



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Forestal

Estructura y distribución de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino

Trabajo de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniera Forestal

AUTORA:

Cintha Sofía Zúñiga Chacón

DIRECTOR:

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 22 de agosto de 2023

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc.

DIRECTORA DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Estructura y distribución de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Forestal**, de la autoría de la estudiante **Cinthya Sofía Zúñiga Chacón, con cédula de identidad Nro. 1105634800**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc.

DIRECTORA DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Cinthy Sofía Zúñiga Chacón**, declaro ser autora del presente trabajo de integración curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.



Firma:

Cédula de identidad: 1105634800

Fecha: 25 de junio del 2024

Correo electrónico: Cinthya.zuniga@unl.edu.ec

Celular: 0983416165

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Cinthy Sofía Zúñiga Chacón**, declaro ser la autora, del trabajo de Integración Curricular denominado: **“Estructura y distribución de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino”**, como requisito para optar por el título de **Ingeniera Forestal**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con los cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de este documento que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinticinco días del mes de junio del dos mil veinte cuatro.



Firma:

Autora: Cinthy Sofía Zúñiga Chacón

Numero de cedula: 1105634800

Dirección: Loja-Sector: Las Pitás, Calle: Jorge Erazo y Arturo Bailón

Correo electrónico: Cinthya.zuniga@unl.edu.ec

Celular: 0983416165

DATOS COMPLEMENTARIOS

Directora del Trabajo de Integración Curricular: Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg.Sc.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado de especial manera a mi familia la cual estuvo siempre para brindarme ese apoyo y comprensión, a mi madre Paulina que siempre ha velado por mí y padre Roberto que siempre me ha brindado su ayuda, ustedes fueron mi pilar en todo ámbito y mi ejemplo a seguir para cumplir mis metas y objetivos.

A mi segunda mamá Gladys y mis hermanas Paula y Janela las cuales con su presencia me ayudaban a sobrellevar de mejor manera las cosas, haciendo mi camino más llevadero y feliz durante esta fase de aprendizaje.

A Jaime que siempre me dio su apoyo y cariño y, a mis amigos que siempre supieron que decir para no desalentarme en este proceso. A ustedes les dedico este trabajo por ser las personas que me llenaron de inspiración para seguir adelante.

Cinthya Sofía Zúñiga Chacón

Agradecimiento

En primer lugar quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia, por su paciencia y afecto a lo largo de este proceso académico.

A mi directora del Trabajo de Integración Curricular, Ing. Johana Muñoz, por haber depositado en mí su confianza y orientación, al Ing. Darlin González Zaruma y al Ing. Luis Muñoz, por su tiempo y aporte durante la redacción mi trabajo de investigación.

Por último quiero extender mi gratitud a mi grupo de compañeros que me ayudaron a la culminación de este proyecto y me brindaron experiencias dentro y fuera de la formación académica, Juan, Jimmy, Daniela, Evelin, Alejandro, Carlos, ¡Gracias!

Cinthya Sofía Zúñiga Chacón

Índice de contenidos

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
1. Título.....	1
2. Resumen.....	2
Abstract.....	3
3. Introducción.....	4
4. Marco teórico.....	6
4.1 Bosque andino.....	6
4.2 Poblaciones forestales.....	7
4.3 Distribución espacial en los ecosistemas forestales.....	8
4.3.1 Análisis multivariado biológico.....	8
4.3.2 NDMS Escalamiento multidimensional no métrico.....	9
4.3.3 Escalamiento multidimensional métrico.....	9
4.4 La regeneración natural.....	9
4.4.1 Factores que intervienen en la regeneración natural.....	10
4.4.2 Dispersión y agentes de dispersión.....	11
4.4.3 Germinación de las semillas.....	12
4.4.4 Banco de semillas del suelo.....	13
4.4.5 Agentes patógenos.....	13
4.4.6 Regeneración natural de especies arbóreas.....	14
4.5 <i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.....	15
4.6 <i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees.....	16
4.7 Estudios realizados en regeneración natural en el sur del Ecuador.....	17

5. Metodología.....	18
5.1 Ubicación y descripción del área de estudio	18
5.2 Metodología para caracterizar la estructura de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino.....	18
5.2.1 Instalación de parcelas.....	18
5.2.2 Recolección de datos	19
5.2.3 Análisis de datos.....	20
5.3 Metodología para determinar la distribución espacial de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino.....	21
6. Resultados	22
6.1 Caracterización morfológica y dasométrica de dos especies maderables en estudio	22
6.2 Estructura de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino	22
6.2.1 Regeneración natural por especie.....	22
6.2.2 Regeneración natural por individuo	23
6.2.3 Calidad de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino	24
6.2.4 Parámetros estructurales.....	25
6.3. Distribución espacial de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino	26
6.3.1 Distribución de la regeneración natural.....	26
6.3.2 Regeneración natural en función de la orientación	27
6.3.3 Regeneración natural en función de la orientación y distancia	28
6.3.4 Similitud de la regeneración natural por categoría y en función de la orientación y la distancia.....	29
7. Discusión	32
7.1 Caracterización de la estructura de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino del PUFVC	32
7.2 Distribución espacial de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino	34
8. Conclusiones.....	36
9. Recomendaciones.....	37
10. Bibliografía.....	38
11. Anexos.....	46

Índice de tablas

Tabla 1. Categorías de la regeneración natural de Cedrela montana y Nectandra laurel.	19
Tabla 2. Hoja de campo para registro de datos de las especies de regeneración natural en las diferentes categorías.....	20
Tabla 3. Valores morfológicos y dasométricos de Cedrela montana y Nectandra laurel en el bosque andino en el PUFVC.....	22
Tabla 4. Total de individuos de regeneración natural registrados alrededor de Cedrela montana y Nectandra laurel en el PUFVC.	23
Tabla 5. Total de individuos de regeneración natural por individuo seleccionado registrados alrededor de Cedrela montana en el PUFVC.	23
Tabla 6. Total de individuos de regeneración natural por individuo seleccionado registrados alrededor de Nectandra laurel en el PUFVC.	24
Tabla 7. Número de individuos por categoría y calidad de regeneración natural de las especies Cedrela montana y Nectandra laurel del bosque andino del PUFVC.	25
Tabla 8. Parámetros estructurales de la regeneración natural, densidad y densidad relativa de las especies maderables Cedrela montana y Nectandra laurel del bosque andino del PUFVC.	26
Tabla 9. Regeneración natural de Cedrela montana y Nectandra laurel según la orientación y categorías de regeneración en el bosque andino del PUFVC.	27
Tabla 10. Regeneración natural de Cedrela montana según la orientación y transectos en el bosque andino del PUFVC.	28
Tabla 11. Regeneración natural de Nectandra laurel según la orientación y transectos en el bosque andino del PUFVC.	29

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de localización de los árboles de <i>Cedrela montana</i> y <i>Nectandra laurel</i> dentro del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” en la provincia de Loja, Ecuador.	18
Figura 2. Ubicación de los transectos y subparcelas alrededor de los árboles para el estudio de la regeneración natural en el PUFVC.....	19
Figura 3. Número de individuos por árbol según categorías de regeneración natural registradas en árboles de <i>Cedrela montana</i> y <i>Nectandra laurel</i> en el PUFVC.	23
Figura 4. Calidad de la regeneración natural de <i>Cedrela montana</i> y <i>Nectandra laurel</i> en el bosque andino del PUFVC.	25
Figura 5. Distribución de los individuos de regeneración natural por distancia de <i>Cedrela montana</i> en el bosque andino del PUFVC.	26
Figura 6. Distribución de los individuos de regeneración natural por distancia de <i>Nectandra laurel</i> en el bosque andino del PUFVC.	27
Figura 7. Porcentaje de individuos representados según su orientación de <i>Cedrela montana</i> del bosque andino del PUFVC.	28
Figura 8. Porcentaje de individuos representados según su orientación de <i>Nectandra laurel</i> del bosque andino del PUFVC.	29
Figura 9. Representación de la distribución espacial de los individuos en una gráfica NMDS según su orientación, categoría, distancia y número de árbol de <i>Cedrela Montana</i> del bosque andino del PUFVC.	30
Figura 10. Representación de la distribución espacial de los individuos en una gráfica NMDS según su orientación, categoría, distancia y número de árbol de <i>Nectandra laurel</i> del bosque andino del PUFVC.	31

Índice de anexos

Anexo 1. Instalación de parcelas temporales en el Parque Universitario “Francisco Vívar Castro”.46	
Anexo 2. Recolección de datos de la regeneración natural de la instalación de parcelas temporales en el Parque Universitario “Francisco Vívar Castro”.	46
Anexo 3. Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis.....	46
Anexo 4. Certificación de la traducción del Abstrac.....	48

1. Título

Estructura y distribución de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino

2. Resumen

Los bosques andinos son importantes para la preservación de la biodiversidad, sin embargo; soportan amenazas como la conversión de uso, tala selectiva, incendios que provocan su degradación, poniendo en riesgo la evolución de poblaciones forestales naturales. *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. y *Nectandra laurel* Klotzsch ex Nees poseen un gran potencial dentro del sector forestal. Es por ello que se realizó esta investigación con el objetivo de caracterizar la estructura y distribución espacial de la regeneración natural de las dos especies maderables en el bosque andino dentro del Parque universitario “Francisco Vivar Castro”. Se seleccionó cinco individuos de cada especie, con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 5 cm, y se midieron las variables posición de la copa, el diámetro a la altura del pecho y ubicación geográfica del árbol. Se instalaron transectos según la orientación cardinal Norte (N); Sur (S); Este (E); Oeste (W), con un área de 20 x 5 m y en cada uno de los transectos se dividió en cinco subparcelas de 4 x 5 m con la finalidad de identificar y medir altura de la regeneración categorizándolos en plántula, brinzal y latizal; además, se evaluó la calidad de la regeneración (buena, regular, mala). Se calculó parámetros estructurales como la densidad y densidad relativa. Para el análisis de la distribución espacial se consideró las distancias de las subparcelas y la orientación cardinal. Los resultados mostraron diferencias en la estructura de regeneración natural; así, *Cedrela montana* registró 235 individuos, el 46 % son plántulas, 51 % brinzales y el 13 % son latizales. En cuanto a la distribución espacial la mayor cantidad de regeneración se presentó en la distancia de 8 a 12 m en sentido Este; mientras que, para *Nectandra laurel* se identificó 348 individuos de los cuales el 28 % son plántulas, 53 % brinzales y 19 % latizales, su mayor distribución se ubicó a 4 a 8 m de distancia en sentido Sur. *Cedrela montana* presenta individuos en todas las categorías de regeneración, no obstante, se evidencia una reducción considerable en la categoría latizal lo que sugiere que está siendo afectada en las primeras etapas; mientras que, *Nectandra laurel* está representada más homogénea en las tres categorías, lo que indica un estado poblacional que garantizaría su permanencia en el bosque andino a lo largo del tiempo. Para ambas especies, la categoría brinzal es la mejor representada. La información obtenida constituye un aporte a la ecología, conservación y manejo forestal de las especies maderables.

Palabras clave: categorías de regeneración, conservación de la biodiversidad, especies maderables, manejo forestal.

Abstract

The Andean forests are important for the preservation of biodiversity; however, they face threats such as land-use conversion, selective logging, and fires that cause their degradation, putting the evolution of natural forest populations at risk. *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. and *Nectandra laurel* Klotzsch ex Nees have great potential within the forestry sector. Therefore, this research was conducted with the objective of characterizing the structure and spatial distribution of the natural regeneration of these two timber species in the Andean forest within the "Francisco Vivar Castro" University Park. Five individuals of each species were selected, with a diameter at breast height (DBH) greater than 5 cm, and the variables of crown position, diameter at breast height, and geographical location of the tree were measured. Transects were installed according to the cardinal orientation North (N); South (S); East (E); West (W), with an area of 20 x 5 m, and each transect was divided into five subplots of 4 x 5 m to identify and measure the height of the regeneration, categorizing them into seedling, sapling, and young tree stages; additionally, the quality of the regeneration was evaluated (good, fair, poor). Structural parameters such as density and relative density were calculated. For the spatial distribution analysis, the distances of the subplots and the cardinal orientation were considered. The results showed differences in the structure of natural regeneration; thus, *Cedrela montana* recorded 235 individuals, 46% of which were seedlings, 51% saplings, and 13% young trees. Regarding spatial distribution, the highest amount of regeneration was found at a distance of 8 to 12 m towards the East; whereas for *Nectandra laurel*, 348 individuals were identified, of which 28% were seedlings, 53% saplings, and 19% young trees, with the highest distribution located at 4 to 8 m towards the South. *Cedrela montana* has individuals in all regeneration categories; however, a considerable reduction in the young tree category suggests it is being affected in the early stages. In contrast, *Nectandra laurel* is more homogeneously represented in all three categories, indicating a population status that would ensure its permanence in the Andean forest over time. For both species, the sapling category is the best represented. The information obtained contributes to the ecology, conservation, and forest management of these timber species.

Keywords: regeneration categories, biodiversity conservation, timber species. forest management.

3. Introducción

Los bosques tropicales en el mundo son de gran relevancia, ya que ofrecen a la humanidad diversidad de recursos y servicios (Balvanera, 2012), se estima que ocupan un 10 % de la superficie del planeta, es decir aproximadamente 11 millones de km² y están ubicados en los continentes de América, Asia y África, siendo el continente americano el que contiene la mayor extensión geográfica y diversidad de especies (Cayuela y Granzow, 2012).

Estos bosques según su ubicación pueden tomar algunas denominaciones como bosques andinos, lo cuales son ecosistemas ubicados entre 1 000 hasta 3 500 m s. n. m., Ecuador ocupa el 31,98 % de la superficie total mundial de bosques. (Programa Bosque Andinos, 2021). Los bosques andinos en el sur del Ecuador son considerados los ecosistemas más frágiles de esta región, ya que han sufrido una destrucción rápida llegando por poco a su extinción, por lo que al momento sólo quedan remanentes boscosos (Armijos-Montaño et al., 2017). Si esto continúa al mismo ritmo de consumo y de perturbación, los procesos ecológicos se reducirían potencialmente y con ello se afectaría el manejo y conservación de las especies que se desarrollan en ellos (Bergel, 2020).

Entre las especies forestales que caracterizan los bosques andinos se pueden mencionar *Juglans neotropica*, *Podocarpus oleifolius*, *Clethra fimbriata*, *Cinchona officinalis*, *Cecropia andina*, *Nectandra laurel*, *Cedrela montana* (Lozano, 2015). Especies como *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. y *Nectandra laurel* Klotzsch ex Nees, presentan problemáticas semejantes, bajas tasas de germinación y de regeneración natural, así como una limitada información científica en aspectos ecológicos esenciales para su supervivencia como son la regeneración natural, los procesos de sucesión, hábitat y ecología.

La regeneración natural es primordial para el sostenimiento a largo plazo de la diversa flora y fauna que habita en los bosques andinos, dado que permite tener indicios de la reposición del bosque y del estado de conservación. Se trata de un proceso de constante cambio pues varía según los distintos factores bióticos y abióticos presentes en cada ecosistema, es decir cada especie arbórea tiene adaptaciones particulares, en especial en etapas iniciales, ya que son propensas a cualquier alteración, es por ello que se requieren investigaciones, análisis y evaluaciones para conocer las condiciones ambientales y ecológicas (Weinberger y Ramírez, 2001).

El tipo de distribución espacial, la forma de la copa, la pendiente del terreno, número de individuos que se están regenerando, la altura y calidad de la regeneración natural, son variables relevantes que se pueden valorar para un manejo apropiado de los bosques (Muñoz, 2017). Además, la producción y dispersión de semillas, germinación y establecimiento de las plántulas

juegan un papel esencial en la distribución potencial de los árboles y cuyo éxito o inhibición de cada etapa dependen de los factores bióticos y abióticos específicos (Norden, 2014; Hierro, 2003).

El estudio de la regeneración natural de *Cedrela montana* y *Nectandra laurel* es de importancia, debido a que poseen un valor ecológico y comercial en la región sur del Ecuador. Así, *C. montana* es una especie forestal maderable que en los últimos años ha presentado la disminución de sus poblaciones naturales, por tanto, se encuentra categorizada como vulnerable según la UICN (2021). Por otro lado, *N. laurel* tiene un uso maderable principalmente y su fruto suele ser alimento de algunos animales silvestres por lo que su valor ecológico es fundamental en los bosques andinos (Useche, 2001). En los bosques del sur del Ecuador es una especie que se suele encontrar sin dificultad (Bussmann, 2003).

El fomento de la regeneración natural en especies forestales a través de la aplicación de técnicas silviculturales es prioritario; sin embargo, aún se requiere contar con información ecológica sobre aspectos claves como la distribución de la regeneración natural y su estado poblacional (Hilario, 2019). En el Parque universitario “Francisco Vivar Castro”, existe un remanente de bosque andino, en donde se evidencia la presencia de estas dos especies y existe una reducida presencia de regeneración natural, debido a ello, es necesario investigar la estructura y el tipo de distribución de la regeneración natural de *C. montana* y *N. laurel* para comprender la dinámica de sus poblaciones en el bosque andino y con ello garantizar su presencia a largo plazo. Por tanto, esta investigación pretende estudiar la estructura por categorías de dos especies maderables en el bosque andino y determinar la distribución de su regeneración en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, para lo cual se plantearon los objetivos:

Objetivo general

- Contribuir con información ecológica sobre la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino para el manejo y conservación de sus poblaciones.

Objetivos específicos

- Caracterizar la estructura de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino.
- Determinar la distribución espacial de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino.

4. Marco teórico

4.1 Bosque andino

En América Latina, los bosques andinos, también conocidos como bosques nublados, son ecosistemas montañosos que se extienden entre los 1,000 y 3,500 metros sobre el nivel del mar. Se desarrollan en condiciones estacionalmente húmedas y muy húmedas (Programa Bosque Andinos, 2021), cuentan con una temperatura promedio de 12 °C. Los árboles de estos bosques suelen estar cubiertos por abundantes epífitas y musgos debido a la alta humedad. Estos ecosistemas se caracterizan por la presencia de nubes a nivel de la vegetación, lo que impide el paso de la luz solar directa y reduce la evapotranspiración, permitiendo que el agua permanezca cerca del suelo. Esto les confiere un rol primordial en la hidrología de la región.

Entre algunas de las especies características de estos bosques se encuentran *Cedrela montana* Moritz ex Turcz., *Schefflera acuminata* (Pav.) Harms, *Oreopanax ecuadorensis* Seem., *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav.) A. DC., *Nectandra laurel* Klotzsch ex Nees, *Clusia elliptica* Kunth, *Weinmannia pinnata* L., *Cecropia telenitida* Cuatrec., *Cinchona officinalis* L., *Clethra fimbriata* Kunth, y *Alnus acuminata* Kunth (Aguirre, 2018).

El área total estimada de los bosques andinos es de 30.67 millones de hectáreas, distribuidas en siete países, entre ellos Ecuador. Estos bosques son importantes, ya que ayudan a la mitigación del cambio climático al ser importantes depósitos de carbono, así mismo son fuentes de servicios ecosistémicos vitales (Programa Bosque Andinos, 2021), pero también son ecosistemas frágiles y sensibles que se ven amenazados y se reducen exponencialmente (Quintero et al., 2017). Por esta razón, en varios países del mundo, incluido Ecuador, se han establecido diversas estrategias como el Programa Bosques Andinos (PBA), iniciativa que opera sin fines de lucro y está comprometido en validar y fomentar enfoques de gestión del territorio que faciliten la preservación y restauración del funcionamiento de los ecosistemas andinos, con el propósito de generar ventajas diversas para las comunidades locales (Murcia et al., 2017).

En la actualidad, los bosques nublados son considerados como uno de los ecosistemas más vulnerables frente a la actividad humana dado que están experimentando una intensa degradación debido a la sobreexplotación y la conversión para fines agrícolas y ganaderos. Además, son escasas las iniciativas de manejo de recursos naturales que, basadas en principios de sostenibilidad, logran generar un interés comercial en los productos del bosque y proporcionar beneficios directos a las comunidades locales. Por lo tanto, la preservación de estos paisajes tan diversos será factible si se desarrolla una estrategia de conservación que

combine la protección de áreas naturales con la gestión sostenible del entorno circundante (Brown et al., 2005).

En los bosques andinos del Ecuador se encuentra el 50 % de las especies de flora del país, lo cual es aproximadamente 9.865 especies de plantas vasculares. Estos bosques son importantes debido a la dinámica hídrica que presentan por la lluvia horizontal, además que tienen un papel crucial en la regulación de los flujos de agua de los ríos, esto resulta fundamental para asegurar el abastecimiento de agua tanto para las comunidades rurales como urbanas, así como para promover el desarrollo de la agricultura y los medios de subsistencia relacionados, es decir es un aporte adicional de agua, siendo estos lugares reservorios de biodiversidad (MAE y FAO, 2015).

4.2 Poblaciones forestales

Una población se define como el grupo de individuos de la misma especie, que se reproducen entre sí y, que ocupan un espacio geográfico particular en un tiempo determinado. Es decir que comparten propiedades biológicas, reproductivas y ecológicas. Además, las poblaciones se definen en el espacio y tiempo (Morlans, 2004).

El estudio de las poblaciones forestales es esencial para comprender la ecología de las mismas, pues permite identificar como se encuentran distribuidas en los sitios, ya sea por la formación de claros por caída de árboles, niveles de dispersión y depredación de las semillas (Palacios et al., 2017).

Existen factores que pueden llegar a perturbar la estructura de las poblaciones forestales y se lo puede clasificar entre directos e indirectos, si se hace referencia a un factor directo se podría mencionar el cambio de una parcela forestal a una de agricultura y, si se menciona a un factor indirecto puede ser las consecuencias que dejaría la construcción de una vía en un bosque lo que dejaría a futuro que los lugares aledaños se vean perjudicados ya sea por explotación de recursos o asentamientos de vivienda (Lanly, 2003).

Además de estos factores que afectan la estructura de las poblaciones forestales se puede mencionar la tala selectiva de árboles, que viene de la mano con la fragmentación forestal, este problema se crea por la gran demanda de ciertas especies forestales por su interés maderero, de papel o de combustible, lo que las convierte en especies codiciadas y por lo tanto su demanda aumenta, logrando la destrucción de bosques y en casos extremos la extinción de la especie (Lanly, 2003; Hancock, 2019).

Así mismo la relación entre el cambio climático y los incendios forestales son un círculo vicioso pues mientras se dan los incendios se emiten los gases de efecto invernadero lo cual

acelera la temperatura de la tierra lo que desencadena eventos climáticos extremos, estos eventos se relacionan con las poblaciones forestales ya que aumenta la probabilidad de la pérdida y destrucción de los bosques evitando la dinámica de estas masas forestales (Hancock, 2019) (Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático [PLANACC] y Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2023).

4.3 Distribución espacial en los ecosistemas forestales

El patrón de distribución espacial se refiere a la relación que existe entre la especie y el ambiente. La estructura de tamaños dentro de las poblaciones proporciona información sobre la composición en términos del sexo, la edad o tamaño y la reproducción de los individuos. Además, permite inferir si el reclutamiento en condiciones naturales ha ocurrido recientemente y sobre atributos de su historia de vida (Zepeda et al., 2017). Así también la distribución espacial responde a un conjunto de diversas influencias ambientales como: condiciones físicas favorables, fertilidad del suelo, competencia, entre otros.

Los patrones de distribución permiten conocer cómo se distribuyen los individuos de una población en el lugar y momento determinado, y se pueden clasificar en 3 tipos:

- Distribución aleatoria o al azar: es decir se distribuyen sin ningún orden predecible.
- Distribución uniforme: los individuos se encuentran distribuidos de una manera más o menos regular.
- Distribución agregada: es cuando los individuos se agrupan en lugares determinados esto por lo general porque estos sitios cuentan con las mejores condiciones (Morlans, 2004).

4.3.1 Análisis multivariado biológico

El análisis multivariado examina un grupo de elementos, donde cada uno de ellos está representado o descrito por una serie de características o variables. Estos elementos pueden abarcar desde conjuntos de individuos y especímenes hasta taxones, comunidades o cuadrantes geográficos, entre otros. Por su parte, las variables pueden ser atributos de individuos o taxones, reflejar la presencia o ausencia de una especie en una comunidad, o indicar la presencia de un espécimen en un cuadrante geográfico. La elección de los objetos y de las variables depende del objetivo de la investigación.

Este análisis pretende encontrar patrones de similitud entre objetos sobre la base de las variables utilizadas. Estos patrones permiten formar grupos cuyos objetos son más similares entre sí, que con los objetos integrantes de otros grupos. De igual forma el análisis multivariado

busca identificar aquellas variables que permiten discriminar dichos grupos de objetos. Los patrones resultantes del análisis multivariado permiten contrastar hipótesis sobre las relaciones entre los objetos y explicar la causalidad de los agrupamientos, de manera similar, predecir objetos y variables todavía por descubrir (Palacio et al., 2020). Existen dos modelos fundamentales de escalamiento multidimensional: el modelo de escalamiento métrico y el modelo de escalamiento no métrico (Casas, 2012).

4.3.2 NDMS Escalamiento multidimensional no métrico

Non-metric multidimensional scaling por sus siglas en inglés es una herramienta de análisis multivariado utilizada en estadística la cual permite visualizar la similitud o disimilitud entre un conjunto de datos u objetos en cierto espacio de menor dimensión, es una técnica de representación espacial que busca representar en cierto espacio las relaciones de cercanía existentes entre un conjunto de datos (Casas, 2012; Palacio et al., 2020).

El NMDS es una técnica que tiene como objetivo la representación de datos a través de la construcción de puntos de determinada información sobre proximidades entre los objetos, este modelo no presupone una relación lineal entre las proximidades y las distancias, sino que establece una relación monótona creciente entre ambas. Para realizar este escalamiento es necesario partir siempre de un conjunto de números que son llamados proximidades o similitudes, estas expresan las combinaciones o proximidades dentro del grupo de objetos, de igual manera es necesario contar con un algoritmo implementado computacionalmente para así poder realizar el análisis (Linares, 2001).

4.3.3 Escalamiento multidimensional métrico

Si bien existen los modelos de escalamiento multidimensional estos se clasifican en métricos y no métricos, ambos modelos buscan representar espacialmente un conjunto de estímulos en un plano. Sin embargo, el modelo métrico se diferencia del no métrico porque asume que la relación entre las proximidades y las distancias es de tipo lineal. El procedimiento se basa en un teorema de Young y Householder (1938), según el cual a partir de una matriz de distancias, se puede obtener una matriz de productos escalares entre vectores. El procedimiento consiste en transformar la matriz de proximidades en una matriz de distancias, de tal forma que verifique los tres axiomas de la distancia euclídea: no negatividad, simetría y desigualdad triangular (Casas, 2012).

4.4 La regeneración natural

Para sistemas boscosos este término se asigna a un proceso natural de recambio de árboles, podría ser un reemplazamiento de árboles que ya han llegado a su etapa madura

(Martínez, 1994). Es el proceso por el que en un espacio dado se produce la aparición de nuevos individuos de distintas especies forestales sin intervención directa o indirecta del hombre (Serrada, 2003).

La regeneración natural juega un papel fundamental en el mantenimiento de la diversidad de los bosques la consecución de la misma hace posible una gestión sostenible de las masas forestales. Dicho proceso ocurre en múltiples fases: producción y dispersión de semillas, germinación y establecimiento de las plántulas (Muñoz, 2017; Norden, 2014).

Dentro de los principales procesos ecológicos que limitan la regeneración son: limitación de dispersión, factores ambientales, fluctuaciones temporales en el reclutamiento y densidad-dependencia negativa (Norden, 2014).

Existen metodologías para evaluar las categorías de regeneración. Sin embargo, estas se aplican de manera específica en cada caso, tomando en cuenta las características del bosque, los objetivos y los recursos disponibles. Existe un método que tiene como objetivo la determinación de la sostenibilidad a largo plazo de la producción maderera con base en la regeneración natural. Que se clasifica en tres categorías:

- Brinzal: dimensión de 0.30 - <1.5 m altura.
- Latizal bajo: dimensión de ≥ 1.50 m – 4.9 cm dap.
- Latizal alto: dimensión de ≥ 5 cm – 9.9 cm dap (Orozco y Brumer, 2002).

Entre otras categorías para evaluar la regeneración natural están:

- Plántula: planta joven, al poco tiempo de brotar de la semilla.
- Brinzal: se considera que brinzal son los árboles que tiene un DAP menor a 10 cm.
- Latizal: se considera que latizal es un tipo de bosque intermedio, donde los árboles que lo integran tienen un DAP 10 y 30 centímetros.
- Fustal se considera que fustal es un tipo, donde los árboles que lo integran tienen un DAP mayores a 30 cm (Noreña, 2023)

Aunque esta clasificación cambia según los distintitos tipos de requerimientos de las investigaciones, así por ejemplo las variables para clasificarlas suelen ser su altura y su área basal (Leigue, 2011).

4.4.1 Factores que intervienen en la regeneración natural

Los factores ambientales influyen en el comportamiento de la regeneración natural pues el reclutamiento de las plántulas se ve relacionado con esto y las condiciones que cada especie prefiere para su correcto desarrollo. Existen algunas fases claves que suelen determinar el éxito de la regeneración entre ellas son la fructificación, germinación, dispersión, la predación de los

propágulos, supervivencia entre otras, ya que son procesos importantes que permiten identificar la correcta regeneración natural (Pardos et al., 2012). Así se puede mencionar por ejemplo la apertura de claros puesto que ciertas especies esperan estas condiciones para su crecimiento en cambio otras no necesitan de esta luz para su desarrollo óptimo. Estas relaciones van más encaminadas al gremio ecológico al que pertenecen como heliófita y esciófita.

La disponibilidad de agua los factores edáficos, nutrientes del suelo, luz son puntos importantes que van a variar según las necesidades de los individuos para su fase de regeneración, sin embargo, el que se encuentren estos recursos es de vital importancia para que ocurra este proceso (Norden, 2014).

Otros factores que incluyen son la temperatura que viene de la mano con la humedad ambiental y del suelo ya que estos pueden manifestarse en el crecimiento, la supervivencia, la viabilidad de la semilla de cada especie llegando a manifestar cambios extremos en la vegetación y progreso de las plantas (Romahn-Hernández et al., 2020).

4.4.2 Dispersión y agentes de dispersión

La dispersión de semillas es un aspecto relevante para encontrar condiciones óptimas en el suelo para asegurar su supervivencia desde un punto de vista competitivo y físico en la regeneración de las especies. La unidad dispersante puede ser la semilla, fruto, esporas, propágulos y ciertas veces verticilos florales, en sí la dispersión se refiere a como se ubican las semillas, es decir la distancia entre sí y el árbol madre (de Noir et al., 2002).

La dispersión es una estrategia de las plantas para lograr que no sean depredadas y para llegar a sitios adecuados para su establecimiento (Poorter et al., 2001). La mayoría de especies están limitadas a su capacidad de dispersión es decir dependen del tipo de distribución que posea para determinar la ubicación y cantidad de regeneración, en la mayoría de especies las semillas caen cerca de árbol parental, lo que logra que las posibilidades de crecimiento de las especies se vean reducida por la competencia o ataque de patógenos (Norden, 2014).

Dependiendo de la dispersión de cada especie se puede mencionar aquellas que son transportadas por el viento, las cuales suelen llegar más lejos de árbol padre dependiendo de las condiciones circundantes, no así las que son por gravedad ya que la abundancia de lluvia de semillas disminuye con la distancia (Pardos et al., 2012).

Existen algunos tipos de dispersión entre los cuales están:

- Dispersión no asistida: como el nombre lo menciona no presenta ninguna asistencia para su transporte es decir caen de forma pasiva.
- Anemocoria: en este el agente dispersor es el viento, las semillas suelen ser

llevadas a grandes distancias, por lo general son de tipo alado, aunque se encuentran también aquí las que son muy pequeñas.

- Endozoocoria, las semillas son consumidas y transportadas en el interior de animales, ya sean aves, murciélagos, mamíferos.
- Exocooria: el agente dispersor son los animales, pero ya sean las semillas y frutos son transportados en el exterior ya que se adhieren en el pelaje, plumas, patas del animal.
- Hidrocoria: las semillas son transportadas por el agua, mientras flotan son llevadas a largas distancias (Pérez-Harguindeguy, 2016).

4.4.3 Germinación de las semillas

Las semillas que caen al suelo forman un depósito diverso de gran importancia para la regeneración, este proceso se producirá si el microhábitat es pertinente. Esta fase puede ser natural como suele ocurrir en bosques o con intervención antrópica en laboratorios o sitios con condiciones controladas esto con el propósito de generar información acerca de la calidad de las semillas y así definir métodos apropiados de almacenamiento (Muñoz-Gutiérrez et al., 2022) esto también viene en conjunto del tipo de semillas, ortodoxas o recalcitrantes ya que de esto depende su viabilidad, puesto que los dos grupos son muy diferentes (Berjack & Pammenter, 2010).

Cuando caen las semillas, la germinación depende de factores tanto externos como internos, por lo general las plántulas no brotan al instante después de la maduración, cuando alcanzan su proceso de madurez, entran en un estado de latencia cuya duración varía según la especie, pudiendo extenderse desde algunos días, semanas o meses hasta varios años (Varela & Arana, 2011). Estudiar la germinación de semillas forestales permitirá evaluar la capacidad germinativa, así también identificar los niveles de luz, humedad, temperatura oportunos para la germinación, de igual forma identificar los nichos espacio temporales más favorables, después de la germinación la supervivencia depende de varios factores climáticos y condiciones micro ambientales que se tienen que dar de la mejor manera para un crecimiento pleno de los individuos (Pardos et al., 2012).

Su renovación puede ser rápida sin latencia o lenta con latencia externa o interna. Las semillas pueden activarse o morir por estímulos externos, mientras que otras pueden perder viabilidad por envejecimiento o patógenos. Las especies tolerantes a la sombra tienen variabilidad en la capacidad germinativa.

La velocidad de germinación afecta la competencia de las plántulas, aprovechando las

condiciones del entorno. En bosques secos, la germinación ocurre tras las primeras lluvias, cuando semillas latentes germinan explosivamente. En estos bosques, los cambios ambientales por caída de árboles tienen poca influencia debido a la entrada de luz en la estación seca. En bosques húmedos, la germinación es influenciada por cambios en luz, temperatura y otros factores ambientales en el suelo (Poorter et al., 2001).

4.4.4 Banco de semillas del suelo

Es importante tener en cuenta que no todas las semillas que se regeneran y dispersan son viables, en otras palabras, algunas carecen de madurez fisiológica y se denominan semillas abortivas, lo que significa que no todas germinarán.

El término banco de semillas se refiere a la acumulación o reserva de semillas que se encuentran en el suelo de un ecosistema, con la capacidad potencial de tomar el lugar de las plantas anuales, ya sea que estas sucumban a causas naturales, sean susceptibles a la muerte por enfermedad, perturbación o se vean afectadas por el consumo de animales, incluyendo a los seres humanos.

En cierto momento y ubicación específica, la cantidad de individuos en forma de semillas en el suelo tiende a ser considerablemente mayor que la de plántulas y adultos, a partir de esta reserva, (reserva transitoria) o cuentas de depósito (reserva persistente), se lleva a cabo la regeneración de la población vegetal (Marañón, 2011) y (Poorter et al., 2001).

Dependiendo de la especie las semillas pueden sufrir diferentes destinos haciendo referencia a la latencia ya que ciertas semillas no presentan ningún tipo de inconveniente en la germinación mientras que otras necesitan de algún tipo de estímulo para desarrollarse, existe también la posibilidad de que la semilla no sea viable (Poorter et al., 2001). La importancia de los bancos de semillas radica en la información que brindan acerca del estado de sucesión vegetal de las especies, permitiendo entender en detalle las especies con el potencial de suceder y sustituir a las ya establecidas en un ecosistema (Bedoya et al., 2010).

4.4.5 Agentes patógenos

La regeneración natural puede verse afectada por la propagación de agentes patógenos lo que puede llegar a debilitar las especies creando enfermedades, estos organismos tienen la capacidad de inducir enfermedades a las plantas. Durante el proceso de regeneración natural de los bosques, estos agentes pueden influir negativamente en la supervivencia y desarrollo de plántulas y árboles jóvenes.

Las plagas y enfermedades forestales juegan un papel fundamental en la fragmentación de las áreas forestales llegando incluso algunas especies perforadoras o defoliadoras a atacar

dos veces en un año dependiendo de su área de colonización (Gracia et al., 2005). Se estima que una proporción considerable, superior al 90 %, de las especies de árboles en bosques tropicales experimenta una pérdida significativa de más del 50 % de su producción de semillas antes de la germinación, debido al ataque de animales y hongos (Poorter et al., 2001).

Algunos estudios mencionan que, tras el ataque de plagas y enfermedades, algunos individuos como en la etapa de reclutamiento desarrollan inmunidad al ataque y sacan ventaja así para su correcto crecimiento a futuro (Pardos et al., 2012).

Es crucial subrayar que la enfermedad en las plantas constituye un proceso dinámico que implica una interacción constante entre la planta y el patógeno en su entorno. Este fenómeno no se caracteriza por ser estático, sino que evoluciona con el tiempo. La ocurrencia de la enfermedad requiere la confluencia temporal y espacial de varios factores, incluyendo la presencia de la planta en un estado susceptible, la presencia del patógeno en un estado virulento y la existencia de un entorno propicio para su desarrollo (Mondino y Vero, 2006).

4.4.6 Regeneración natural de especies arbóreas

La regeneración de las especies arbóreas permite el equilibrio de las comunidades y poblaciones forestales ya que de este proceso depende el éxito de la renovación de los bosques, entre algunos factores que alteran estas estructuras están los genéticos y los ecológicos.

Debido a que la mayoría de árboles presentan una dispersión autocoria, las semillas recorren una distancia reducida lo que hace que se dé el cruzamiento entre estos mismos, lo que logra la endogamia, esta endogamia hace que las semillas se vuelvan vanas y con más alta tasa de mortalidad en las primeras etapas (Vázquez, 2012). Así también la predación pre-dispersión es un factor limitante, en especial en especies forestales, ya que ha sido muy poco estudiada debido a su complejidad ya que requerirían un seguimiento de los frutos en el árbol o la realización de muestreos en el suelo, de igual manera la predación post- dispersión influiría directamente puesto que se ha identificado que un gran cobertura vegetal favorece sobre los patrones de alimentos en diferentes animales que se pueden presentar en los diferentes ecosistemas para el consumo de semillas.

Por otro lado, el establecimiento de la regeneración natural en etapas iniciales puede verse comprometido por la competencia entre otras especies arbóreas, esta competencia entre individuos de la misma especie u otras en algunas ocasiones incrementa el estrés abiótico, que en algunas condiciones es perjudicial y otras logra un balance entre competencias (Pardos et al., 2012).

4.5 *Cedrela montana* Moritz ex Turcz

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales

Familia: Meliaceae

Género: *Cedrela*

Nombre científico: *Cedrela montana* Moritz ex Turcz

Nombre común: Cedro, cedro andino, cedro de montaña, cedrillo, cedro blanco

Descripción dendrológica de la especie

Árbol grande con madera aromática y valiosa, se distingue por sus hojas grandes alternas, paripinadas de 25 a 50 cm de largo con 10-22 hojuelas pareadas, lanceoladas oblongas u ovaladas, de punta larga en el ápice y oblicuas en la base puntiaguda muchas flores angostas de color verde amarillentas aromáticas, de casi 1cm de largo pareciendo tubulares pero con cinco pétalos angostos en racimos terminales libres y extendidos; sus cápsulas elípticas de color café de 5 cm de largo por 2 cm de diámetro las mismas que se abren en cinco partes desde el ápice para librar muchas semillas con alas largas posee un olor característico a ajo en las hojas trituradas, esta especie se la encuentra en el bosque montado o templado a 2000 m a 3000 m s.n.m, florece desde mediados de agosto hasta finales de enero fructifica desde diciembre hasta finales de junio no rebrota. La regeneración natural no es frecuente en bosque primario (Beltrán, 2010)

Distribución y ecología

Crece en la Faja Montano con una precipitación anual entre 1.000 mm y 2.000 mm, con una temperatura anual entre los 12 y 18 °C, con una humedad relativa superior al 40%. Con un sistema de dispersión anemocoria (Beltrán, 2010; Lozano, 2015). Una especie bastante distinta, confinada al bosque montano y nuboso y también a la vegetación del subpáramo, con frecuencia se conserva en pastos abiertos y áreas cultivadas después de la tala de bosques. En el noroeste de Sudamérica, desde Venezuela hasta Perú, entre 1400 y 3100 m de altitud WFO (2024).

Usos

Entre los usos de esta especie esta la elaboración de muebles, puertas y ventanas, también como leña (Beltrán, 2010; Lozano, 2015), también es usada en procesos de restauración ecológica como una especie pionera intermedia. (Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá, 2014), *Cedrela montana* figura como Vulnerable según el criterio A2c (UICN, 2021).

4.6 *Nectandra laurel* Klotzsch ex Nees

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Laurales

Familia: Lauraceae

Género: *Nectandra*

Nombre científico: *Nectandra laurel* Klotzsch ex Nees

Nombre común: Canelón

Descripción dendrológica de la especie

De 14 metros, tronco cilíndrico y recto, corteza externa color gris blanquecino oscuro a negra, presenta escamas irregulares y granuladas y marcas protuberantes en el tallo e interna color marrón, ramas ascendentes marrón- pubescentes con marcas protuberancias pálidas; copa densa redondeada; hojas simples, alternas, coriáceas, elíptico-obovadas verdes oscuras y brillantes se distribuyen en espiral, base recurvada, con nervaduras muy marcada en el envés, nervios secundarios a menudo muy ascendentes, con pubescencias en el envés que dan coloración amarillenta. margen liso o entero, parte terminal en punta aguda; flores bisexuales, con 9 estambres fértiles, cada uno con cuatro tecas, agrupadas en una inflorescencia tirso-paniculada axilar o terminal en racimos muy pequeñas y forma de estrella color rosa y perfumadas; frutos bayas color rojo generalmente encerrado por una cúpula endurecida, superficie rugosa color morado oscura y brillante con una copa roja que contiene al fruto globoso, fruto comestible, interior carnoso color verde amarillento y sabor dulce; semilla de forma ovoide de 18 a 25 mm de largo, color café verdoso. La densidad de la madera es de 0,48 gr/cm³ y su color es marrón oliva claro (Aguirre, 2015).

Distribución y ecología

Es un árbol nativo que crece en las provincias de Azuay, Bolívar, Carchi, Chimborazo, Imbabura, Loja, Napo, Pichincha; entre 1000 - 3500 m s.n.m.

Usos

Esta madera es usada para elaborar muebles de todo tipo y estructuras en la construcción, es muy apreciado por la duración de la madera y el color claro del mismo (Minga y Verdugo; Lozano, 2015; Aguirre, 2015). *Nectandra laurel* se evaluó más recientemente para la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN y categorizada como Preocupación Menor (UICN, 2019).

4.7 Estudios realizados en regeneración natural en el sur del Ecuador

Un estudio realizado en el bosque tropical de montaña al sur del Ecuador menciona que un problema a la hora del establecimiento de la regeneración es la dispersión y germinación de las semillas, esto debido a las diversas maneras de dispersión y agentes dispersores que puede llegar a poseer cada semilla lo que viene seguido de los distintos factores ambientales los cuales son primordiales para el desenvolvimiento de la regeneración. Los estudios en relación a esta temática en la Estación Científica San Francisco exponen que, a pesar de la abundancia de semillas forestales, no todas logran germinar debido a las condiciones desfavorables para su establecimiento. Por lo tanto, es fundamental comprender cómo se desarrollan los aspectos fisiológicos en estos ecosistemas (Muñoz, 2017).

Otro estudio realizado en *Podocarpus oleifolius* menciona que el conocimiento de la estructura y dinámica de la población de esta especie es un aspecto básico para impulsar el manejo de la misma debido a la importancia ecológica y económica de la especie ya que los cambios drásticos como la sobreexplotación de las poblaciones ha provocado un minoría de sus poblaciones es por ello que la regeneración natural de esta especie debe ser estudiada con el fin que esta problemática mejore estudiando datos relevantes datos importantes en su regeneración para así plantear propuestas de recuperación para la estabilidad ecológica de la especie (Aguirre y Encarnación, 2021).

Otra investigación realizada en el sur del Ecuador específicamente en Zamora Chinchipe menciona que dentro de la problemática de esta zona es que se registra una de las tasas más altas de deforestación, con un promedio de 1 277 ha/año (MAE, 2015), es por ello que conocer la estructura y composición del bosque es esencial para planificar el manejo y conservación de las poblaciones de especies presentes en el lugar, conocer así las familias más diversas, las especies ecológicas más importantes y las que se regeneran mejor ayudará a comprender de mejor manera los procesos que se dan en los mismos así como entender las funciones tras esto como es la protección de fuentes hídricas, mejorar la estabilidad del suelo, la ayuda a la diversidad biológica (Maldonado et al., 2018).

5. Metodología

5.1 Ubicación y descripción del área de estudio

El estudio se realizó en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro (PUFVC), que pertenece a la Universidad Nacional de Loja, parroquia San Sebastián, cantón Loja. El PUFVC posee una extensión aproximada de 96 ha y la altitud varía de 2 130 a 2 520 m s.n.m. Se encuentra localizado entre las coordenadas geográficas UTM: 700 592 – 9 554 223 N, 700 970 – 9 553 139 S – 701 309 – 9 553 171 E, 699 961 – 9 554 049 W (Aguirre y Yaguana, 2014). En la Figura 1, se muestran la ubicación de los árboles de las dos especies en estudio.

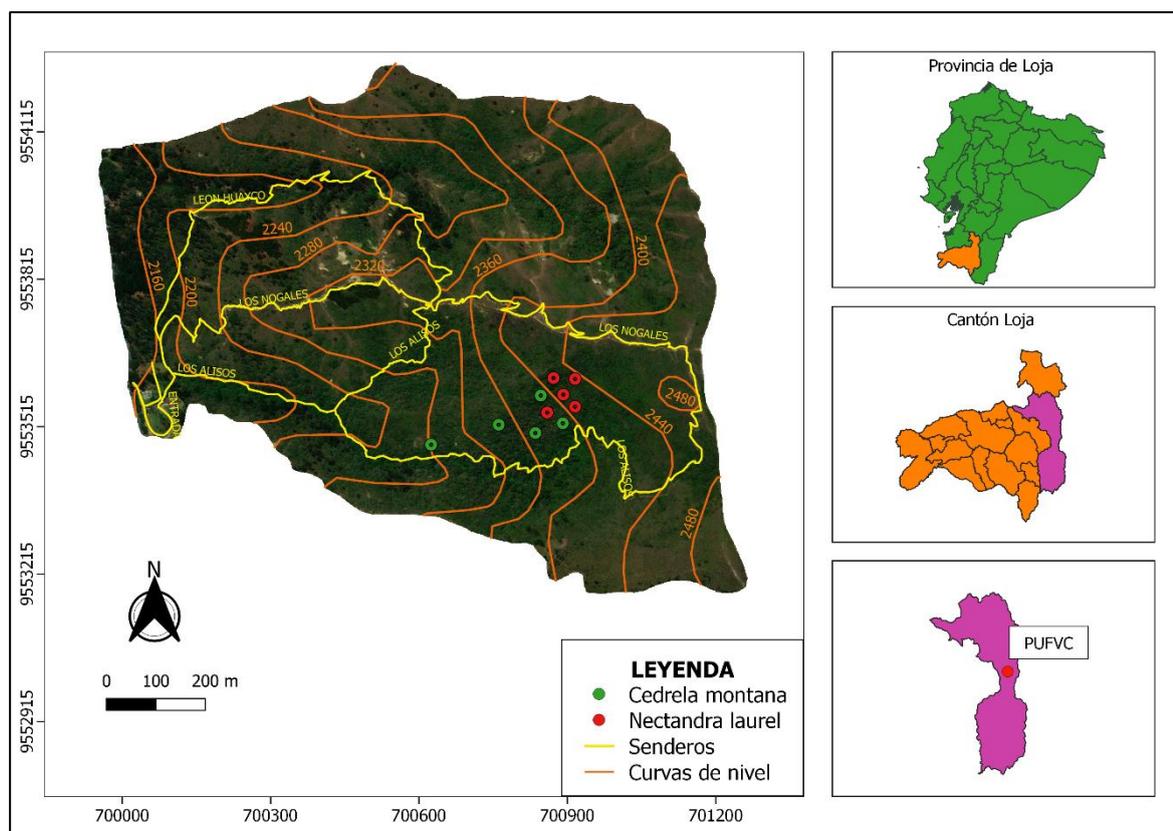


Figura 1. Mapa de localización de los árboles de *Cedrela montana* y *Nectandra laurel* dentro del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” en la provincia de Loja, Ecuador.

5.2 Metodología para caracterizar la estructura de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino

5.2.1 Instalación de parcelas

Para caracterizar la estructura de la regeneración natural de *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. y *Nectandra laurel* Klotzsch ex Nees, se identificó y seleccionó cinco individuos en pie de cada especie, con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 5 cm. Con el fin de evitar el

traslape entre las áreas de muestreo, se eligieron árboles que estuvieran separados por una distancia aproximada de 40 a 100 m (Hilario, 2019).

En cada árbol seleccionado se llevaron a cabo mediciones de variables como el diámetro a la altura del pecho (DAP), ubicación geográfica del árbol, posición de la copa y pendiente del terreno. Posteriormente, se instalaron cuatro transectos considerando los cuatro puntos cardinales, Norte (N); Sur (S); Este (E); Oeste (W) (Hilario, 2019). Cada transecto, abarcó un área de 20 x 5 metros (equivalente a 100 m²) y en uno de los transectos se dividió en cinco subparcelas temporales de 4 m de longitud por 5 m de ancho (Ver Figura 2 y Anexo 1).

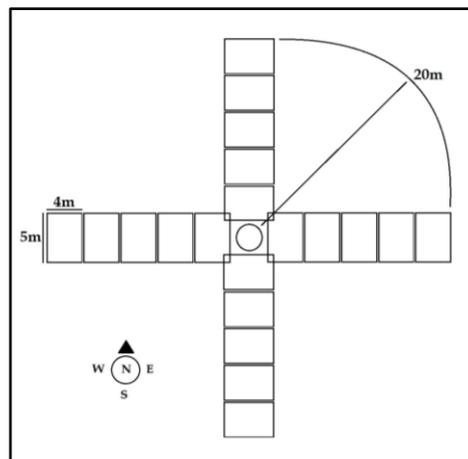


Figura 2. Ubicación de los transectos y subparcelas alrededor de los árboles para el estudio de la regeneración natural en el PUFVC

5.2.2 Recolección de datos

Para evaluar la regeneración natural en las subparcelas de cada transecto se contabilizaron todos los individuos de *Cedrela montana* y *Nectandra laurel*, posteriormente se midió la altura (cm) y calidad de la regeneración (buena, regular y mala) en función a condiciones fenotípicas observadas (Anexo 2).

Para la categorización de los individuos de la regeneración natural de la especie evaluada, se empleó una clasificación específica planteada por Muñoz y Muñoz, (2023), Orozco y Brumer (2002) (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Categorías de la regeneración natural de *Cedrela montana* y *Nectandra laurel*.

Categorías de regeneración	Descripción de la categoría
Plántula	5 a 30 cm de altura
Brinzal	Mayor a 30 cm de altura

hasta 1,5 m de altura

Latizal

Mayor 1,5 m de altura y menor a 5 cm DAP

En cuanto a la calidad de la regeneración se realizaron agrupaciones en tres categorías: buena, regular y mala. Este criterio de clasificación se basó en factores tales como la salud general de la regeneración: coloración (determinado visualmente por el vigor de las plántulas y el color verde de sus hojas) (Banilla et al., 2008) y la existencia o falta de hojas en los individuos evaluados (Membreño, 2004).

Las mediciones de altura (cm y m) en cada individuo de regeneración se realizó con un flexómetro y la información se registró en hojas de campo. En la tabla 2, se muestra el formato de la hoja de campo que se utilizó para recopilar la información.

Tabla 2. Hoja de campo para registro de datos de las especies de regeneración natural en las diferentes categorías.

Especie	Parcela	Altura por categoría de regeneración			Calidad de la regeneración		
		Plántula	Brinzal	Latizal	Buena	Regular	Mala

5.2.3 Análisis de datos

Se definió a la abundancia como el atributo que permitió caracterizar la regeneración de las especies considerando el número de individuos por especie, el número total de individuos y la categoría de tamaño. La manipulación y análisis de los datos se llevó a cabo mediante el uso de hojas de cálculo en Microsoft Excel, el desarrollo de los gráficos y análisis estadísticos se realizó con el entorno de programación estadística RStudio versión 4.3.2. (2020), así como en InfoStat (2008).

Los errores de los datos analizados no cumplieron con los supuestos estadísticos para el uso de pruebas paramétricas, por lo que, para abordar la naturaleza no normal de los datos, se optó por realizar un análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis. Este método permitió explorar las posibles variaciones en la abundancia entre diferentes categorías, proporcionando una evaluación objetiva de la regeneración de las especies en el área de estudio (Anexo 3).

La elección de estas herramientas de análisis garantizó una aproximación rigurosa y fiable para comprender la dinámica y distribución de la regeneración natural de las especies en función de la abundancia y el tamaño.

5.3 Metodología para determinar la distribución espacial de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino

Para determinar la distribución espacial de *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. y *Nectandra laurel* Klotzsch ex Nees, se organizó la información de los individuos según los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) y los transectos establecidos, como se muestra en la Figura 2.

Cada especie se analizó considerando la distancia de las subparcelas al árbol seleccionado, dividiendo las distancias en intervalos de 4 metros, desde 0 a 4, 4 a 8, 8 a 12, 12 a 16 y 16 a 20 metros para cada especie.

Para mejor representación y visualización de los datos según la variable, se generaron gráficos de columnas radiales (radial column chart). Este tipo de gráficos resultó útil para visualizar y evaluar múltiples variables simultáneamente ya que permite observar en un gráfico bidimensional una o más variables en un contexto radial, cada radio representa una variable distinta lo que facilitó la comparación y análisis. (IBM, 2024).

Con el propósito de identificar la mayor y menor cantidad de individuos en las categorías de regeneración natural según la distancia y la dirección de posición cardinal por especie, se utilizó los diagramas de barras lo que proporcionó una mejor comprensión de la distribución de la regeneración natural.

El análisis de la distribución espacial de las especies por categorías se realizó a través del uso de técnicas de estadística multivariada en donde se llevó a cabo un análisis de escalamiento multidimensional no métrico, NMS (Nonmetric Multidimensional Scaling), este enfoque permitió analizar indicadores de similitud y patrones de comportamiento de los datos, lo que ayudó a reducir su dimensionalidad, facilitando una representación más precisa y comprensible de las relaciones espaciales según la escala más apropiada.

Para el análisis de la distribución espacial se realizó una comparación entre varias variables entre las que se incluyó las distancias de las subparcelas, la orientación cardinal, (Norte, Sur, Este, Oeste), las distintas categorías de regeneración natural, y el número de árboles presentes de cada especie en el área de estudio.

Para los análisis estadísticos de la información se emplearon hojas de cálculo en Microsoft Excel como plataforma base para la organización y manipulación de los datos. Todos los gráficos y análisis multivariados se desarrollaron en el entorno de programación RStudio versión 4.3.2. e InfoStat proporcionando así una base para mejor interpretación de los resultados.

6. Resultados

6.1 Caracterización morfológica y dasométrica de dos especies maderables en estudio

Los árboles evaluados presentaron diámetros a la altura del pecho comprendidos entre 11,40 a 23,47 cm para *Cedrela montana*, mientras que para *Nectandra laurel* el rango de los individuos estuvo entre 6,80 a 14,00 cm (Tabla 3).

En lo que respecta a la variable de posición de la copa, en *N. laurel* todos los individuos presentaron una copa codominante, mientras que para *C. montana* se observó que el 60 % de los individuos poseía copa dominante. Respecto a la forma del tronco, se evidencia que el 60 % de los individuos de ambas especies presentaron un tronco recto.

Tabla 3. Valores morfológicos y dasométricos de *Cedrela montana* y *Nectandra laurel* en el bosque andino en el PUFVC.

Especie	Árbol	DAP (cm)	Altura (m)	Posición de la copa	Forma del tronco
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	1	18,8	16	Codominante	Recto
	2	20,7	14	Dominante	Bifurcado
	3	22,6	12,5	Dominante	Recto
	4	23,4	15	Dominante	Inclinado
	5	11,4	10	Codominante	Recto
<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees.	1	13,7	11,8	Codominante	Recto
	2	6,8	6,6	Codominante	Bifurcado/torcido
	3	11,4	9,5	Codominante	Recto
	4	8,3	7,4	Codominante	Recto
	5	14	9	Codominante	Inclinado

6.2 Estructura de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino

6.2.1 Regeneración natural por especie

En el bosque andino del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” se encontraron 583 individuos agrupados en tres categorías de regeneración natural alrededor de los árboles de *Cedrela montana* y *Nectandra laurel* (Tabla 4).

Cedrela montana registró un total de 235 individuos dentro de las categorías de regeneración, 46 % en la categoría plántula, el 51 % en brinzal y el 13 % en la categoría de latizal.

Nectandra laurel registró 348 individuos en las tres categorías de regeneración natural, de los cuales el 28 % corresponde a plántula, el 53 % a brinzal y el 19 % a latizal.

En ambas especies, la categoría que presentó la mayor cantidad de individuos fue brinzal, mientras que el menor número de individuos se reportó en la categoría latizal (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Total de individuos de regeneración natural registrados alrededor de *Cedrela montana* y *Nectandra laurel* en el PUFVC.

Especie	Individuos por Categorías			Total
	Plántula	Brinzal	Latizal	
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	109	120	6	235
<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	99	183	66	348
Total de individuos	208	303	72	583

En la Figura 3, se presenta el número de individuos por categoría y por árbol de regeneración natural de ambas especies.

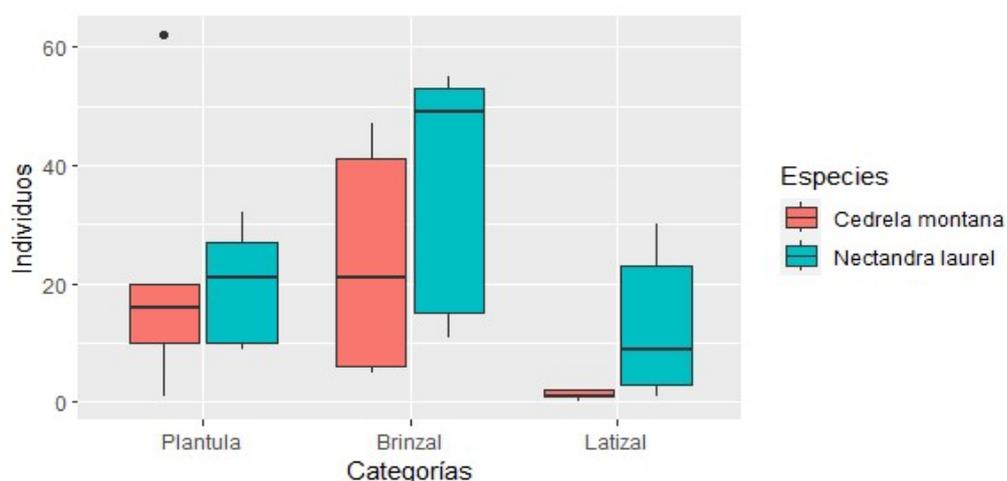


Figura 3. Número de individuos por árbol según categorías de regeneración natural registradas en árboles de *Cedrela montana* y *Nectandra laurel* en el PUFVC.

6.2.2 Regeneración natural por individuo

Al analizar las categorías de regeneración natural por individuo seleccionado se observó una alta variabilidad, por ejemplo, *C. montana*, se determinó que el árbol 1 presentó el número más bajo de individuos en todas las categorías en comparación al árbol 3 que reportó el mayor número de individuos, sobre todo en la categoría plántula. El árbol 4 no registró ningún individuo en la categoría latizal (Ver tabla 5).

Tabla 5. Total de individuos de regeneración natural por individuo seleccionado registrados alrededor de *Cedrela montana* en el PUFVC.

Número de Árbol	Categorías de regeneración natural			Total
	Plántula	Brinzal	Latizal	
1	1	5	1	7
2	10	21	2	33

3	62	47	2	111
4	16	6	0	22
5	20	41	1	62
Total	109	120	6	235

En *Nectandra laurel* se evidenció mayor representatividad de individuos en todas las categorías de regeneración natural con una variabilidad alta. La categoría mejor representada fue brinzales mientras la que menores individuos reportó fue latizal. El árbol 4 mostró el mayor número de individuos en todas las categorías, mientras que el árbol 2 la menor cantidad de individuos en todas las categorías (Ver tabla 6).

Tabla 6. Total de individuos de regeneración natural por individuo seleccionado registrados alrededor de *Nectandra laurel* en el PUFVC.

Número de Árbol	Categorías de regeneración natural			
	Plántula	Brinzal	Latizal	Total
1	21	15	1	37
2	9	11	3	23
3	27	53	9	90
4	32	55	30	117
5	10	49	23	82
Total	99	183	66	348

6.2.3 Calidad de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino

Con respecto a la calidad de los individuos evaluados, se reporta las tres calidades, se evidenció que *Cedrela montana* reportó un 65 % de individuos dentro de la categoría buena, es decir, se trata de individuos que tienen buenas características fenotípicas en cuanto a la apariencia del follaje, en términos de coloración y estado de las hojas.

Para *Nectandra laurel*, la categoría buena representó el 39 % seguida de regular, lo que implica que la calidad de la regeneración natural esta mejor representada, no obstante, se observa la presencia de un 21 % de individuos en la categoría mala.

Ambas especies demuestran una variabilidad en el estado de la calidad de regeneración natural, aspectos que contribuirán a entender la importancia de estas especies en la sostenibilidad de las especies en el bosque (Ver Figura 4).

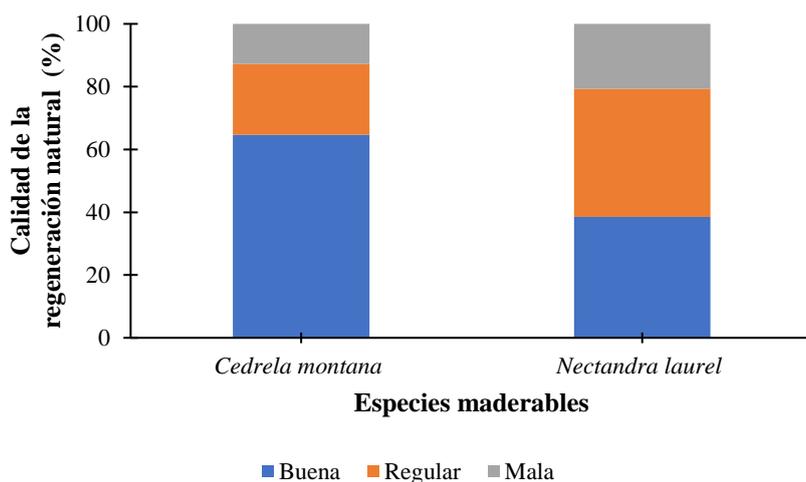


Figura 4. Calidad de la regeneración natural de *Cedrela montana* y *Nectandra laurel* en el bosque andino del PUFVC.

En la Tabla 7 se presentan los resultados respecto a la categoría y calidad de regeneración natural, se observó que *Cedrela montana*, presentó la mayor cantidad de individuos en la categoría brinzal con una calidad buena, representada por 82 individuos mientras que, *Nectandra laurel* presentó en la categoría de brinzal, la mayor cantidad de individuos con calidad de regular.

Tabla 7. Número de individuos por categoría y calidad de regeneración natural de las especies *Cedrela montana* y *Nectandra laurel* del bosque andino del PUFVC.

Especie	Calidad	Categoría de Regeneración Natural (Número de individuos)		
		Plántula	Brinzal	Latizal
<i>Cedrela montana</i>	Buena	67	82	3
	Regular	24	27	3
	Mala	18	10	1
Total				235
<i>Nectandra laurel</i>	Buena	60	68	6
	Regular	30	76	36
	Mala	9	39	24
Total				348

6.2.4 Parámetros estructurales

La densidad de *Cedrela montana* en el área muestreada dentro de la categoría brinzal fue de 120 individuos en 0,2 hectáreas, lo que equivale a 600 individuos ha⁻¹; mientras que para *Nectandra laurel* en la misma categoría, la densidad fue de 183 individuos en 0,2 hectáreas lo

que equivale a 915 individuos ha⁻¹. La categoría latizal en el caso de ambas especies registró la densidad más baja (Ver Tabla 8).

Tabla 8. Parámetros estructurales de la regeneración natural, densidad y densidad relativa de las especies maderables *Cedrela montana* y *Nectandra laurel* del bosque andino del PUFVC.

Especies	Categorías de regeneración natural	Número de individuos	Densidad (ind/ha)	Densidad Relativa (%)
<i>Cedrela montana</i>	Plántula	109	545	46,38
	Brinzal	120	600	51,06
	Latizal	6	30	2,55
<i>Nectandra laurel</i>	Plántula	99	495	28,45
	Brinzal	183	915	52,59
	Latizal	66	330	18,97

6.3. Distribución espacial de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino

6.3.1 Distribución de la regeneración natural

Cedrela montana registró individuos de regeneración natural en todas las distancias evaluadas, con un promedio de 0,118 ind/m². La mayor cantidad de individuos, 0,036 ind/m², se registró en el tercer transecto que corresponde a la distancia 8 - 12 metros del árbol matriz; mientras que el menor número de individuos se reportó en el primer transecto que corresponde a la distancia más cercana al árbol matriz (0 – 4 m) con 0,012 ind/m² (Ver Figura 5).

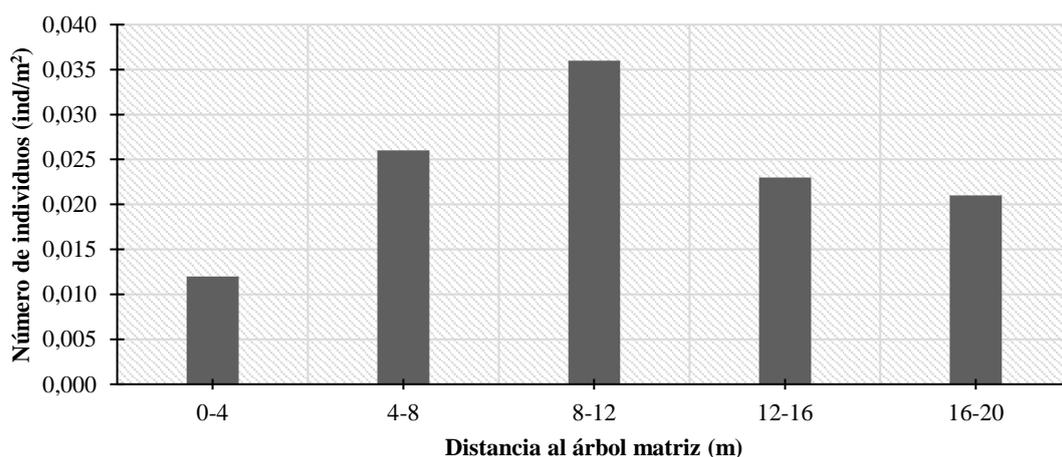


Figura 5. Distribución de los individuos de regeneración natural por distancia de *Cedrela montana* en el bosque andino del PUFVC.

Para *Nectandra laurel* se registró un promedio de 0,174 ind/m² de regeneración natural,

siendo la mayor cantidad (0,038 ind/m²) de individuos registrado en el segundo transecto que corresponde a 4 - 8 metros de distancia del árbol matriz; y el menor número de individuos (0,033 ind/m²) se registró en el primer transecto, que corresponde a mayor cercanía al árbol (0 - 4) (Ver Figura 6).

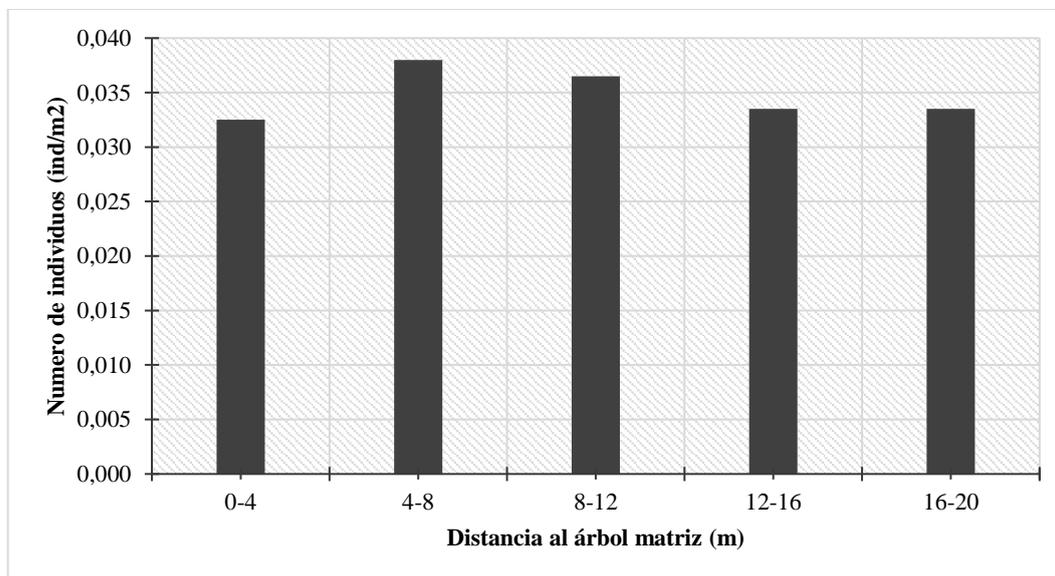


Figura 6. Distribución de los individuos de regeneración natural por distancia en *Nectandra laurel* en el bosque andino del PUFVC.

6.3.2 Regeneración natural en función de la orientación

Para *Cedrela montana* se registró la mayor cantidad de individuos (68) en el sentido cardinal Este, mientras que en el sentido Oeste se encontró la menor cantidad de individuos.

Para *Nectandra Laurel* en función a la orientación cardinal registró la mayor cantidad de individuos (102) en sentido Sur; mientras que en el sector Oeste se registró la presencia más baja.

Para ambos casos, la categoría latizal presentó el menor número de individuos en todas las direcciones (Ver tabla 9).

Tabla 9. Regeneración natural de *Cedrela montana* y *Nectandra laurel* según la orientación y categorías de regeneración en el bosque andino del PUFVC.

Especie	Orientación	Categorías de regeneración natural			
		Plántula	Brinzal	Latizal	Total
<i>Cedrela montana</i>	Norte	23	36	1	60
	Sur	37	19	2	58
	Este	26	40	2	68
	Oeste	23	25	1	49
	Total	109	120	6	235
<i>Nectandra laurel</i>	Norte	34	43	14	91

Sur	23	57	22	102
Este	24	45	18	87
Oeste	18	38	12	68
Total	99	183	66	348

6.3.3 Regeneración natural en función de la orientación y distancia

Para *Cedrela montana* se observó que la mayor cantidad de individuos se presentó en la dirección Este dentro del transecto que va desde 8 a 12 m., mientras que la menor cantidad se presentó en el punto cardinal Sur en el rango de 0-4 m., es decir, mientras más cercano al árbol matriz menor número de individuos reportado (Ver Tabla 10 y Figura 7).

Tabla 10. Regeneración natural de *Cedrela montana* según la orientación y transectos en el bosque andino del PUFVC.

Puntos Cardinales	Distancia (m)				
	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20
Norte	9	15	16	10	10
Sur	4	12	14	17	11
Este	6	9	32	7	14
Oeste	5	16	10	11	7

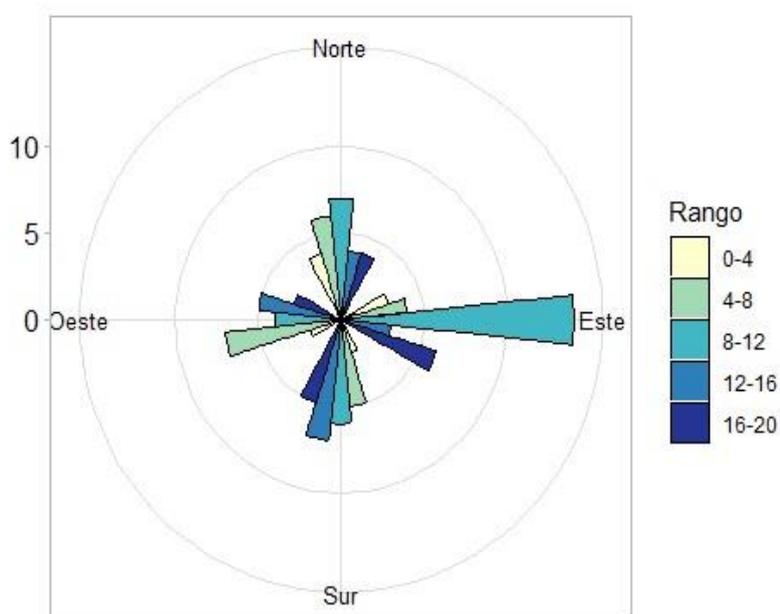


Figura 7. Porcentaje de individuos de *Cedrela montana* representados según la orientación en el bosque andino del PUFVC.

Para *Nectandra laurel* se puede observar el mayor número de individuos en la dirección Sur en la distancia de 8 a 12 m., mientras que el menor número de individuos se presentó en la dirección Oeste en la distancia de 16 a 20 m. Se evidenció un número considerable de individuos en la primera distancia lo que podría estar relacionado con la forma del fruto y el tipo de dispersión (Ver Figura 8, Tabla 11).

Tabla 11. Regeneración natural de *Nectandra laurel* según la orientación y transectos en el bosque andino del PUFVC.

Puntos Cardinales	Distancia (m)				
	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20
Norte	20	26	13	17	15
Sur	10	25	27	17	23
Este	20	13	16	17	21
Oeste	15	12	17	16	8

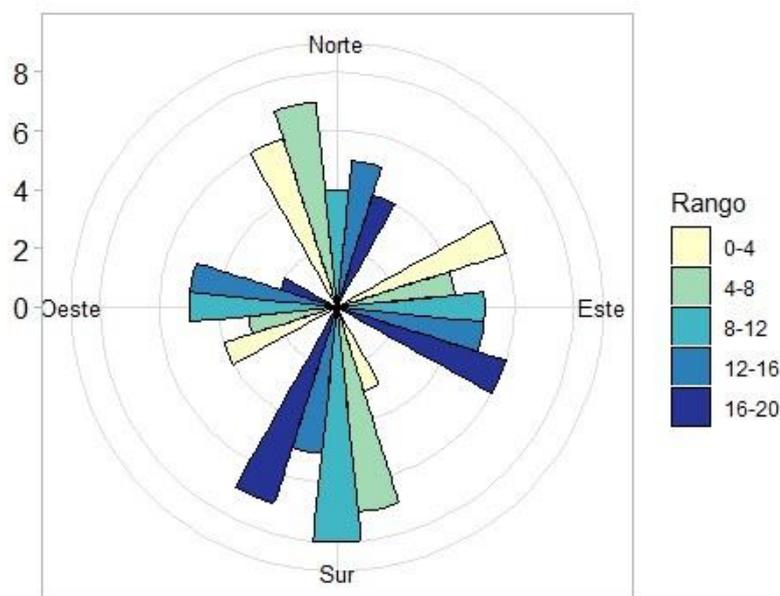


Figura 8. Porcentaje de individuos de *Nectandra laurel* representados según la orientación en el bosque andino del PUFVC.

6.3.4 Similitud de la regeneración natural por categoría y en función de la orientación y la distancia

En la figura 9, se puede apreciar que *Cedrela montana* no presenta patrones diferenciadores entre los árboles evaluados, lo que podría indicar una disposición o distribución al azar ya que no se evidencia separaciones que se atribuyan a la dirección, categoría o distancia entre los individuos de esta especie.

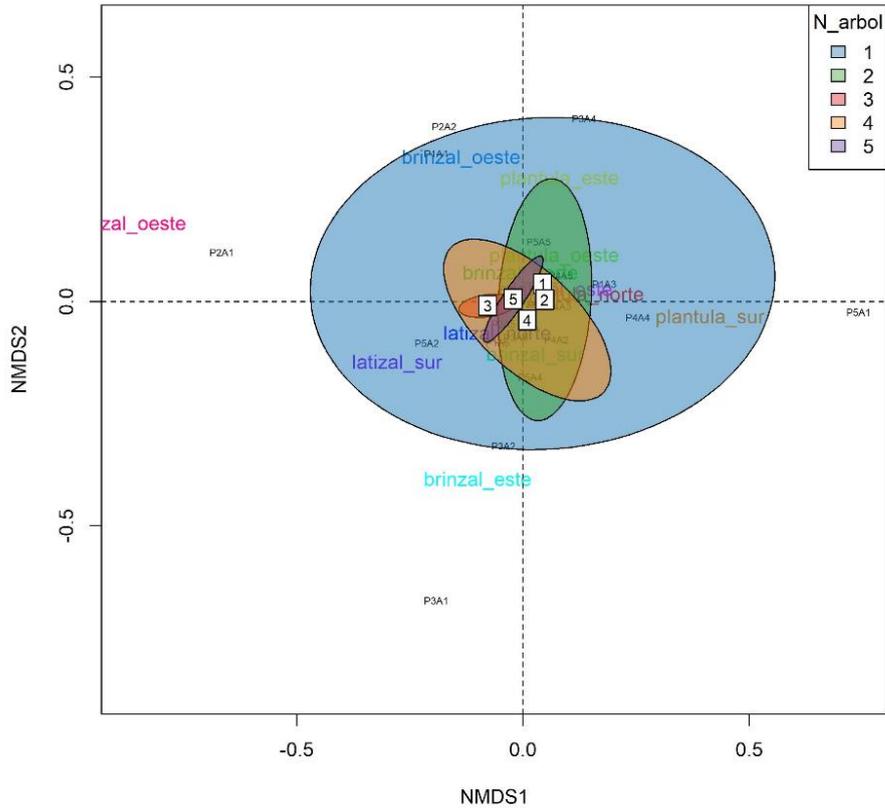


Figura 9. Representación de la distribución espacial de los individuos en una gráfica NMDS según su orientación, categoría, distancia y número de árbol de *Cedrela montana* del bosque andino del PUFVC.

En la Figura 10, se evidencia la posible distribución espacial de las diferentes categorías de regeneración natural en relación a la distancia y orientación de la especie *Nectandra laurel*, se puede observar cierta tendencia en la similitud del patrón sin embargo la discriminación no es total. El árbol 1 muestra una mayor distribución espacial.

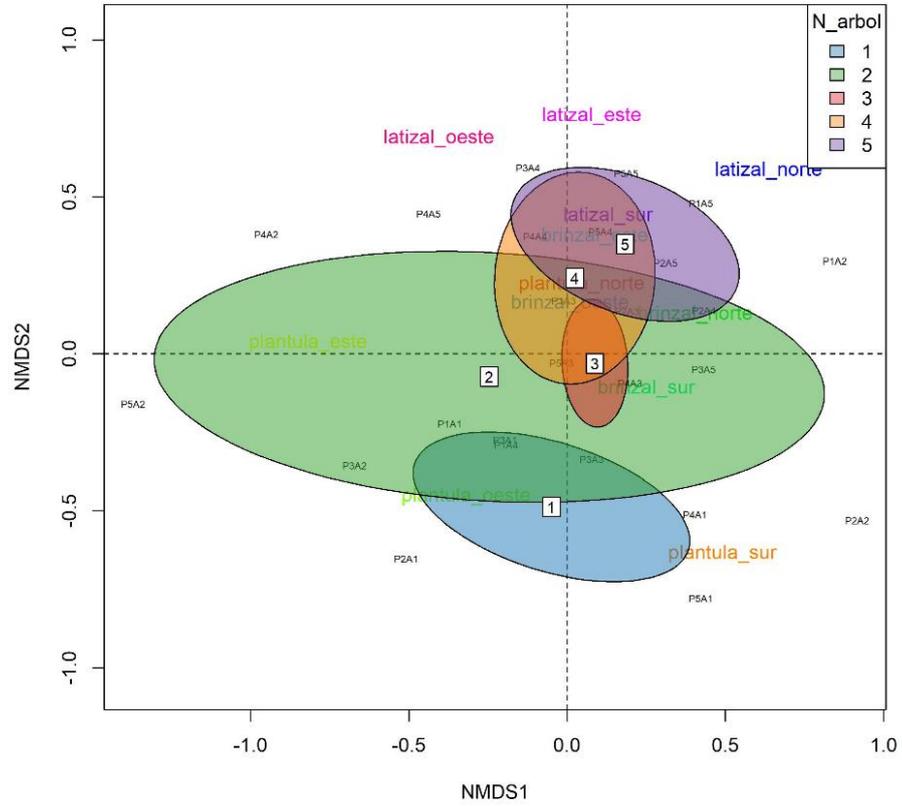


Figura 10. Representación de la distribución espacial de los individuos en una gráfica NMDS según su orientación, categoría, distancia y número de árbol de *Nectandra laurel* del bosque andino del PUFVC.

7. Discusión

7.1 Caracterización de la estructura de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino del PUFVC

La regeneración natural de las dos especies forestales en el PUFVC se destacó por la presencia de individuos en las tres categorías, la categoría que presentó el mayor número de individuos fue la categoría brinzal. Estos resultados son consistentes con investigaciones previas, como el estudio realizado por Muñoz et al., (2021) quienes evaluaron las mismas categorías de regeneración e identificaron un predominio de brinzales para la especie *Nectandra laurel* en el PUFVC.

Otros estudios demuestran y respaldan que la categoría brinzal suele ser la más representativa y que por lo general suele estar comprendida entre alturas mayores a 30 cm y menores a 1,50 m de altura (Sáenz y Finegan, 2000). Ramírez y Lozano (2024), destacan que *Nectandra laurel* es considerada una especie regenerante y abundante, lo que concuerda con los hallazgos del presente estudio al mostrar que este género exhibe la mayor cantidad de individuos en comparación con la otra especie estudiada.

De acuerdo con investigaciones de Aguirre y Encarnación (2021) y Aguirre et al., (2024) en otras especies forestales también se muestra una tendencia común en las categorías de regeneración natural, en donde se evidencia que la mayoría de los individuos tienden a agruparse en las primeras categorías, en especial en la categoría brinzal. Existen varias razones que pueden explicar el porqué de la concentración de individuos en las primeras categorías, entre ellas la existencia de claros en el bosque.

Los claros en el bosque son reconocidos como sitios en donde abunda la regeneración natural de manera centralizada, ya que muchas de las especies forestales muestran una fuerte influencia a la disponibilidad de luz o la intensidad lumínica durante las fases iniciales de regeneración, lo cual incide significativamente en el desarrollo de los individuos en las etapas tempranas. La relación entre la presencia de claros y la concentración de individuos en las categorías iniciales de regeneración se respalda en investigaciones como las de Aguirre y Encarnación (2021), Calva et al., (2007) y Leigue (2011), quienes destacan la importancia de la luz como un factor importante para el desarrollo inicial de las especies forestales, sin duda la existencia de claros proporciona condiciones favorables para el crecimiento y desarrollo vigoroso de plántulas y brinzales.

Otra de las posibles razones para explicar la concentración de la regeneración natural en las primeras categorías de las dos especies estudiadas, podría atribuirse a que el área de estudio ha sufrido algún tipo de intervención antrópica como aprovechamiento maderero con la extracción selectiva de especies, afectaciones por incendios forestales, tal como lo sugieren Aguirre y Yaguana (2014) quienes manifiestan que es probable encontrar poblaciones con individuos más jóvenes en áreas que han sido sometidas a ciertas intervenciones, si bien el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” es una área protegida, es probable que antes de pasar bajo propiedad de la Universidad Nacional de Loja, existiera algún tipo de aprovechamiento de especies forestales con interés comercial, por lo cual el área pudo considerarse intervenida lo cual podría explicar la actual agrupación de las categorías de regeneración; sin embargo difiere con Leigue (2011) quien sostiene que en lugares con aprovechamiento forestal no se modifica significativamente la abundancia y estructura espacial de la regeneración natural.

La categoría latizal está presente de manera reducida para las dos especies objeto de evaluación, lo que podría atribuirse a que los individuos que poseen DAP mayores a 5 cm no se pueden desarrollar cerca del árbol padre, la posible causa de este fenómeno radica en que estos individuos tienden a sucumbir debido a la competencia existente con el árbol maduro circundante, lo cual concuerda con lo reportado por Membreño (2004).

La densidad poblacional es una propiedad o característica estructural de un grupo de individuos de una especie, su conocimiento indica cómo se distribuyen los individuos por una unidad de superficie o área y el estado de una población (Smith y Smith, 2007). Los valores de densidad encontrados en esta investigación para *Nectandra laurel* pueden ser considerados como densidades altas según lo propone Aguirre (2019), al considerar como vegetación densa a aquellas especies que presentan más de 600 ind ha⁻¹, en este caso para la categoría de brinzal presentando una densidad de 915 ind ha⁻¹. Estos resultados varían según Muñoz et al. (2021), quienes estudiaron en el PUFVC a *Nectandra laurel* y para la categoría brinzal registraron 354 ind ha⁻¹ siendo considerada una vegetación semidensa (301 - 600 ind ha⁻¹) estas discrepancias entre los valores de los estudios podrían atribuirse a diversas razones, como el tamaño de las parcelas, los métodos de muestreo y selección del sitio de estudio, así también a factores asociados a la propia biología de la especie, incluyendo el tipo de reproducción de semilla y su patrón de dispersión y a la capacidad de respuesta propia de la especie (Monge-Villegas et al., 2020).

La modalidad de dispersión, podría ser considerado uno de los aspectos que definen la distribución de las especies en el bosque, por ejemplo, *Cedrela montana* presenta una distribución anemócora, es decir dispersión a través del viento (Lombardi, 2014; Buzza, 2006) que le facilitaría alcanzar mayores distancias a partir del árbol madre, mientras que para *Nectandra laurel* la dispersión es zoócora, que involucra el transporte por parte de animales (Huasasquiche y Kómetter, 2018). Dado que ambos mecanismos de dispersión generalmente alejan las semillas de su árbol madre, es razonable que la densidad poblacional de estas especies se encuentre más distante de la zona de los árboles en estudio. En consecuencia, utilizar transectos de dimensiones más amplias podría mejorar el registro de información sobre la abundancia de estas especies ya que permitiría abarcar áreas geográficas más extensas en las que la dispersión se manifieste de manera más efectiva, lo que lograría una mejor captación de abundancia que las parcelas de menor dimensión como las que fueron utilizadas en este estudio.

7.2 Distribución espacial de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino

La distribución espacial expresa la manera como los individuos de una población se ubican en el espacio, siendo un parámetro fundamental para entender las distintas estrategias que utilizan las especies para aprovechar los recursos del medio. Además, revela la manera en que las especies se distribuyen en el área, facilitando la identificación de los mecanismos que favorecen la coexistencia intra e interespecífica, también permite reconocer el tipo de diversidad vegetal presente en los ecosistemas (Montañez Valencia et al., 2010).

Con respecto al radio de dispersión para *Cedrela montana* se registró una tendencia con la mayor cantidad de regeneración en el intervalo de las parcelas que va desde 8 a 12 m mientras que, en un estudio realizado por Hilario (2019) con la misma metodología registró la mayor cantidad de regeneración natural entre los 3 a 6 m, esta tendencia de regeneración puede llegar a indicar que después de estos valores de distancia, la presencia de regeneración natural tiende a disminuir, sin embargo la información obtenida no sería concluyente para afirmar este supuesto (Lombardi, 2014; Buzza, 2006) ya que la regeneración se podría encontrar más lejos del terreno de estudio incluso alcanzar grandes distancias del árbol madre según Díaz y Vargas (2004).

Para *Nectandra laurel*, se observó mayor tasa de regeneración en el transecto que abarca desde 4 hasta 8 metros. Este fenómeno puede atribuirse al modo de dispersión de las semillas, que varía desde la dispersión por gravedad, usualmente limitada a distancias cortas desde el árbol progenitor, hasta la dispersión por animales (zoocoria), tal como mencionan

Huwasquiche y Kómetter (2018); este último mecanismo podría llevar las semillas a distancias mayores, resultando en la presencia de regeneración natural más alejada del árbol padre.

Sobre la distribución espacial de la regeneración natural presentada según la orientación en este estudio, *Cedrela montana* registró mayor cantidad de individuos en el punto cardinal Este, mientras que, para *Nectandra laurel* fue el punto cardinal Sur, esto puede deberse a factores propios del terreno y de la especie, así como al tipo de dispersión y a la pendiente del terreno. En lugares con fuertes pendientes las condiciones micro climáticas podrían afectar las estructuras de las poblaciones presentes favoreciendo así la regeneración en estos sectores; sin embargo; se requeriría realizar un muestreo con transectos de mayor longitud para recopilar información suficiente que permita hacer afirmaciones al respecto (López-Gómez et al., 2012; Revilla et al., 2015). Membreño (2004) en condiciones similares, en un estudio de regeneración natural, menciona que la mayor concentración de individuos muestreados se registró en el cuadrante sur, esta observación concuerda con los resultados obtenidos para la especie *N. laurel* considerada en este estudio, este patrón de distribución puede ser atribuido, como ya se ha señalado anteriormente, a las condiciones particulares del sitio o a condiciones propias de la especie.

Existen otras metodologías para evaluar el patrón de distribución espacial de especies, por ejemplo Morlans (2004) menciona que existen tipos de disposición espacial como: disposición al azar o aleatoria, disposición uniforme, disposición agrupada y para determinar o evaluar esta dispersión existen índices como el índice de varianza media, índice de Morisita, índice de Moran I, (Muñoz et al., 2021), índice de Uniformidad, Índice de agregación, análisis del vecino próximo (Aguirre et al., 2024), estos son distintos métodos que se puede aplicar si lo que se quiere es obtener el patrón de distribución. En el presente estudio no se quería saber el tipo de disposición que presentaba la especie según algún índice mencionado con anterioridad, se buscaba conocer la distancia de regeneración natural con respecto al árbol matriz, además, se buscaba entender la regeneración natural en función de la dirección cardinal (norte, sur, este y oeste) y clasificar según las categorías establecidas para tal fin.

8. Conclusiones

- Las dos especies forestales presentan individuos en todas las categorías de regeneración natural, sin embargo, *Nectandra Laurel* esta mejor representada en número de individuos en todas las categorías, lo que representa un stock importante para el paso de individuos a las categorías superiores, lo que garantizaría su permanencia en el bosque andino a lo largo del tiempo.
- Las categorías plántulas y brinzales son las más representativas en relación al número de individuos para las dos especies, lo que indica que la semillas son viables y que logran germinar sin mayores complicaciones. estos estadíos son necesarios de monitorear para asegurar la transición hacia las siguientes categorías y garantizar su permanencia en el bosque.
- La categoría latizal presenta valores bajos de regeneración para ambas especies forestales estudiadas, lo que evidencia que, aunque existen brinzales suficientes, es en esa etapa donde se presentan las principales limitaciones para su establecimiento.
- La distribución de la regeneración natural con respecto a la distancia desde los árboles matriz difiere según las especies, siendo para *Cedrela montana* mayor (8 a 12 m) que para *Nectandra laurel* (4 a 8 m) lo que podría estar relacionado con el tipo y dispersión de las semillas, aspectos que permitiría diseñar planes de manejo silvicultural por especie.
- En lo que respecta a la orientación no se evidencia una preferencia de las especies, el desarrollo de las semillas y frutos y su dispersión se ve influenciada por múltiples factores; sin embargo, se registró una preferencia a la dirección del punto cardinal Este para *Cedrela montana* y para *Nectandra laurel* en la dirección Sur.

9. Recomendaciones

- Continuar con el monitoreo de la regeneración natural y ampliar las áreas de estudio, así como el tamaño la muestra (unidad de muestreo), con la finalidad de tener más datos y mejores conocimientos sobre la ecología y estructura de las poblaciones naturales de las especies.
- Instalar parcelas de regeneración natural de otros individuos asociados a las especies estudiadas con el fin de identificar la competencia interespecífica.
- Realizar estudios sobre la herbívora que afecta a la calidad de las plántulas y brinzales y, que podría ser determinante en el establecimiento de especies forestales como el cedro y el laurel.
- Realizar estudios complementarios relacionados a variables edafoclimáticas que permita identificar la dinámica de la regeneración natural en cada una de las especies.

10. Bibliografía

- Aguirre Z. (2019). Guía de métodos para medir la biodiversidad. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. 37(6), 82. <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medicic3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Aguirre-Mendoza Z., y C. Yaguana. (2014). Parque universitario de educación ambiental y recreación Ing. Francisco Vivar Castro. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Aguirre Mendoza, Z. H. (2015). Especies Forestales más aprovechadas del Sur del Ecuador. https://www.researchgate.net/publication/299761463_Especies_forestales_mas_aprovechadas_del_sur_del_Ecuador
- Aguirre, Zhofre. (2018). Especies Vegetales del Bosque Andino. https://www.researchgate.net/publication/328466302_Especies_Vegetales_del_Bosque_Andino
- Aguirre Mendoza, Zhofre, & Encarnación Criollo, Adriana. (2021). Evaluación de parámetros poblacionales y regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don (Podocarpaceae) en dos relictos boscosos del sur del Ecuador. *Arnaldoa*, 28(1), 199-216. <https://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.281.28112>
- Aguirre, Z. Barrera, E, Castro, J., &. (2024). Parámetros poblacionales y regeneración natural de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, en el valle de Vilcabamba, cantón Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 14(1), 1–14. <https://doi.org/10.54753/blc.v14i1.2118>
- Armijos Montaña, A., Alvarado Chamba, J., Quito Torres, J., León González, T., Guamán Guamán, L., & Pucha Cofrep, D. (2017). *Anatomía de la madera de diez especies forestales de bosque andino del sur del Ecuador*. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/375/330>
- Balvanera, P. (2012). *Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales*. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/33>
- Ballina-Gómez, H. S., Iriarte-Vivar, S., Orellana, R., & Santiago, L. S. (2008). Crecimiento, supervivencia y herbivoría de plántulas de *Brosimum alicastrum* (Moraceae), una especie del sotobosque neotropical. *Revista de Biología Tropical*, 56(4), 2055-2067. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44918835036>
- Bedoya-Patiño, Juan G, Estévez-Varón, Jaime V, & Castaño-Villa, Gabriel J. (2010). Banco de semillas del suelo y su papel en la recuperación de los bosques tropicales. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 14 (2), 77-91. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-

30682010000200005&lng=en&tlng=es.

- Berjak, Patricia, & Pammenter, N. W. (2010). Semillas ortodoxas y recalcitrantes. Manual de Semillas de Árboles Tropicales. IV. US. Agricultural Department. Forestal Service, 143-155. <https://es.scribd.com/document/396366238/Semillas-Ortodoxas-y-Recalcitrantes>
- Beltrán, N. E. (2010). *Crecimiento inicial de cuatro especies forestales con y sin asocio con maíz Zea Mayz en el Colegio Fernando Chávez R.* <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/126>
- Bergel, S. (2020). *Desarrollo sustentable y medio ambiente: la perspectiva latinoamericana.* <http://alegatos.azc.uam.mx/index.php/ra/article/viewFile/1131/1108>
- Borrero, P., Bohren, A., & Keller, H. (2016). *La arquitectura foliar de las especies de Lauraceae Nativas de Misiones, Argentina.* https://www.researchgate.net/publication/317532026_La_arquitectura_foliar_de_las_especies_de_Lauraceae_Nativas_de_Misiones_Argentina
- Brown, A. D., Pacheco, S., Lomáscolo, T., & Malizia, L. (2005). Situación ambiental en los bosques andinos yungueños. La situación ambiental argentina, 587. http://siga.proyungas.org.ar/wp-content/uploads/2017/07/Situacion-Ambiental-Argentina_Ecoregion-Yungas.-2005-2-10.pdf
- Bussmann, R. (2003). *Los bosques montanos de la Reserva Biológica San Francisco (Zamora-Chinchipe, Ecuador) – zonación de la vegetación y regeneración natural.* https://www.researchgate.net/publication/267569112_sques_montanos_de_la_Reserva_Biologica_San_Francisco_Zamora-Chinchipe_Ecuador_-_zonacion_de_la_vegetacion_y_regeneracion_natural
- Buzza, K. (2006). Ecología y producción de cedro (género Cedrela) en las Yungas australes. https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Zuleta/publication/308420666_Incidencia_de_herbivoria_en_Cedrela_balansae/links/57e42d0908ae25aa0208dae4/Incidencia-de-herbivoria-en-Cedrela-balansae.pdf
- Calva, O., Beltrán, G., Günter, S., & Cabrera, O. (2007). Impacto de la luz sobre la regeneración natural de Podocarpaceas en los bosques de San Francisco y Numbala. *Bosques Latitud Cero*, (Jahr 2, Nr. 3), S-21.
- Casas, F. M. G. (2012). El análisis de escalamiento multidimensional: una alternativa y un complemento a otras técnicas multivariantes. *La Sociología en sus escenarios*, (25)
- Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá . (2014). *Cedrela montana.* <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/254v>

- Cayuella, L., & Granzow de la Cerda, I. (2012). *Biodiversidad y conservación de bosques*.
https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/23844/1/Ecosistemas_21_1-2_01.pdf
- de Noir, F. A., Bravo, S., & Abdala, R. (2002). Mecanismos de dispersión de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano. *Quebracho-Revista de Ciencias Forestales*, (9), 140-150.
- de la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Macía, M., & Balslev, H. (2008). *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador*. <https://bibdigital.rjb.csic.es/records/item/16016-enciclopedia-de-las-plantas-utiles-del-ecuador>
- Díaz, R. & O. Vargas. 2004. Variación espacio temporal de la lluvia de semillas en pastizales abandonados de Alta montaña tropical (Reserva forestal municipal de Cogua). *Acta Biológica Colombiana* 9(2): 101-102.
- Equipo RStudio (2020). RStudio: Desarrollo integrado para R. RStudio, PBC, Boston, MA
 URL <http://www.rstudio.com/> .
- Gracia, C., Gil, L., & Montero, G. (2005). *Impactos sobre el sector forestal*. Impactos sobre el sector forestal
- Hancock, L. (2019). *La degradación de los bosques: por qué afecta a las personas y la vida silvestre*. <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/la-degradacion-de-los-bosques-por-que-afecta-a-las-personas-y-la-vida-silvestre#:~:text=Hay%20algunos%20factores%20principales%20que,de%20plagas%20y%20las%20enfermedades>.
- Hernández, F. J., Navarro Mata, C. B., Peña Montañez, R., & Nájera Luna, A. (2018). *Patrón de distribución espacial de las especies arbóreas de la región de El Salto, Durango*.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322018000300169#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20del%20patr%C3%B3n%20de,crecimiento%2C%20la%20probabilidad%20de%20mortalidad
- Hierro, R. S. (2003). *Regeneración natural: situaciones, conceptos, factores y evaluación*.
https://www.researchgate.net/publication/40836433_Regeneracion_natural_situaciones_concepto_factores_y_evaluacion
- Hilario, R. F. (2019). *Distribución espacial de la regeneración de Weinmannia lechleriana (Cunoniaceae) en un bosque montano del sector San Alberto, Parque Nacional Yanachaga-Chemillén (Perú)*.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2413-32992019000100009&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Huwasquiche, J., y Kometter, R. (2018). El aorte de los saberes comunales andinos en la

- regeneración de bosques andino. Programa Bosques Andinos de la Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación (COSUDE). <http://www.bosquesandinos.org/wp-content/uploads/2018/01/Rescate-de-Saberes-07-bosques-andinos.pdf>
- IMB. (2024). Gráficos radiales. <https://www.ibm.com/docs/es/cloud-paks/cp-data/4.8.x?topic=types-radar-charts>
- Lanly, J.-P. (2003). *Los factores de la deforestación y de la degradación de los bosques*. <https://www.fao.org/3/xii/ms12a-s.htm>
- Leigue, J. (2011). *Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana*. <https://www.scielo.br/j/aa/a/QBZHcjyG57PFRkRczvYtWvg/?lang=es>
- Linares, G. (2001). Escalamiento multidimensional: conceptos y enfoques. *Investigación Operacional*, 22(2).
- Lombardi, I. (2014). *Las poblaciones del género Cedrela en Perú*. <https://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/CEDRELA.pdf>
- López-Gómez, V.; P. Zedillo-Avelleyra; S. Y. AnayaHong; E. González-Lozada & Cano-Santana, Z. 2012. Efecto de la orientación de la ladera sobre la estructura poblacional y ecomorfología de *Neobuxbaumia tetetzo* (Cactaceae). *Botanical Sciences* 90(4): 453-457
- Lozano, P. (2015). Especies forestales arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>
- MAE y FAO. (2015). *Especies forestales leñosas arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador*. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>
- Maldonado, S, Herrera, C, Gaona, T, & Aguirre, Z. (2018). Estructura y composición florística de un bosque siempreverde montano bajo en Palanda, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(2), 615-630. <https://dx.doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25216>
- Marañón, T. (2011). Ecología de los bancos de semilla en el suelo: una revisión de estudios españoles. *Pastos*, 25(1), 3-25. <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/1592/1593>
- Martínez-Ramos, M. (1994). Regeneración natural y diversidad de especies arbóreas en selvas húmedas. *Botanical Sciences*, (54), 179-224. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1431>
- Membreño Carrión, E. J. (2004). Regeneración natural y patrón espacial de distribución de *Lysiloma divaricatum*, en el bosque seco tropical de Chacocente, Carazo (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA). <https://repositorio.una.edu.ni/1043/>

- Minga, D., & Verdugo, A. (2016). Árboles y arbustos de los ríos de Cuenca Azuay-Ecuador. Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). 2015. Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental, Quito-Ecuador. <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/Folleto%20mapa-parte1.pdf>
- Mondino, P. y Vero, S. (2006). Control biológico de patógenos en plantas. Área agrícola; <https://hdl.handle.net/20.500.12008/20224>
- Monge-Villegas, D., Saldaña-Vázquez, R., Oropeza-Sánchez, M., Días-García, J., Esquivel, C., & Villalobos, F. (2020). Factores intrínsecos y extrínsecos relacionados con los cambios en la abundancia anuros en ecosistemas perturbados del Neotrópico. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10992.40966>
- Montañez Valencia, R. A., Escudero Vásquez, C. Y., y Duque Montoya, Á. J. (2010). Patrones de distribución espacial de especies arbóreas en bosques de alta montaña del departamento de Antioquia, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 63(2), 5629–5638.
- Morlans, M. (2004). *Introducción a la ecología de poblaciones*. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Morlans-2004.pdf>
- Murcia, C., Guariguata, M. R., Peralvo, M., & Gálmez, V. (2017). La restauración de bosques andinos tropicales. *Documentos Ocasionales*, 170(4). https://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-170.pdf
- Muñoz, J. (2017). *Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador*. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/326#:~:text=La%20regeneraci%C3%B3n%20natural%20es%20un,los%20bosques%20tropicales%20de%20monta%C3%B1a>.
- Muñoz, L., Muñoz, J., Aguirre, Z., & Cabrera, B. (2021). *Parámetros poblacionales de tres especies arbóreas del bosque andino en el Parque Universitario "Francisco Vivar Castro" Loja, Ecuador*. https://www.researchgate.net/publication/352819346_Parametros_poblacionales_de_tres_especies_arboreas_del_bosque_andino_en_el_Parque_Universitario_Francisco_Vivar_Castro_Loja_Ecuador
- Muñoz-Gutiérrez, L., Ríos-Saucedo, J., García-García, D., & Hernández-Pérez, C. (2022). Efecto del almacenamiento sobre la calidad fisiológica de semillas de *Prosopis laevigata* (H. & B.) Johnst.. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 9(2), e3165. Epub 02 de junio de 2023. <https://doi.org/10.19136/era.a9n2.3165>

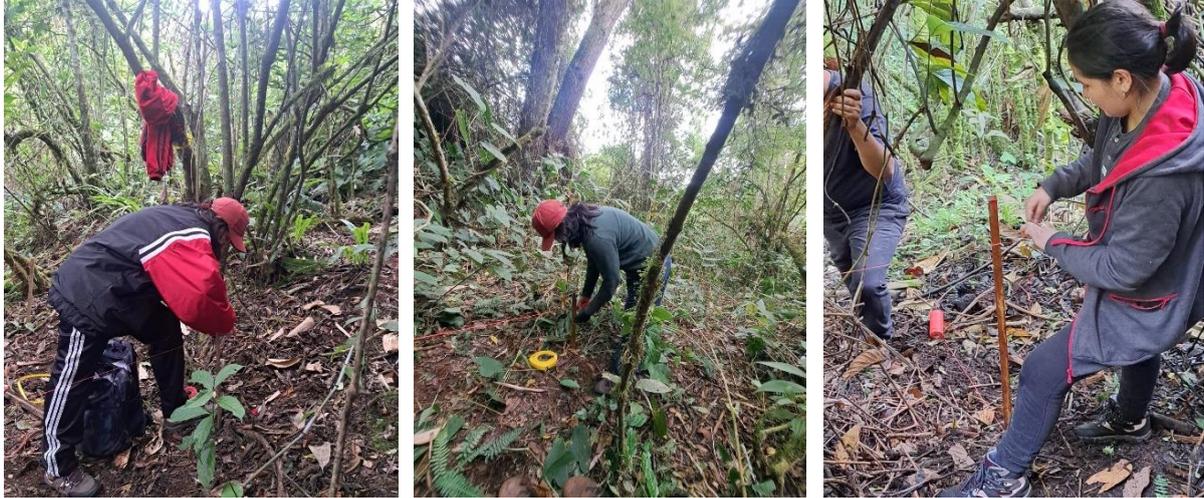
- Norden, N. (2014). *Del porqué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales*. <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v17n2/v17n2a09.pdf>
- Noreña, D. (2023). *Significado de latizal*. <https://www.significadode.org/definicion/151395.htm>
- Orozco, N. & C. Brumer. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. CATIE. Costa Rica. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2600/Inventarios_forestales_para_bosques_latifoliados.pdf
- Palacio, F. X., Apodaca, M. J., & Crisci, J. V. (2020). Análisis multivariado para datos biológicos: teoría y su aplicación utilizando el lenguaje R.
- Palacios, L., Pandales, K., Bellido, D., Caicedo, H., & Bonilla, D. (2017). *Estructura poblacional de ocho especies maderables amenazadas en el departamento del Chocó-Colombia*. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v9n1/1659-4266-cinn-9-01-00107.pdf>
- Pardos, M., Bravo, F., Gordo, J., Montero, G., & Calama, R. (2012). La investigación en regeneración natural de las masas forestales. La regeneración natural de los pinares en los arenales de la Meseta Castellana. Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (Universidad de Valladolid-INIA). Valladolid, España, 17-36. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6447089>
- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PLANACC); Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). (2023). *Incendios forestales, cambio climático y manejo integral del fuego*. <https://www.adaptacioncc.com/noticias/incendios-forestales-cambio-climatico-manejo-integral-fuego>
- Pérez-Harguindeguy, N. (2016). Nuevo manual para la medición *estandarizada de caracteres funcionales de las plantas*. https://www.publish.csiro.au/bt/acc/BT12225/BT12225_ST.pdf
- Poorter, L., Boot, R., Hayashida-Oliver, Y., Leigue-Gomez, J., Peña-Claros, M., & Pieter, Z. (2001). *Dinámica de especies arbóreas en un bosque húmedo tropical en el norte de la Amazonía boliviana*. https://www.researchgate.net/profile/Pieter-Zuidema/publication/40153717_Dinamica_de_especies_arboreas_en_un_bosque_humedo_tropical_en_el_norte_de_la_Amazonia_boliviana/links/09e41506be4f2c4f3f000000/Dinamica-de-especies-arboreas-en-un-bosque-humedo-tropi
- Programa Bosque Andinos . (2021). *Nuestros Bosques Andinos: construyendo bienestar y sostenibilidad en comunidad*.

- <https://www.bosquesandinos.org/pba/Documentos/3/BosquesAndinos.html>
- Quintero , E., Benavides, A., Moreno , N., & González, S. (2017). *Bosques Andinos: Estado actual y retos para su conservación en Antioquia*. <https://www.bosquesandinos.org/publicacion-bosques-andinos-estado-actual-y-retos-para-su-conservacion-en-antioquia/>
- Ramírez Guaman, T. G., & Lozano, D. (2024). *Diversidad florística y estructura de la regeneración natural del bosque piemontano con intervención de manejo forestal en el sur de Ecuador*. *Bosques Latitud Cero*, 14(1), 105–122. <https://doi.org/10.54753/blc.v14i1.2034>
- Revilla, I.; R. Fernandez-Hilario; S. Crespo & M. A. Astocaza. 2015. Diversidad y distribución de la familia Cactaceae y avifauna asociada en la Reserva Nacional de Lachay. Serie de Investigaciones CANDES 1: 10-35.
- Romahn-Hernández, Luis Felipe, Rodríguez-Trejo, Dante Arturo, Villanueva-Morales, Antonio, Monterroso-Rivas, Alejandro Ismael, & Pérez-Hernández, María de Jesús. (2020). Rango altitudinal: factor de vigor forestal y determinante en la regeneración natural del oyamel. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 8(22), e22.72751. Epub 09 de diciembre de 2020. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2020.22.72751>
- Sáenz, G. P., Finegan, B. (2000). Monitoreo de la regeneración natural con fines de manejo forestal. *Manejo Forestal Tropical* 1 (5), 2
- Serrada, R. (2003). *Regeneración natural: situaciones, concepto, factores y evaluación*. https://www.researchgate.net/publication/40836433_Regeneracion_natural_situaciones_concepto_factores_y_evaluacion
- Smith, T.M., y Smith, R.L. (2007) *Ecología* sexta edición. PearsonEducacion,S.A, Madrid.
- UICN. (2019). *Nectandra laurel*. <https://www.iucnredlist.org/species/143821334/143953236>
- UICN. (2021). *Cedrela montana*. <https://www.iucnredlist.org/es/species/171987166/171989709>
- Useche, F. L. (2001). *Laurel, Nectandra sp.* <https://repositorio.agrosavia.co/handle/20.500.12324/35721>
- Varela, S. A., & Arana, M. V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. EEA Bariloche, INTA. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/11393#>
- Vázquez, O. (2012). Manual de técnicas en genética y ambiente. Oscar G. Vázquez Cuecuecha

- WFO (2024): *Cedrela montana* Turcz . Internet; <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000592440>
- Weinberger, P., & Ramirez, C. (2001). Microclima y regeneración natural de Raulí, Roble y Coigüe (*Nothofagus alpina*, *N. obliqua* y *N. dombeyi*). <http://revistas.uach.cl/pdf/bosque/v22n1/art02.pdf>
- YOUNG, G. y HOUSEHOLDER, A. S.(1938): Discussion of a set of points in terms of their mutual distances. *Psychometrika*, 3, 19-22.
- Zepeda, V., Golubov, J., & Mandujano, M. (2017). *Distribución espacial, estructura de tamaños y reproducción de *Astrophytum ornatum* (Cactaceae)*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512017000200035#:~:text=Por%20un%20lado%2C%20el%20patr%C3%B3n,la%20reproducci%C3%B3n%20de%20los%20individuos.

11. Anexos

Anexo 1. Instalación de parcelas temporales en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.



Anexo 2. Recolección de datos de la regeneración natural de la instalación de parcelas temporales en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.



Anexo 3. Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Rep	CMB	5	24,00	19,44	21,00	13,01	0,0229
Rep	CML	5	1,20	0,84	1,00		
Rep	CMP	5	21,80	23,58	16,00		
Rep	NLB	5	36,60	21,70	49,00		
Rep	NLL	5	13,20	12,74	9,00		

Rep	NLP	5	19,80	10,18	21,00
-----	-----	---	-------	-------	-------

Trat. Ranks

CML	4,20	A	
NLL	13,40	A	B
CMP	16,40		B
CMB	17,90		B
NLP	18,10		B
NLB	23,00		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Rep	30	0,00	15,18	0,96	0,6326

Anexo 4. Certificación de la traducción del Abstrac

Marcela Tatiana Gómez González., Mgs.
0988742420
mtgomez@utpl.edu.ec
Loja-Ecuador

Loja, 11 de junio de 2024

La suscrita. Mgs. Marcela Tatiana Gómez González.,
DOCENTE DE LENGUA EXTRANJERA DEL COLEGIO DE
BACHILLERATO
BEATRÍZ CUEVA DE AYORA, a petición de la parte interesada
y en forma legal,

CERTIFICA:

*Que, la traducción del documento adjunto solicitado por la Srta. **Cinthy** **Sofía Zúñiga Chacón**. con cedula de ciudadanía No. **1105634800**, cuyo tema de investigación se titula: **Estructura y distribución de la regeneración natural de dos especies maderables del bosque andino**, ha sido realizado y aprobado por mi persona, docente de lengua extranjera en el Colegio de Bachillerato Beatriz Cueva de Ayora. El apartado del Abstract es la traducción textual del Resumen aprobado en español.*

Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos. Facilitando al portador del presente documento hacer el uso legal pertinente.



electrónicamente por:
**MARCELA TATIANA GOMEZ
GONZALEZ**

Mgs. Marcela Tatiana Gómez González