La Lucha, San Cristóbal de Desamparados, San José, Costa Rica [en línea]. (Trabajo de titulación) (Licenciatura). Instituto Tecnológico De Costa Rica, Escuela De Ingeniería Forestal. Cartago-Costa Rica. 2018, pp. 1-124. [Consulta: 08 mayo 2023]. Disponible en: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10333/plan_restauracion_ecologica_finca_la_lucha_san_cristobal_desamparados_san_jose_costa_rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

QUEZADA, A. “Estimación de la tasa de deforestación en Pastaza y Orellana- Ecuador mediante el análisis multitemporal de imágenes satelitales durante el período 2000-2020”. *Alfa* [en línea], 2022, (Ecuador) vol. 6 (17), pp. 282-299. [Consulta: 05 mayo 2023]. ISSN: 2664-0902. Disponible en: <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/181/484>.

SÁNCHEZ, Ó.; et al. *Temas sobre restauración ecológica* [en línea]. México D.F.-México: Instituto Nacional de Ecología, 2005, pp. 16-180. [Consulta: 09 mayo 2023]. ISBN: 968-817-724-5. Disponible en:

<https://books.google.com.ec/books?id=7oZix0puXbgC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>.

SIERRA, R.; et al. *La Deforestación en el Ecuador, 1990 – 2018: Factores, Promotores y Tendencias Recientes* [en línea]. Quito-Ecuador: PNUD, 2021, p. 7. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2021/06/Deforestacio%CC%81n_Ecuador_com2.pdf.

VALDEZ, C.; et al. “Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México”. *Revista de Biología Tropical* [en línea], 2018, (México) vol. 66 (4), pp. 1674-1682. [Consulta: 14 julio 2023]. ISSN: 0034-7744. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v66n4/0034-7744-rbt-66-04-1674.pdf>.

VARGAS, O. *Guía metodológica para la Restauración Ecológica* [en línea]. Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2007, pp. 35-40. [Consulta: 11 mayo 2023]. ISBN: 978-958-701-908-7. Disponible en: <https://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2016/06/guia-metodologica-restauracion-ecologica.pdf>.

VARGAS, O. “Restauración ecológica: biodiversidad y conservación”. *Acta Biológica Colombiana* [en línea], 2011, (Colombia) vol. 16 (2), pp. 221-246. [Consulta: 11 mayo 2023]. ISSN: 1900-1649. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/19280/26270>.

VELÁZQUEZ, T. Síndromes de dispersión de semillas en tres comunidades de bosque mesófilo de montaña, en la zona centro de Veracruz [en línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad Veracruzana, Centro De Investigaciones Tropicales, Maestra En Ecología Tropical. Veracruz-México. 2016, p. 11. [Consulta: 10 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.uv.mx/met/files/2013/11/Velazquez-Escamilla-Tania-Lizbeth-Junio-2016.pdf>.

Cristian Tenelando, S.



ANEXO B: INVENTARIO FORESTAL E ÍNDICES DE SHANNON POR CUADRANTE

Cuadrante A

N	Especie	ni	pi	ln(pi)	pi*ln(pi)
1	<i>Artocarpus altilis</i>	6	0,045	-3,099	-0,140
2	<i>Astrocaryum chambira</i>	3	0,023	-3,792	-0,086
3	<i>Astrocaryum standleyanum</i>	5	0,038	-3,281	-0,123
4	<i>Cecropia obtusifolia</i>	3	0,023	-3,792	-0,086
5	<i>Cecropia peltata</i>	2	0,015	-4,197	-0,063
6	<i>Cedrela odorata</i>	11	0,083	-2,492	-0,206
7	<i>Cordia alliodora</i>	15	0,113	-2,182	-0,246
8	<i>Heliconia monteverdensis</i>	3	0,023	-3,792	-0,086
9	<i>Iriartea deltoidea</i>	3	0,023	-3,792	-0,086
10	<i>Miconia elata</i>	60	0,451	-0,796	-0,359
11	<i>Ochroma sp.</i>	10	0,075	-2,588	-0,195
12	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	8	0,060	-2,811	-0,169
13	<i>Theobroma bicolor</i>	2	0,015	-4,197	-0,063
14	<i>Urera baccifera</i>	2	0,015	-4,197	-0,063
TOTAL		14	133		-1,843
					1,843

Cuadrante B

N	Especie	ni	pi	ln(pi)	pi*ln(pi)
1	<i>Grias peruviana Miers</i>	8	0,012	-4,454	-0,052
2	<i>Guatteria amplifolia</i>	48	0,070	-2,663	-0,186
3	<i>Pycandra balansae</i>	20	0,029	-3,538	-0,103
4	<i>Dieffenbachia nitidipetiolata</i>	115	0,167	-1,789	-0,299
5	<i>Asplundia rigida</i>	33	0,048	-3,037	-0,146
6	<i>Socratea exorrhiza</i>	5	0,007	-4,924	-0,036
7	<i>Euterpe edulis</i>	7	0,010	-4,588	-0,047
8	<i>Alocasia brisbanensis</i>	30	0,044	-3,133	-0,137
9	<i>Chamaedorea ernesti – augusti</i>	42	0,061	-2,796	-0,171
10	<i>Heteropanax fragrans</i>	11	0,016	-4,136	-0,066
11	<i>Codonanthopsis</i>	32	0,047	-3,068	-0,143
12	<i>Dryopteris formosana</i>	46	0,067	-2,705	-0,181
13	<i>Combretum illairii</i>	18	0,026	-3,643	-0,095
14	<i>Blumea balsamifera</i>	12	0,017	-4,049	-0,071
15	<i>Iriartea deltoidea</i>	43	0,063	-2,773	-0,173
16	<i>Sanchezia sp.</i>	41	0,060	-2,820	-0,168
17	<i>Cyclanthus bipartitus</i>	22	0,032	-3,443	-0,110
18	<i>Bactris simplicifrons</i>	48	0,070	-2,663	-0,186
19	<i>Danaea nodosa</i>	20	0,029	-3,538	-0,103
20	<i>Guarea kunthiana</i>	8	0,012	-4,454	-0,052
21	<i>Brosimum rubescens</i>	3	0,004	-5,435	-0,024
22	<i>Trichospermum galeottii</i>	2	0,003	-5,841	-0,017
23	<i>Eriobotrya japónica</i>	12	0,017	-4,049	-0,071

24	<i>Clidemia</i> sp.	5	0,007	-4,924	-0,036
25	<i>Coccoloba acuminata</i>	8	0,012	-4,454	-0,052
26	<i>Eugonia multiramosa</i>	4	0,006	-5,147	-0,030
27	<i>Scaphosepalum</i> sp.	2	0,003	-5,841	-0,017
28	<i>Lafoensia puniceifolia</i>	2	0,003	-5,841	-0,017
29	<i>Matayba scrobiculata</i>	15	0,022	-3,826	-0,083
30	<i>Philodendron inaequilaterum</i>	9	0,013	-4,337	-0,057
31	<i>Cleidion veillonii</i>	4	0,006	-5,147	-0,030
32	<i>Piper longepetiolatum</i>	5	0,007	-4,924	-0,036
33	<i>Casearia pitumba</i>	6	0,009	-4,742	-0,041
34	<i>Pachira quinata</i>	2	0,003	-5,841	-0,017
Total		34	688		-3,049
					3,049

Cuadrante C

N	ESPECIE	ni	pi	ln(pi)	pi*ln(pi)
1	<i>Vernonia amygdalina</i>	1	0,004	-5,472	-0,023
2	<i>Aristolochia trilobata</i>	1	0,004	-5,472	-0,023
3	<i>Areceaceae</i> sp.	2	0,008	-4,779	-0,040
4	<i>Inga acreana</i>	18	0,076	-2,582	-0,195
5	<i>Bambusa vulgaris</i>	45	0,189	-1,666	-0,315
6	<i>Guarea costata</i>	11	0,046	-3,074	-0,142
7	<i>Stenanona costaricensis</i>	2	0,008	-4,779	-0,040
8	<i>Persea caerulea</i>	1	0,004	-5,472	-0,023
9	<i>Spatholobus suberectus</i>	11	0,046	-3,074	-0,142
10	<i>Pseudodissochata</i>	1	0,004	-5,472	-0,023
11	<i>Hellenia speciosa</i>	15	0,063	-2,764	-0,174
12	<i>Quercus michauxii</i>	6	0,025	-3,681	-0,093
13	<i>Endocomia macroconia</i>	28	0,118	-2,140	-0,252
14	<i>Microcos paniculata</i>	4	0,017	-4,086	-0,069
15	<i>Litchi chinensis</i>	4	0,017	-4,086	-0,069
16	<i>Protium aracouchini</i>	2	0,008	-4,779	-0,040
17	<i>Pouroma bicolor</i>	1	0,004	-5,472	-0,023
18	<i>Bejuco guaco de chompipe</i>	4	0,017	-4,086	-0,069
19	<i>Meliosma clandestina</i>	1	0,004	-5,472	-0,023
20	<i>Macrolobium</i> sp.	2	0,008	-4,779	-0,040
21	<i>Hiedra venenosa</i>	2	0,008	-4,779	-0,040
22	<i>Pleiostachya pruinosa</i>	2	0,008	-4,779	-0,040
23	<i>Astronium graveolens</i>	5	0,021	-3,863	-0,081
24	<i>Pouteria coriacea</i>	3	0,013	-4,374	-0,055
25	<i>Gustavia hexapetala</i>	2	0,008	-4,779	-0,040
26	<i>Asplundia utilis</i>	3	0,013	-4,374	-0,055
27	<i>Heliconia stricta</i>	2	0,008	-4,779	-0,040
28	<i>Xylosma oligandra</i>	7	0,029	-3,526	-0,104
29	<i>Igna nouragensis</i>	2	0,008	-4,779	-0,040

30	<i>Dillenia suffruticosa</i>	18	0,076	-2,582	-0,195
31	<i>Iriartea deltoidea</i>	5	0,021	-3,863	-0,081
32	<i>Asimina triloba</i>	3	0,013	-4,374	-0,055
33	<i>Duguetia cadavérica</i>	1	0,004	-5,472	-0,023
34	<i>Asplenium scolopendrium</i>	1	0,004	-5,472	-0,023
35	<i>Astrocaryum chambira</i>	3	0,013	-4,374	-0,055
36	<i>Wendlandia uvarifolia</i>	2	0,008	-4,779	-0,040
37	<i>Blasfus cochinchinensis</i>	8	0,034	-3,393	-0,114
38	<i>Anisocampium niponium</i>	9	0,038	-3,275	-0,124
TOTAL		38	238	1	-160,8
					-3,024
					3,024

Cuadrante D

N	Especie	ni	pi	ln(pi)	pi*ln(pi)
1	<i>Endocomia macrocoma</i>	2	0,014	-4,297	-0,058
2	<i>Tetracera sarmentosa</i>	1	0,007	-4,990	-0,034
3	<i>Hellenia speciosa</i>	19	0,129	-2,046	-0,264
4	<i>Inga feuillei</i> sp.	1	0,007	-4,990	-0,034
5	<i>Cladium bicolor</i>	5	0,034	-3,381	-0,115
6	<i>Loxogramme salicifolia</i>	2	0,014	-4,297	-0,058
7	Guayas	5	0,034	-3,381	-0,115
8	<i>Melicoccus bijugatus</i>	2	0,014	-4,297	-0,058
9	<i>Phrynium pubinerve</i>	1	0,007	-4,990	-0,034
10	Maranta	3	0,020	-3,892	-0,079
11	<i>Inga feuillei</i>	2	0,014	-4,297	-0,058
12	<i>Leptochilus ellipticus</i>	11	0,075	-2,593	-0,194
13	<i>Lichi isleño</i>	2	0,014	-4,297	-0,058
14	<i>Oxyspora paniculata</i>	2	0,014	-4,297	-0,058
15	<i>Amischototolype hispida</i>	10	0,068	-2,688	-0,183
16	<i>Tuckeroo</i> sp.	4	0,027	-3,604	-0,098
17	<i>Blastus cochinchinensis</i>	1	0,007	-4,990	-0,034
18	<i>Cryptocarya concinna</i>	2	0,014	-4,297	-0,058
19	<i>Aquilaria sinensis</i>	1	0,007	-4,990	-0,034
20	<i>Pleiostachya pruinosa</i>	10	0,068	-2,688	-0,183
21	Cordoban peludo de cuba	7	0,048	-3,045	-0,145
22	<i>Pleiostachya pruinosa</i>	10	0,068	-2,688	-0,183
23	<i>Oreocnide frutescens</i>	1	0,007	-4,990	-0,034
24	<i>Calamus thysanolepis</i>	1	0,007	-4,990	-0,034
25	Bijao	27	0,184	-1,695	-0,311
26	<i>Dendrocnide urentissima</i>	2	0,014	-4,297	-0,058
27	Árbol de las orquídeas	2	0,014	-4,297	-0,058
28	Camadorea	10	0,068	-2,688	-0,183
29	Moradilla	1	0,007	-4,990	-0,034
TOTAL		29	147		-2,851
					2,851

Cuadrante E

N	Nombre	ni	pi	ln(pi)	pi*ln(pi)
1	<i>Clidemia hirta</i>	3	0,011	-4,496	-0,050
2	<i>Ocotea floribunda</i>	6	0,022	-3,803	-0,085
3	<i>Ludisia discolor</i>	4	0,015	-4,208	-0,063
4	<i>Isertia rosea</i>	6	0,022	-3,803	-0,085
5	<i>Duguetia spixiana</i>	11	0,041	-3,197	-0,131
6	<i>Adelonema wallisii</i>	3	0,011	-4,496	-0,050
7	<i>Psychotria nervosa</i>	8	0,030	-3,515	-0,105
8	<i>Mostera oblicua</i>	80	0,297	-1,213	-0,361
9	<i>Pleurothyrium insigne</i>	4	0,015	-4,208	-0,063
10	<i>Euphorbia umbellata</i>	5	0,019	-3,985	-0,074
11	<i>Jacaranda copaia</i>	6	0,022	-3,803	-0,085
12	<i>Croton urucurana</i>	3	0,011	-4,496	-0,050
13	<i>Aglaonema modestum</i>	6	0,022	-3,803	-0,085
14	<i>Diplopterys cabrerana</i>	15	0,056	-2,887	-0,161
15	<i>Evodianthus funifer</i>	12	0,045	-3,110	-0,139
16	<i>Trillium cuneatum</i>	7	0,026	-3,649	-0,095
17	<i>Annona cherimola</i>	5	0,019	-3,985	-0,074
18	<i>Desmodium molliculum</i>	20	0,074	-2,599	-0,193
19	<i>Rollinia mucosa</i>	9	0,033	-3,397	-0,114
20	<i>Inga edulis</i>	22	0,082	-2,504	-0,205
21	<i>Iriartea deltoidea</i>	12	0,045	-3,110	-0,139
22	<i>Polystichum acrostichoides</i>	7	0,026	-3,649	-0,095
23	<i>Conostegia xalapensis</i>	10	0,037	-3,292	-0,122
24	<i>Sapium sp.</i>	5	0,019	-3,985	-0,074
Total		24	269	1	-2,695
					2,695

ANEXO C: RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

	ANÁLISIS DE SUELO	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 07-003
	Informe de Ensayo	
	N°: 156 728	

Coca, 4 de agosto de 2023

1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Solicitado por: Sr. Alexander Carrillo / Sra. Ana Correa.

Dirección: El Dorado Km 5 vía Acura.

Fecha de toma de muestra: 2 023/07/16

Hora: 11:00

Responsable: Sr. Alexander Carrillo /

Sra. Ana Correa

Identificación de la muestra: Suelo M1 01

2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha ingreso al Laboratorio: 2 023/07/23

Hora: 10:00

Condiciones Ambientales de Análisis: T. Mix: 26,3°C

Fecha del análisis: 2 023/07/23 a 2 023/08/04

T. Mix: 21,5°C

Código de LabSu: **s 16 213** SP5: 23 - 1 072

2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados		Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código		Incertidumbre (k=2) 01
					s 16 213		
1	*Conductividad eléctrica		EPA 9090 A/ PEE-LABSU-13	µS/cm	11,91		~
2	*Textura / Tipo de suelo	Arena	ORRSTON/ PEE-LABSU-65	%	24,85	ac	~
		Limo		%	69,47		
		Arcilla		%	5,68		
3	*Color		MUNSELL SOIL CARD/ PEE-LABSU-62	~	HUE 5YR - 3/3		~

2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

- (2) La incertidumbre declarada se basa en la incertidumbre expandida, multiplicada por un factor de cobertura $k=2$, que garantiza un nivel de confianza aproximada del 95%.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- La textura del suelo se representa como ac = arcilla.
- El código HUE 5YR - 3/3 de MUNSELL SOIL CARD representa el color: marrón rojizo oscuro.
- El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.
- El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo conforme lo solicitado por el cliente.

3.- RESPONSABLE DEL INFORME:



VIVIANA PATRICIA
LARA VILLEGAS

Ing. Viviana Lara Villegas
**DIRECCIÓN GENERAL
AUTORIZADO**

	ANÁLISIS DE SUELO	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 07-003
	Informe de Ensayo	
	N°: 156 730	

Coca, 4 de agosto de 2023

1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Solicitado por: Sr. Alexander Carrillo / Sra. Ana Correa.

Dirección: El Dorado Km 5 vía Aven.

Fecha de toma de muestra: 2 023/07/16 Hora: 11:30

Responsable: Sr. Alexander Carrillo /
Sra. Ana Correa

Identificación de la muestra: Suelo MR 01

2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha ingreso al Laboratorio: 2 023/07/23 Hora: 10:00

Condiciones Ambientales de Análisis: T. Mix: 26,3°C

Fecha del análisis: 2 023/07/23 a 2 023/08/04

T. Mix: 21,5°C

Código de LabSu: **16 215** SPS: 23 - 1 072

2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados	Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código s 16 215	Incertidumbre (k=2) σ	
1	*Conductividad eléctrica	EPA 9030 A/ PEE-LABSU-13	uS/cm	11,85	~	
2	*Textura / Tipo de suelo	ORRSTON/ PEE-LABSU-65	Arena	%	26,58	ac
			Limo	%	72,02	
			Arcilla	%	1,40	
3	*Color	MUNSELL SOIL CARD/ PEE-LABSU-62	~	HUE 7.5YR-5/6	~	

2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

- (2) La incertidumbre declarada se basa en la incertidumbre expandida, multiplicada por un factor de cobertura k=2, que garantiza un nivel de confianza aproximada del 95%
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- La textura del suelo se representa como ac = arcilla.
- El código HUE 7.5YR-5/6 de MUNSELL SOIL CARD representa el color: marrón fuerte.
- El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.
- El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo conforme lo solicitado por el cliente.

3.- RESPONSABLE DEL INFORME:



Ing. Viviana Lara Villegas
**DIRECCIÓN GENERAL
AUTORIZADO**

	ANÁLISIS DE SUELO	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 07-003
	Informe de Ensayo	
	N°: 156 729	

Coca, 4 de agosto de 2023

1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Solicitado por: Sr. Alexander Carrillo / Sra. Ana Correa.

Dirección: El Dorado Km 5 vía Aneca.

Fecha de toma de muestra: 2 023/07/16

Hora: 11:15

Responsable: Sr. Alexander Carrillo /

Sra. Ana Correa

Identificación de la muestra: Suelo MP 01

2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha ingreso al Laboratorio: 2 023/07/23

Hora: 10:00

Condiciones Ambientales de Análisis: T. Mix: 26,5°C

Fecha del análisis: 2 023/07/23 a 2 023/08/04

T. Mix: 21,5°C

Código de LabSu: **s 16 214**

SPS: 23 - 1 072

2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados	Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código s 16 214	Incertidumbre (k=2) o	
1	*Conductividad eléctrica	EPA 9090 A/ PEE-LABSU-13	µS/cm	7,75	~	
2	*Textura / Tipo de suelo	ARRSTON/ PEE-LABSU-65	Arena	%	15,97	ac
			Limo	%	67,97	
			Arcilla	%	16,05	
3	*Color	MUNSELL SOIL CARD/ PEE-LABSU-62	~	HUE 7.5 YR-4/6	~	

2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

- ⌋ (2) La incertidumbre declarada se basa en la incertidumbre expandida; multiplicada por un factor de cobertura k=2, que garantiza un nivel de confianza aproximada del 95%.
- ⌋ Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- ⌋ La textura del suelo se representa como ac = arcilla.
- ⌋ El código HUE 7.5 YR-4/6 de MUNSELL SOIL CARD representa el color: marrón fuerte.
- ⌋ El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.
- ⌋ El informe sólo afecta a la muestra tomada a ensayo conforme lo solicitado por el cliente.

3.- RESPONSABLE DEL INFORME:



Ing. Viviana Lara Villegas
**DIRECCIÓN GENERAL
AUTORIZADO**

	ANÁLISIS DE SUELO	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 07-003
	Informe de Ensayo	
	N°: 156 731	

Coca, 4 de agosto de 2023

1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Solicitado por: Sr. Alexander Carrillo / Sra. Ana Correa.

Dirección: El Dorado Km 5 vía Avena.

Fecha de toma de muestra: 2 023/07/16

Hora: 11:45

Responsable: Sr. Alexander Carrillo / Sra. Ana Correa

Identificación de la muestra: Suelo MC 01.

2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha ingreso al Laboratorio: 2 023/07/23 Hora: 10:00

Condiciones Ambientales de Análisis: T. Mix: 26,5°C

Fecha del análisis: 2 023/07/23 a 2 023/08/04

T. Mix: 21,5°C

Código de LabSu: **s 16 216** SPS: 23 - 1 072

2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados	Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código s 16 216	Incertidumbre (k=2) ⁰¹	
1	*Conductividad eléctrica	EPA 9090 A/ PEE-LABSU-13	µS/cm	10,76	~	
2	*Textura / Tipo de suelo	ARRSTON/ PEE-LABSU-65	Arena	%	17,69	ac
			Limo	%	75,69	
			Arcilla	%	6,61	
3	*Color	MUNSELL SOIL CARD/PEE-LABSU-62	~	HUE 10 YR-4/6	~	

2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

- ⌋ (2) La incertidumbre declarada se basa en la incertidumbre expandida; multiplicada por un factor de cobertura k=2, que garantiza un nivel de confianza aproximada del 95%.
- ⌋ Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- ⌋ La textura del suelo se representa como ac = arcilla.
- ⌋ El código HUE 10 YR-4/6 de MUNSELL SOIL CARD representa el color: matón amarillento oscuro.
- ⌋ El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.
- ⌋ El informe sólo afecta a la muestra tomada a ensayo conforme lo solicitado por el cliente.

3.- RESPONSABLE DEL INFORME:



Ing. Viviana Lara Villegas
**DIRECCIÓN GENERAL
AUTORIZADO**



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 01 / 02 / 2024

INFORMACIÓN DE LOS AUTORES
Nombres – Apellidos: Dennys Alexander Carrillo Gonza Ana Gabriela Correa Jimenez
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título a optar: Ingeniero/a Ambiental
 Director del Trabajo de Titulación
 Asesor del Trabajo de Titulación