

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL



Efecto de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de *Clusia pseudomangle*
Planch & Triana (lalush), en el bosque montano Los Lanches, Chota.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

AUTOR

Bach. Fernando Rafael Garcia

ASESOR

Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza

COASESOR

M. Sc. Gustavo Adolfo Martínez Sovero


Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza
CIP 163858
Docente UNACH
Código: 003 -2023



CHOTA – PERÚ
MAYO – 2023

DEDICATORIA

A Dios por concederme la fortaleza, sabiduría y salud a fin de seguir adelante y por haberme permitido concluir satisfactoriamente una importante etapa de mi formación profesional.

A mi madre Felicita y mi hermano Jhon Ángel por sus consejos y constante apoyo moral y material para ver cristalizada mi meta profesional. A ustedes, mi reconocimiento sincero, ya que en todo momento me condujeron por el camino de la superación y siempre me ofrecieron su ayuda en los instantes más difíciles que lo necesité.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por alumbrarme y guiarme por el camino de la superación; por brindarme la fuerza, fe y optimismo para seguir adelante y afrontar con éxito los obstáculos y dificultades para cumplir una de mis más grandes metas.

Reitero mi agradecimiento a mi querida Madre Felicita Garcia Cuzma, quien con sus múltiples esfuerzos, enseñanzas y consejos me inculcó los valores de la perseverancia, lucha y constancia; pues, sin ella no hubiese alcanzado esta meta.

A mis asesores Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza y M. Sc. Gustavo Adolfo Martínez Sovero, por la ayuda, su tiempo, que con su preparación me guiaron en la redacción y ejecución de esta tesis, a lo largo de este proceso ha sido muy valioso para mi crecimiento profesional.

Al equipo de trabajo de campo, mis grandes amigos Roik Delgado Saldaña, Yan Ruiz Rubio, Elías Mejía Mejía, Mirele Mardeli Bustamante Sánchez, por su apoyo brindado en el desarrollo de mi tesis y durante la fase universitaria.

A la Universidad Nacional Autónoma de Chota y a la escuela profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental por acogerme durante cinco años y por facilitarme instrumentos, equipos e ingreso al laboratorio de suelos para realizar esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1.Planteamiento del problema.....	14
1.2.Formulación del problema	15
1.2.1.Problema general	15
1.2.2.Problemas específicos.....	15
1.3.Justificación.....	15
1.4.Objetivos.....	16
1.4.1.Objetivo general	16
1.4.2.Objetivos específicos.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes	17
2.1.1. A nivel internacional	17
2.1.2. A nivel nacional.....	20
2.1.3. A nivel regional	22
2.1.4. A nivel local.....	23
2.2. Bases teórico - científicas.....	25

2.2.1. Bosque montano	25
2.2.2. Regeneración natural	25
2.2.3. Género <i>Clusia</i>	26
2.2.4. <i>Clusia pseudomangle</i> Planch & Triana	26
2.2.5. Características edafológicas	26
2.2.6. El color de suelo	26
2.2.7. Características climáticas	27
2.3. Marco conceptual	27
2.3.1. Especie	27
2.3.2. Parcela	27
2.3.3. Temperatura	27
2.3.4. Precipitación	27
2.3.5. Suelo	28
2.4. Hipótesis	28
2.5. Operacionalización de variables	28
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	30
3.1. Tipo y nivel de investigación	30
3.2. Diseño de investigación	30
3.3. Métodos de investigación	30
3.3.1. Ubicación	30

3.3.2. Ubicación de las parcelas	31
3.3.3. Procedimiento	33
3.4. Población, muestra y muestreo	37
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
3.5.1. Técnicas de recolección de datos.....	38
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos	38
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	39
3.7. Aspectos éticos.....	39
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Descripción de resultados.....	40
4.1.1. Resultados descriptivos de la investigación	40
4.1.2. Propiedades fisicoquímicas del suelo	42
4.1.3. Condiciones climáticas del área de estudio	47
4.1.4. Regeneración natural de <i>Clusia pseudomangle</i>	48
4.1.5. Efecto de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de <i>C. pseudomangle</i> , en el bosque montano Los Lanches, Chota.	52
4.2. Contrastación de Hipótesis.....	56
4.3. Discusión de resultados	57
4.3.1. pH	57
4.3.2. Conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$).....	57

4.3.3. Textura.....	58
4.3.4. Materia orgánica.....	59
4.3.5. Densidad aparente.....	59
4.3.6. color del suelo.....	60
4.3.7. Hojarasca (Biomasa).....	61
4.3.8. Condiciones climáticas del estudio.....	61
4.3.9. Regeneración natural de <i>Clusia pseudomangle</i>	62
4.3.10. Correlaciones.....	65
4.3.11. Regresión lineal.....	67
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS.....	71
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables e indicadores	29
Tabla 2 Coordenadas UTM de las parcelas establecidas en la zona de investigación.....	32
Tabla 3 Clases de regeneración natural.....	33
Tabla 4 Pruebas de normalidad, Shapiro-Wilk	40
Tabla 5 Media \pm desviación estándar de los indicadores evaluados en el suelo.....	41
Tabla 6 Biomasa seca de hojarasca (t/ha) por parcela	46
Tabla 7 Precipitación promedio de 10 años y temperatura promedio de 12 años	47
Tabla 8 Caracterización de la regeneración por parcela	48
Tabla 9 Patrón de distribución según categoría de regeneración natural.....	52
Tabla 10 Correlación simple entre variable dependiente e independiente.....	53
Tabla 11 Modelos estimados de regresión	55
Tabla 12 Anova parámetros fisicoquímicos del suelo	86
Tabla 13 Anova de las categorías de regeneración	87
Tabla 14 Resultados de análisis de laboratorio	88
Tabla 15 Color del suelo identificado por la Tabla Munsell digital	90
Tabla 16 Caracterización de la regeneración natural de <i>C. pseudomangle</i> , primera evaluación.	91
Tabla 17 Caracterización de la regeneración natural de <i>C. pseudomangle</i> , segunda evaluación	92
Tabla 18 Correlación entre variables dependientes e independientes.....	93
Tabla 19 Correlación variables edafoclimáticas con altura (m) y diámetro (cm) de <i>Clusia pseudomangle</i>	95
Tabla 20 Regresión simple entre variables dependientes e independientes.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Plano de localización de la zona de estudio, bosque montano relicto sector Los Lanches - Chota.....	31
Figura 2 Mapa de distribución de parcelas en el bosque montano relicto sector Los Lanches, Chota.....	32
Figura 3 Distribución de parcelas	34
Figura 4 Diseño de parcelas de muestreo	36
Figura 5 Partículas granulométricas según profundidad del suelo	43
Figura 6 Diagrama de cajas simple de MO (%) por profundidad del suelo	44
Figura 7 Diagrama de cajas simple de densidad aparente (g/cm^3) por profundidad de suelo	45
Figura 8 Temperatura promedio ($^{\circ}\text{C}/\text{mes}$), precipitación (mm/mes) promedio por meses	47
Figura 9 Abundancia promedio por categoría de regeneración.....	49
Figura 10 Número de árboles/ha, según clase altimétrica (m)	50
Figura 11 Número de árboles/ha por clase diamétrica	51
Figura 12 Geoservidor Giovanni	98
Figura 13 Descarga de datos	98
Figura 14 Establecimiento del punto de muestreo.....	98
Figura 15 Profundidad del punto de muestreo igual a 40 cm	98
Figura 16 Toma de muestra para densidad de suelo a una profundidad de 20 cm - 30 cm.....	98
Figura 17 Bolsas ziplot para la recolección de muestras de suelo.....	98
Figura 18 Muestras de suelo para evaluar textura	98
Figura 19 Medición de la temperatura para determinar la textura del suelo	98
Figura 20 Medición de la densidad para determinar la textura del suelo	98

Figura 21 Medición del pH y conductividad eléctrica con el multiparámetro	98
Figura 22 Tabla Munsell.....	98
Figura 23 Instalación de la parcela de 20 m x 50 m	98
Figura 24 Señalización de las parcelas 2 m x 2 m.....	98
Figura 25 Medición de altura de <i>C. pseudomangle</i>	98
Figura 26 Medición de la circunferencia del cuello de la planta con vernier, primera evaluación	98
Figura 27 Medición de la velocidad del viento(anemómetro) y HR (termohigrómetro).....	98
Figura 28 Equipo de trabajo, primera evaluación.....	98
Figura 29 Regeneración de <i>C. pseudomangle</i> encima de las rocas	98
Figura 30 Regeneración de <i>C. pseudomangle</i> en el fuste de otros árboles.....	98
Figura 31 Evaluación de brizales, parcelas en abandono de 2 m x 2 m	98
Figura 32 Medición de la circunferencia del cuello de la planta con vernier, segunda evaluación	98
Figura 33 Evaluación de luminosidad (anemómetro).....	98
Figura 34 Equipo de trabajo, segunda evaluación	98

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha de muestreo de vegetación	84
Anexo 2 Ficha de muestreo de suelo	85
Anexo 3 ANOVA de parámetros fisicoquímicos del suelo.....	86
Anexo 4 ANOVA categorías de regeneración.....	87
Anexo 5 Resultados de laboratorio de suelos	88
Anexo 6 Resultados del color de suelo.....	89
Anexo 7 Evaluación en época húmeda y seca con respecto a la vegetación.....	90
Anexo 8 Correlación y regresión de las variables edafoclimáticas con abundancia de la categoría de regeneración	93
Anexo 9 Panel fotográfico	98

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el bosque montano Los Lanches a una altitud de 2 808 m.s.n.m. El objetivo fue determinar el efecto de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de *Clusia pseudomangle* en el bosque montano Los Lanches, Chota. Se establecieron 6 parcelas de 1000 m², donde se evaluó la regeneración constituida por brinzales, latizales, fustales y árboles maduros; asimismo, se evaluó el suelo a profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm y 20- 30 cm. Los datos climáticos se obtuvieron del servidor GIOVANNI. Se realizó, análisis de normalidad de Shapiro Wilk, análisis de varianza (ANOVA), análisis de correlación simple y de regresión simple, con el fin de inferir la influencia de las variables independientes en el crecimiento y abundancia de *C. pseudomangle*. Se registró variación significativa según profundidad de suelo en la arena, arcilla, MO y densidad aparente. Se registró una precipitación promedio de 60,369 mm/mes, T prom max 23,18°C/mes, T prom min 10,231°C/mes, T prom med 15,896°C/mes. Se registró correlación significativa entre la arena, arcilla, materia orgánica, conductividad eléctrica, luminosidad, temperatura y humedad relativa, con la abundancia de brinzales, latizales, fustales y árboles maduros. Así mismo, se evidenció regresión lineal buena entre el N° de árboles maduros y los indicadores de materia orgánica, densidad aparente, humedad relativa y temperatura. Se concluye que algunos factores edafoclimáticos como: arena, arcilla, materia orgánica, conductividad eléctrica, luminosidad, temperatura, humedad relativa y altitud ejercen influencia significativa en la abundancia de la regeneración natural de *C. pseudomangle*.

Palabras claves: Bosque, brinzales, latizales, fustales, suelo, clima, regeneración natural.

ABSTRACT

The present investigation was developed in the Los Lanches montane forest at an altitude of 2 808 m.s.n.m. The objective was to determine the effect of edaphoclimatic conditions on the natural regeneration of *Clusia pseudomangle* in the Los Lanches montane forest, Chota. Six plots of 1000 m² were established, where the regeneration consisting of seedlings, saplings, stems and mature trees was evaluated; Likewise, the soil was evaluated at depths of 0-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm. The climatic data was obtained from the GIOVANNI server. Shapiro Wilk's normality analysis, analysis of variance (ANOVA), simple correlation analysis, and simple regression analysis were performed in order to infer the influence of independent variables on the growth and abundance of *C. pseudomangle*. Significant variation was recorded according to soil depth in sand, clay, OM and bulk density. An average precipitation of 60,369 mm/month was recorded, T avg max 23.18°C/month, T avg min 10,231°C/month, T avg med 15,896°C/month. A significant correlation was recorded between sand, clay, organic matter, electrical conductivity, light, temperature, and relative humidity, with the abundance of seedlings, saplings, stems, and mature trees. Likewise, a good linear regression was evidenced between the number of mature trees and the indicators of organic matter, bulk density, relative humidity, and temperature. It is concluded that some edaphoclimatic factors such as: sand, clay, organic matter, electrical conductivity, luminosity, temperature, relative humidity and altitude have a significant influence on the abundance of natural regeneration of *C. pseudomangle*.

Keywords: Forest, seedlings, saplings, stems, soil, climate, natural regeneration.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Los bosques montanos son considerados como hábitat de alto endemismo debido a la variabilidad de suelos, topografía y climas, en donde podemos encontrar el género endémico *Clusia* (Cuesta et al.,2009), sin embargo, la transformación del bosque en tierras de cultivo y pastoreo, así como la introducción prolongada del ganado al interior del bosque montano están originando cambios irreversibles en los ecosistemas, dificultando la regeneración y sucesión vegetal (Maldonado, 2019).

El suelo de los bosques montanos tienden hacer ácidos y presentan una capa gruesa de hojarasca provocando una baja asimilación de los nutrientes por las plántulas en fase inicial de regeneración (Chacón et al.,2003), sumándose otros factores abióticos limitantes de la regeneración natural como la baja radiación solar, precipitación y humedad, que traen como consecuencia un crecimiento lento de las plantas (Pina, 2017).

El ciclo vital de las plantas está determinado por procesos de desarrollo que van desde la producción, dispersión de semillas, germinación y el reclutamiento de plántulas, procesos importantes en la distribución espacial y dinámica de las poblaciones de plantas (Nathan & Muller-Landau, 2000). Además, la producción de semillas está influenciada por el clima, y el crecimiento en altura y diámetro es favorecido por condiciones adecuadas de temperatura y precipitación (Gómez et al., 2016).

Clusia pseudomangle Planch & Triana, es una especie característica de los bosques montanos (Alva et al., 2020), cuyas poblaciones naturales están siendo disminuidas por el avance de la degradación. En este contexto, es fundamental generar información sobre el proceso de

regeneración de la especie para contribuir al desarrollo de proyectos de regeneración/restauración de los bosques montanos (Nathan & Muller-Landau, 2000; Wang & Smith, 2002).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ✓ ¿Cuál es el efecto de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de *C. pseudomangle*, en el bosque montano Los Lanches, Chota?

1.2.2. Problemas específicos

- ✓ ¿Qué características presenta los suelos donde se desarrolla la especie *C. pseudomangle*, en el bosque montano Los Lanches, Chota?
- ✓ ¿Qué condiciones presentan los factores climáticos en las que crece y se desarrolla la especie *C. pseudomangle*, en el bosque montano Los Lanches, Chota?

1.3. Justificación

Las alteraciones en el crecimiento de una especie son producto de las características del suelo, clima y vegetación (fitosociología), que hacen posible la regeneración natural y por ende una restauración ecológica más eficiente (Holl et al., 2000). Por lo que es esencial originar los conocimientos o soportes científicos sobre la composición de la regeneración natural de especies que son consideradas claves en un ecosistema (Muñoz, 2017).

La familia Clusiaceae está constituida por 21 géneros y 137 especies, es una familia de plantas importantes en el Perú (León & Tx, 2006). En el bosque montano las Palmas de Chota, se tiene registrado *Clusia pseudomangle* Planch & Triana, distinguida en la jurisdicción como lalush que se caracteriza por su uso maderable, postes, cerco vivo y para el restablecimiento de áreas

degradadas (Medina, 2013). En ese sentido, es necesario fomentar labores de investigación para eludir o aminorar la susceptibilidad de la especie con fines de priorizar la regeneración natural y de esa manera recuperar ecosistemas degradados. La presente investigación busca entender la relación de los factores edafoclimáticos en la regeneración de *C. pseudomangle* Planch & Triana, en el bosque montano los Lanches-Chota.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- ✓ Determinar el efecto de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de *Clusia pseudomangle*, en el bosque montano Los Lanches, Chota.

1.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar las características fisicoquímicas del suelo de las áreas de regeneración de *Clusia pseudomangle*, en el bosque montano Los Lanches, Chota.
- ✓ Determinar las características climáticas de las áreas de regeneración de *Clusia pseudomangle*, en el bosque montano Los Lanches, Chota.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel internacional

Muñoz (2022) planteó como objetivo caracterizar los parámetros poblacionales de tres especies arbóreas dentro del área de bosque andino, en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” Loja-Ecuador. Se fijaron 24 parcelas provisionales de 400 m², para la evaluación de árboles de *Siparuna muricata*, *Clusia aff. alata* y *Hedyosmum scabrum*, además se instaló parcelas de 4 m² y 25 m² para estimar las categorías de regeneración; para ello se determinó la disposición espacial, densidad poblacional, abundancia y estructura en relación a condicione diamétricas; la estructura diamétrica mostró similitud en *C. aff. alata* y *H. scabrum* mayor al 85 % de individuos abundante en la clase diamétrica primera y *S. muricata* está repartida en tres clases diamétricas. En la densidad poblacional tenemos *C. aff. alata* 48 individuos/ha, *H. scabrum* 19 individuos/ha y *S. muricata* 28 individuos/ha; En la distribución espacial tenemos *S. muricata*, *H. scabrum* es aleatoria a *C. aff. alata*. En abundancia regenerativa es considerada buena para *S. muricata* con alta cantidad en brinzales, mientras que *H. scabrum*, *C. aff. alata* con gran representatividad de abundancia en latizales. El estudio de las 3 especies dio a conocer que las poblaciones arbóreas pueden tener variación geográficamente dentro de un área.

Liu et al. (2020) establecieron como objetivo identificar los patrones de regeneración de plántulas de *D. pectinatum*, formación y sus impulsores clave para ello establecieron 204 parcelas en la isla de Hainan-China. Examinaron las variaciones en la composición plántula/adulto, densidad y riqueza a lo largo de escalas locales, gradiente de elevación y analizaron las relaciones entre las variables bióticas, abióticas y regeneración de plántulas. Múltiples factores ambientales como (dosel, densidad, elevación, pendiente, nitrógeno y MO del suelo), también mostraron

correlaciones significativas con la densidad y riqueza de plántulas. Tanto los factores bióticos como los abióticos es factible que alteren la perduración tanto en el desarrollo y crecimiento de las plantas en sus primeros ciclos de vida. Concluyeron que los bosques cerrados con densidades moderadas en áreas de baja elevación, y sin la interferencia humana esto ayudaría a optimizar las estructuras de las comunidades boscosas; sin embargo, para las áreas de gran altitud y bosques de alta densidad, se necesitan raleos apropiados, claros abiertos para mejorar el ambiente con luminosidad, favoreciendo la regeneración natural de *D. pectinatum*.

Vefago et al. (2019) explican la variación en la dinámica del componente regenerativo de los bosques de araucaria en el sur de Brasil. Evaluó el efecto del clima, la luz, la estructura de los componentes de los árboles y las perturbaciones antropogénicas en la regeneración natural de diferentes especies; esto se realizó en seis fragmentos diferentes en remanentes forestales en parcelas permanentes de dos años después del primer inventario. Registraron una tasa de reclutamiento $21 \% \text{ año}^{-1}$ más alta que la tasa de mortalidad $13 \% \text{ año}^{-1}$, la dinámica patrón del fragmento con mayor presencia de ganado se destacó por el intenso aumento de altura de especies en regeneración causadas por la presencia de especies de rápido crecimiento y demandantes de luz.

Pulido & Burgos (2016) encontraron que la segmentación de los bosques tropicales en Boyacá-Colombia, aumenta la dimensión de los extremos de tal modo que genera gradientes micro ambientales entre áreas de una misma fracción; luego del transcurso de fragmentación, la germinación y el reclutamiento, son frágiles e importantes para la instalación de poblaciones arbóreas. En esta investigación se estimó la repercusión del interior y los bordes de un parte de bosque tropical sobre el reclutamiento y germinación de *Clusia* spp.; en ocho transectos al borde e interior de un fragmento. Al interior del fragmento se halló mayor reclutamiento y germinación

con respecto al borde; estos resultados son principalmente por la luminosidad que existe en el borde, ocasionado por la caída de árboles a consecuencia del viento, baja densidad del dosel y por poseer gran cantidad de nutrientes por ser una zona de amortiguamiento.

Pérez et al. (2013) evaluaron los factores abióticos y bióticos que articulan la sucesión de la regeneración en cada periodo del ciclo, así como sus diferentes interrelaciones, mediante el monitoreo de semillas, dispersión, depredación, germinación hasta el asentamiento de plantas en sus primeros ciclos de vida. Los resultados mostraron que las variables ambientales como la luminosidad, humedad relativa y temperatura logran activar o retardar el florecimiento en las plantas, además los cambios en las condiciones micro climáticas ocasionan elevados niveles de mortandad en plántulas, lo que reduce su colonización.

Pérez (2007) planteó como objetivo el estudio de la capacidad regenerativa de las especies leñosas que dominan el dosel de un bosque típicamente mediterráneo (dentro del Parque Natural Los Alcornocales en Alicate-España), apreciando los factores que condicionan la prosperidad durante los primeros ciclos de vida; estimo análogamente la reacción a distintos factores tanto ambientales y bióticos de las especies que prevalecen durante la fase inicial de plántula, desde la obtención de semillas hasta el asentamiento de brinzales; además demostró que las condiciones edafoclimáticas desempeñan importantes funciones en la regeneración natural, como en la luminosidad a nivel del sotobosque, disponibilidad hídrica, acidez, fertilidad y espesor de la hojarasca, estos y muchos más factores influyen en las primeras fases del ciclo de regeneración de las plantas. Ponen de manifiesto los distintos requerimientos de las especies predominantes y recomiendan la presencia de nichos de regeneración propio para cada una de ellas.

2.1.2. A nivel nacional

Monteverde (2021) evaluó regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” en un bosque premontano de la selva central del Perú, provincia de Satipo, departamento Junín. Se eligieron tres árboles padres de *C. cateniformis* y se evaluó su regeneración en parcelas rectangulares de 2 m x 25 m en forma de aspa y tomando como centro del árbol padre en un radio de 25 m en su contorno; en cuanto a tornillo se registraron 2 brinzales, además se inventario 20 especies diferentes de latizales, *Parkia multijugacon*, *Pseudosenefeldera inclinat* y *Pourouma minor*. Este efecto es por la presencia de diferentes factores, como la competencia interespecífica, la alta tasa de mortandad en brinzales de tornillo, luminosidad, tipo de dispersión y presencia de predadores de semillas. En conclusión, ciertos latizales como *Caryocar glabrum* y *Virola sp.* son especies acompañantes del *C. cateniformis*.

Fernández (2019) investigó diez árboles maduros de *Weinmannia lechleriana* Engl, con respecto a su regeneración natural; en el bosque montano del sector San Alberto (Parque Nacional Yanachaga-Chemillén) Pasco-Perú. Se ubicaron cuatro transectos de 20 m; se hallaron 276 individuos en torno a los diez árboles padres; correspondiendo a brinzales el 57,2 %, latizal el 40,9 % y fustales el 1,8 %. La regeneración natural promedio es de 27 individuos por cada árbol evaluado. La alta densidad de regeneración lo hallamos en un rango de 3 m a 6 m en torno del árbol maduro, al aumentar la distancia esto disminuye la cantidad de individuos. En ladera encontraron gran cantidad de abundancia de individuos de *W. lechleriana* en franjas Oeste, en cambio existe una probabilidad del asentamiento de fustales que demanden de condiciones de luminosidad. En conclusión, se sugiere efectuar estudios relacionados a los efectos de las variables ambientales como velocidad del viento, luminosidad, humedad relativa, como también la topografía para ver su efecto en la regeneración natural.

Canales et al. (2013) evaluó a la *Uncaria tomentosa* en el Bosque Nacional Alexander Von Humboldt, provincia de Puerto Inca, Regiones Huánuco y Ucayali; su objetivo fue evaluar los factores abióticos, exactamente iluminación, ya que condiciona la regeneración natural de *U. tomentosa*. Se llevó a cabo en 6 tipos de bosques primarios intervenidos y tipificados por la abertura del dosel superior, dentro de ello se fijaron parcelas semipermanentes, se midieron variables fisiológicas de *U. tomentosa*. Se encontró un promedio de 900 individuos/ha de regeneración natural con buenas condiciones; con respecto a la altura, se encontró 430 individuos mayores a 2 m, 202 individuos de 150 cm - 210 cm, 89 individuos de 90 cm - 150 cm, 211 individuos de 30 cm - 90 cm. La iluminación del sotobosque se determinó, tomando 10 Carreteras Secundarias con Orientación Este-Oeste, Oeste- Norte y Norte-Sur, la apertura de las vías están en un rango de 1– 5 años. En conclusión, si las vías son más jóvenes, entonces la apertura del dosel es mayor y se incrementa la luminosidad en sotobosque, este factor ayuda a las plantas en alcanzar máximas alturas, ya que las plantas pueden desarrollar sus procesos fisiológicos adecuadamente.

Trigoso (2011) realizó una investigación en el bosque de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana Iquitos-Nauta, su objetivo fue instalar parcelas permanentes para medir la regeneración natural de las especies arbóreas. Se instalaron 300 parcelas de 10 m x 10 m, donde se registraron altura, DAP, estructura vertical y horizontal. La abundancia en las diferentes categorías es de: 4015,99 brinzales/ha, 808 fustales/ha y 1221 ,33 latizales/ha; se presenció gran diversidad arbórea, registrándose 99 especies de 35 familias. En árboles tenemos Malvaceae con 222,7 árboles/ha, Fabaceae con 214,7 árboles/ha y junto a la familia clusiaceae compone el promedio del índice de valor de interés.

2.1.3. A nivel regional

Díaz (2019) Evaluó rodales de *Polylepis multijuga*, en relictos de bosques montanos, del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc, su objetivo fue caracterizar la composición florística, cobertura y regeneración natural de *P. multijuga*. Con respecto a la abundancia en regeneración natural se instalaron cuatro parcelas de 2 m x 2 m para brinzales, 5 m x 5 m para latizales y 10m x 10 m para la categoría de fustales; además se instalaron cuatro parcelas de 500 m², para composición florística, esto se instaló en áreas sin intervención de la mano del hombre, tomando datos de las especies leñosas mayores a 5 cm de DAP. Se logró determinar 478.89 ha de cobertura de *P. multijuga* que cubren los rodales, representando el 4.52 % del espacio distrital; con respecto a la flora acompañante en los rodales de *P. multijuga*, está constituida por 47 especies, distribuidas en 23 familias y 35 géneros, las familias más abundantes son: *Asteraceae*, *Solanaceae*, *Melastomataceae*, *Clusiaceae*. En cuanto a la abundancia de *P. multijuga*, en la P1 se encontró 8 individuos en la categoría fustal, P2 con 12 individuos fustales, P3 con 5 brinzales y 4 fustales y P4 con 5 latizales y fustales, datos se debe al pastoreo que se desarrolla en la zona. En conclusión, la categoría más abundante es fustal, en tanto latizal y brinzal son pocos frecuente en regeneración natural.

Villón (2017) evaluó al *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. Para entender su regeneración natural en el bosque seco de Jaén-Cajamarca; su objetivo fue determinar la dispersión de las semillas para observar la regeneración natural alrededor del árbol maduro y de esta forma estimar la calidad y cantidad; la evaluación se realizó debajo del árbol maduro, para eso en cada sector se llevó a cabo un inventario al 100 % de individuos de *A. polyneuron*; tres árboles fueron seleccionados al azar en cada sector, efectuando seis árboles maduros en su totalidad de la evaluación. Establecieron dos parcelas de 100 m² para cada árbol padre, alcanzando una suma de

doce parcelas. Se cálculo una media de 33 individuos/ha, además la categoría de regeneración natural en brinzales es de 20,5, latizales 10,5 y fustales 2; concluyendo que en el sector el Pongo la disposición de *A. polyneuron*, es superior al sector Uña de Gato, por motivo que en este lugar está forzado por la ganadería y la agricultura.

Ermes (2017) evaluó especies de roble en el Bosque Nublado de Montesecco, distrito de Catache, provincia de Santa Cruz; su objetivo fue reconocer y clasificar taxonómicamente las especies de roble que se encuentran en dicho lugar; evaluó regeneración natural como también índices ecológicos, con el fin de comparar resultados en bosque perturbado y bosque no intervenido. Tres tratamientos se incorporaron en bosque perturbado con 15, 10 y 5 años de regeneración natural y para el bosque no intervenido tenemos el testigo; para cada uno de los tratamientos se instaló tres parcelas de 400 m², se evaluó sanidad, DAP, abundancia de individuos, altura y existencia de ganado. Se clasifico e identifico tres especies de roble como son: *Ocotea* sp., *Beilschmiedia sulcata*, *Nectandra lineatifolia*; en cuanto a la regeneración natural la especie más regenerada es *B. sulcata* con 55.9 % en bosque perturbado de 15 años, con un promedio alto en abundancia de 2317 individuos/ha ; se observó que los bosques de 10 y 5 son los más intervenidos por la humanidad, teniendo una menor abundancia regenerativa , propiciada por la presencia de ganado y la transformación de tierras para cultivos; en cuanto a bosques no intervenidos la abundancia de *N. lineatifolia* , es similar y en algunos casos bajo a la abundancia que presenta los de bosques perturbados en sus tres tratamientos.

2.1.4. A nivel local

Peralta (2021) planteó como objetivo diagnosticar el carbono acumulado en la biomasa aérea del bosque montano Los Lanches-Chota; estableció siete parcelas de forma orbicular de 0,1 hectáreas, en ello se evaluó la dasometría de toda la zona leñosa. Se registró 833 árboles dispersos

en 33 especies y 27 familias, registrándose 53 individuos de *C. pseudomangle*. Entre las especies abundantes tenemos a *W. elliptica*, *H. scabrum* y *C. peruviana*. Las familias Myrtaceae, Cunoniaceae, Melastomataceae y Lauraceae acumulan un 63 % de carbono representando el 52,82 t C/ha en dicha zona de estudio; las especies *C. peruviana*, *Meliosma* sp, *N. lineatifolia*, *A. nítida* y *W. elliptica* almacenan el 62% representando el 52,25 t C/ha y en *C. pseudomangle* se registró un 8,44 t C/ha.

Rufasto (2021) planteó como objetivo analizar la calidad de sitio de *Cinchona* sp., en el bosque montano La Palma, Chota. En un terreno de 500 m² se instalaron cuatro parcelas, se calculó la CAP y altura total; recolectando al mismo tiempo muestras de suelo, se realizó el test de Duncan para relacionar las diversas condiciones de sitio, además se realizó un análisis de varianza, se efectuó regresión lineal, múltiple como también correlaciones, para interpretar la conexión de las variables edáficas y climáticas con altura de árboles. Se concluyó que no existe diferencias significativas entre alturas de los árboles de *Cinchona* sp. evaluados, por lo tanto, se precisó la efectividad de una sola calidad de sitio para árboles de *Cinchona* sp. en la zona estudiada.

Burga et al. (2020) caracterizaron la composición florística del bosque montano relicto sector los Lanches La Palma -Chota, distinguieron treinta especies divididos en veintisiete géneros y veintitrés familias; la estructura horizontal por categoría diamétricas mostró una línea predispuesta a una (j) invertida. El indicador de importancia fue elevado, registrándose para *C. pseudomangle* un valor de 4,21 %, *Nectandra lineatifolia* 6,03 %, *Cyathea caracasana* 8,44 %, *Hedysomum scabrum* 10,27 % y *Weinmannia elliptica* 16,63 %; y la división perpendicular en jerarquía de altura mostró una inclinación hacia una (j) invertida, donde en las 4 zonas se encuentra el 20 % de especies; convicciones fitosociológicas muestran valores elevados en *C. pseudomangle*

25,2 %, *C. caracasana* 69,8 %, *W. elliptica* 69,8 % y *H. scabrum* 98,6%. Las especies más sobresalientes en regeneración natural son *P. amethystina* 14,77% y *H. scabrum* 27,79%.

Burga (2019) su investigación lo realizó en el caserío La Palma, distrito de Chadín, Chota, con el objetivo de diagnosticar la capacidad de carbono orgánico en el suelo, por lo tanto, se cogieron pruebas de suelo a profundidades de 0 – 10 cm, 10 – 20 cm y 20 – 30 cm de un bosque natural (primario y secundario), estas muestras fueron utilizadas para encontrar el color del suelo, densidad aparente y carbono orgánico. En la profundidad de 0 - 10 cm, correspondiente al bosque primario la capacidad de carbono es de 37,22 t /ha, de 10 - 20 cm profundidad tenemos el 47,13 t /ha y de 20 - 30 cm profundidad se obtuvo 49,22 t / ha; el bosque secundario su capacidad de retención de carbono orgánico es de 20 cm - 30 cm 29,50 t /ha, de 10 cm - 20 cm 37,12 t /ha y de 0 cm - 10 cm fue de 39,23 t /ha. En conclusión, el que acumula altas capacidades de carbono orgánico en los 30 cm de hondura es el bosque primario.

2.2. Bases teórico - científicas

2.2.1. Bosque montano

Cuesta et al. (2009) sostienen que son ecosistemas donde radica el endemismo de especies y presenta una alta biodiversidad, siendo primordiales en el abastecimiento de servicios ecosistémicos ante todo de provisión, regulación y soporte; estos son denominados bosques andinos, bosques montanos y bosques montanos de los Andes tropicales, están siendo altamente degradados y deforestados por la intervención de la mano del hombre.

2.2.2. Regeneración natural

Regeneración natural es un proceso ecológico donde se lleva a cabo las primeras fases del establecimiento y crecimiento de las plantas; esto permite la preservación, mantenimiento,

protección y uso sostenible (Gutiérrez & Rodríguez, 2019). Además la regeneración y el análisis de poblaciones boscosas establecen los pilares para comprender la dinámica de las áreas arboleadas Muñoz (2022). Explorar regeneración natural facilita una mejor comprensión de los mecanismos de asamblea comunitaria y formación de biodiversidad (Liu et al., 2020).

2.2.3. Género *Clusia*

Presenta dos tipos de fotosíntesis la común C3 y el metabolismo ácido de las crasuláceas CAM, que está asociado con la forma de vida, pero sobre todo con las condiciones ambientales como la reserva de agua, luminosidad, los regímenes de temperatura día - noche y la cantidad de nutrientes (Vargas & Andrade, 2006).

2.2.4. *Clusia pseudomangle* Planch & Triana

Conocida comúnmente como “lalush”, se encuentra como constituyente de zonas intervenidas, en áreas de bosques relictos montanos, bosque secundarios lentos (Medina, 2013).

2.2.5. Características edafológicas

Las características edáficas están vinculadas con vegetación ya que la ausencia de vegetación provocará erosión de suelos, además de la topografía, clima, las actividades antrópicas, pH, MO, textura, CIC, contenido de macro y micro nutrientes (Cruz et al., 2012).

2.2.6. El color de suelo

La coloración del suelo en bosques, se determina por especímenes secos y húmedos, donde las pruebas secas mantienen los poros llenos de aire, el cual no asimila la claridad mientras que las húmedas son más opacas debido a la capacidad de retención de agua la cual asimilan una alta claridad; el constituyente del carbono orgánico está vinculado a la coloración del suelo, donde los colores más oscuros están en los primeros cm de profundidad y los más claros se encuentran a mayor profundidad (Burga, 2019). El color del suelo se establece por especímenes secos y

húmedos, esto se debe a que una muestra seca succiona menos radiación y la húmeda capta una alta porción de radiación (Mendoza & Espinoza, 2017).

2.2.7. Características climáticas

SENAMHI (2013) indican que los rasgos climáticos se dan naturalmente por la variabilidad climática del lugar; es primordial originar proyecciones territoriales con respecto al ambiente, para ser experimentado en distintos aspectos vulnerables y de impacto, por lo que es primordial generar estudios climáticos vigentes y fidedignos para ser de utilidad como cimiento para venideros escenarios climáticos, teniendo en cuenta los atributos geográficos de la zona.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Especie

Moreno & Escante (2001) indican que especie es el conjunto de individuos que comparten adaptaciones fisiológicas y ecológicas capaces de reproducirse.

2.3.2. Parcela

Londoño et al. (2022) afirman, es un delimitada área o unidad ejemplar que se establece para diversos fines.

2.3.3. Temperatura

Lopez & Moyon (2011) indican que la temperatura es un atributo abiótico esencial, para percatarse si varios cuerpos se encuentran equilibrados o no térmicamente, teniendo como unidad de medida a los °C.

2.3.4. Precipitación

En meteorología son todas las manifestaciones de descenso de agua de la atmósfera que caen sobre la tierra de manera de nieve, granizo, lluvia (García & Durán, 2023).

2.3.5. Suelo

Castillo et al. (2021) indican que es un componente o ser oriundo estructurado, intercedido por los factores abióticos y bióticos, cumpliendo labores primordiales en el equilibrio de ecosistemas, modificando su estructura y adquiriendo la mineralización de roca madre, este proceso se encuentra en constante cambio y evolución.

2.4. Hipótesis

H0 = Los factores edafoclimáticos no influyen en la regeneración natural de *C. pseudomangle*, en el bosque montano Los Lanches, Chota.

H1 = Los factores edafoclimáticos influyen en la regeneración natural de *C. pseudomangle*, en el bosque montano Los Lanches, Chota.

2.5. Operacionalización de variables

Variable dependiente está conformada por la regeneración natural de *C. pseudomangle* en la que encontramos: brinzales, latizales, fustales, árboles maduros y abundancia de cada uno de ellos; como variables independientes tenemos a variables edáficas conformadas por: textura, M.O, pH, color, densidad aparente y variables climáticas como son: precipitación, temperatura, luminosidad, velocidad del viento, humedad relativa.

Tabla 1*Variables e indicadores*

	Variables	Unidad de medida
Variable dependiente	Regeneración natural (Brinzales-Latizales- Fustales-Árboles maduros)- Abundancia	(cm)- (m)- (%)
	Variables edáficas	
Variables independientes	X1: Arena (%)	(%)
	X2: Limo (%)	(valor Log natural)
	X3: Arcilla (%)	(nm)
	X4: pH (valor Log natural)	(g/cm ³)
	X5: M.O (%)	
	X6: Color (nm)	
	X7: Densidad aparente (g/cm ³)	
	Variables climáticas	
	X8: Precipitación	(mm)
	X9: Temperatura	(°C)
	X10: Luminosidad	(Lx)
	X11: Velocidad del viento	(m/s)
X12: Humedad relativa	(%)	

Nota. Variables dependientes e independientes de la investigación.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

El actual estudio tiene una perspectiva cuantitativa debido a que se evaluó datos numéricos, con un tipo de estudio observacional con la finalidad de probar la hipótesis. Su nivel de investigación es correlacional pues tienen como propósito conocer la conexión o nivel de agrupación encontrándose entre dos o más criterios, categorías, variables o fenómenos en un ambiente peculiar (Hernández & Mendoza, 2018).

3.2. Diseño de investigación

El presente estudio tiene un patrón no experimental, pues los datos se colectaron únicamente en un instante, mostrando una posición transversal y los datos conseguidos no se pretende intervenir, sin cambiar las variables de utilidad (Hernández et al., 2010).

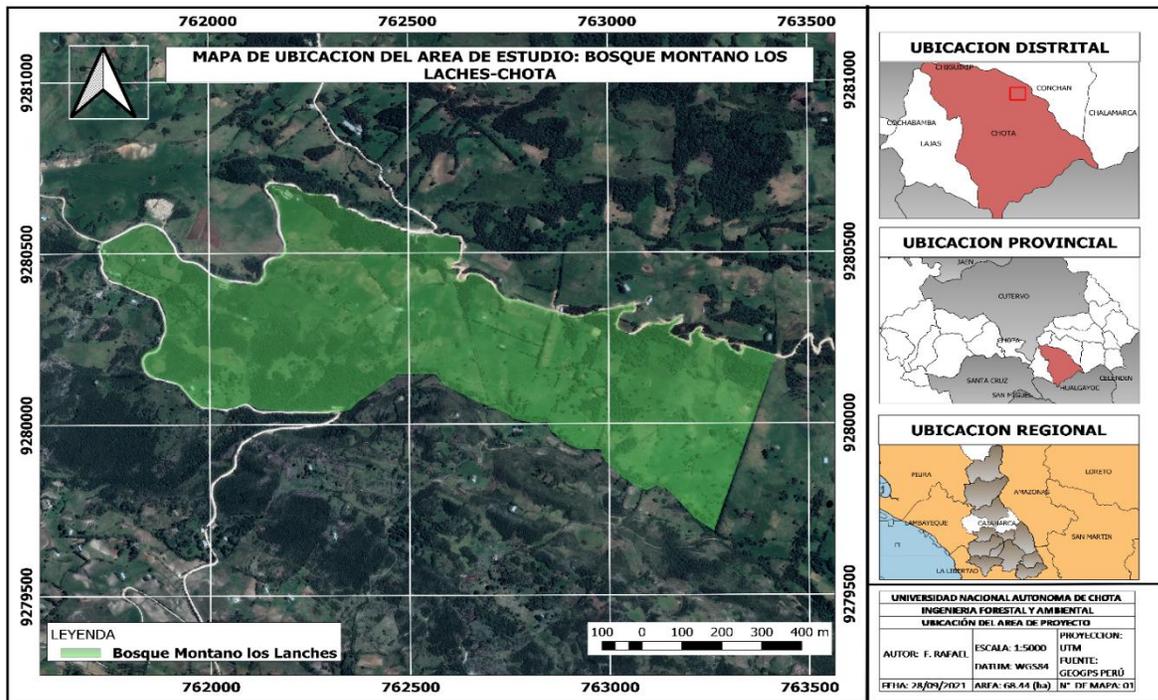
3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Ubicación

El estudio fue realizado el área del bosque relicto montano del sector Los Lanches, que se sitúa en la provincia y distrito de Chota departamento Cajamarca, el área de estudio forma parte del bosque húmedo - Montano Bajo Tropical (bh-MBT), con una elevación promedio de 2155 - 3206 m.s.n.m (Vasquez, 2011). Ubicado al sur del distrito de Conchán provincia de Chota, departamento de Cajamarca, además este hábitat es perteneciente a la cabecera de la microcuenca del río Doñana (Burga et al., 2021); además, por dicha área pasa un río llamado Chuspimayo y con respecto a los suelos son franco arcilloso arenoso, elevadas pendientes y presenta una roca madre caliza (Alva, et al., 2020; Burga et al., 2021).

Figura 1

Plano de localización de la zona de estudio, bosque montano relicto sector Los Lanches - Chota



Nota. El área del sector Los Lanches es de 68,44 ha, dentro de ello existen relictos dispersos que se georreferenciaron en la ejecución de la tesis.

3.3.2. Ubicación de las parcelas

En el bosque montano relicto sector Los Lanches se establecieron seis parcelas de evaluación (Figura 2), con una altitud máxima de 2 839 m.s.n.m. y mínima de 2 776 m.s.n.m.

Tabla 2

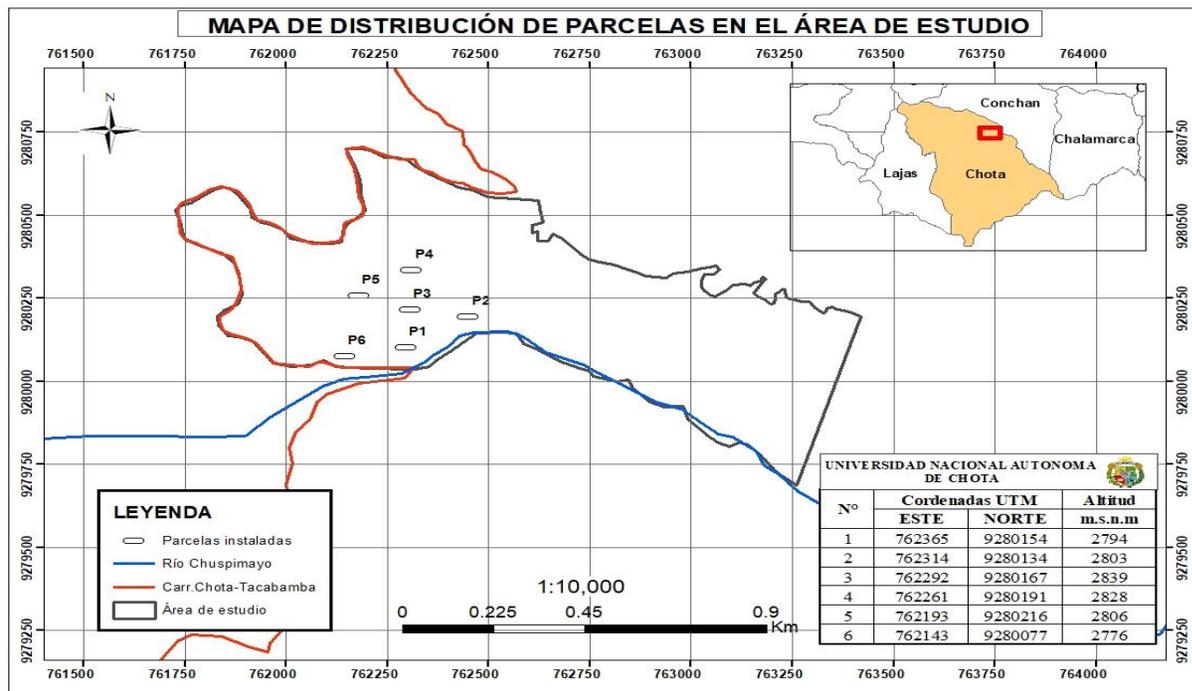
Coordenadas UTM de las parcelas establecidas en la zona de investigación

Parcelas	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)
P-1	762365	9280154	2794
P-2	762314	9280134	2803
P-3	762292	9280167	2839
P-4	762261	9280191	2828
P-5	762193	9280216	2806
P-6	762143	928007	2776

Nota. Área donde fueron instaladas las parcelas de evaluación.

Figura 2

Mapa de distribución de parcelas en el bosque montano relicto sector Los Lanches, Chota



Nota. La Figura 2 se muestra la distribución de las parcelas instaladas en el área de estudio.

3.3.3. Procedimiento

3.3.3.1. Datos de la vegetación

Se evaluó la vegetación, en cada una de las parcelas de estudio, donde se registró información de altura, diámetro y el número de individuos de brinzales, latizales, fustales y árboles maduros de *C. pseudomangle* (Tabla 3), en subparcelas de 2 m x 2m, 5 m x 5 m, 10 m x 10 m y 20 m x 20 m, respectivamente, siguiendo la recomendación de (Manta, 1988; Tello, 2016). Las parcelas fueron ubicadas por conveniencia, identificando primero un árbol maduro, cerca al cuál se ubicaron las parcelas. La evaluación de la vegetación se realizó en época húmeda y en época seca.

Tabla 3

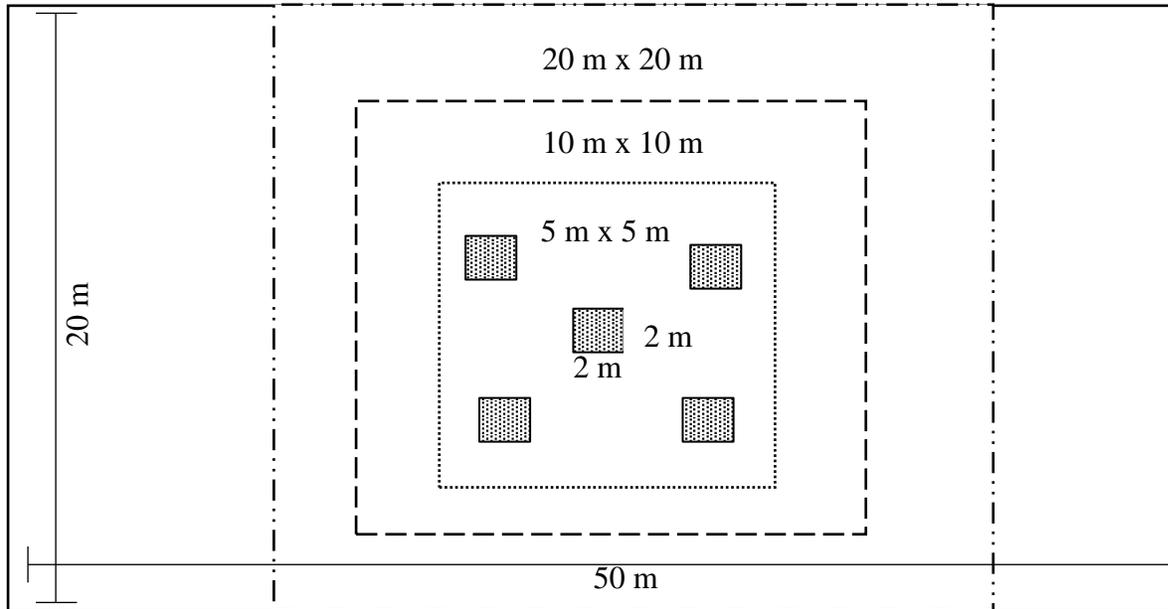
Clases de regeneración natural

Brinzales	:	Individuos de $0,3 \text{ m} \leq \text{altura} < 1,5 \text{ m}$
Latizal bajo A:	:	Individuos de $1,5 \text{ m} \leq \text{altura} < 3,0 \text{ m}$
Latizal bajo B:	:	Individuos de $3,0 \text{ m} \leq \text{altura} < 5,0 \text{ cm de DAP}$
Latizal alto	:	Individuos de $5,0 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 10 \text{ cm}$
Fustal	:	Individuos de $10 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 40 \text{ cm}$
Árboles maduros	:	Individuos con $\text{DAP} > 40 \text{ cm}$

Nota. La clasificación se basa en las clases propuestas por Barnard (1950), citado por Manta (1988)

Figura 3

Distribución de parcelas



Nota. Distribución de las subparcelas en las parcelas de 1000 m².

Además, se determinó los patrones de distribución, para brinzales, latizales, fustales y árboles maduros; utilizando el índice de Morisita ($I\delta$) (Sola et al., 2015).

$$I\delta = N \left[\frac{\sum ni(ni-1)}{n(n-1)} \right]$$

ni = número de individuos en la i -ésima parcela.

n = es el total de individuos en toda la parcela.

N = número total de parcelas.

Si el $I\delta = 1$ los individuos se dispersan aleatoriamente, $I\delta > 1$ el patrón espacial es agrupado y $I\delta < 1$ es uniforme. Luego se realizó la prueba F para determinar si el $I\delta$ es significativo.

$$F = \frac{I\delta(n-1) + N - n}{N - 1}$$

Si F calculado es mayor que F tabulado, entonces el índice de Morisita es significativo.

H_0 = La población no cambio su patrón de distribución

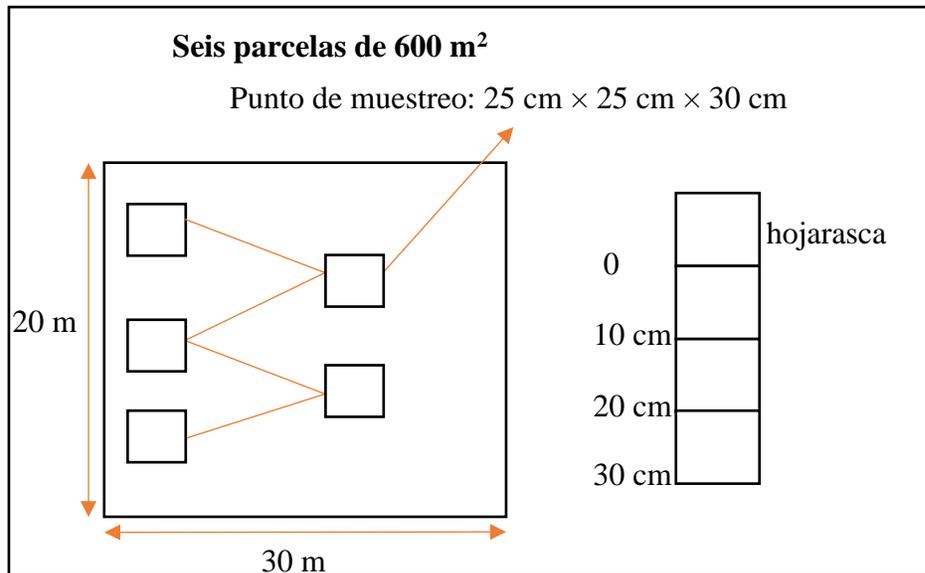
H_1 = La población ha cambiado su patrón de distribución

3.3.3.2. Evaluación de factores edáficos

Para suelo se siguió la metodología propuesta por Anderson & Ingram (1994), en cada parcela de evaluación se delimitó un área de 600 m², seleccionada al azar y ubicada en superficies homogéneas, teniendo en cuenta la pendiente, el tipo de suelo y exhibición a la luminosidad. En cada parcela se seleccionaron cinco submuestras, cada una, obtenida de un área de 25 cm de ancho x 25 cm de largo a una profundidad de 30 cm (Figura 3), distanciados entre si al menos en 5 m y distancias no mayores a 20 m en zig zag. Se evaluó el mantillo (hojarasca) y se separó el suelo considerando profundidades de 0 cm – 10 cm, 10 cm – 20 cm y 20 cm – 30 cm. Luego las submuestras fueron mezcladas y separadas por el método del cuarteo, obteniendo una muestra representativa de 500 g la que fue embalada y etiquetada en bolsas Ziploc para ser trabajadas en laboratorio. Con respecto a la hojarasca, se tomaron 3 muestras por parcela, obtenidas de un área de 15 cm de ancho x 15 cm de largo, con una daga se penetra alrededor del área marcada en el suelo y se sacó la capa orgánica, se midió la altura y se etiquetó para ser trabajado en el laboratorio (Sarango & Tenempaguay, 2020).

Figura 4

Diseño de parcelas de muestreo



Nota. Distribución de los puntos de muestreo en la parcela de 600 m².

3.3.3.3. Análisis de Laboratorio

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos del suelo se ejecutó por medio de los siguientes procedimientos: pH (Método del potenciómetro), color del suelo (con Tabla Munsell), densidad aparente (método del cilindro), textura de suelo (método de Bouyoucos), materia orgánica (método de la mufla). Los análisis de las muestras se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental.

3.3.3.4. Factores climáticos

Con respecto al clima, Montero (1999) considera que los factores atmosféricos influyen en el desarrollo y crecimiento de zonas boscosas, como son la temperatura y precipitación. Dichas variables fueron utilizadas en este estudio y se obtuvieron de la base de datos de GIOVANNI para la precipitación y (T. máx, T. min, T. med) gratuitamente a través del sitio web:

<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>

3.4. Población, muestra y muestreo

Población

Está constituido por la regeneración natural de *C. pseudomangle* del bosque montano Los Lanches, Chota.

Muestra

La muestra está constituida por la regeneración natural de seis parcelas de 0,1 hectáreas (Gentry, 1982), parcelas que se instalaron por conveniencia del investigador, para lo cual se realizó una exploración y se eligió áreas con existencia de ejemplares de *C. pseudomangle*, en el bosque montano Los Lanches, Chota. Las áreas de muestreo fueron elegidas considerando homogeneidad de cobertura vegetal y alteración antrópica y tiempo de abandono.

Muestreo

Suelo

Con respecto al suelo se delimitaron parcelas al azar en áreas con regeneración natural de *C. pseudomangle*, se tomaron los puntos de muestreo a diferentes profundidades como son: 0 cm -10 cm, 10 cm -20 cm, 20 cm- 30 cm, por cada parcela, además en cada parcela se seleccionaron cinco submuestras y fueron mezcladas y separadas por el método del cuarteo, obteniendo una muestra representativa de 500 g la que fue embalada y etiquetada en bolsas Ziploc para ser trabajadas en laboratorio; las parcelas de evaluación fueron seis de 600 m² cada una. Además, se tomaron 3 muestras por parcela, para evaluar hojarasca, de un área de 15 cm de ancho x 15 cm de largo, con una daga se penetró alrededor de dicha área y luego se retiró la muestra y se midió la altura de hojarasca, esto se realizó por cada parcela instalada.

Vegetación

La vegetación se evaluó en parcelas de 1000 m² siendo distribuidas al azar por conveniencia del investigador, por parcelas de muestreo se registró valores de diámetro, altura y la cantidad de individuos en subparcelas de 2 m x 2 m (brinzales), 5 m x 5 m (latizal), 10 m x 10 m (fustal) y 20 m x 20m (árboles maduros de *C. pseudomangle*), tomando como punto de referencia áreas donde se muestreó el suelo, además se realizó la evaluación en época húmeda y en época seca.

Cada parcela de evaluación se georreferenció con coordenadas geográficas UTM.

Factores climáticos

Con respecto a los factores climáticos se obtuvieron gratuitamente mediante la base de datos GIOVANNI (Figura 9) la precipitación promedio mm/mes de 10 años y la temperatura promedio T. máx °C/ mes, T. min °C/ mes, T. med °C/ mes de 12 años.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

Se utilizó la observación no experimental como técnica de recolección de datos, siendo esta generalmente usada en un estudio de enfoque cuantitativo y la más eficiente en la exploración descriptiva pues facilita recopilar datos de forma objetiva (Guevara et al., 2020).

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Ficha de muestreo de vegetación (Anexo 1), ficha de muestreo de suelos (Anexo 2), cuaderno de campo, reporte de Laboratorio, base de datos GIOVANNI (Satélite TRMM) disponible por la NASA, base de acceso libre que presenta información climática del mundo.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los valores obtenidos en el estudio se organizaron en hojas de cálculo. Se realizó un análisis de normalidad de Shapiro Wilk para conocer la forma de distribución de datos y definir el tipo de análisis a realizar. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA con nivel de significancia de 0,05) con el fin de evaluar diferencias estadísticas entre las medias de la regeneración de las parcelas de evaluación, utilizando el software IBM SPSS Statistics 25. Asimismo, se efectuó una indagación de correlación simple, exploración de regresión simple (para cada variable) y múltiple (juntando todas las variables) con el fin de inferir la influencia de las variables independientes en el crecimiento y abundancia de *C. pseudomangle*.

La presentación de datos se realizó considerando gráficos de dispersión, tablas y box plot, para el análisis e interpretación se compararon los resultados con otras investigaciones y bases teóricas científicas.

3.7. Aspectos éticos

La investigación se realizó manteniendo la ética profesional, mostrando datos verídicos, de acuerdo al método científico, con citas precisamente identificadas por sus autores principales, además la investigación se realizó causando el menor impacto posible al ambiente, no alterando la vegetación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

Se presentan los resultados de las características edafoclimáticas y regeneración natural muestreada del bosque montano Los Lanches, Chota.

4.1.1. Resultados descriptivos de la investigación

Se empleó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk Tabla 4, con un nivel de significación de 0,05. Se observa que las variables C.E, textura, M.O y densidad aparente del suelo tienen una distribución normal, pues el p valor es mayor a 0,05 por lo cual se aplicaron métodos paramétricos para su evaluación (ANOVA y prueba de medias de Tukey). Para el indicador pH del suelo, la distribución es distinta a la normal por lo tanto se aplicaron pruebas no paramétricas en su análisis (Kruskal Wallis y Bonferroni).

Tabla 4

Pruebas de normalidad, Shapiro-Wilk

Indicador	gl	Sig.
pH	18	0,002
CE	18	0,155
Arena	18	0,664
Limo	18	0,918
Arcilla	18	0,117
MO	18	0,148
Densidad aparente	18	0,578

Nota. El indicador pH es significativo por lo tanto se utilizaron pruebas no paramétricas; conductividad eléctrica, arena, limo, arcilla, materia orgánica y densidad aparente, tienen una distribución normal por lo que se aplicó métodos paramétricos.

Tabla 5*Media ± desviación estándar de los indicadores evaluados en el suelo*

Propiedad del suelo	Unidad de Medida	Profundidad			F	Sig.
		0 - 10	10 - 20	20 - 30		
pH*	adimensional	6,4±0,2	6,5±0,1	6,7±0,2		0,149
CE**	μS/cm	68,5±8,8a	65,3±11,9a	62,5±11,75a	0,075	0,928
Arena**	%	52,8±1,9a	42,4±2,0b	38,3±1,7b	15,029	0,000
Limo**	%	13,6±0,9a	13,7±0,7a	13,0±0,9a	0,173	0,842
Arcilla**	%	33,4±2,1b	43,8±1,8a	48,5±1,8a	15,611	0,000
MO**	%	41,9±3,2a	32,13±3,10ab	24,5±2,8b	8,193	0,004
Densidad**	g/cm ³	1,0±0,10b	1,4±0,1ab	1,6±0,1a	5,637	0,015

Nota. Letras iguales indica que no existe diferencia estadística significativa (nivel de significación 0,05).

** : prueba ANOVA (Anexo 3) y Tukey con un nivel de significación de 0,05.

* : prueba de Kruskal Wallis para muestras independientes con un nivel de significación de 0,05.

No son significativos la CE, limo y pH según profundidad. El pH en los primeros 20 cm se encuentra en un rango de clasificación ligeramente ácido y en profundidad de 20 cm – 30 cm se clasifica como suelo neutro; la CE se clasifica como libres a muy ligeramente afectados de exceso de sales y sodio, porque la CE es inferior a 4 dS/m. En tanto la arena, arcilla, MO y densidad son significativos con profundidad de suelo; Según los grupos texturales el suelo del bosque montano de Los Lanches es moderadamente fina (MF) por ser franco arcilloso arenoso en los primeros cm y fina (F) por ser arcilloso arenoso de 10 cm – 20 cm y 20 cm - 30 cm profundidades. Esta clasificación se realizó según el reglamento de tierras por capacidad de uso mayor.

4.1.2. Propiedades fisicoquímicas del suelo

4.1.2.1 pH

Los suelos de bosques montanos tienden a ser ácidos debido a la lixiviación de cationes alcalinizantes como calcio y magnesio, y la incorporación de la MO al suelo. Todas las áreas muestreadas exhiben un pH ligeramente ácido y neutro, de 0 cm – 10 cm (pH 6,4), 10 cm – 20 cm (pH 6,5) y de 20 cm-30 cm (pH 6,7).

La prueba de Kruskal Wallis indica que no existe significancia estadística (p-valor 0,149) entre profundidad de suelo.

4.1.2.2 Conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$)

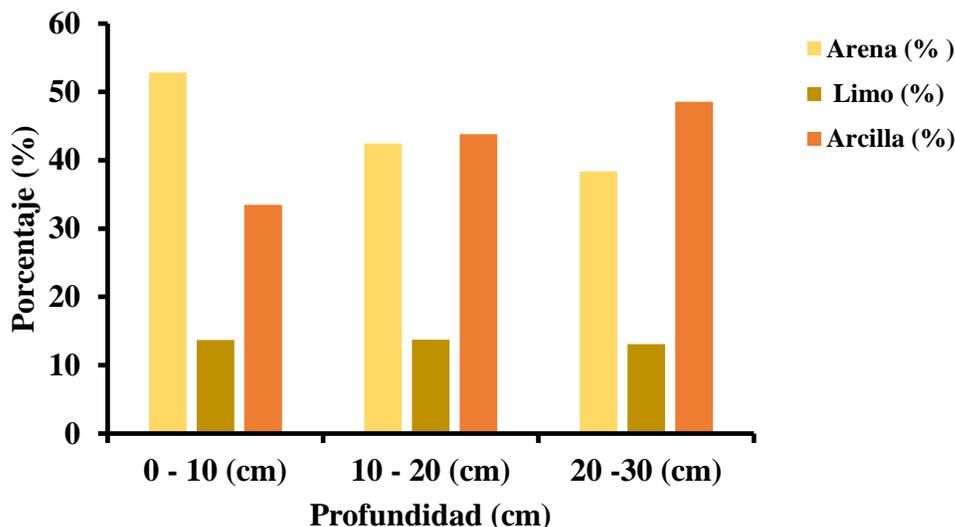
En los primeros cm la CE es alta y disminuye conforme se incrementa la profundidad; los valores obtenidos en la investigación se encuentran dentro de un rango de clasificación libres a muy ligeramente afectados de sales. La prueba ANOVA indica que no existe diferencia significativa (p – valor 0,928) o diferencias reales entre las profundidades de suelo.

4.1.2.3 Textura

Los suelos son predominantemente de textura Franco arcillo arenoso perteneciendo al grupo textural moderadamente fina (MF). Se registró variación en la textura del suelo según profundidad de evaluación.

Figura 5

Partículas granulométricas según profundidad del suelo



Nota. En orden descendente de mayor a menor porcentaje tenemos a la arena, arcilla y limo.

Arena

Se evidencia que existe diferencia significativa (p – valor 0,000) en relación a la profundidad del suelo, registrando un aumento de 10,4 % en los primeros centímetros y a medida que aumenta la profundidad de 10 cm- 20 cm disminuye 4,1 % en arena; perteneciendo las partículas al grupo textural grueso (G). El incremento de arena en los primeros centímetros se por procesos de meteorización de las rocas por procesos de viento, agua.

Limo

Se evidencia que no hay diferencia significativa (p – valor 0,842) en relación a la profundidad del suelo, registrándose un promedio de 13,4 % de limo en las diferentes profundidades con grupo textural medio (M).

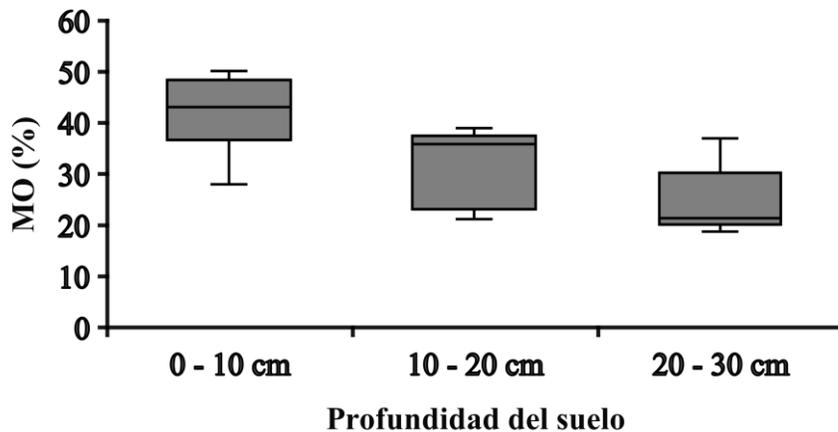
Arcilla

Si existe diferencia significativa (p – valor 0,000) en los contenidos de arcilla, en relación a la profundidad del suelo, registrándose una disminución en los primeros centímetros de 10,4 % y un aumento de 4,7 % en la profundidad de 20 cm-30 cm; perteneciendo las partículas al grupo textural fino (F). El incremento de arcilla, se da por proceso de iluviación, las partículas van siendo arrastradas a las capas más profundas del suelo por la precipitación.

4.1.2.4 Materia orgánica

Figura 6

Diagrama de cajas simple de MO (%) por profundidad del suelo



Nota. En los primeros cm de profundidad, tenemos un alto contenido de materia orgánica.

Los suelos estudiados según el RCTCUM (2022) se consideran como suelo con alto nivel de contenido en MO, pues están en el rango de 5,3 % – 10, 2 %.

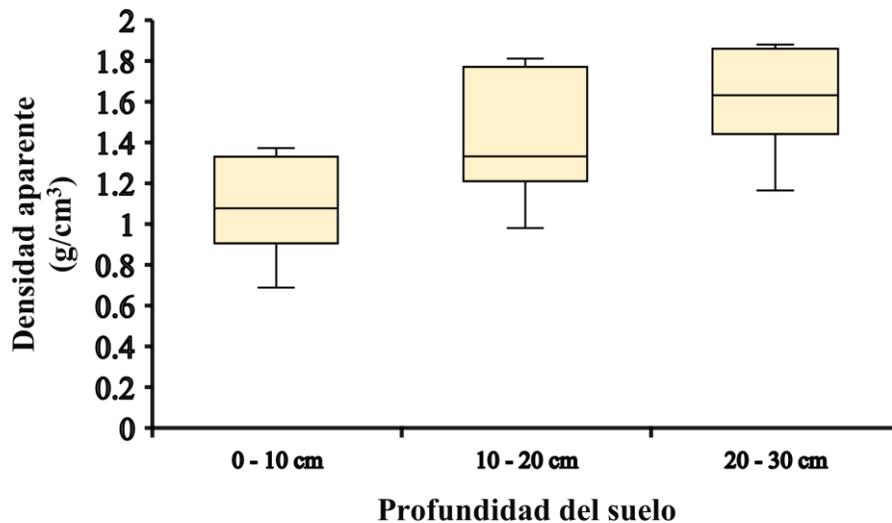
Si se registró diferencias estadísticas significativas pues el (p – valor 0,004) en los contenidos de MO, en relación a la profundidad del suelo. El porcentaje de M.O aumenta 9,77 % en los primeros centímetros de 0 cm - 10 cm y 7,63 % de 10 cm – 20 cm de profundidad.

Además, se observa que la posición de indagación en la capacidad de M.O siempre es mayor en los primeros 10 cm de profundidad, esto es por la existencia de mayor concentración de hojarasca, remanentes vegetales sobre el suelo.

4.1.2.5 Densidad aparente

Figura 7

Diagrama de cajas simple de densidad aparente (g/cm^3) por profundidad de suelo



Nota. A mayor profundidad la densidad aparente aumenta.

Si existe diferencia significativa (p – valor 0,015), en relación a la profundidad del suelo. La densidad disminuye 0,4 % en los primeros 10 cm de profundidad y aumenta 0,2 % de 20 cm – 30 cm de profundidad del suelo; la densidad en los primeros cm es baja por la presencia de MO, restos de vegetales y a medida que se incrementa la profundidad la densidad aumenta esto es por la compactación y el peso de las capas superiores del suelo.

4.1.2.6 Color del suelo

Referente al color del suelo, en el anexo 6 se observa que, en los primeros centímetros, el color característico es el pardo (oscuro, grisáceo, grisáceo muy oscuro,) esto es por efecto de la degradación de MO, ya que es procedente de la hojarasca y restos de vegetales, a medida que aumenta la profundidad tenemos al color amarillo, esto se debe al material arcilloso de los suelos.

4.1.2.7 Hojarasca

Tabla 6

Biomasa seca de hojarasca (t/ha) por parcela

Parcela	Espesor (cm)	Biomasa seca de hojarasca (t/ha)
P1	4,1	56,71
P2	4,93	51,89
P3	4,5	45,67
P4	3,5	48,37
P5	5,33	70,6
P6	4,5	63,04

Nota. Por parcela se recolectaron 3 muestras, en la tabla 6 se presentan datos promedio.

Se observa que en la P5 que la biomasa seca es 70,6 t/ha, con un espesor de 5,33 cm, seguidamente de la P6 con 63,04 t/ha de hojarasca con un espesor de 4,5 cm, en cambio la parcela con menor biomasa seca de hojarasca es P3 con un total de 45,67 t/ha.

4.1.3. Condiciones climáticas del área de estudio

Tabla 7

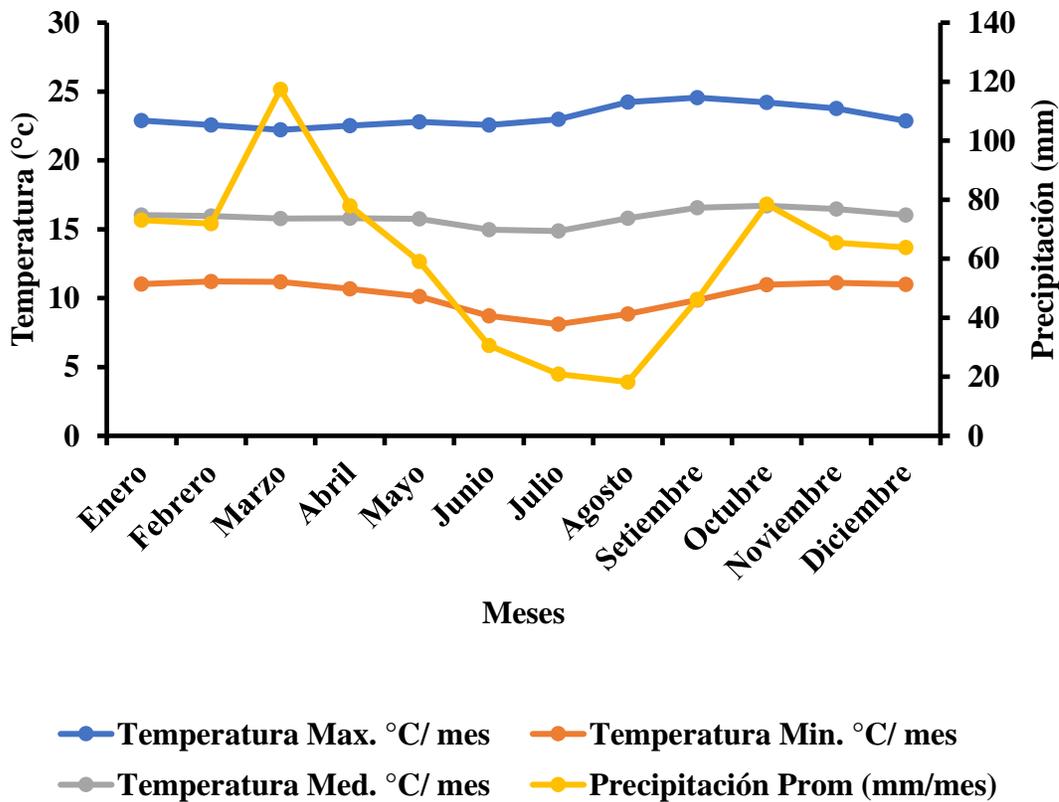
Precipitación promedio de 10 años y temperatura promedio de 12 años

Parcela	Precipitación prom mm/mes	Temperatura prom mín °C/ mes	Temperatura prom máx °C/ mes	Temperatura prom Med °C/mes
1	60,369	10,231	23,18	15,896

Nota. Datos obtenidos de la base de datos de GIOVANNI.

Figura 8

Temperatura promedio (°C/mes), precipitación (mm/mes) promedio por meses



Nota. Los meses más lluviosos son: enero, febrero, marzo y abril y los meses con baja precipitación son: mayo, junio, julio, agosto y setiembre; la T prom máx. se encuentra en los meses

de agosto, setiembre, octubre y noviembre; T prom min. entre los meses de junio, julio y agosto y T prom med. en los meses de junio y julio.

Los factores climáticos se obtuvieron gratuitamente mediante la base de datos GIOVANNI, la precipitación promedio de 10 años (2010-2019) es de 60,369 mm/mes y con respecto a la temperatura promedio 12 de años (2010- 2021), tenemos T. máx. 23,18 °C/ mes, T. min 10,231 °C/ mes, T. med 15,896 °C/ mes. Datos obtenidos de las coordenadas de la P3, no existen diferencias climáticas entre parcelas porque se encuentran en el mismo lugar de estudio.

4.1.4. Regeneración natural de *Clusia pseudomangle*

Se evaluó altura de árbol, CAP, diámetro y abundancia de los brinzales, latizales, fustales y árboles maduros de *C. pseudomangle* presentes en cada parcela, datos que se presentan en el anexo 7.

Tabla 8

Caracterización de la regeneración por parcela

Indicador (prom)	Unidades de Medida	Clasificación de regeneración			
		Brinzales	Latizales	Fustal	Árboles Maduros
Abundancia	Número	16	3	3	2
Altura	m	0,53	2	4,69	10,1
Diámetro	cm	1,13	5,98	15,42	44,13

Nota. Promedio por categorías de regeneración de las 6 parcelas evaluadas.

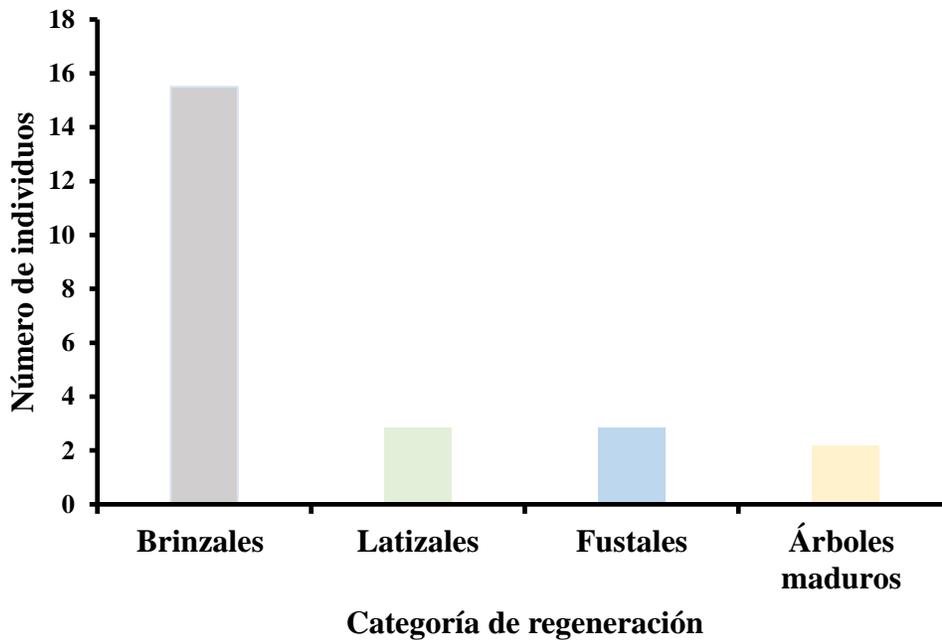
En la tabla 8 se observa los promedios de abundancia, altura y diámetro de la regeneración en las dos épocas de evaluación; el mayor número de individuos se encontró en brinzales con un promedio de 16, con mayor altura encontramos un promedio de 10,1m correspondiente a árboles

maduros y con mayor diámetro se tiene un promedio en árboles maduros con 44,13 cm seguido de fustales con 15,42 cm.

4.1.4.1 Abundancia

Figura 9

Abundancia promedio por categoría de regeneración



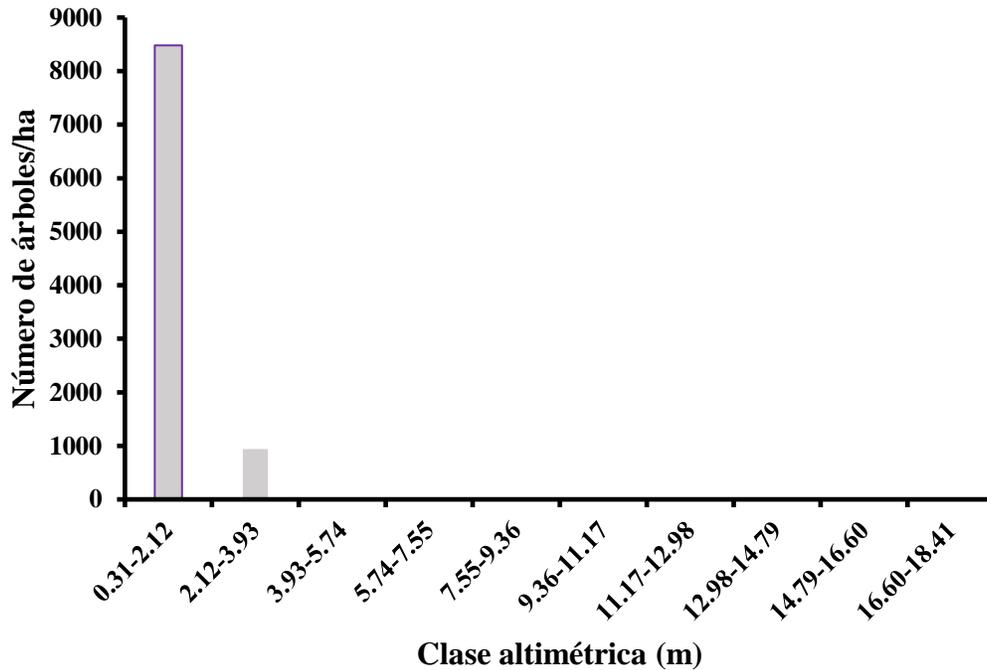
Nota. En brinzales encontramos mayor cantidad de individuos y la menor cantidad en árboles maduros.

Con respecto a la cantidad de individuos de brinzales la abundancia es alta y a medida que estos crecen por procesos de competencia interespecífica va disminuyendo la categoría de regeneración natural.

4.1.4.2 Altura

Figura 10

Número de árboles/ha, según clase altimétrica (m)



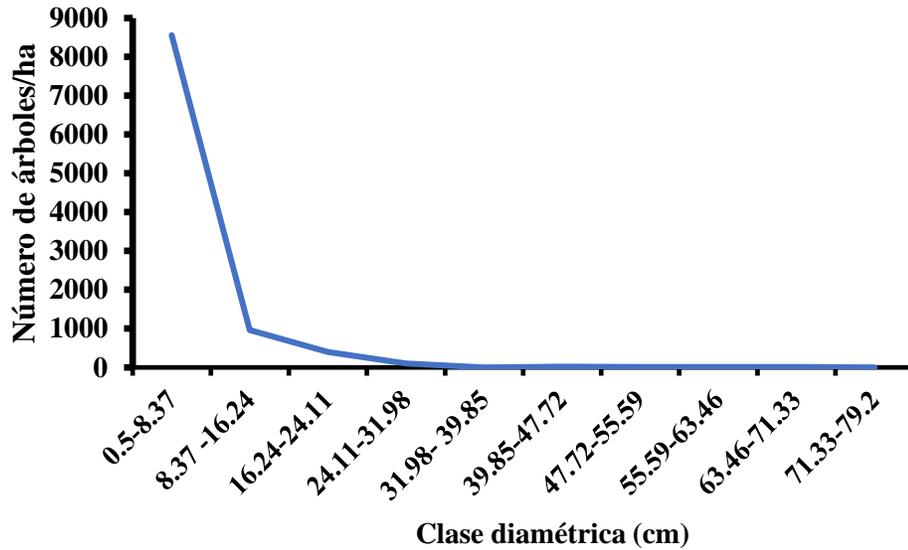
Nota. Se observa que, a menor clase altimétrica, existe mayor cantidad de árboles.

En el Bosque Relicto Montano Los Lanches, la clase altimétrica dominante es de 0,31 m - 3.93 m, con un total de 116 árboles, perteneciendo a las categorías de regeneración natural como: brinzales con 93 individuos, 17 latizales y 6 fustales.

4.1.4.3 Diámetro

Figura 11

Número de árboles/ha por clase diamétrica



Nota. Se observa una “j” invertida, típico de bosques tropicales.

En la figura 13, se evidencia una disposición a una “j” invertida, con una buena densidad de individuos jóvenes en proceso de desarrollo; y con forme aumenta la categoría de regeneración natural, disminuye equitativamente hacia las clases de mayor diámetro, perteneciendo a los árboles maduros.

La clase diamétrica dominante en el bosque Los Lanchos, es de 0,5 cm – 31.98 cm, con 124 individuos, perteneciendo a la categoría de brinzales con 91 individuos, 17 latizales y 16 fustales.

4.1.4.4. Índice de Morisita

Tabla 9

Patrón de distribución según categoría de regeneración natural

Categoría	Parcelas (N)	Abundan	$\Sigma[n_i(n_i-1)]$	$\Sigma n(n-1)$	I δ	F.C	F. T	Sig.
Brinzal	6(5) = 30	93	1486	8556	5,2	14,32	1,52	Si
Latizal	6	17	34	272	0,75	0,2	2,21	No
Fustal	6	17	36	272	0,79	0,32	2,21	No
Árboles maduros	6	13	18	156	0,69	0,25	2,21	No

F.C: F calculado, F. T: F tabulado, Sig. = significancia al 5 % de probabilidad, n_i : número de individuos en la i -ésima parcela, n : es el total de individuos en toda la parcela, N: número total de parcelas, I δ : índice de Morisita.

En brinzales el I δ es 5,2 por lo tanto tiene una distribución agrupada y es significativa, mientras que latizal, fustal y árboles maduros el I δ es < 1 por lo que se distribuyen uniformemente y no es significativa al 5 % de probabilidad.

4.1.5. Efecto de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de *C. pseudomangle*, en el bosque montano Los Lanches, Chota.

4.1.5.1. Correlaciones simples

Se observa en la tabla 10 correlaciones significativas entre las variables edafoclimáticas y la abundancia según las categorías de regeneración. Cabe indicar que se correlacionaron todas las variables de estudio de las cuales se seleccionaron solo las significativas.

Tabla 10*Correlación simple entre variable dependiente e independiente*

	Brinzales		Latizal		Fustal		Árboles maduros	
	Correlación de Pearson	Sig.	Correlación de Pearson	Sig.	Correlación de Pearson	Sig.	Correlación de Pearson	Sig.
Arena prom (%)	,818*	0,047	-,913*	0,01				
Arcilla prom (%)			,842*	0,04				
MO prom (%)							-,955**	0,003
CE prom (μ S/cm)					,867*	0,025		
Luminosidad máx. prom (Lux)	,934**	0,006	-,888*	0,018			,817*	0,05
Luminosidad mín. prom (Lux)	,878*	0,021						
Luminosidad prom (Lux)	,974**	0,001			,894*	0,016	,827*	0,042
Temperatura máx. prom $^{\circ}$ C	,848*	0,033					,943**	0,005
Hr máx. prom (%)					,860*	0,028	,863*	0,027
Hr mín. prom (%)			-,987**	0,0002			-,894*	0,016
Altitud prom (m.s.n.m)							-,849*	0,033

Nota. Correlaciones entre variables dependientes e independientes.

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Brinzales, latizales, fustal y árboles maduros tienen correlaciones (negativas y positivas) bajas con las variables edáficas (arena, arcilla, MO, CE), estadísticamente existen diferencias significativas pues el p – valor es menor a 0,05. La textura de los suelos es un factor que impacta en la accesibilidad de nutrientes, agua, aireación, drenaje, extensión radical; esto es fundamental para el crecimiento y desarrollo de *C. pseudomangle*. Referente a la CE, la investigación indicó suelos libres de sales; asimismo, se registró abundante materia orgánica la cual proviene de la exuberante vegetación del bosque.

Con respecto a brinzales, latizales, fustales y árboles maduros tienen correlaciones (positivas–negativas) altas y bajas con luminosidad máxima, mínima y promedio; estadísticamente existen diferencias significativas pues el p – valor es menor a 0,05. En este caso, la luminosidad es un factor que incide en el número de brinzales, latizales y fustales de *C. pseudomangle*, comportándose como heliófita en su etapa adulta, ocupando el dosel superior del bosque como árbol generalmente dominante y codominante. Se registró una mayor cantidad de brinzales en áreas con mayor luminosidad.

Brinzales y árboles maduros tienen correlaciones positivas baja y alta con temperatura máxima, estadísticamente existen diferencias significativas pues el p – valor es menor a 0,05. El lugar de estudio cuenta con una T prom máx. de 23,18 C°/mes, según la base de datos de GIOVANNI, esto tiene influencia desde el dosel de los árboles maduros que por medio de las aberturas ingresa directamente la radiación del sol hasta tener contacto con los brinzales y esto es primordial para que la planta realice sus funciones fisiológicas.

Latizales, fustales y árboles maduros tienen correlaciones (negativas- positivas) alta y bajas con humedad relativa mínima, estadísticamente existen diferencias significativas pues el p – valor

es menor a 0,05. La humedad relativa en una zona boscosa está regida sobre todo por la transpiración de agua por las ramas y hojas de la vegetación, por otro lado, la superficie del área boscosa evapora agua sujetándose al nivel de exposición de la flora del sotobosque y la abertura del dosel, además la baja velocidad del movimiento del aire mantiene el vapor, por lo tanto, en el interior de una zona boscosa la humedad es elevada y en el exterior es baja.

Árboles maduros tiene una correlación negativa baja con altitud (m.s.n.m.), estadísticamente existe diferencia significativa (p – valor 0,033), la altitud es un factor que incide en *C. pseudomangle* en la restauración vegetal y generalmente domina o codomina en las franjas boscosas de ladera.

4.1.5.2. Regresiones lineales

Tabla 11

Modelos estimados de regresión

Modelos de regresión estimados	RSE	R	R ²	R ² _a	F	p-valor
Modelo lineal simple						
N° de árboles maduros/ha = 5,742 – 0,109(MO prom)	0,248	0,955	0,913	0,891	41,956	0,003 ^b
N° de árboles maduros/ha = -1,998 + 3,034(Densidad prom)	0,317	0,926	0,858	0,822	24,141	0,008 ^b
N° de árboles maduros/ha = -4,509 + 0,105(Hr Máx. prom)	0,426	0,86	0,744	0,68	11,648	0,027 ^b
N° de árboles maduros/ha = -3,906 + 0,344(T Máx. prom)	0,28	0,943	0,89	0,862	32,267	0,005 ^b

RSE: error típico residual, R: coeficiente de correlación, Lum prom: luminosidad promedio, MO prom: materia orgánica promedio, Hr Máx. prom: humedad relativa máxima promedio, T Máx. prom: temperatura máxima promedio.

Se realizó un análisis de regresión a todas las variables de estudio, de las cuales se seleccionaron solo las significativas, por lo tanto, el N° de árboles maduros/ha con las variables

independientes. se confirmó que el modelo aclara los efectos de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de *C. pseudomangle*. Observando que, el p-valor es menor a 0,05, la cual es significativo para todas las variables planteadas, en el ajuste del modelo de regresión lineal simple Tabla 10.

El modelo N° de árboles maduros/ha tiene un error residual que va desde 0,24 hasta 0,42 y un $R^2 = 0,74$ a $R^2 = 0,91$, y si percibimos los datos ajustados de igual manera son altos $R^2 = 0,68$ a $R^2 = 0,89$ respectivamente. Por otro lado, el p-valor, va desde 0,003 a 0,027, resultandos significativos; es decir, el patrón de regresión es significativo para explicar los efectos de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de *C. pseudomangle*.

4.2. Contrastación de Hipótesis

Se realizó la exploración de varianza (ANOVA), correlaciones y regresión lineal simple, para comprobar la hipótesis de estudio, donde la variable dependiente fue regeneración natural (brinzales, latizales, fustales y árboles maduros) y la independiente fue las variables edafoclimáticas (textura, pH, MO, densidad, color; precipitación, temperatura, luminosidad, velocidad del viento, humedad relativa). A continuación, se presenta el resumen del análisis estadístico.

Al realizar el análisis estadístico de la variable edáfica, se observa que existe diferencias significativas entre profundidad de suelo, con respecto a arena, arcilla, MO, densidad. Con respecto al color de suelo en los primeros centímetros el color característico es pardo a medida que aumenta la profundidad tenemos al color amarillo.

En correlaciones, la arena, luminosidad, altitud, humedad relativa tienen influencia en brinzales, latizales, fustal y árboles maduros porque el nivel de significancia es $< 0,05$. Además. En regresión lineal el N° de árboles maduros/ha y las variables MO, Hr Max, temperatura Max,

tienen un R promedio = 0,93 considerado como un grado de correlación excelente, esta correlación expresa una dependencia muy marcada en la influencia de los factores edafoclimáticos en la regeneración natural.

Considerando los datos obtenidos, se aprueba la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, pues los factores edafoclimáticos influyen en la regeneración natural de *C. pseudomangle*.

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. pH

Todas las parcelas muestran un pH ligeramente ácido y neutro en las profundidades de 0 cm – 10 cm (pH 6,4), 10 cm – 20 cm (pH 6,5) y de 20 cm-30 cm (pH 6,7), pero no existe diferencias estadísticas significativas entre profundidad por que el p valor = 0,149. Estos resultados tienen similitud con Sánchez et al. (2021) registraron un pH de 6,28 ligeramente ácido en un bosque tropical, teniendo influencia en la distribución, cobertura, estructura y composición vegetativa de *Clusia* sp., *Eriotheca discolor*; además Rufasto (2021) menciona que los suelos de bosques montanos tienden a ser fuertemente ácidos debido al aporte de MO al suelo, estas características son requeridas por diferentes especies para su crecimiento y desarrollo.

El pH del suelo impacta de manera indirecta y directa en la prolongación de las raíces, ello indica que en el Bosque Los Lanches, las reservas de nutrientes son altas debido a que el suelo es ligeramente ácido y neutro. Pérez (2007) indica que la capacidad regenerativa de especies arbóreas es condicionada por la acidez del suelo en bosques típicamente mediterráneos.

4.3.2. Conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$)

La CE disminuye a medida que se incrementa la profundidad; asimismo, no se registró diferencia significativa (p – valor 0,928) entre profundidad; estos niveles coinciden con lo

mencionado por Gallart (2017) que el carácter salino del suelo disminuye en el rango de 20 cm - 40 cm de profundidad disminuyendo la CE; Celis et al. (2013) mencionan que la CE suelen tener cambios pasajeros, ya que las sales son ligeramente llevadas por la escorrentía.

En los suelos del bosque Los Lanches, la CE está entre 68,5 a 62,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, considerándose como suelos libres de sales, porque la CE es menor a 4 dS/m; esto influye en el esfuerzo mínimo que tiene las raíces de las plántulas regeneradas para absorber los nutrientes. Estos niveles coinciden con Aichholzer & Durán (2010) que la CE en bosque nativo es de 62,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, donde se encuentra registrado *Clusia* sp., además estas características edáficas influyen positivamente sobre la flora endémica.

4.3.3. Textura

En relación a los datos obtenido, los suelos del bosque montano Los Lanches predomina la textura Franco arcillo arenoso, perteneciendo al grupo textural moderadamente fina (MF); encontrándose en los primeros centímetros un alto contenidos de arena y a mayor profundidad predomina la arcilla, esto se mantiene tanto a nivel de profundidad y entre parcelas. Estos resultados coinciden con Rufasto (2021) quién en su estudio sobre calidad de sitio en el bosque montano La Palma, encontró suelos predominantemente franco arenoso (Fr.A); además Huiza & Quispe (2017) indican que mientras aumenta la profundidad de muestreo la clase textural se vuelve más fina, a consecuencia del arrastre de las partículas menores por el agua.

Los suelos franco arcillosos proporcionan una alta retención de agua, nutrientes y aeración al suelo, propiciando mayor cantidad de individuos de brinzales, latizales y a medida que van avanzando, esto no limita en su crecimiento y desarrollo de las plantas ya que requieren mayor profundidad por ser plantas más robustas; información muy similar a lo manifestado por Romero (2017) a través de su estudio realizado en un bosque montano donde la clase textural es franco

arcilloso arenoso, esto es propiciado por presentar mayor meteorización por agua, viento y gravedad lo que ocasiona que presente mayor proporción de arcilla y arena, conllevando a una gran diversidad de especies forestales.

4.3.4. Materia orgánica

En el bosque montano Los Lanches el contenido de MO, en mayor proporción, lo encontramos en la P4 con 42,1 % seguidamente de la P1 con 35,6 % y la parcela de menor cantidad de MO es la P2 con un 22,7 %. El alto porcentaje de MO se debe a que existe áreas con pendientes bajas y es donde hay mayor retención de restos vegetales. Coincidiendo con los resultados conseguidos por Rufasto (2021) en los que refiere variación en el porcentaje de MO entre parcelas, registrando valores entre 5,17 % y 19,31 %. Asimismo, Sales (2006) menciona que la fertilidad de los suelos está condicionada por la presencia de MO pues sirve como fuente de energía para los macro y microorganismos, brindan nutrientes para la subsistencia de las plantas; además se estima como un señalizador en la calidad de suelo (Ríos et al., 2016).

4.3.5. Densidad aparente

La densidad aparente es significativa con profundidad de suelo, disminuyendo 0,4 % en los primeros cm y aumenta 0,2 % de 20 cm – 30 cm de profundidad; a mayor profundidad encontramos un aumento de densidad aparente esto es porque el suelo se encuentra compactado. Estos niveles coinciden a lo mencionado por Burga (2019) quien menciona que la densidad aparente del suelo aumenta conforme penetra en profundidad, esto es ocasionado por la presión del peso de los estratos superiores haciendo un suelo más compacto, por esta razón encontré valores de densidad que van de 0,50 g/ cm³ hasta 0,85 g/ cm³ en un bosque montano primario, además en los primeros cm de profundidad la densidad es baja en relación a las demás

profundidades, esto es por la presencia de restos vegetales, hojas, además no existe presión de los horizontes de la tierra.

La densidad del suelo del bosque Los Lanches en los primeros cm es de 1 g/cm^3 esto es por la presencia de MO donde el suelo no está compactado, conforme aumenta la profundidad la densidad es de $1,4\text{ g/cm}^3$ hasta $1,6\text{ g/cm}^3$ este aumento se debe a la clase textural por ser un suelo arcilloso; diversos investigadores corroboran que la densidad aparente del suelo es mayor a razón que aumenta la profundidad de la tierra (Alvarado & Forsythe, 2005; Alvarado et al., 2013; Pinzon & Amézquita, 2009). Por lo tanto, si la densidad es mayor el área porosa es menor para la circulación del agua y dificulta en el aumento y penetración de raíces al interior del suelo en las plantas.

Además, Salamanca & Sadeghian (2005) mencionan que en épocas de sequía, las plantas en sus primeros ciclos de vida tendrían dificultades en cuanto a la penetración de raíces ya que el suelo se encontraría compactado por la incrementación de densidad.

4.3.6. color del suelo

El color predominante en los primeros centímetros, sin matillo de hojarasca, es 10YR 4/2, 10YR 4/3, correspondiendo a colores pardo grisáceo oscuro y pardo, ello es determinado por el contenido de materia orgánica, y a medida que se incrementa la profundidad, el color del suelo es el 10YR 6/8, 10YR 8/8, siendo colores amarillo parduzco y amarillo de esta forma disminuyen los valúes pues van perdiendo oscuridad a mayor profundidad; estos resultados coinciden con Burga (2019) que en su estudio realizado en el bosque del caserío La Palma, Chadín registró como colores predominantes en los primeros centímetros al marrón, gris o pardo debido a la presencia de componentes orgánicos, y a medida que aumenta la profundidad el color característico es el

amarillo. Además, Minervini et al. (2018) afirma que si el color es oscuro, cuenta con mayor cantidad de MO y aporta gran cantidad de nutrientes a las plantas en los primeros ciclos de vida.

4.3.7. Hojarasca (Biomasa)

La hojarasca en las parcelas evaluadas varía en función del afloramiento rocoso, pendiente, además la cantidad de hojarasca por hectárea se debe a la presencia del bosque montano la cual tiene una dinámica bastante activa donde constantemente se va aportando los residuos vegetales al suelo conllevando a una producción primaria debido a esto se incrementa la biomasa, por ende en la P5 la biomasa seca es de 70,6 t/ha, seguidamente de la P6 con 63,04 t/ha, la parcela con menor biomasa seca de hojarasca es P3 con un total de 45,67 t/ha. Estos niveles coinciden con lo mencionado por Mosquera et al (2007) donde la producción de hojarasca es 7,2 t/ha año, la hojarasca ha sido una medida de producción primaria neta, y está regulada por procesos biológicos, climáticos, topográficos, condiciones edáficas, especie vegetal, edad y densidad del bosque.

Por su parte, Vargas & Varela (2007) indican que la producción de hojarasca está relacionada con las variables climáticas; pues, a mayor humedad relativa ambiental y temperatura, menor producción de hojarasca, y a mayor precipitación mayor producción de hojarasca; además identificaron que el género que más aportó fue *Clusia* con 40,5 % de hojarasca.

4.3.8. Condiciones climáticas del estudio

Los factores climáticos fueron obtenidos gratuitamente mediante la base de datos GIOVANNI, donde la precipitación promedio de 10 años es de 60,369 mm/mes y con respecto a la temperatura promedio 12 de años tenemos T. máx. 23,18 °C/ mes, T. min 10,231 °C/ mes, T. med 15,896 °C/ mes, estas características son propias de un bosque montano, gracias a estas condiciones climáticas encontramos gran diversidad de especies arbóreas y endémicas. Estos valores numéricos encontrados coinciden con Vargas & Valera (2007) donde mencionan que el

bosque de neblina en la reserva Natural de Planada en Nariño-Colombia, en los meses de junio, septiembre y noviembre la precipitación es superior a 150 mm/mes y en julio y agosto ésta es inferior a 90 mm/mes, resaltando que la mayor precipitación se dio en el mes de noviembre y junio es parte de la época seca del año; además la T. máx se dio en julio con 17 °C/mes, T. mín se dio en setiembre con 14.9°C/mes y la T. med con 16,2 °C/mes, en estas condiciones climáticas se registró el género *clusia*.

En el bosque montano relicto del sector Los Lanches, las condiciones climáticas son constantes en cada época del año, propiciando de esta manera la regeneración natural de las especies arbóreas. Esto coincide con Farrelly et al. (2009) y Lozada & Sentelhes (2008) donde mencionan que la temperatura se encuentra correlacionada con la calidad de sitio, conllevando a una distribución de especies arbóreas; además, Lozada et al. (2009) indican que la temperatura es un factor que tiene influencia en los procesos fisiológicos de las plantas en el crecimiento y desarrollo; ya que cada especie requiere una temperatura óptima, mínima y máxima para su sobrevivencia y su desarrollo normal, si esta no cuenta con sus límites demandados el crecimiento se ve afectado (Chaves et al., 2017).

4.3.9. Regeneración natural de *Clusia pseudomangle*

4.3.9.1. Abundancia

La primera evaluación fue realizada en época húmeda, seguidamente en época seca, en las 6 parcelas instaladas en el bosque montano de Los Lanches; se obtuvo una abundancia de brinzales (93 individuos), latizales (17 individuos), fustales (17 individuos) y árboles maduros (13 individuos). Disminuye la cantidad de individuos a nivel que va aumentando la categoría de regeneración, esto es por la competencia interespecífica; además la especie es heliófita requiere luminosidad, radiación directa y por la apertura del dosel del bosque aumenta la regeneración

natural. Estos niveles coinciden con Peralta (2021) donde las cuatro especies con mayor abundancia encontradas en el bosque relicto Los Lanches, en orden ascendente tenemos a *Clusia pseudomangle* Planch & Triana con 53 individuos, *Weinmannia elliptica* Kunth con 88 individuos, *Cornus peruviana* J.F. Macbr con 92 individuos y *Hedyosmum scabrum* (Ruíz & Pav.) con 165 individuos; esto indica que la abundancia disminuye a medida que los árboles adquieren mayor tamaño (Pardo et al., 2020).

4.3.9.2. Altura

En el bosque Los Lanches, la clase altimétrica dominante esta entre 0,31 m - 3.93 m, con un total de 116 árboles, perteneciendo a las categorías de regeneración natural como: brinzales con 93 individuos, 17 latizales y 6 fustales; en árboles maduros de *C.pseudomangle* la altura máxima es de 15 m y son pocos individuos; estos resultados son provenientes de acuerdo a la categoría de regeneración, donde los brinzales son los más bajos en altura hasta árboles maduros con una máxima altura. Estos resultados coinciden con Peralta (2021) en su estudio realizado en el bosque montano Los Lanches, Chota donde registró la altura máxima de los árboles con 22 m y la mínima de 2 m; mencionando que la densidad de individuos disminuye a medida que las plantas alcanzan mayor altura. Además, Alvarez et al. (2021) indicaron que la clase altimétrica está relacionada con la estructura vertical con un patrón ya reconocido, donde la mayor abundancia lo encontramos en clases altimétricas bajas.

4.3.9.3. Diámetro

La clase diamétrica dominante en el bosque Los Lanches, es de 0,5 cm – 31.98 cm, con 124 individuos, perteneciendo a la categoría de brinzales con 91 individuos, 17 latizales y 16 fustales. Esto se aprecia una “j” invertida (figura 13), lo que indica que existe mayor número de individuos en clases diamétricas bajas y menor número de individuos en clases altas; este

comportamiento es característico de los bosques naturales tropicales, donde la mayor cantidad de individuos se concentran en las primeras clases diamétricas asegurando la regeneración del bosque (Morales et al., 2012). Además, se evidencia que los árboles de clases diamétricas altas ocupan el dosel superior del bosque, y que la mayor cantidad de individuos tienen alturas inferiores y diámetros más pequeños, este comportamiento de asimetría ha sido reportado por Zabala (2019).

4.3.9.4. Índice de Morisita

El patrón de distribución de la regeneración natural en el bosque montano Los Lanches, es agrupado para brinzales pues el $I\delta$ es 5,2, mientras que latizal, fustal y árboles maduros el $I\delta$ es < 1 por lo que se distribuyen uniformemente.

Estos resultados tienen similitud con Sola et al. (2015) que en las subparcelas instaladas en el bosque de la Reserva Nacional Lanín, provincia de Neuquén-Argentina, el índice de Morisita con respecto a la abundancia de *Nothofagus dombeyi* es 9,9, *Nothofagus obliqua* es de 3,3 y *Nothofagus alpina* es 2,8 estos valores difirieron significativamente de 1 (prueba de X^2 , $P \leq 0,05$), por lo tanto el patrón es diferente al aleatorio, estas distribuciones están influenciadas por especies que son tolerantes a la sombra, luminosidad y humedad. Aguirre & Encarnación (2021) evaluaron parámetros poblacionales y regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* en relictos boscosos de Ecuador, en el bosque de Angashcola en la categoría de brinzales se registraron 91 individuos, 37 latizal bajo y 53 para latizal alto, por lo tanto el patrón de distribución es agrupado; en la fundación Arcoíris la abundancia en brinzales es de 10 individuos, 12 en latizal bajo y 16 en latizal alto, el patrón de distribución es agregado; estas distintas distribuciones son ocasionadas por factores como la altitud, dispersión de semillas, perturbación del bosque, competencia intraespecífica.

4.3.10. Correlaciones

Existen diferencias significativas con respecto a las variables edáficas (arena, arcilla, MO, CE) correlacionadas con brinzales, la textura del suelo influye en la cantidad de agua, nutrientes para las plantas especialmente en los primeros ciclos de vida. Información muy similar a lo manifestado por Vargas & Reyes (2011) a través de la clase textural del suelo se puede mencionar que cuando la superficie del suelo está húmeda, la evaporación se acerca a la demanda evaporativa potencial, pero al irse secando las capas más superficiales, la evaporación va disminuyendo en los horizontes más profundos; en los primeros 10 cm de profundidad se secan en pocas semanas y las plantas tienen pocas posibilidades de extraer el agua de esta profundidad. Por debajo de los 10 cm, la humedad se mantiene más tiempo y las raíces pueden aprovecharla; las pérdidas de agua por evaporación en los suelos arenosos o pedregosos serán mayores que en los suelos de texturas finas; por su parte Manna (2005) tuvo en cuenta que los suelos arenosos se dan por los afloramientos rocoso con diferentes niveles de meteorización (roca compacta, roca fragmentada, a arena suelta).

Las cuatro categorías de regeneración tienen correlaciones (positivas–negativas) altas y bajas con luminosidad máxima, mínima y promedio; estadísticamente existen diferencias significativas, por ende, la luminosidad es un factor que incide en el número de brinzales, latizales, fustales y árboles maduros de *C. pseudomangle*, comportándose como heliófita a mayor cantidad de luminosidad mayor abundancia de regeneración. Esto coincide con Meza (2016) quien menciona que la luminosidad es un factor que tiene influencia en los bosques, además la dominancia de especies heliófitas generalmente son de ecosistemas perturbados y tiene una estructura en la cual no se diferencian los estratos y dominan las clases diamétricas inferiores como los brinzales y latizales; además, Vargas & Andrade (2006) describió que en el género *Clusia*, la fotosíntesis está asociada con la forma de vida, pero sobre todo con las condiciones ambientales,

como la luminosidad, el régimen de temperatura día y noche, la humedad relativa, que son condicionantes para su crecimiento y desarrollo.

Brinzales y árboles maduros tienen correlaciones positivas baja y alta con temperatura máxima, en el área de estudio la temperatura máxima es de 23,18 C°/mes según la base de datos de GIOVANNI, esto tiene influencia desde el dosel de los árboles maduros que por medio de las aberturas ingresa directamente la radiación solar, incrementando la temperatura, hasta tener contacto con las plántulas más pequeñas. Estos resultados son parecidos a los de Rufasto (2021) que en su estudio realizado en el bosque montano La Palma registró temperaturas máxima de 26,5 °C y la mínima de 12,8 °C; además, Montenegro & Vargas (2008) mencionan que los efectos abióticos como la temperatura son los que determinan el ambiente del bosque, la regeneración natural que conlleva a la expansión del mismo; coincidiendo con Pulido & Burgos (2016) que los efectos más impactantes están relacionados con la variabilidad de la temperatura, el aumento de la intensidad de luz, estos ocasionan efectos directos en los bosques, principalmente en las plantas en sus primeros ciclos de vida ya que requieren de factores abióticos y bióticos para poder desarrollarse.

Latizal, fustal y árboles maduros tienen correlaciones (negativas - positivas) altas y bajas con humedad relativa mínima, la humedad relativa en un bosque está gobernada principalmente por el agua transpirada por las hojas de los árboles, además el piso del bosque evapora agua hasta un cierto punto dependiendo del grado de desarrollo de la flora del sotobosque y la apertura del dosel; esto tiene similitud a lo mencionado por Meza (2016) quien menciona que los bosques fragmentados generan una serie de efectos directos en la regeneración natural de especies, siendo la pérdida de humedad relativa, esto genera un cambio notable de primer orden biológico que afecta a los relictos boscosos, además incluye la alteración de la composición de especies,

distribución y abundancia de la regeneración natural; coincidiendo con Briant et al. (2010) donde indican que el efecto de pérdida de humedad relativa es mayor en bosques muy fragmentados; y que la magnitud de los efectos, es influenciada por la estacionalidad de la época seca y húmeda de un bosque generando cambios en la vegetación (Pohlman et al., 2007).

Árboles maduros, se correlacionan de forma negativa y baja con altitud (m.s.n.m.), la altitud es un factor que incide en *C. pseudomangle* en la restauración vegetal generalmente radica en las franjas boscosas de laderas; teniendo similitud con Valdés et al. (2021) donde mencionaron que el gradiente altitudinal, factores físicos, fuertes pendientes y su fisonomía y composición florística heterogénea definen las formaciones vegetales existentes en un lugar, además la altitud es el gradiente en diversidad y endemismo de un bosque montano.

4.3.11. Regresión lineal

El modelo N° de árboles maduros ejerce influencia con MO, densidad aparente, humedad relativa máxima y temperatura máxima, pues el p- valor es menor a 0,05, lo cual estadísticamente es significativo. Estos resultados coinciden con Salas (2007) quien indica que la MO tiene influencia con la vegetación ya que es fuente de nutrientes para las plantas; además es considerada como un indicador muy importante en la calidad del suelo ya que por medio de la escorrentía e infiltración el agua lleva consigo nutrientes a las partes inferiores del suelo y son aprovechadas por las raíces de las plantas (Ríos et al., 2016); por otro, lado Hernández et al. (2009) concluye que la materia orgánica cumple un papel importante debido a su influencia directa sobre el grado de estructuración del suelo, lo que daría como resultado valores de densidad bajos y una retención de agua alta para estos suelos en zonas boscosas; coincidiendo con Plaza (2018) quien indica que al tener menor densidad aparente implica que los suelos son porosos, aireados, con buen drenaje y

buena penetración de las raíces al interior del suelo, lo que significa que las plantas van a tener un buen crecimiento y desarrollo.

En el bosque montano Los Lanches la temperatura y la humedad relativa ejercen influencia en los árboles maduros de *C. pseudomangle*; coincidiendo con Peman (2021) donde menciona que la influencia que se ejerce sobre una especie es por la orientación o exposición de un sitio lo cual está referido al contenido de humedad y temperatura requeridas para su prosperidad en su desarrollo.

Al realizar las regresiones lineales entre N° de árboles maduros de *C. pseudomangle*/ha con las variables edafoclimáticas, se observó que el modelo si explica la influencia en la regeneración natural. Observando que la significancia es menor a $p < 0,05$ para todas las variables propuestas en el ajuste del modelo de regresión lineal simple (Tabla 15). El modelo con las variables utilizadas tiene un error residual que va desde 0,248 hasta 0,426 y el coeficiente de correlación va desde $R = 0,86$ a $R = 0,95$ respectivamente, considerado como un grado de correlación bueno (Martínez et al., 2009) y un $R^2 = 0,74$ a $R^2 = 0,91$, y si observamos los valores ajustados de igual manera son muy altos variando desde $R^2_a = 0,68$ a $R^2_a = 0,89$.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La condición edafoclimática en que se desarrolla *C. pseudomangle* en el bosque montano Los Lanches son: textura franco arcillo arenoso (Fr.ArA) y arcilloso (Ar), con pH ligeramente ácido y neutro, con contenido de MO de 24,5 % a 41,9 %, conductividad eléctrica de 62,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 68,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con una densidad de 1 g/cm^3 a 1,6 g/cm^3 ; condiciones climáticas como T prom máx de 23,18 $^{\circ}\text{C}/\text{mes}$, T prom mín de 10,231 $^{\circ}\text{C}/\text{mes}$ y T prom media de 15,896 $^{\circ}\text{C}/\text{mes}$, con precipitaciones de 60,369 mm/mes a 724,42 mm al año en promedio.

El patrón de distribución de los individuos en brinzales es agrupado, mientras que para latizal, fustal y árboles maduros se distribuyen uniformemente. Por otro lado, la abundancia, clase diamétrica y clase altimétrica siempre son dominantes en las primeras clases de regeneración natural, conforme aumenta la categoría de regeneración esto disminuye equitativamente hacia las clases de mayor diámetro y altura.

En las correlaciones se observó significancia estadística entre brinzales, latizales, fustales y árboles maduros con respecto a MO, arena, arcilla, CE, luminosidad, temperatura, humedad relativa y altitud, esto indica que las variables edafoclimáticas si influyen en la regeneración natural de *C. pseudomangle*.

El modelo de regresión lineal N° de árboles maduros/ha con las variables edafoclimáticas tiene un coeficiente de correlación de $R= 0,86$ a $R= 0,95$, considerado como un grado de correlación bueno. Por otro lado, el p-valor, va desde 0,003 a 0,027, siendo estos valores inferiores a $p < 0,05$ esto quiere decir que en nuestro modelo de regresión si son significativos para explicar los efectos de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de *C. pseudomangle*

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Universidad Nacional Autónoma de Chota fomentar proyectos de investigación financiados sobre regeneración natural de especies nativas en parcelas estables, en diferentes bosques montanos, bosques relictos de la provincia de Chota y región Cajamarca, e incorporar más variables edafoclimáticas y topográficas, con el fin de obtener una mejor percepción en el comportamiento del crecimiento y desarrollo de las especies.

Acogerse a los resultados obtenidos como base para realizar estudios de desarrollo en las condiciones edafoclimáticas obtenidas para la conservación de *C. pseudomangle*, en la provincia de Chota, debido a que su hábitat se encuentra siendo destruida por la población con fines de extensión agrícola y ganadera.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS

- Aguirre, Z., & Encarnación, A. (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. <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.281.28112>
- Aichholzer, F., & Durán, W. (2010). *Caracterización y comportamiento de un ecosistema de páramo bajo la influencia de bosque de pino (Pinus patula), bosque nativo y de pajonal*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca - Ecuador].
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3041>
- Alva, D., Delgado, A., & Martínez, S. (2020). Composición arbórea y estructura del Bosque de Protección Pagaibamba, sector San Luis, Querocoto –Cajamarca. *Revista Nor@ndina*, 3(1), 56-67. <https://doi.org/https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v3n1p56>
- Alvarado, A., & Forsythe, W. (2005). Variación de la densidad aparente en órdenes de suelos de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 29(1), 85–94.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43629109>
- Alvarado, J., Andrade, H., & Segura, M. (2013). Storage of soil organic carbon in coffee (*Coffea arabica* L.) production systems in the municipality of Líbano, Tolima, Colombia. *Colombia Forestal*, 16(1), 21–31.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-07392013000100002&lng=e&nrm=iso&tlng=en
- Alvareza, C., Manrique, S., Vela, M., Cardozo, J., Callo, J., Bravo, P., Castañeda, I., & Alvarez, J. (2021). Floristic composition, structure and tree diversity of an amazon forest in Perú. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 73-82.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.009>

- Anderson, J., & Ingram, J. (1994). Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods. *The Journal of Ecology*, 78(2), 547-548. <https://doi.org/10.2307/2261129>
- SENAMHI. (2013). *Cambio Climatico en la Cuenca del Rio Mantaro* .
<https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/268>
- Briant, G., Gond, V., & Laurance, S. (2010). Habitat fragmentation and the desiccation of forest canopies: A case study from eastern Amazonia. *Biological Conservation*, 143(11), 2763-2769. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.07.024>
- Burga, A., Burga, J., Alcalde, V., Martínez, G., Iglesias, S., & Villena, J. (2021). Estructura, diversidad y endemismo de la flora del relicto Los Lanches del bosque montano Las Palmas, Cajamarca, Perú. *Ciencia Amazónica*, 9(1), 43-58.
<https://doi.org/https://doi.org/10.22386/ca.v9i1.319>
- Burga, E. (2019). *Determinación del carbono en el suelo del bosque del caserío la Palma, Chadín, Chota*. [Tesis para optar el grado de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3543>
- Canales, A., Ceroni, A., Domínguez, G., & Castillo, A. (2013). Respuesta de la regeneración natural de la *Uncaria tomentosa* (willd) d.c. “uña de gato”, al efecto de la luz en ecosistemas boscosos primarios intervenidos dentro del bosque Nacional Alexander Von Humboldt, Pucallpa - Perú. *Ecología Aplicada*, 12(2), 99-109.
<https://doi.org/10.21704/rea.v12i1-2.443>
- Castillo, X., Etchevers, J., Hidalgo, C., & Aguirre, A. (2021). Evaluación de la calidad de suelo: generación e interpretación de indicadores soil quality evaluation: generation and interpretation of indicators. *Terra Latinoamericana*, 39(1), 1-12.
<https://doi.org/10.28940/TERRA.V39I0.698>

- Celis, R., Jordán, A., & Martínez, L. (2013). Efectos del fuego en las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo. En A. Bento-Gonçalves, A. Vieira (Ed.), *null* (pp. 145-160). Universidad de Sevilla.
- Chacón, G., Gagnon, D., Paré, D., & Proulx, D. (2003). Impacto de la deforestación, pastizales, plantaciones de eucalipto y pino en suelos de bosque montano alto, en la sierra sur del Ecuador. *Revista researchgate*.https://www.researchgate.net/publication/260123398_Impacto_de_la_deforestacion_pastizales_plantaciones_de_Eucalipto_y_Pino_en_suelos_de_bosque_montano_alto_en_la_Sierra_Sur_del_Ecuador_Revista_de_Investigaciones_de_la_Universidad_del_Azua_y_No_11
- Chaves, B., Felipe, N., Gutiérrez, S., & Vinicio, M. (2017). Respuestas al estrés por calor en los cultivos. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 237-253.
<https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21903>
- Cruz, E., Cruz, A., Aguilera, L., Norman, H., Velasquez, A., Nava, G., Dendooven, L., & Reyes, B. (2012). Efecto en las características edáficas de un bosque templado por el cambio de uso de suelo. *Tierra Latinoam*.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792012000200189
- Cuesta, F., Peralvo, M., & Valarezo, N. (2009). *Los bosques montanos de los andes tropicales. Una evaluación regional de su estado de conservación y de su vulnerabilidad a efectos del cambio climático. Serie investigación y sistematización*. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION. <https://www.bivica.org/file/view/id/320>
- Díaz, R. (2019). *Caracterización de la regeneración natural, composición florística y cobertura de los rodales de "quinual" Polylepis multijuga Pilg. (Rosaceae), del distrito de Chugur,*

- Hualgayoc*. [Tesis para optar el grado de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3230436>
- Ermes, M. (2017). *Impacto de la deforestación sobre la regeneración natural del roble (Nectandra sp. y Ocotea sp.) en el refugio de vida silvestre bosques nublados de Udima - Catache - Santa Cruz - Cajamarca*. [Tesis para optar el grado de Ingeniero Agronomo, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/1043>
- Farrelly, N., Fealy, R., & Radford, T. (2009). The use of site factors and site classification methods for the assessment of site quality and forest productivity in Ireland. *Irish Forestry*. <https://journal.societyofirishforesters.ie/index.php/forestry/article/view/10021>
- Fernández, R. (2019). Distribución espacial de la regeneración de *Weinmannia lechleriana* (Cunoniaceae) en un bosque montano del sector San Alberto, Parque Nacional Yanachaga-Chemillén (Perú). *Arnaldoa*, 26(1), 213-222. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26109>
- Gallart, F. (2017). *La conductividad eléctrica del suelo como indicador de la capacidad de uso de los suelos de la zona norte del Parque Natural de la Albufera de Valencia*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/94368>
- García, C., & Durán, S. (2023). Variabilidad climática en la cuenca hidrográfica del río Chalpi Grande en Napo-Ecuador. *Enfoque UTE*, 14(1), 1-17. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.872>
- Gentry, A. H. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology*, 1(), 1-2. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6968-8_1
- Gómez, A., Beraun, L., Gómez, O., & Llatas, E. (2016). Procesos de regeneración natural de la quina o cascarilla (*Cinchona spp.*) en los bosques de neblina del distrito de Kañaris, región Lambayeque. *INIA*, 1-2. <https://hdl.handle.net/20.500.12955/380>

- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), 163-173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Gutierrez, E., & Rodriguez, J. (2019). Regeneración natural del bosque montano en el Parque Nacional Turquino . *Revista Científica Agroecosistema*, 7(2), 140-148. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- Hernández, F., Alba, F., & Daza, M. (2009). Efecto de las actividades agropecuarias en la capacidad de infiltración de los suelos del páramo de Sumapaz. *Ingeniería de Recursos Naturales y Del Ambiente*, 8(1), 29-38. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231116390004>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2010). *Metodología de la investigación*. UDGVIRTUAL.<http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2707>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). La ruta de la investigación cualitativa. *En Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México, México: Mc Graw Hill Education.
- Holl, K. D., Loik, M. E., Lin, E. H. V., & Samuels, I. A. (2000). Tropical montane forest restoration in Costa Rica: Overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology*, 8(4), 339–349. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.2000.80049.x>
- Huiza, W., & Quispe, J. (2017). Evaluación de las propiedades físicas y químicas del suelo de los tipos de pastizal del centro de investigación de Camélidos Sudamericanos - Lachocc .[Tesis de pregrado,Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1171>
- León, B., & Tx, A. (2006). *Clusiaceae endémicas del Perú*. 13(2), 1-9.

- http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332006000200040&script=sci_abstract
- Liu, H., Chen, Q., Chen, Y., Xu, Z., Dai, Y., Liu, Y., Jiang, Y., Peng, X., Li, H., Wang, J., & Liu, H. (2020). Effects of biotic/abiotic factors on the seedling regeneration of *Dacrydium pectinatum* formations in tropical montane forests on Hainan Island, China. *Global Ecology and Conservation*, 24, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01370>
- Londoño, V., Escobar, O., Tapasco, J., & Madriñán, S. (2022). Composición y estructura vegetal de una parcela de vegetación en un relicto de bosque seco tropical en el Caribe colombiano. *Biota Colombiana*, 23(1), 1-7. <https://doi.org/10.21068/2539200x.954>
- Lopez, W., & Moyon, N. (2011). *Desarrollo de un sistema scada para la medición de tensión y puentes con sistemas embebidos para el laboratorio de mecatrónica de la facultad de mecánica*. [Tesis de grado, Escuela superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1145>
- Lozada, B., & Sentelhes, U. (2008). Estimation models for climatic average of daily minimum, maximum, and medium air temperatures for the andes region in venezuela. *Agronomía Tropical*, 58(2), 1-12. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0002-192X2008000200005&script=sci_abstract&tlng=en
- Lozada, B., Suescun, C., & Pantano, A. (2009). *Mapas de las temperaturas máxima, mínima y media del aire del estado Táchira, Venezuela*. Venezuela.
- Maldonado, N. (2019). Estrategias para la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica. *Revista Cientific*, 4(12), 201-218.
<https://doi.org/https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2019.4.12.10.201-218>
- Manna, L. (2005). Caracterización de los suelos bajo bosque de *Austrocedrus chilensis* a través de un gradiente climático y topográfico en Chubut, Argentina. *Bosque (Valdivia)*, 26(2), 1-

23. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002005000200017> %0A
- Manta, M. (1988). *Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en la vertiente atlántica de Costa Rica*. [Tesis de pregrado, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4477>
- Martínez, R., Pendás, L., Ortega, M., Abreu, A., & Cánovas, A. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas.*, 8(2), 1–20. <https://revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/1531/1326>
- Medina, A. (2013). *Identificación y caracterización de las especies forestales del Bosque Montano las Palmas - Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/417>
- Mendoza, R., & Espinoza, A. (2017). Guía Técnica para muestreo de suelos. *Universidad Nacional Agraria*. <https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>
- Meza, M. (2016). *Influencia del borde sobre el contenido de humedad en relictos de bosque húmedo tropical del municipio el Retorno (Guaviare)*. [Tesis de pregrado, Universidad Francisco Jose de Caldas - Colombia]. <http://hdl.handle.net/11349/5868>
- Minervini, M., Morrás, H., & Taboada, M. (2018). Efectos del fuego en la matriz del suelo. Consecuencias sobre las propiedades físicas y mineralógicas. *Ecología Austral*, 28(1), 1-17. <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.0.127>
- Montenegro, A., & Vargas, O. (2008). Caracterización de bordes de bosque altoandino e implicaciones para la restauración ecológica en la Reserva Forestal de Cogua (Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 56(3), 1543-1556. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000300043
- Montero, M. (1999). Factores de sitio que influyen en el crecimiento de *Tectona grandis* L.F. y

- Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand en Costa Rica. *Turrialba*, 10, 13-18.
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10035>
- Monteverde, E. (2021). Evaluación rápida de la regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* en un bosque premontano de Satipo, Perú. *Xilema*, 31(1), 1-9.
<https://doi.org/10.21704/x.v31i1.1777>
- Morales, M., Vélchez, B., Ortega, M., Ortiz, E., Guevara, M., & Chazdon, R. (2012). Diversidad y estructura horizontal en los bosques tropicales del Corredor Biológico de Osa, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 9(23), 1-9. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v9i23.487>
- Moreno, C., & Escante, T. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *Revista de Biología Tropical*, 49, 3-4. https://scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372002000100016
- Mosquera, H., Ramos, Y., & Bonilla, D. (2007). Cuantificación de la caída de hojarasca como medida de la productividad primaria neta en un bosque pluvial tropical en Salero, Chocó, Colombia. *Revista Institucional Universidad Tecnológica Del Chocó*, 26(1), 28-41.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2544438>
- Muñoz, J. (2017). Regeneración Natural : Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador Natural Regeneration : A review of the ecological aspects in the tropical mountain forest of southern Ecuador. *Bosques de Latitud Cero*, 7(2), 1-13. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/326>
- Muñoz, L., Rojas, A., Muñoz, J., & Aguirre, Z. (2022). Estructura poblacional y estado de la regeneración de tres especies forestales en los bosques andinos del sur de Ecuador: caso de estudio Parque Universitario “Francisco Vivar Castro.” *Bosques Latitud Cero*, 12(1), 1-14.
<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/1309>

- Nathan, R., & Muller-Landau, H. C. (2000). Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology and Evolution*, 15(7), 278–285.
[https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)01874-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)01874-7)
- Pardo, G., Pereira, L., Feldpausch, T., Vos, V., Aramayo, R., Arancibia, I., Mamio, R., Enríquez, S., Mamani, M., Suarez, N., Vargas, A., Boren, D., Duran, K., & Araujo, A. (2020). Composición florística del bosque amazónico de tierra firme del sector Alto Madera, Bolivia. *Ecología En Bolivia*, 55(2), 111–126.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1605-25282020000200005&script=sci_abstract
- Peman, J. (2021). Repoblaciones forestales. *Universitat de Lleida*. 1, 1-27.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=858848>
- Peralta, M. (2021). *Estimación de carbono almacenado en la biomasa aérea del bosque montano Los Lanches, Chota – Perú*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
<https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/199>
- Pérez, I. (2007). Factores que condicionan la regeneración natural de especies leñosas en un bosque mediterráneo del sur de la Península Ibérica. *Ecosistemas*, 16(2), 1- 8.
<https://doi.org/10.7818/ECOS.2007.16-2>
- Pérez, P., López, F., García, F., González, P., & Rodríguez, A. (2013). Procesos de regeneración natural en bosques de encinos: factores facilitadores y limitantes. *Biológicas*, 15(1), 18–24.
<https://www.researchgate.net/publication/285597760>
- Pina, V. (2017). Estudio de la regeneración natural de *Pinus sylvestris* L. tras el incendio Aliaga-Ejulve (2009), en el T.M de La Zoma (Teruel). Análisis de los factores bióticos y abióticos de control. [Tesis para obtener el grado de Ciencias Ambientales, Universidad de Zaragoza-España]. <https://zaguan.unizar.es/record/64804>

- Pinzon, A., & Amézquita, E. (2009). Compactación de suelos por el pisoteo animal en pastoreo en el pie de monte amazónico colombiano. *Pasturas Tropicales*, 13(2), 1- 6. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Vol13_rev2_año91_art4.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Vol13_rev2_año91_art4.pdf)
- Plaza, J. (2018). *Impacto del tipo de cobertura forestal sobre las propiedades edáficas en una zona de bosque montano en el Parque Nacional el Cajas, provincia del Azuay*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca - Ecuador]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30305>
- Pohlman, C., Turton, S., & Goosem, M. (2007). Edge effects of linear canopy openings on understorey communities in a lowland Atlantic tropical forest. *Applied Vegetation Science*, 17(1), 1- 7. <https://doi.org/10.1111/avsc.12043>
- Pulido, V., & Burgos, A. (2016). Germinación y reclutamiento de *clusia* spp. (linneo) en un bosque muy húmedo tropical colombiano Fragmentado. *Revista Electrónica de Medioambiente*, 17(2), 1-12. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6864673>
- RCTCUM. (2022). *Decreto Supremo N° 005-2022-MIDAGRI (Decreto supremo que aprueba el reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor)* (p. 131). Diario Oficial El Peruano.
- Ríos, M., Ruíz, M., Carreto, J., & Tovar, M. (2016). Fraccionamiento químico de la materia orgánica en suelos de bosque y sabana. *Serbiluz*, 16(1), 14-21. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90450808003>
- Romero, A. (2017). *Relaciones de la diversidad arbórea y el suelo en la gradiente altitudinal del valle de Chanchamayo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3287>

- Rufasto, Y. (2021). *Calidad de sitio de Cinchona sp., en relación a variables edafoclimáticas en el bosque montano la Palma, provincia de Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/229>
- Salamanca, A., & Sadeghian, S. (2005). La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana. *Journal Of Agricultural Education and Human Resource Development*, 41(1), 191–210.
<https://doi.org/10.23840/agehrd.2009.41.1.191>
- Salas, J. (2007). *Caracterización edáfica de los suelos en la parte media de la microcuenca pendencia*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Selva].
<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/455>
- Sales, B. (2006). *Caracterización de la materia orgánica de suelos representativos de ecosistemas amazónicos del Perú, departamento de Ucayali, e influencia de su uso y manejo en el secuestro de carbono*. [Tesis de pregrado, Universidad de Sevilla - España].
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=140067>
- Sánchez, D., Silva, L., Murillo, Y., & Huamán, A. (2021). Influencia del pH y sales del suelo en la estructura y composición de un bosque tropical estacionalmente seco del Perú. *Revista Científica Pakamuros*, 9(4), 1-11. <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v9i4.244>
- Sarango, F., & Tenempaguay, W. (2020). *Estimación del carbono almacenado en la biomasa aérea, Necrosama (Hojarasca) y suelo en un bosque de pino en la comuna Paquizhapa (provincia de Loja)*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Saalesiana, Cuenca].
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19153>
- Sola, G., Attis, H., Chauchard, L., & Gallo, L. (2015). Efecto del manejo silvicultural sobre la regeneración de un bosque de *nothofagus dombeyi*, n. Alpina y n. obliqua en la reserva

- nacional lanín (argentina). *Scientia Agricola*, 36(1), 113–120.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002015000100012
- Tello, J. (2016). *Estudio de la dinámica de regeneración natural de un bosque de neblina en el nor oriente del Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina- Lima].
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/2746>
- Trigoso, A. (2011). *Regeneración natural de especies forestales en un bosque varillal seco, en la reserva nacional Allpahuayo Mishana, carretera Iquitos - Nauta. Loreto, Perú*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional De La Amazonía Peruana] .
<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/1799>
- Valdés, M., Barreno, H., & Rivera, C. (2021). Efecto de variables edáficas y microclimáticas en el bosque semidecíduo sobre arenas de la Llanura Sur occidental de Pinar del Río, Cuba. *Quebracho*, 29(1), 1-13. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48171486007>
- Vargas, J., & Andrade, J. (2006). Clusia en México. *Red de Revistas Científicas de América Latina y El Caribe, España y Portugal*, 6(1)1-3.
https://scholar.google.es/scholar?cluster=6034515123060400247&hl=es&as_sdt=0,5
- Vargas, L., & Valera, A. (2007). Producción de hojarasca de un bosque de niebla en La Reseva Natural La Planada (Nariño, Colombia). *Universitas Scientiarum*, 12,35-49.
<https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/4872>
- Vargas, O., & Reyes, S. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Universidad Nacional de Colombia*, 16(2), 221-246.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2011000200017
- Vasquez, C. (2011). Estudio hidrológico de la región de Cajamarca 2010-2011. *Repositorio Digital de Recursos Hidricos*. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/4574>

- Vefago, M. B., da Silva, A. C., Cuchi, T., dos Santos, G. N., da Silva Nunes, A., Rodrigues Júnior, L. C., Lima, C. L., Gross, A., de Vargas Kilca, R., & Higuchi, P. (2019). What explains the variation on the regenerative component dynamics of Araucaria Forests in Southern Brazil? *Scientia Agricola*, 76(5), 1-10.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1678-992x-2017-0304>
- Villón, C. (2017). *Evaluación de la regeneración natural de acerillo Aspidosperma polyneuron, Müll. Arg. en los bosques secos de Jaén*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1709>
- Wang, B. C., & Smith, T. B. (2002). Closing the seed dispersal loop. *Trends in ecology & evolution*, 17(8), 1-10. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)02541-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)02541-7)
- Zabala, D. (2019). *Composición florística, estructura y biomasa de dos parcelas permanentes en el bosque nublado de Mindo-Nambillo* . [Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito - Ecuador].
<https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/49/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Zabala+Alvarado%2C+Damián+Samuel>

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo 1

Ficha de muestreo de vegetación

Ficha de muestreo de vegetación			
Código de parcela:			
Fecha:			
UTM: 17M			
Altitud:			
Tipo de regeneración natural			
Brinzal ()		Latizal ()	
Fustal ()		Árboles maduros ()	
Nº Individuo	Tamaño	Diámetro	Observaciones

Anexo 2

Ficha de muestreo de suelo

DATOS GENERALES						
Nombre del Sitio en Estudio:			Departamento:			
Uso principal:			Provincia:			
Dirección del predio:			Distrito:			
DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO						
Nombre del punto de muestreo:			Operador:			
Coordenadas (UTM, WGS84): Y:			X:	Descripción de la superficie:		
Temperatura (°C):			Precipitación:			
Técnica de muestreo:			Instrumentos usados:			
Profundidad final:			Napa freática:			
DATOS DE LAS MUESTRAS:						
Clave de la muestra:						
Fecha:						
Hora:						
Profundidad desde:						
Profundidad hasta:						
Características organolépticas:						
Color:						
Olor:						
Textura:						
Compactación/consistencia:						
Humedad:						

Componentes organolépticos:						
Estimación de la fracción > 2 mm (%):						
Cantidad de la muestra:						
Tipo de muestra:						
PARA MUESTRAS SUPERFICIALES COMPUESTAS:						
Área de muestreo (m ²):						
Numero de sub muestras:						
Comentario:	Croquis:					

Anexo 3

ANOVA de parámetros fisicoquímicos del suelo

Tabla 12

Anova parámetros fisicoquímicos del suelo

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Entre grupos	,302	2	,151	,539	,594
	Dentro de grupos	4,199	15	,280		
	Total	4,501	17			
CE (μS/cm)	Entre grupos	108,111	2	54,056	,075	,928

	Dentro de grupos	10,758,333	15	717,222		
	Total	10,866,444	17			
	Entre grupos	669,348	2	334,674	15,029	,000
% arena	Dentro de grupos	334,019	15	22,268		
	Total	1,003,367	17			
	Entre grupos	1,674	2	,837	,173	,842
% limo	Dentro de grupos	72,374	15	4,825		
	Total	74,049	17			
	Entre grupos	715,018	2	357,509	15,611	,000
% arcilla	Dentro de grupos	343,527	15	22,902		
	Total	1,058,544	17			
	Entre grupos	916,751	2	458,376	8,193	,004
% MO	Dentro de grupos	839,180	15	55,945		
	Total	1,755,931	17			
	Entre grupos	,863	2	,431	5,637	,015
Densidad aparente (g/cm ³)	Dentro de grupos	1,148	15	,077		
	Total	2,011	17			

Anexo 4

ANOVA categorías de regeneración

Tabla 13

Anova de las categorías de regeneración

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Abundancia	Entre grupos	242462104,4 58	3	80820701,48 6	46,347	,000
	Dentro de grupos	34876669,50 0	20	1743833,475		
	Total	277338773,9 58	23			
Altura m	Entre grupos	312,472	3	104,157	79,667	,000
	Dentro de grupos	26,148	20	1,307		
	Total	338,621	23			
Diámetro	Entre grupos	6734,589	3	2244,863	177,059	,000
	Dentro de grupos	253,572	20	12,679		
	Total	6988,161	23			

Anexo 5

Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 14

Resultados de análisis de laboratorio

Parcela	Profundidad	pH	C.E (μ S/cm)	ρ	M.O %	Textura			Clase textural
						Arena	Limo	Arcilla	
						%	%	%	
01	0-10	6,98	99	1,00	47,8	51,9	16,1	32,0	FrArA
	10-20	7	101	0,98	37,0	42,4	15,0	42,6	Ar
	20-30	7,03	95	1,53	22,0	41,6	14,4	44,0	Ar
02	0-10	6,41	43	1,37	28,0	60,1	10,7	29,2	FrArA
	10-20	6,65	23	1,81	21,2	44,1	11,7	44,2	ArA
	20-30	7	31	1,85	18,8	40,1	11,5	48,4	Ar

03	0-10	6,51	87	1,32	41,0	46,5	11,5	42,0	ArA
	10-20	7,02	96	1,76	23,8	38,3	13,5	48,2	Ar
	20-30	7	99	1,61	20,6	37,9	9,5	52,6	Ar
04	0-10	5,45	68	0,69	50,2	56,2	13,8	30,0	FrArA
	10-20	5,72	64	1,34	39,0	51,6	12,4	36,0	ArA
	20-30	5,54	57	1,17	37,0	43,2	14,8	42,0	Ar
05	0-10	6,45	48	1,16	39,6	49,1	13,1	37,8	ArA
	10-20	6,67	53	1,29	35,2	38,5	13,5	48,0	Ar
	20-30	7,01	57	1,66	28,0	32,0	15,8	52,2	Ar
06	0-10	6,67	66	0,98	45,2	53,3	16,9	29,8	FrArA
	10-20	6,45	55	1,32	36,6	39,7	16,5	43,8	Ar
	20-30	6,79	36	1,88	20,8	35,2	12,6	52,2	Ar

Anexo 6

Resultados del color de suelo

Tabla 15*Color del suelo identificado por la Tabla Munsell digital*

PARCELA	PROFUNDIDAD (cm)	COLOR	
		MUESTRA HUMEDA	MUESTRA SECA
P1	0_10	10YR 4/2 Pardo grisáceo oscuro	10YR 4/3 Pardo
	10_20	10YR 3/4 Pardo amarillento oscuro	10YR 5/3 Pardo
	20_30	10YR 6/8 Amarillo pardusco	10YR 6/6 Amarillo pardusco
P2	0_10	10YR 5/2 Pardo grisáceo	10YR 6/3 Pardo pálido
	10_20	10YR 7/6 Amarillo	10YR 7/8 Amarillo
	20_30	10YR 8/8 Amarillo	10YR 6/6 Amarillo pardusco
P3	0_10	10YR 4/3 Pardo	10YR 2/2 Pardo muy oscuro
	10_20	10YR 6/4 Pardo amarillento pálido	10YR 5/4 Pardo amarillento
	20_30	10YR 6/8 Amarillo pardusco	10YR 6/6 Amarillo pardusco
P4	0_10	10YR 2/2 Pardo muy oscuro	10YR 3/3 Pardo oscuro
	10_20	10YR 4/3 Pardo	10YR 3/3 Pardo oscuro
	20_30	10YR 4/2 Pardo grisáceo oscuro	10YR 4/3 Pardo
P5	0_10	10YR 5/3 Pardo	10YR 5/2 Pardo grisáceo
	10_20	10YR 7/3 Pardo muy pálido	10YR 7/4 Pardo muy pálido
	20_30	10YR 6/6 Amarillo pardusco	10YR 6/8 Amarillo pardusco
P6	0_10	10YR 3/2 Pardo grisáceo muy oscuro	10YR 2/2 Pardo muy oscuro
	10_20	10YR 4/3 Pardo	10YR 4/2 Pardo grisáceo oscuro
	20_30	10YR 5/4 Pardo amarillento	10YR 6/4 Pardo amarillento pálido

Anexo 7*Evaluación en época húmeda y seca con respecto a la vegetación*

Tabla 16*Caracterización de la regeneración natural de C. pseudomangle, primera evaluación*

Parcela	Parámetro	Unidad de medida	Parcelas					
			1	2	3	4	5	6
Brinzales	Abundancia	Número	23	13	14	12	10	21
	Altura							
	prom.	m	0,50	0,65	0,45	0,56	0,42	0,45
	Diámetro							
	prom.	cm	0,85	1,07	0,96	1,09	0,74	1,21
Latizales	Abundancia	Número	3	3	4	2	3	2
	Altura							
	prom.	m	1,66	1,8	1,87	1,74	2,03	1,94
	Diámetro							
	prom.	cm	4,50	4,68	6,46	6,45	5,97	5,92
Fustales	Abundancia	Número	4	2	4	2	3	2
	Altura							
	prom.	m	6,25	4,5	4,53	3,5	4,67	3,9
	Diámetro							
	prom.	cm	24,6	13,2	13	10,3	15,6	13,4
Árboles maduros	Abundancia	Número	2	3	3	1	2	2
	Altura							
	prom.	m	13,5	10	9,3	8	8	11,5
	Diámetro							
	prom.	cm	41,1	43,8	41,8	40,1	41,9	53,6

Tabla 17*Caracterización de la regeneración natural de C. pseudomangle, segunda evaluación*

Parcela	Parámetro	Unidad de medida	Parcelas					
			1	2	3	4	5	6
Brinzales	Abundancia	Número	23	13	14	12	10	21
	Altura							
	prom.	m	0,54	0,71	0,48	0,59	0,46	0,49
	Diámetro							
	prom.	cm	1,02	1,22	1,27	1,43	1,07	1,61
Latizales	Abundancia	Número	3	3	4	2	3	2
	Altura							
	prom.	m	1,97	2	2,28	1,95	2,4	2,3
	Diámetro							
	prom.	cm	5,33	5,08	7,11	6,78	6,58	6,89
Fustales	Abundancia	Número	4	2	4	2	3	2
	Altura							
	prom.	m	6,25	4,5	5	4,5	4,67	4
	Diámetro							
	prom.	cm	25,5	14,2	13,9	11,1	16,4	13,8
Árboles maduros	Abundancia	Número	2	3	3	1	2	2
	Altura							
	prom.	m	13,5	10	9,33	8	8	11,5
	Diámetro							
	prom.	cm	41,9	44,5	42,9	41,1	42,5	54,4

Anexo 8

Correlación y regresión de las variables edafoclimáticas con abundancia de la categoría de regeneración

Tabla 18

Correlación entre variables dependientes e independientes

	Brinzales		Latizal		Fustal		Árboles maduros	
	Correlación de Pearson	Sig.						
Arena prom (%)	,818*	0,047	-,913*	0,01	-0,518	0,293	-0,379	0,459
Limo prom (%)	0,581	0,227	-0,613	0,196	-0,023	0,965	-0,674	0,142
Arcilla prom (%)	-0,225	0,669	,842*	0,04	0,501	0,312	0,637	0,173
MO prom (%)	0,113	0,831	-0,598	0,210	-0,061	0,908	-,955**	0,003
CE prom (μS/cm)	0,433	0,391	0,454	0,366	,867*	0,025	-0,022	0,967
Densidad prom (g/cm ³)	-0,221	0,674	0,549	0,259	-0,028	0,957	-0,070	0,896
pH prom	0,422	0,404	0,631	0,179	0,609	0,199	0,722	0,105
Luminosidad máx. prom (Lux)	,934**	0,006	-,888*	0,018	0,290	0,577	,817*	0,05
Luminosidad mín. prom (Lux)	,878*	0,021	0,506	0,306	0,211	0,689	0,486	0,328

Luminosidad prom (Lux)	,974**	0,001	0,282	0,588	,894*	0,016	,827*	0,042
Temperatura máx. prom °C	,848*	0,033	-0,565	0,243	0,412	0,417	,943**	0,005
Temperatura med. prom °C	0,514	0,297	-0,108	0,838	-0,083	0,876	0,108	0,838
Temperatura mín. prom °C	-0,767	0,075	0,417	0,411	0,145	0,784	0,038	0,943
Hr máx. prom (%)	0,627	0,183	0,084	0,874	,860*	0,028	,863*	0,027
Hr mín. prom (%)	0,349	0,498	-,987**	0,0002	-0,024	0,963	-,894*	0,016
Hr prom (%)	0,565	0,242	0,158	0,764	0,323	0,533	0,161	0,760
Altitud prom (m.s.n.m)	-0,491	0,322	0,322	0,298	0,197	0,709	-,849*	0,033
Hojarasca prom (t/ha)	0,066	0,902	-0,273	0,601	-0,105	0,843	-0,193	0,714
Velocidad del viento máx. prom	-0,676	0,140	-0,400	0,431	-0,387	0,448	-0,638	0,173
Altura (m)	0,180	0,733	0,125	0,813	0,324	0,531	-0,025	0,963
Diámetro (cm)	-0,486	0,329	-0,220	0,676	0,028	0,958	-0,129	0,807

Tabla 19*Correlación variables edafoclimáticas con altura (m) y diámetro (cm) de Clusia pseudomangle*

	Altura (m)		Diámetro (cm)	
	Correlación de Pearson	Sig.	Correlación de Pearson	Sig.
Arena prom (%)	-0,324	0,531	-0,514	0,297
Limo prom (%)	-0,704	0,118	-0,644	0,167
Arcilla prom (%)	0,596	0,212	0,756	0,082
MO prom (%)	-,817*	0,047	-,847*	0,033
CE prom (μS/cm)	0,068	0,899	-0,185	0,726
Densidad prom (g/cm ³)	0,729	0,100	,851*	0,032
pH prom	0,648	0,164	0,640	0,171
Luminosidad máx. prom (Lux)	0,340	0,509	0,106	0,842
Luminosidad mín. prom (Lux)	0,364	0,479	0,186	0,724
Luminosidad prom (Lux)	0,324	0,531	0,039	0,942
Temperatura máx. prom °C	,843*	0,035	,925**	0,008

Temperatura med. prom °C	-0,180	0,733	-0,384	0,453
Temperatura min. prom °C	-0,128	0,809	-0,246	0,639
Hr máx. prom (%)	,860*	0,028	0,738	0,094
Hr mín. prom (%)	0,701	0,121	0,453	0,367
Hr prom (%)	0,783	0,066	0,491	0,322
Altitud prom (m.s.n.m)	0,199	0,706	-0,059	0,912
Hojarasca prom (t/ha)	-0,147	0,782	0,106	0,841
Velocidad del viento máx. prom	-0,296	0,569	-0,190	0,719

Tabla 20

Regresión simple entre variables dependientes e independientes

	RSE	R	R2	F	p-valor
Modelos de regresión estimados					
Modelo lineal simple					
N° de brinzales/ha = -6526,695 +2171,361(pH prom)	2657,41	0,422	0,178	0,868	0,404
N° de brinzales/ha = 4871,589 + 43,983(Conductividad eléctrica prom)	2642,17	0,433	0,188	0,924	0,391
N° de brinzales/ha = 8265,65 - 11,575(Arena prom)	2931,02	0,018	0,00	0,001	0,973
N° de brinzales/ha = -4098,40 + 877,66(Limo prom)	2386,93	0,581	0,337	2,033	0,227
N° de brinzales/ha = 135221,06 -137,62(Arcilla prom)	2856,61	0,225	0,050	0,213	0,669
N° de brinzales/ha = 6277,62 + 44,753(Materia orgánica prom)	2912,74	0,113	0,013	0,052	0,831
N° de brinzales/ha = -11210,95 - 2521,027(Densidad prom)	2859,04	0,221	0,049	0,205	0,674
N° de brinzales/ha = 5120,27 + 44,723(Luminosidad Max. prom)	2308,87	0,616	0,380	2,448	0,193
N° de brinzales/ha = 9670,96 - 3893,851(velocidad del viento Max. prom)	2158,92	0,676	0,458	3,375	0,140
N° de brinzales/ha = 9156,87 - 22,040(Humedad relativa Max. prom)	2927,51	0,052	0,003	0,011	0,922
N° de brinzales/ha = 15203,125 -44,875(Temperatura Max. prom)	2764,87	0,332	0,110	0,497	0,520
N° de latizal/ha = -1317,280 +372,717(pH prom)	261,146	0,631	0,398	2,647	0,179
N° de latizal/ha = 787,044 + 5,291(Conductividad eléctrica prom)	299,987	0,454	0,206	1,037	0,366
N° de latizal/ha = 2751,699 - 36,327(Arena prom)	292,478	0,495	0,245	1,299	0,318
N° de latizal/ha = 2569,504 - 106,383(Limo prom)	266,045	0,613	0,375	2,405	0,196
N° de latizal/ha = -997,990+ 50,826(Arcilla prom)	232,820	0,722	0,522	4,363	0,105
N° de latizal/ha =2028,776 -27,217(Materia orgánica prom)	269,777	0,598	0,358	2,229	0,210
N° de latizal/ha = 145,951 +719,230(Densidad prom)	281,393	0,549	0,301	1,725	0,259
N° de latizal/ha = 1048,951 +1,435(Luminosidad Max. prom)	331,623	0,172	0,030	0,122	0,744
N° de latizal/ha= 1263,934 -264,730(velocidad del viento Max. prom)	308,472	0,400	0,160	0,764	0,431
N° de latizal/ha =821,33 +4,00(Humedad relativa Max. prom)	335,460	0,084	0,007	0,028	0,874
N° de latizal/ha = 1443,200 - 11,200(Temperatura Max. prom)	332,746	0,152	0,023	0,094	0,774

N° de fustal/ha = -489,187 +117,494(pH prom)	87,167	0,609	0,371	2,361	0,199
N° de fustal/ha = 67,230 +3,302(Conductividad eléctrica prom)	54,712	0,867	0,752	12,147	0,025
N° de fustal/ha =836,010 -12,406(Arena prom)	94,034	0,518	0,268	1,466	0,293
N° de fustal/ha = 301,285 -1,330(Limo prom)	109,894	0,023	0,001	0,002	0,965
N° de fustal/ha = -199,115 +11,505(Arcilla prom)	95,151	0,501	0,251	1,339	0,312
N° de fustal/ha = 313,382 -0,913(Materia orgánica prom)	109,716	0,061	0,004	0,015	0,908
N° de fustal/ha =300,055 -12,181(Densidad prom)	109,880	0,028	0,001	0,003	0,957
N° de fustal/ha = 236,871 + 0,790(Luminosidad Max. prom)	105,189	0,290	0,084	0,368	0,577
N° de fustal/ha= 324,542 -83,531(velocidad del viento Max. prom)	101,358	0,387	0,150	0,705	0,448
N° de fustal/ha = -262,667 +7,00(Humedad relativa Max. prom)	98,150	0,450	0,203	1,017	0,370
N° de fustal/ha = 167,086 +4,038(Temperatura Max. prom)	96,223	0,483	0,234	1,220	0,331
N° de árboles maduros/ha = -4,840 +1,066pH prom)	0,583	0,722	0,521	4,349	0,105
N° de árboles maduros/ha = 2,208 -0,001(Conductividad eléctrica prom)	0,841	0,022	0,000	0,002	0,967
N° de árboles maduros/ha =5,261 -0,069(Arena prom)	0,779	0,379	0,143	0,670	0,459
N° de árboles maduros/ha = 6,116 -0,293(Limo prom)	0,622	0,674	0,454	3,330	0,142
N° de árboles maduros/ha = -2,536 +0,112(Arcilla prom)	0,648	0,637	0,406	2,738	0,173
N° de árboles maduros/ha= 5,742 -0,109(Materia orgánica prom)	0,248	0,955	0,913	41,956	0,003
N° de árboles maduros/ha =-1,998 +3,034(Densidad prom)	0,317	0,926	0,858	24,141	0,008
N° de árboles maduros/ha= 1,784 +0,007(Luminosidad Max. prom)	0,800	0,312	0,098	0,432	0,547
N° de árboles maduros/ha= 2,687 -1,054(velocidad del viento Max. prom)	0,648	0,638	0,407	2,741	0,173
N° de árboles maduros/ha = -4,509 + 0,105(Humedad relativa Max. prom)	0,426	0,86	0,744	11,648	0,027
N° de árboles maduros/ha = -3,906 +0,344(Temperatura Max. prom)	0,28	0,943	0,89	32,267	0,005
Altura (m) = 2,065 + 0,001(Conductividad eléctrica prom)	0,450	0,068	0,005	0,018	0,899
Altura (m) = 3,554 - 0,032(Arena prom)	0,426	0,324	0,105	0,470	0,531
Altura (m) = 4,346 - 0,164(Limo prom)	0,321	0,704	0,496	3,939	0,118
Altura (m) = - 0,222 + 0,056(Arcilla prom)	0,361	0,596	0,355	2,205	0,212
Altura (m) = 3,772 - 0,050(Materia orgánica prom)	0,260	0,817	0,667	8,014	0,047
Altura (m) = 0,378 + 1,279(Densidad prom)	0,308	0,729	0,531	4,530	0,100
Altura (m) = 1,911+ 0,004(Luminosidad Max. prom)	0,424	0,340	0,116	0,524	0,509
Altura (m) = 2,263 - 0,262 (velocidad del viento Max. prom)	0,430	0,296	0,088	0,384	0,569

Altura (m) = $1,895 + 0,003$ (Humedad relativa Max. prom)	0,450	0,048	0,002	0,009	0,928
Altura (m) = $1,670 + 0,017$ (Temperatura Max. prom)	0,444	0,170	0,029	0,119	0,748
Diámetro (cm) = $8,398 - 0,012$ (Conductividad eléctrica prom)	1,772	0,185	0,034	0,141	0,726
Diámetro (cm) = $16,635 - 0,202$ (Arena prom)	1,548	0,514	0,264	1,432	0,297
Diámetro (cm) = $15,734 - 0,599$ (Limo prom)	1,379	0,644	0,415	2,839	0,167
Diámetro (cm) = $- 4,311 + 0,285$ (Arcilla prom)	1,180	0,756	0,571	5,334	0,082
Diámetro (cm) = $14,438 - 0,207$ (Materia orgánica prom)	0,958	0,847	0,718	10,178	0,033
Diámetro (cm) = $- 0,561 + 5,975$ (Densidad prom)	0,947	0,851	0,724	10,505	0,032
Diámetro (cm) = $7,365 + 0,005$ (Luminosidad Max. prom)	1,793	0,106	0,011	0,045	0,842
Diámetro (cm) = $7,974 - 0,672$ (velocidad del viento Max. prom)	1,771	0,190	0,036	0,149	0,719
Diámetro (cm) = $13,635 - 0,077$ (Humedad relativa Max. prom)	1,720	0,301	0,091	0,399	0,562
Diámetro (cm) = $5,924 + 0,062$ (Temperatura Max. prom)	1,781	0,157	0,025	0,101	0,766
Diámetro (cm) = $- 5,673 + 2,025$ (pH prom)	1,386	0,640	0,262	2,774	0,171

Anexo 9

Panel fotográfico

Figura 12

Geoservidor Giovanni

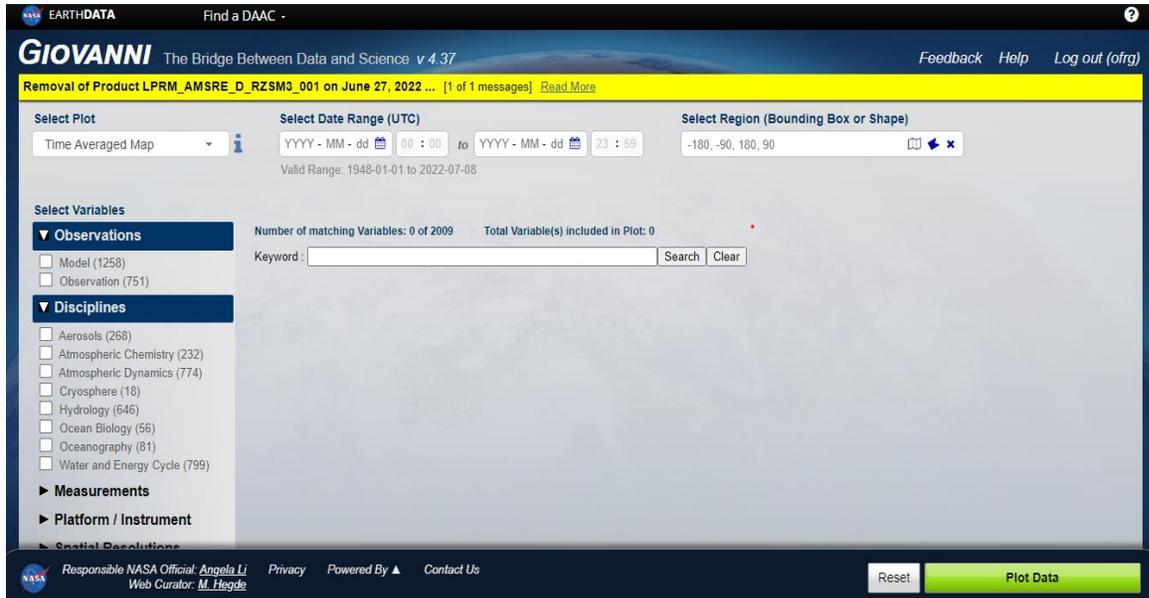


Figura 13

Descarga de datos

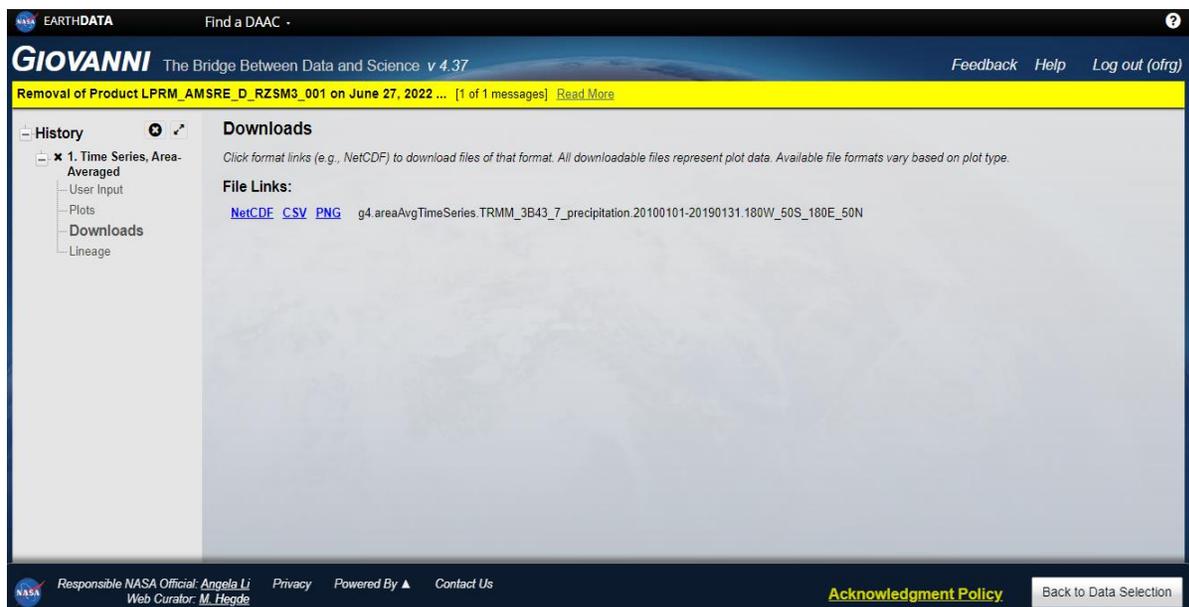


Figura 14

Establecimiento del punto de muestreo



Figura 15

Profundidad del punto de muestreo igual a 40 cm



Figura 16

Toma de muestra para densidad de suelo a una profundidad de 20 cm - 30 cm



Figura 17

Bolsas ziploc para la recolección de muestras de suelo



Figura 18

Muestras de suelo para evaluar textura



Figura 19

Medición de la temperatura para determinar la textura del suelo



Figura 20

Medición de la densidad para determinar la textura del suelo



Figura 21

Medición del pH y conductividad eléctrica con el multiparámetro



Figura 22

Tabla Munsell

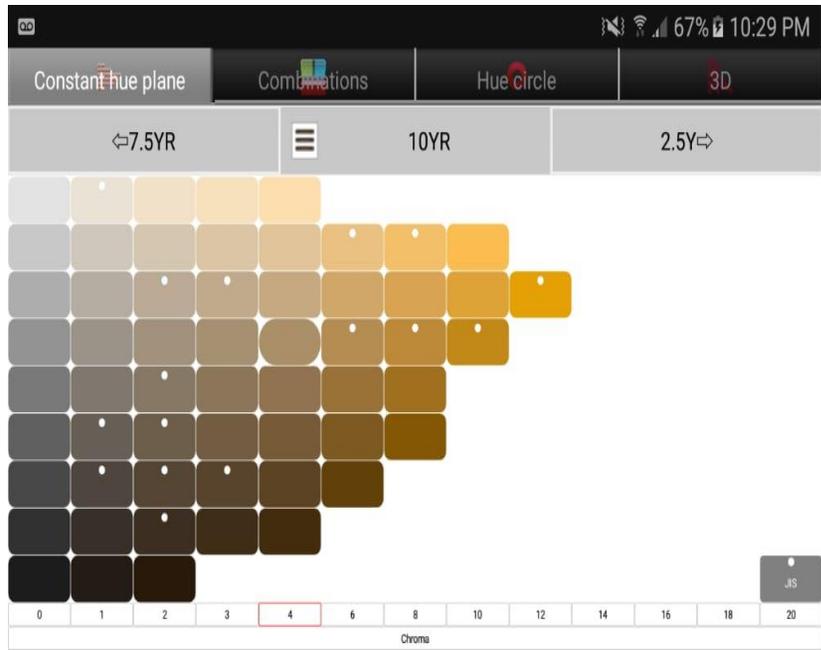


Figura 23

Instalación de la parcela de 20 m x 50 m



Figura 24

Señalización de las parcelas 2 m x 2 m



Figura 25

*Medición de altura de *C. pseudomangle**



Figura 26

Medición de la circunferencia del cuello de la planta con vernier, primera evaluación



Figura 27

Medición de la velocidad del viento(anemómetro) y HR (termohigrómetro)



Figura 28

Equipo de trabajo, primera evaluación



Figura 29

*Regeneración de *C. pseudomangle* encima de las rocas*



Figura 30

*Regeneración de *C. pseudomangle* en el fuste de otros árboles*



Figura 31

Evaluación de brinzales, parcelas en abandono de 2 m x 2 m



Figura 32

Medición de la circunferencia del cuello de la planta con vernier, segunda evaluación



Figura 33

Evaluación de luminosidad (anemómetro)



Figura 34

Equipo de trabajo, segunda evaluación

