

Hector Chinguel Minga

CALIDAD DEL SITIO PARA LATIZALES DE Cinchona micrantha EN RELACIÓN CON VARIABLES EDAFOCLIMÁTICAS EN EL CE...

 Quick Submit Quick Submit Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3532879079

57 páginas

Fecha de entrega

10 abr 2026, 8:25 a.m. GMT-5

13.576 palabras

66.242 caracteres

Fecha de descarga

10 abr 2026, 8:34 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

hector_chinguel_minga-informe_-_HECTOR_CHINGUEL_MINGA.pdf

Tamaño del archivo

5.6 MB



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

*Dr. Alexander Huamán Mera*Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
48 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

Fuentes principales

- 5% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 3% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unj.edu.pe	1%
2	Internet	www.lillo.org.ar	<1%
3	Internet	glasshearts.net	<1%
4	Internet	www.arl.wustl.edu	<1%
5	Internet	amko.rajce.idnes.cz	<1%
6	Trabajos del estudiante	Mount St. Michael's College	<1%
7	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Agraria La Molina	<1%
8	Publicación	Sandy Bello, Katherine Cardenas, Doris Paola Sanabria. "Assessment of Bocashi F...	<1%
9	Trabajos del estudiante	consultoriadeserviciosformativos	<1%
10	Internet	www.minem.gob.pe	<1%
11	Internet	devimar.co	<1%

12	Trabajos del estudiante	London School of Business and Finance	<1%
13	Trabajos del estudiante	Santiago College	<1%
14	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
15	Internet	www.unaj.edu.pe	<1%
16	Publicación	Carla Etel Suárez, María Sol Rossini. "Prescribed burning and ecological recovery i...	<1%
17	Internet	eprints.ucm.es	<1%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA



**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL**

**CALIDAD DEL SITIO PARA LATIZALES DE *Cinchona micrantha* EN
RELACIÓN CON VARIABLES EDAFOCLIMÁTICAS EN EL CENTRO
POBLADO LA CASCARILLA, JAÉN, CAJAMARCA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y AMBIENTAL**

Autor:

Bach. Chinguel Minga Hector

Asesora:

Mg. Huaccha Castillo Annick Estefany

Línea de investigación: Conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos
naturales

JAÉN – PERÚ, 2026

1

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE.....	2
ÍNDICE DE TABLAS.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
2.1. Ubicación del área de estudio.....	9
2.2. Materiales, equipos y programas.....	9
2.3. Población, muestra y muestreo.....	11
2.4. Metodología.....	12
III. RESULTADOS.....	18
3.1. Evaluación y caracterización de crecimiento, propiedades físicas, variables climáticas, edáficas, topográficas.....	18
3.2. Determinación de la influencia de las variables edáficas, topográficas y climáticas sobre el crecimiento y propiedades físicas de <i>C. micrantha</i>	25
3.3. Identificación de zonas con mejores condiciones para el crecimiento en altura de los latizales de <i>C. micrantha</i> en parcelas con cultivo de café.....	30
IV. DISCUSIÓN.....	33
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
5.1. Conclusiones.....	36
5.2. Recomendaciones.....	37
VI. REFERENCIAS.....	38
DEDICATORIA.....	43
AGRADECIMIENTO.....	44
ANEXOS.....	45

1

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Zonas en donde se desarrolla <i>C. micrantha</i>	18
Tabla 2 Verificación de supuestos para el ANOVA de altura total.....	31
Tabla 3 Estadísticos descriptivos de altura total (m) por zona de estudio (Z1–Z4)	31
Tabla 4 Análisis de varianza (ANOVA) de un factor para la altura total de <i>C. micrantha</i> en las zonas Z1–Z4	31
Tabla 5 Agrupación de zonas según la prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0,05$).....	31
Tabla 6 Datos dasométricos de la evaluación de <i>C. micrantha</i>	45
Tabla 7 Datos de las propiedades físicas de <i>C. micrantha</i>	46
Tabla 8 Datos climáticos del Centro Poblado La Cascarilla	47
Tabla 9 Datos de pendiente y altitud de las parcelas evaluadas	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Croquis de ubicación del área de estudio	10
Figura 2 Variación de los parámetros dasométricos de <i>C. micrantha</i> en las zonas de estudio.....	19
Figura 3 Variación de la densidad y el contenido de humedad de la madera de <i>C. micrantha</i>	20
Figura 4 Valores promedio de temperatura, humedad y precipitación en el área de estudio	22
Figura 5 Variación de la pendiente y la altitud en las zonas de estudio	23
Figura 6 Variación de propiedades químicas del suelo en cinco perfiles y dos profundidades	25
Figura 7 Matriz de correlación entre variables de respuesta de la especie, edáficas, topográficas	25
Figura 8 Matriz de correlación entre variables de respuesta de la especie y climáticas.	30
Figura 9 Variación de la altura total en zonas de evaluación	32
Figura 10 Cálculo de la circunferencia a la altura del pecho (CAP)	48
Figura 11 Codificación de individuos evaluadas de <i>C. micrantha</i>	48
Figura 12 Estimación de altura de individuos de <i>C. micrantha</i>	49
Figura 13 Medición de las pendientes del terreno en zonas de estudio.....	49
Figura 14 Georreferenciación de individuos de <i>C. micrantha</i>	49
Figura 15 Extracción de muestras (tarugos de fuste)	50
Figura 16 Medición y pesado de las muestras del fuste (tarugos) en verde	50
Figura 17 Medición y pesado de las muestras en seco en el laboratorio.....	50
Figura 18 Recolección de muestras de suelo de 0 - 20 y de 20 -50 cm.....	51

RESUMEN

La calidad de sitio es un indicador clave de la capacidad productiva de un área para el crecimiento de especies forestales. *Cinchona micrantha*, conocida como quina o cascarilla, es una especie andina de gran valor ecológico, medicinal y cultural cuyas poblaciones han disminuido por la explotación histórica y la falta de criterios técnicos para su manejo. El objetivo de este estudio fue determinar la calidad de sitio de latizales de *C. micrantha* (diámetro a la altura del pecho < 20 cm, edad 10 años) en relación con variables edafoclimáticas en el Centro Poblado La Cascarilla, Jaén, Cajamarca. Se evaluaron cinco zonas: cuatro bajo cultivo de café (Z1–Z4) y un remanente de bosque secundario (Z5). Se registraron variables dasométricas, propiedades físicas de la madera, datos climáticos, propiedades edáficas, pendiente y altitud. Mediante correlaciones de Pearson y un ANOVA con prueba de Duncan (solo Z1–Z4), se encontró diferencias significativas en altura total ($F = 8,32$; $p < 0,01$). La altura total se correlacionó negativamente con la materia orgánica tanto en la profundidad de 0-20 cm ($r = -0,64$) como en la profundidad de 20-50 cm ($r = -0,62$), negativamente con la suma de bases ($r = -0,37$ y $r = -0,49$ respectivamente), y también negativamente con el aluminio intercambiable ($r = -0,36$ y $r = -0,23$) y con la pendiente del terreno ($r = -0,39$). Z4 y Z3 alcanzaron las mayores alturas (6,70 m y 6,07 m), mientras Z1 y Z2 presentaron las menores (4,66 m y 4,77 m). Z5 registró 7,59 m con fines descriptivos. Los resultados proporcionan criterios técnicos para la selección de áreas óptimas de conservación y restauración de *C. micrantha* en bosques montanos del norte del Perú.

Palabras clave: fertilidad del suelo, variables edafoclimáticas, restauración forestal, especie nativa, cascarilla.

ABSTRACT

Site quality is a key indicator of an area's productive capacity for forest species growth. *Cinchona micrantha*, commonly known as quina or cascarilla, is an Andean species of great ecological, medicinal, and cultural value whose populations have declined due to historical overexploitation and the lack of technical criteria for its management. The objective of this study was to determine the site quality of *C. micrantha* pole-stage stands (diameter at breast height < 20 cm, age 10 years) in relation to edaphoclimatic variables in the rural community of La Cascarilla, Jaén, Cajamarca. Five zones were evaluated: four under coffee cultivation (Z1–Z4) and one remnant of secondary forest (Z5). Dasometric variables, wood physical properties, climatic data, edaphic properties, slope, and altitude were recorded. Using Pearson correlations and a one-way ANOVA with Duncan's test (considering only Z1–Z4), significant differences in total height were found ($F = 8,32$; $p < 0.01$). Total height was negatively correlated with organic matter both at 0–20 cm depth ($r = -0,64$) and at 20–50 cm depth ($r = -0,62$), negatively correlated with sum of bases ($r = -0,37$ and $r = -0,49$ respectively), and also negatively correlated with exchangeable aluminum ($r = -0,36$ and $r = -0,23$) and slope ($r = -0,39$). Zones Z4 and Z3 showed the highest heights (6,70 m and 6,07 m, respectively), while Z1 and Z2 presented the lowest values (4,66 m and 4,77 m). Zone Z5 recorded 7,59 m for descriptive purposes only. The findings provide technical criteria for the selection of optimal areas for the conservation and restoration of *C. micrantha* in montane forests of northern Peru.

Keywords: soil fertility, edaphic-climatic variables, forest restoration, native species, cascarilla.

I. INTRODUCCIÓN

La deforestación es un problema global que genera entre otros impactos, una severa pérdida de biodiversidad (Dummett & Blundell, 2021), fenómeno particularmente crítico en ecosistemas sensibles como los bosques andinos o bosques montanos húmedos (Aymard, 2019). Estos bosques albergan una gran cantidad de especies únicas, endémicas y de interés económico (Cuesta *et al.*, 2009) las cuales se encuentran amenazadas por la expansión de actividades antrópicas como la ganadería y la agricultura (Castañeda *et al.*, 2018). La aplicación de prácticas asociadas, como el uso de fertilizantes, drenajes y laboreos intensivos, degradan el bosque y con el tiempo limitan su capacidad actual y potencial para producir, tanto cualitativa y cuantitativamente, bienes y servicios esenciales. Eso impacta directamente en la sostenibilidad de los ecosistemas y en la economía local (Huamán, 2020).

Para comprender la dinámica de los bosques o el desarrollo de una especie forestal, es fundamental evaluar la calidad de sitio (CS). Este concepto, entendido como la capacidad productiva de un área determinada para el crecimiento de árboles integrando factores como el clima, las propiedades edáficas, la topografía, la disponibilidad de agua, la competencia biótica y el historial de manejo (Skovsgaard & Vanclay, 2013; Martínez *et al.*, 2015). La CS expresa las zonas favorables y desfavorables para las especies en función de estos factores, los cuales pueden actuar como limitantes o como impulsores del crecimiento (Bueno *et al.*, 2015). Por lo tanto, determinar la CS es importante para seleccionar los árboles apropiados y sitios adecuados para plantaciones exitosas (González *et al.*, 2013), así como para planificar actividades silviculturales, estimar el crecimiento, la productividad y contribuir al manejo y recuperación de suelos degradados (Montero *et al.*, 2001; Moreno *et al.*, 2018; Noordermeer *et al.*, 2019).

En especies leñosas, la altura total de los individuos en etapa de latizal, individuos jóvenes con diámetro a la altura del pecho (DAP) generalmente inferior a 20 cm, es un indicador ampliamente utilizado de CS, ya que refleja de manera integrada las condiciones ambientales durante las fases tempranas del desarrollo, antes de que la competencia intraespecífica modifique significativamente la relación altura-diámetro (Bueno *et al.*, 2015). Por ello, el presente estudio emplea la altura total promedio como variable respuesta para clasificar la calidad de sitio de latizales de *C. micrantha*.

Numerosas investigaciones han analizado la relación entre la CS y el crecimiento de diversas especies forestales en distintas regiones del mundo, demostrado la influencia de factores ambientales como la precipitación, la temperatura y la composición del suelo (Mollinedo *et al.*, 2005; Parra & Hernández, 2023; Ugarte & Domínguez, 2010). Sin embargo, la mayoría de estos estudios se han centrado en especies de interés comercial maderable, dejando de lado especies de importancia económica y ecológica como *C. micrantha*. La importancia de estudiar esta especie se acentúa debido a que se encuentra amenazada por la severa fragmentación de su hábitat, la tala selectiva y los cambios en el uso del suelo de los bosques montanos húmedos donde habita (González *et al.*, 2013).

C. micrantha, conocida comúnmente como árbol de la quina o cascarilla, es una especie endémica y representativa del Perú que se distribuye en un rango altitudinal que oscila entre los 1000 y 3000 m s. n. m. (Fernández & Huaccha, 2022) y está presente en diversas regiones como Amazonas, Cajamarca, Junín, Madre de Dios, Puno, Cusco, La Libertad, Huánuco y Pasco. Considerando su alto valor medicinal y cultural, así como su estado de conservación vulnerable debido a la tendencia poblacional aún no cuantificada con precisión (García *et al.*, 2022), se requiere generar información que respalde su recuperación. En particular, no existen estudios específicos sobre la calidad de sitio para la fase de latizal de esta especie, lo que limita la capacidad de seleccionar áreas adecuadas para su conservación y restauración.

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo general determinar la calidad de sitio para latizales de *C. micrantha* en el Centro Poblado La Cascarilla, Jaén, Cajamarca, Perú, a través de los siguientes objetivos específicos: i) evaluar el crecimiento (altura total, DAP, área basal, volumen), las propiedades físicas de la madera (densidad básica, contenido de humedad) y las variables climáticas, edáficas y topográficas en zonas donde se desarrolla *C. micrantha*; ii) determinar la influencia de las variables edáficas y topográficas, climáticas sobre el crecimiento y las propiedades físicas de *C. micrantha* en etapa de latizal; iii) identificar los sitios con mejores condiciones para el crecimiento en altura de los latizales de *C. micrantha*.

Los resultados de esta investigación proporcionan una base técnica para mejorar la selección de áreas de establecimiento y manejo de la especie en su fase juvenil, lo que debe contribuir al diseño y desarrollo de programas de recuperación y restauración que garanticen la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales. Además, la escasa información científica disponible sobre estudios de calidad de sitio específicos para *C.*

micrantha evidencia la necesidad de profundizar en esta línea de investigación, abriendo un campo de estudio y nuevas oportunidades para futuras investigaciones, tanto con esta especie como con otras del género *Cinchona*.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

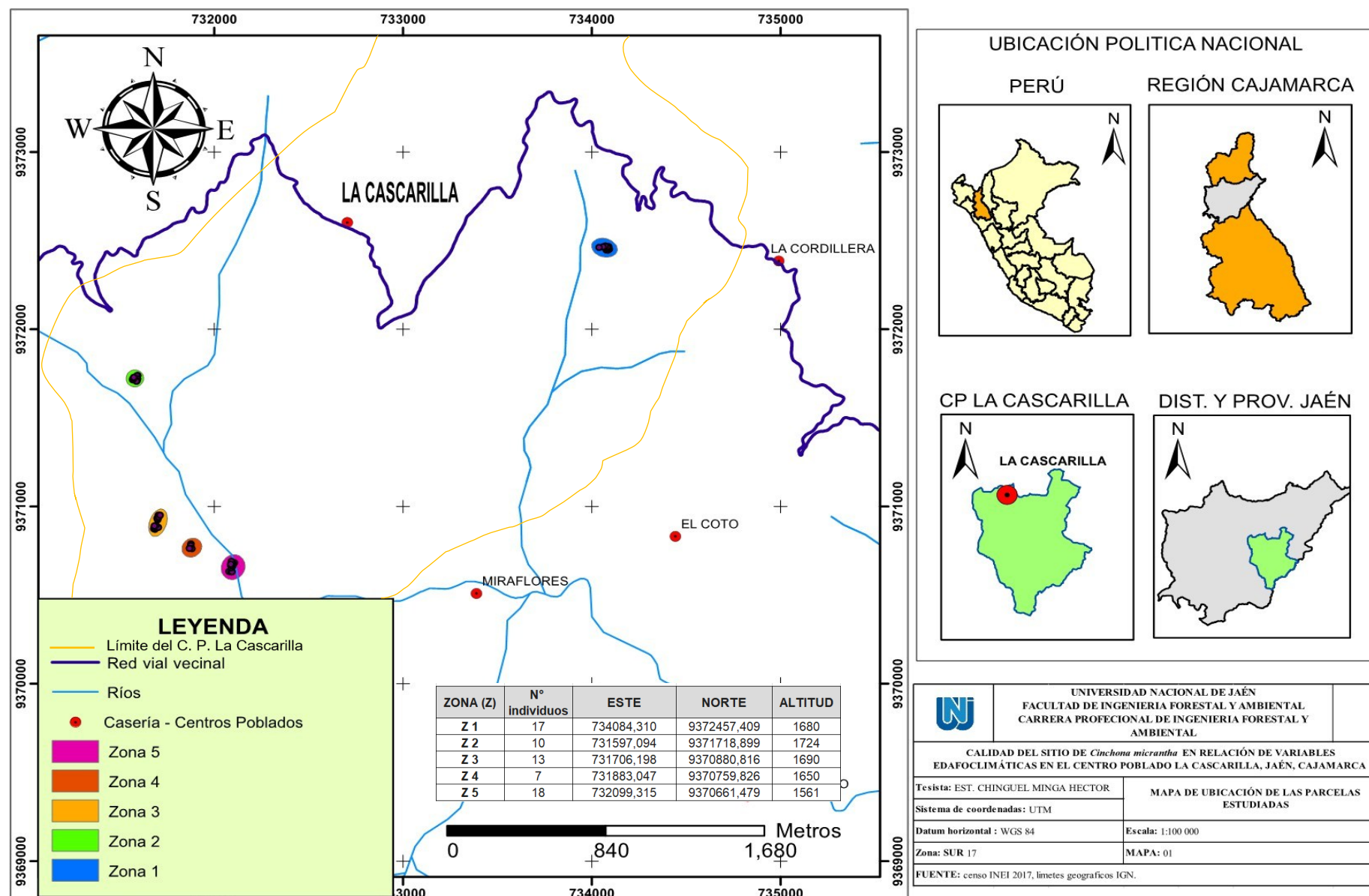
2.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en el Centro Poblado La Cascarilla (Figura 1) ubicado en el distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, Perú a una altitud de 1968-1991 m s. n. m. Se localiza entre las coordenadas UTM 732850.997 Este y 9372658 Norte. La zona presenta una precipitación anual promedio de 1730 mm/año, temperatura mínima de 9 °C y máxima de aproximadamente 21,8 °C (Fernández *et al.*, 2021; Fernández & Huaccha, 2022). Condiciones típicas de bosques montanos húmedos de la provincia de Jaén. Estas características climáticas favorecen el desarrollo de *C. micrantha* y otras especies propias de ecosistemas andinos húmedos.

2.2. Materiales, equipos y programas

- **Materiales de gabinete y de campo:** USB, laptop, portapapeles, cinta métrica de 20 m, guantes quirúrgicos, guantes de seguridad, palana, machete, barreta agrícola, marcadores tinta indeleble, etiquetas adhesivas, cinta métrica de 5 m, nivel, bolsas ziploc, botas impermeables, rafia, dispensador de aerosol color rojo, repelente, plástico, protector solar, cuaderno de apuntes y bolígrafos.
- **Equipos:** hipsómetro Suunto modelo 360 PC/360R; barreno Pressler modelo 63354, balanza analítica Boeco 220 gr, cámara fotográfica Samsung A 23S y equipo de posicionamiento (GPS) marca Garmin.
- **Programas:** ArcGIS, Microsoft Office 2021, Rstudio

Figura 1
Croquis de ubicación del área de estudio



2.3. Población, muestra y muestreo

Debido a que la investigación se centró en la caracterización de individuos de *C. micrantha* presentes en el área de estudio, no se empleó un diseño de muestreo probabilístico. La población de interés estuvo conformada por los latizales de *C. micrantha* (individuos con DAP < 20 cm) localizados en cinco zonas del C.P. La Cascarilla donde se confirmó su presencia.

Las zonas fueron seleccionadas mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando tres criterios: (i) presencia confirmada de *C. micrantha* en etapa de latizal, (ii) estado de vigor aparente de los individuos, y (iii) accesibilidad para la toma de datos en campo. Bajo estos criterios se definieron cinco zonas de evaluación (Z1–Z5) : cuatro corresponden a parcelas con cultivo de café (Z1, Z2, Z3, Z4) y una a un remanente de bosque secundario en regeneración (Z5).

Los latizales evaluados en las zonas Z1–Z4 provienen de una plantación uniforme realizada en marzo de 2016 como parte del proyecto de reforestación comunitaria “Rescatando el Árbol de la Quina” en el Centro Poblado La Cascarilla (iniciado en octubre de 2014 con la construcción del invernadero y germinación en febrero-noviembre de 2015). Por lo tanto, al momento de la evaluación (2025) todos los individuos de estas zonas tienen aproximadamente 10 años de edad (coetáneos) y fueron establecidos bajo el mismo sistema agroforestal con café. La zona Z5 corresponde a regeneración natural y se presenta solo de manera descriptiva.”

Para los análisis estadísticos orientados a evaluar diferencias en crecimiento entre sitios bajo influencia antrópica y a identificar condiciones favorables para el desarrollo de la especie, se consideraron exclusivamente las cuatro zonas con este manejo (Z1–Z4). El remanente de bosque secundario (Z5) se presenta de manera descriptiva como referencia del crecimiento en condiciones de regeneración natural, sin incluirlo en las pruebas estadísticas comparativas, dado que su historial de manejo, competencia y edad difieren sustancialmente de las zonas agrícolas. Se evaluó la totalidad de individuos presentes en cada zona (n total = 65: Z1=17, Z2=10, Z3=13, Z4=7, Z5=18), lo que permitió caracterizar el estado actual de las poblaciones locales de la especie (Aguirre et al., 1997; Cruzado et al., 2019).

2.4. Metodología

El estudio se estructuró en tres etapas principales: (i) evaluación y caracterización del crecimiento, propiedades físicas de la madera y variables climáticas, edáficas y topográficas en las zonas donde se desarrolla *C. micrantha*; (ii) análisis de la influencia de las variables climáticas, edáficas y topográficas sobre el crecimiento y las propiedades físicas de la especie mediante matrices de correlación; y (iii) identificación de zonas con mejores condiciones para el crecimiento en altura de los latizales de *C. micrantha* en parcelas de café.

El análisis de correlaciones se realizó en dos matrices separadas: una para las variables edáficas y topográficas (con variabilidad entre zonas) y otra para las variables climáticas (datos de estación única).

2.4.1. Evaluación y caracterización de crecimiento, propiedades físicas, variables climáticas, edáficas y topográficas en zonas donde se desarrolla *C. micrantha*

A. Evaluación de variables de crecimiento

Una vez delimitadas las zonas de estudio y localizados los individuos de *C. micrantha*, se registró: circunferencia a la altura del pecho (a 1,30 m sobre el nivel del suelo) mediante cinta métrica y la altura calculada con un hipsómetro. A partir de estos datos se calcularon el DAP, el área basal y el volumen total, empleando las fórmulas dasométricas convencionales:

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

$$AB = \frac{\pi \times DAP^2}{4}$$

$$Vt = \frac{\pi \cdot DAP^2}{4} \times H \times f$$

Donde:

DAP: diámetro a la altura del pecho (cm)

CAP: circunferencia a la altura del pecho (cm)

AB: área basal (m²)

Vt: volumen total (m³)

H: altura (m)

f : factor de forma (0,55 valor estándar para especies del género Cinchona en etapa juvenil según Rufasto et al., 2023)

π : 3,1416

Estos parámetros permitieron caracterizar el crecimiento en dimensión y volumen de los individuos en cada zona de estudio.

B. Evaluación de propiedades físicas de la madera

Se reconoce que la extracción de tarugos con barreno de Pressler en individuos con diámetros menores a 10 cm puede generar daños no deseados. No obstante, dado el carácter exploratorio del estudio y la necesidad de obtener valores preliminares de densidad básica y contenido de humedad para la especie en etapa de latizal, se procedió con la extracción utilizando una técnica cuidadosa para minimizar el impacto. Los resultados de estas variables se presentan como información complementaria, y se recomienda que futuros estudios empleen métodos no destructivos o individuos de mayor tamaño para confirmar estos hallazgos.

- Cálculo de la densidad básica

Las muestras (tarugos de fuste) fueron obtenidas empleando un barreno de Pressler, a una altura de 1,30 m de altura del individuo, de forma perpendicular sin crear impactos negativos en el crecimiento actual ni variaciones en el crecimiento futuro (Gutiérrez & Ricker, 2013). Una vez extraída la muestra, el orificio fue desinfectado con una solución de pasta bordelés (sulfato de cobre y cal en proporción 1:1) y se dejó secar al aire libre, sin sellar, permitiendo la compartimentación natural del árbol.

Las muestras se almacenaron en recipientes plásticos, debidamente rotuladas por árbol y zona de procedencia y se trasladaron al laboratorio de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén para su procesamiento.

En el laboratorio, los tarugos se secaron en estufa a 105 °C durante 48 h hasta alcanzar peso constante y, posteriormente se determinó su peso seco y volumen, calculando la densidad básica según Valencia & Vargas (1997).

$$D = \frac{m}{V}$$

Donde:

D = densidad básica (g/cm³)

V = volumen (cm³)

m = peso seco (g)

• Cálculo del contenido de humedad

El contenido de humedad se determinó siguiendo el procedimiento descrito por Pérez *et al.* (2011). Para ello, se registró el peso húmedo inicial de cada muestra y, tras el secado en estufa a 105 °C hasta peso constante, se obtuvo el peso seco. El contenido de humedad se calculó con la expresión:

$$CH = \frac{P_h - P_0}{P_0} \times 100\%$$

Donde:

CH: contenido de humedad (%)

P_h = peso húmedo o peso inicial (g)

P₀ = peso seco (g)

C. Evaluación de variables climáticas

La evaluación y recopilación de datos de las variables climáticas se llevó a cabo a partir de los registros de la estación meteorológica "La Cascarilla" (código 105062), administrada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), ubicada en coordenadas UTM 734115 E, 9372475 N a 1991 m s. n. m. Se consideraron la precipitación media anual, la humedad relativa media anual y la temperatura media anual correspondientes al periodo comprendido entre febrero de 2020 y diciembre de 2024, con el fin de describir el contexto climático reciente e interpretarlo en relación con las condiciones edáficas y topográficas de las zonas evaluadas. Estos datos se emplearon de manera descriptiva como contexto para analizar el crecimiento de *C. micrantha* en un escenario climático relativamente homogéneo a escala local.

D. Evaluación de variables edáficas

En cada zona de evaluación se extrajeron muestras de suelo a dos profundidades: 0-20 cm y 20-50 cm. Las muestras se recolectaron y etiquetaron en bolsas tipo ziploc para luego ser enviadas al Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA – laboratorio de

Suelos Aguas y Foliare (LABSAF) de la Estación Experimental Agraria Vista Florida – Chiclayo, donde realizó el análisis fisicoquímico.

En el laboratorio se determinó el pH (potenciométrico), textura (método del hidrómetro), materia orgánica (Walkley-Black), conductividad eléctrica (conductímetro), nitrógeno total (Kjeldahl), fósforo disponible (Olsen), potasio (acetato de amonio), calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), sodio (Na^{+}), aluminio intercambiable ($\text{Al}^{3+} + \text{H}^{+}$), suma de cationes (SC), suma de bases (SB), carbonato de calcio equivalente (CaCO_3) y acidez de cambio. Estas variables permitieron describir el estado nutricional y químico del suelo asociado al crecimiento de *C. micrantha* en cada zona.

E. Evaluación de variables topográficas

Las variables topográficas se determinaron mediante la medición de la pendiente y la altitud en cada zona a través del cálculo de distancias con la ayuda de un nivel de burbuja y una cinta métrica siguiendo el procedimiento descrito por Morales (2024), aplicando la expresión:

$$\text{Pendiente (\%)} = \frac{\text{distancia}_{\text{vertical}}}{\text{distancia}_{\text{horizontal}}} \times 100\%$$

La altitud se obtuvo con la ayuda de un GPS, registrando la elevación de los árboles de *C. micrantha* evaluados en cada zona. La información topográfica se integró posteriormente con los datos dasométricos, edáficos y climáticos para analizar su relación con la calidad de sitio de la especie.

2.4.2. Determinación de la influencia de las variables climáticas, edáficas y topográficas sobre el crecimiento y propiedades físicas de *C. micrantha*

Se construyeron dos matrices de correlación por separado, debido a la naturaleza homogénea de los datos climáticos a escala local (provenientes de una única estación meteorológica).

Se analizó la asociación lineal entre las variables ambientales y las variables de respuesta de la especie mediante el coeficiente de correlación de Pearson (r). El procedimiento se realizó en el software **RStudio**, estimando los coeficientes de correlación y su significancia estadística ($p < 0,05$). Las correlaciones significativas se destacan en la matriz de calor correspondiente.

a) Matriz de correlación entre variables edáficas, topográficas y de respuesta de la especie

Se consideró:

- **Variables edáficas:** pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO), nitrógeno total (N), fósforo disponible (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), aluminio intercambiable (Al), acidez de cambio, suma de cationes y suma de bases.
- **Variables topográficas:** pendiente (%) y altitud (m s. n. m.).
- **Variables de respuesta de la especie:** DAP (cm), altura total (m), densidad básica de la madera (g/cm^3).

b) Matriz de correlación entre variables climáticas y de respuesta de la especie

Se consideró:

- **Variables climáticas:** temperatura máxima media anual (Tmax), temperatura mínima media anual (Tmin), humedad relativa media anual (H) y precipitación media anual (PP), obtenidas de la estación meteorológica “La Cascarilla” (código SENAMHI 105062) para el período 2020-2024.
- **Variables de respuesta de la especie:** DAP (cm), altura total (m), densidad básica de la madera (g/cm^3).

Dado que los datos climáticos provienen de una única estación ubicada en el área de estudio, presentan valores idénticos para todas las zonas evaluadas (Z1–Z5). Por ello, su variabilidad espacial es nula y su influencia solo pudo evaluarse de manera general (no a escala de parcela).

Los resultados de ambas matrices se presentan en las Figuras 7 y 8, respectivamente, donde se muestran los coeficientes de correlación de Pearson mediante un mapa de calor (escala de color de -1 a 1).

2.4.3. Identificación de zonas con mejores condiciones para el crecimiento en altura de los latizales de *C. micrantha* en parcelas con café

Para identificar las zonas con condiciones más favorables para el desarrollo de latizales de *C. micrantha* en parcelas con café, se empleó como variable la altura total promedio de los individuos en cada una de las cuatro zonas bajo manejo (Z1–Z4). La altura total se

utilizó por ser un indicador ampliamente utilizado de calidad de sitio en estudios forestales (Bueno et al., 2015; Skovsgaard & Vancley, 2013). Con estos valores se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas en el crecimiento en altura entre las zonas Z1–Z4.

8

Previo al ANOVA se verificaron los supuestos de normalidad de los residuos (prueba de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (prueba de Levene). Cuando el análisis de varianza indicó diferencias significativas ($p < 0,05$), se aplicó la prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0,05$) para agrupar las zonas según sus medias de altura total.

Los grupos formados por la prueba de Duncan permitieron identificar diferencias estadísticamente significativas en la altura total promedio entre las zonas Z1–Z4. Estas diferencias reflejan las condiciones ambientales y de manejo actuales en parcelas con café, y permiten clasificar las zonas en categorías relativas de crecimiento (mayor, intermedio, menor). Los datos de Z5 (remanente de bosque secundario) se presentan de manera independiente como referencia del crecimiento en condiciones de regeneración natural, sin incluirlos en la comparación estadística.

III. RESULTADOS

3.1. Evaluación y caracterización de crecimiento, propiedades físicas, variables climáticas, edáficas, topográficas

A. Ubicación de las zonas de *C. micrantha*

Se delimitaron cinco zonas de estudio en el C. P. La Cascarilla, seleccionadas en función de las características del terreno donde se desarrolla *C. micrantha*. Cuatro de estas áreas se ubicaron en parcelas con cultivo de café y una se localizó en un sector en estado natural (bosque) (Tabla 1). Por su ubicación geográfica y altitud, todas las zonas forman parte de los bosques montanos húmedos.

Tabla 1

Zonas en donde se desarrolla C. micrantha

Zona (Z): propietario	n de individuos de <i>C. micrantha</i>	Coordenadas UTM		Altitud (m s. n. m.)
		este	norte	
Z1: Elí Fernández tenorio	17	734084,310	9372457,409	1680
Z2: Noe Ticlla Caruajulca	10	731597,094	9371718,899	1724
Z3: Jaime Gonzales Cubas	13	731706,198	9370880,816	1690
Z4: Filiberto Mego Pérez	7	731883,047	9370759,826	1650
Z5: Remanente de bosque secundario (Ángel Manosalva Palomino)	18	732099,315	9370661,479	1561

B. Evaluación de crecimiento

Dado que los latizales de las zonas Z1–Z4 son coetáneos (edad ≈ 10 años), la altura total constituye un indicador directo de calidad de sitio (site index a edad base 10 años), según la definición estándar en silvicultura (Skovsgaard & Vanclay, 2013).

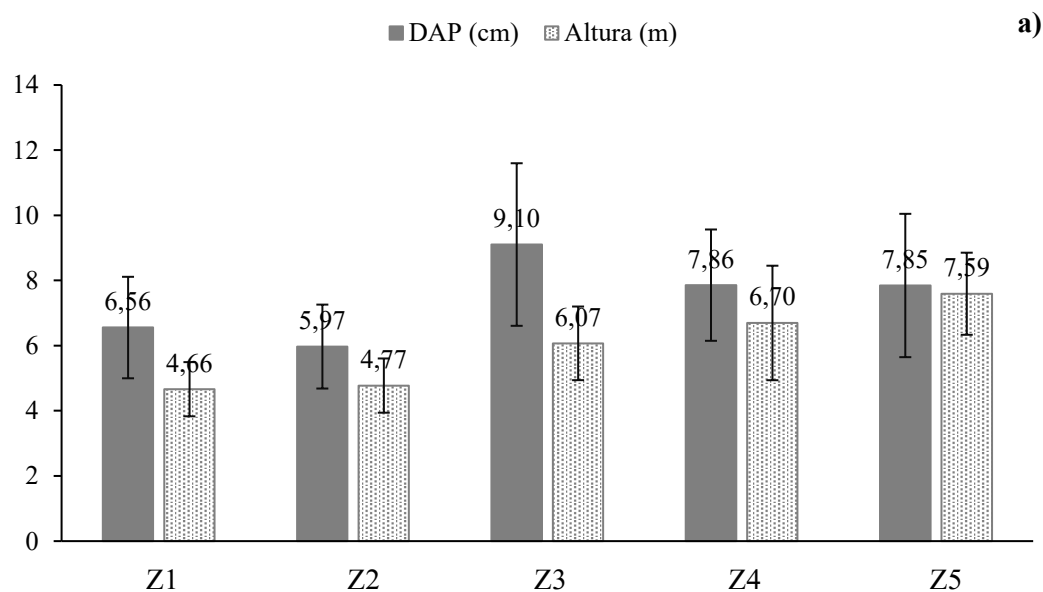
En la Figura 2 se observan diferencias en los parámetros dasométricos evaluados en las cinco zonas de estudio. En la Figura 2a, el diámetro a la altura del pecho (DAP) presenta valores menores en Z1 y Z2, mientras que en Z3, Z4 y Z5 se registran valores más altos, con un máximo en Z3. En cuanto a la altura total, se aprecia un incremento progresivo

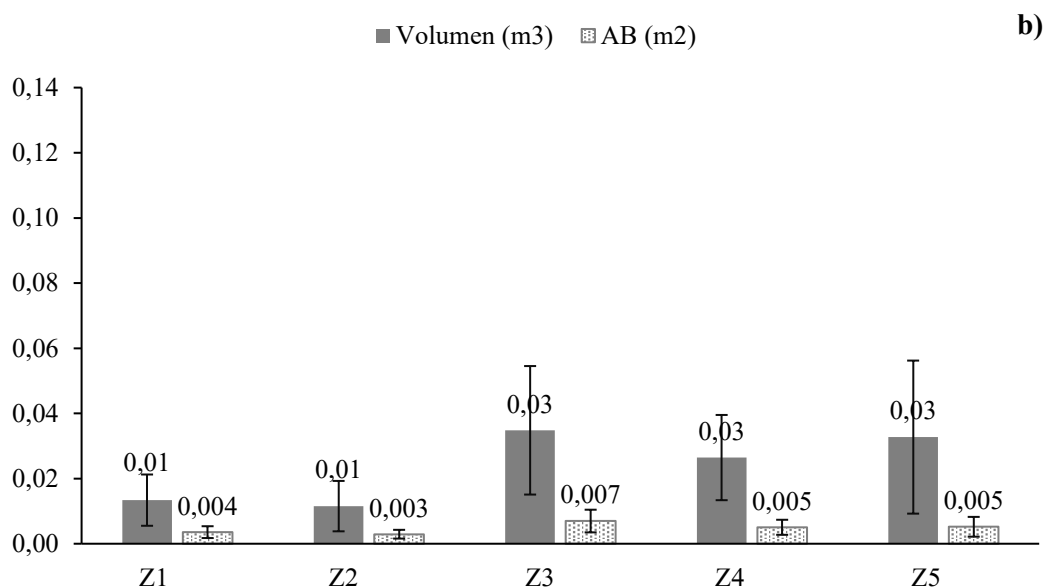
desde Z1 hasta Z5, siendo Z4 y Z5 los puntos con los mayores valores promedio. En ambos casos, las barras de error reflejan la variabilidad de los datos dentro de cada zona de estudio.

Asimismo, la Figura 2b muestra el comportamiento del volumen individual y del área basal (AB) en las mismas zonas de evaluación. El volumen presenta valores bajos y similares en Z1 y Z2, incrementándose de manera notable en Z3, Z4 y Z5, donde se registran los valores más elevados. El área basal sigue una tendencia comparable, con menores valores en los dos primeros puntos y mayores en los restantes, destacando Z3 y Z5.

Figura 2

Variación de los parámetros dasométricos de C. micrantha en las zonas de estudio





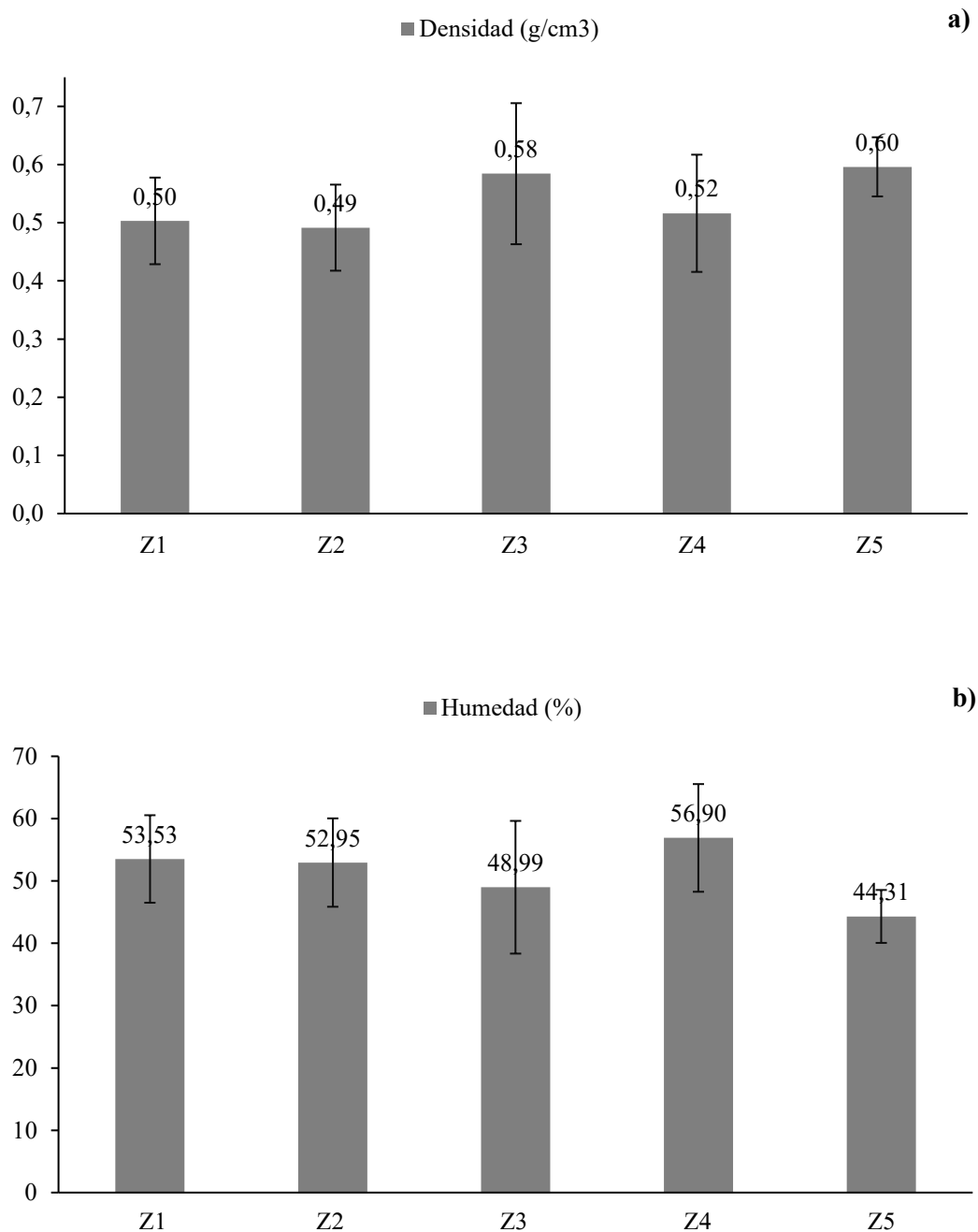
C. Evaluación de propiedades físicas

En la Figura 3a se presentan los valores promedio de densidad de la madera de *C. micrantha* en las cinco zonas de estudio (Z1–Z5). La densidad muestra variaciones entre las zonas evaluadas, con valores cercanos entre Z1 y Z2, un incremento en Z3 y Z5, y un valor intermedio en Z4. Las barras de error indican la dispersión de los datos alrededor del valor medio en cada zona de estudio.

Por su parte, la Figura 3b muestra los valores promedio de humedad de la madera expresados en porcentaje. Se observa que la humedad presenta diferencias entre las zonas de estudio, con valores mayores en Z4 y menores en Z5, mientras que Z1, Z2 y Z3 presentan valores intermedios. Las barras de error reflejan la variabilidad de las mediciones dentro de cada zona de evaluación, evidenciando la heterogeneidad de los datos registrados.

Figura 3

Variación de la densidad y el contenido de humedad de la madera de C. micrantha



D. Evaluación de variables climáticas

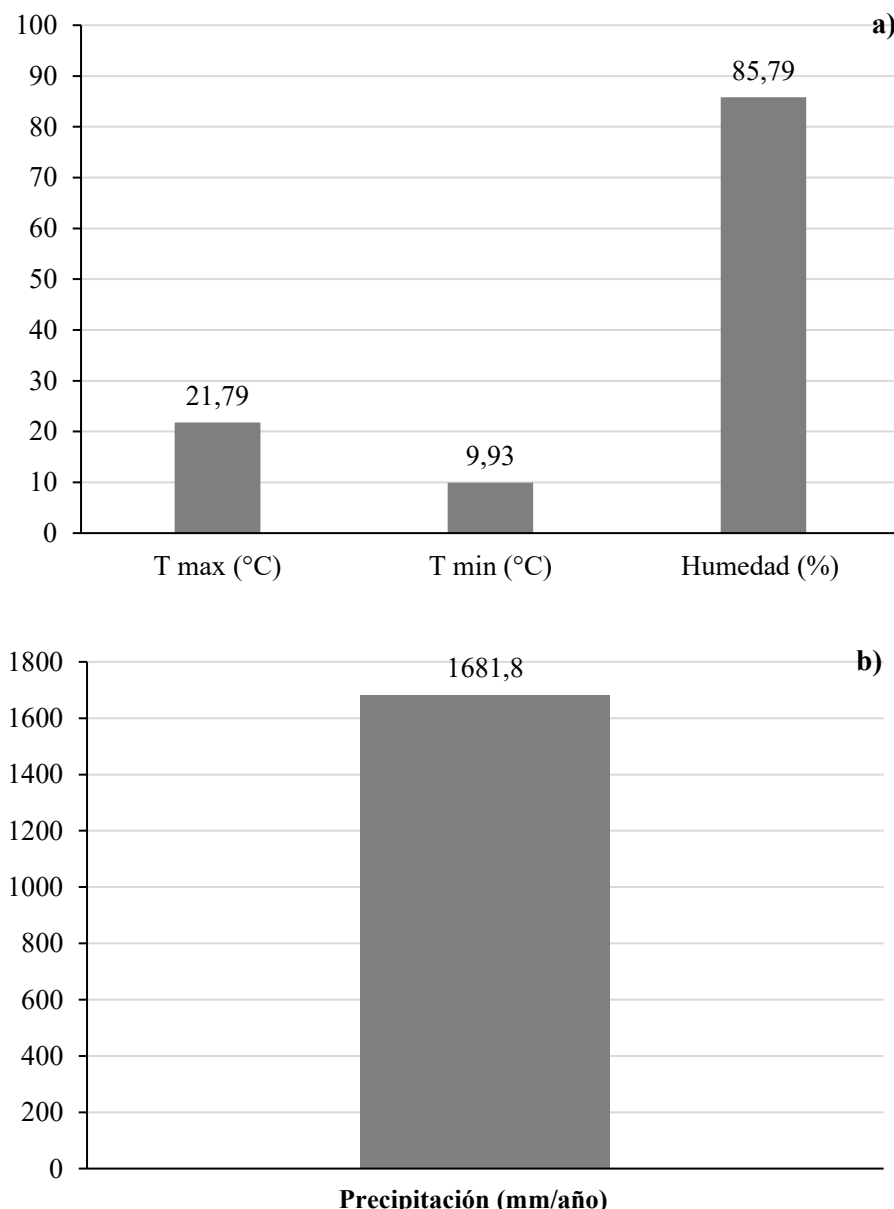
En la Figura 4a se presentan los valores promedio de las variables climáticas registradas en la estación meteorológica "La Cascarilla" (coordenadas UTM 734115 E, 9372475 N; 1991 m.s.n.m.). La temperatura máxima media alcanza un valor de 21,79 °C, mientras que la temperatura mínima media es de 9,93 °C. La humedad relativa promedio muestra un valor de 85,79 %.

Por su parte, la Figura 4b muestra el valor promedio de la precipitación acumulada, que alcanza 1681,8 mm/año. En conjunto, las figuras sintetizan gráficamente el

comportamiento de las principales variables climáticas consideradas en el estudio, las cuales se presentan como contexto general del área, sin diferenciación entre zonas.

Figura 4

Valores promedio de temperatura, humedad y precipitación en el área de estudio



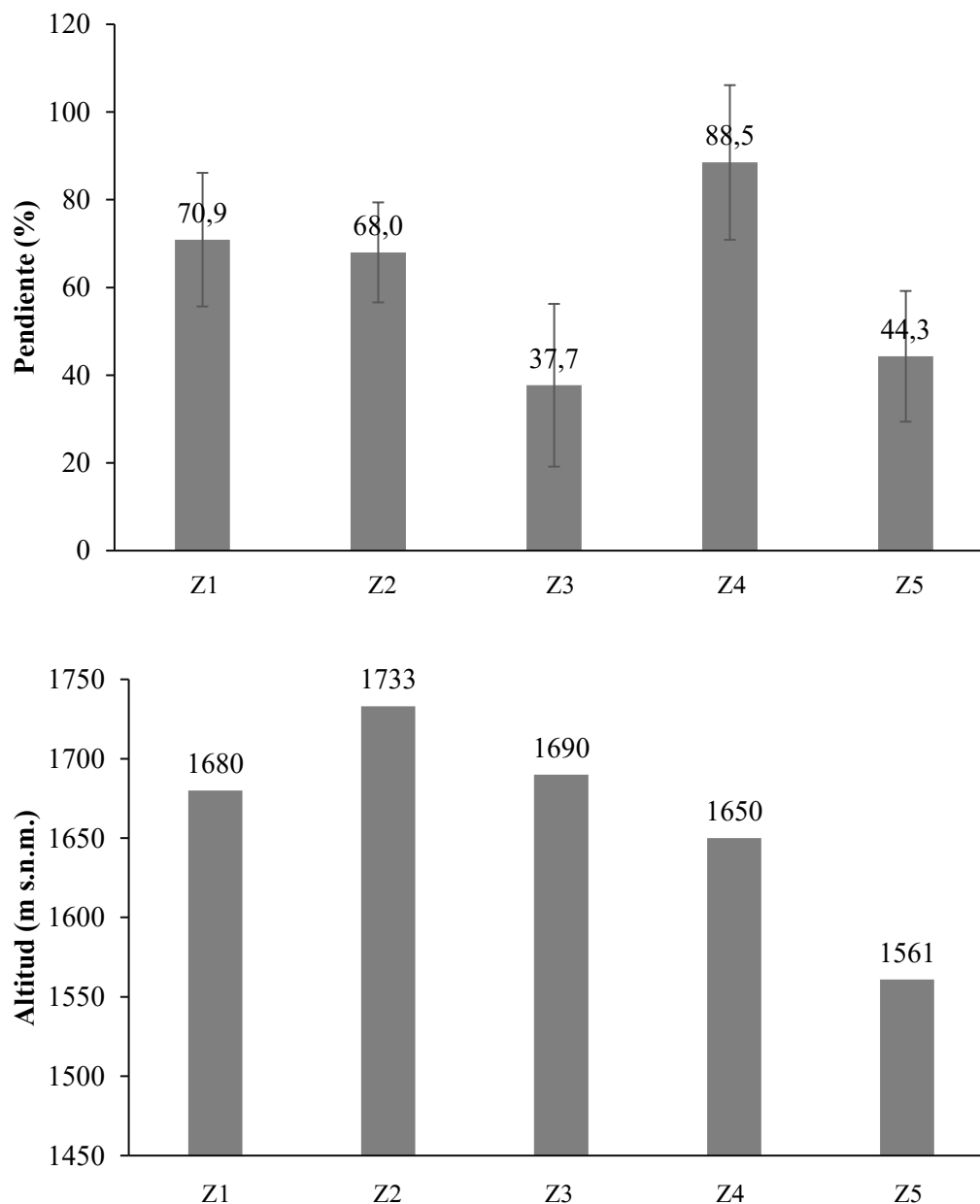
E. Evaluación de variables topográficas

La Figura 5 presenta la variación de la pendiente (%) y la altitud (m s. n. m.) en las zonas de estudio (Z1–Z5). La pendiente muestra valores diferenciados entre las zonas evaluadas, con registros más elevados en Z4 (88,5 %), valores intermedios en Z1 (70,9 %) y Z2 (68,0 %), y valores menores en Z3 (37,7 %) y Z5 (44,3 %); las barras de error reflejan la variabilidad de los datos dentro de cada zona.

En cuanto a la altitud, se observan diferencias entre las zonas de estudio, con el valor más alto en Z2 (1724 m s. n. m.), seguido de Z3 (1690) y Z1 (1680), mientras que Z4 (1650) y Z5 (1561) presentan altitudes menores.

Figura 5

Variación de la pendiente y la altitud en las zonas de estudio



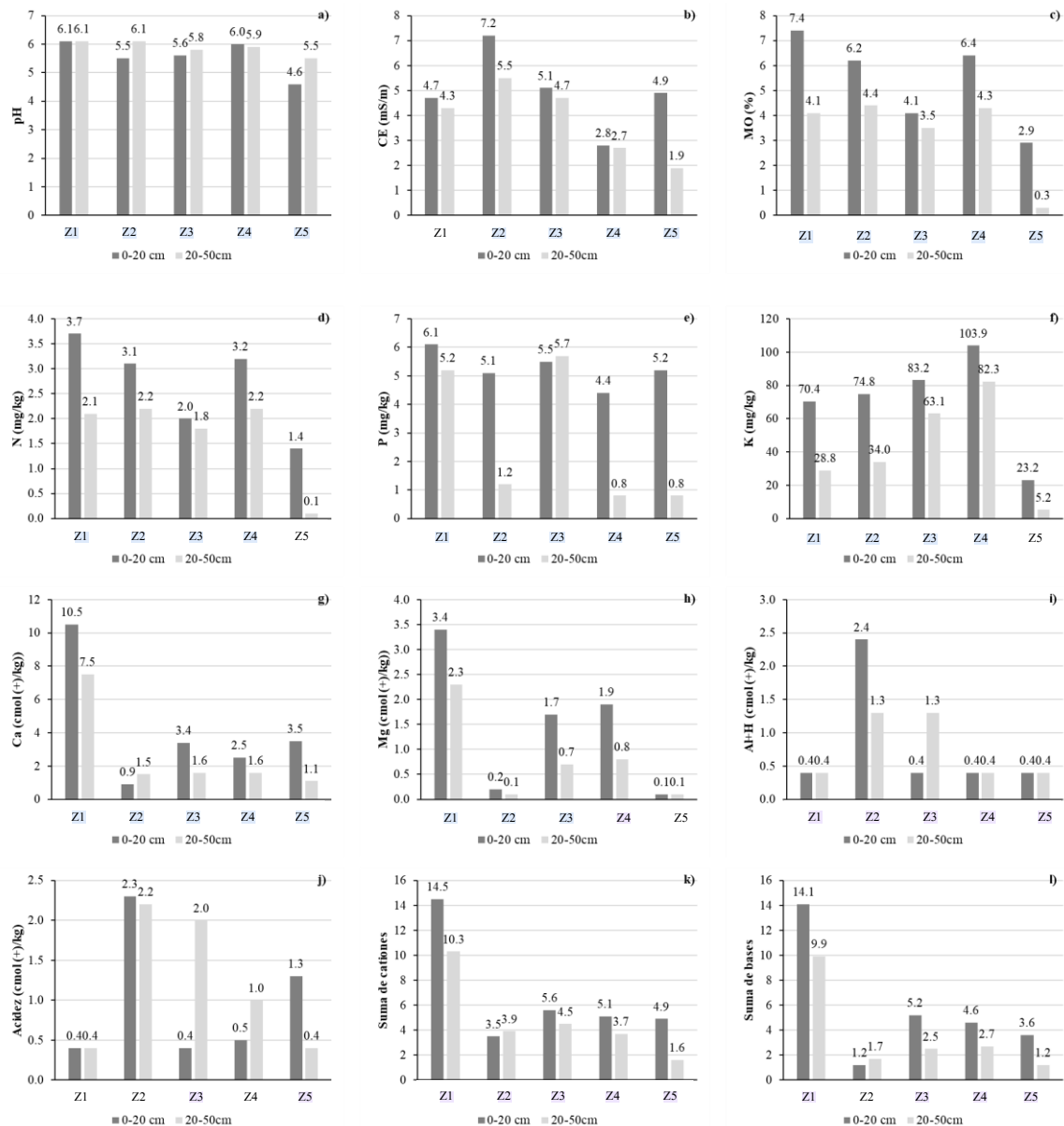
F. Evaluación de variables edáficas

La Figura 6 presenta los resultados de las propiedades químicas del suelo evaluadas en los cinco perfiles (Z1 a Z5) a dos profundidades (0-20 cm y 20-50 cm), totalizando doce gráficos de barras que comparan las variables analizadas. Se incluyen pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), aluminio intercambiable (Al^{3+}), acidez intercambiable ($Al+H$), suma de cationes y suma de bases. En cada gráfico se comparan ambas profundidades mediante barras diferenciadas, observándose variabilidad entre perfiles y entre capas del suelo para todas las variables analizadas, con rangos amplios de valores según el parámetro y el perfil considerado.

En términos generales, la mayoría de los nutrientes y cationes intercambiables (MO, N, P, K, Ca, Mg, suma de cationes y suma de bases) presentan valores más altos en la profundidad de 0-20 cm en comparación con 20-50 cm, aunque la magnitud de la diferencia varía entre perfiles. El pH y la CE muestran patrones menos uniformes, con diferencias moderadas entre profundidades y perfiles específicos. El aluminio intercambiable y la acidez intercambiable exhiben valores bajos a moderados, con incrementos puntuales en determinados perfiles y profundidades. En conjunto, la Figura 6 evidencia una marcada heterogeneidad espacial y vertical de las propiedades químicas del suelo entre los perfiles evaluados.

Figura 6

Variación de propiedades químicas del suelo en cinco perfiles y dos profundidades



3.2. Determinación de la influencia de las variables edáficas, topográficas y climáticas sobre el crecimiento y propiedades físicas de *C. micrantha*

La Figura 7 es una matriz de correlación de Pearson (representada como mapa de calor) que muestra las relaciones lineales entre tres variables de respuesta de *Cinchona micrantha* (diámetro a la altura del pecho, altura total y densidad básica de la madera) y un grupo de variables explicativas: las propiedades edáficas medidas a dos profundidades del suelo (0-20 cm y 20-50 cm) más las variables topográficas (pendiente del terreno y altitud).

En la matriz, las variables edáficas sin punto (pH, CE, MO, N, P, K, Ca, Mg, Al, Al+H, SC, SB) corresponden a la profundidad superficial de 0-20 cm, mientras que las variables con punto (pH., CE., MO., N., etc.) corresponden a la profundidad de 20-50 cm. Los colores del mapa de calor van de azul intenso (correlaciones negativas fuertes) a rojo intenso (correlaciones positivas fuertes), pasando por tonos claros o blancos cuando la correlación es cercana a cero o no significativa.

El análisis de esta matriz revela que la **altura total** (la variable más importante para evaluar la calidad de sitio en latizales) presenta las asociaciones más claras y fuertes con las condiciones del suelo y del terreno. Específicamente, muestra una correlación positiva moderada con la materia orgánica (MO) del suelo en la profundidad de 0-20 cm ($r = 0,64$) y una correlación negativa moderada en la profundidad de 20-50 cm ($r = -0,62$). Esto indica que, a mayor contenido de materia orgánica en la capa superficial, los árboles tienden a crecer más altos. Biológicamente, la materia orgánica mejora la estructura del suelo, retiene más agua y libera nutrientes de manera gradual, favoreciendo el desarrollo radicular y el crecimiento en altura durante los primeros 10 años de vida de la planta.

De igual forma, la altura total se correlaciona negativamente con la **suma de bases** tanto en la profundidad de 0-20 cm ($r = -0,37$) como en la profundidad de 20-50 cm ($r = -0,49$). Esto indica que, en las condiciones del estudio, mayores valores de suma de bases en el suelo se asociaron con menor crecimiento en altura de los latizales.

Por el lado contrario, la altura total presenta correlaciones negativas con el aluminio intercambiable (Al) tanto en la profundidad de 0-20 cm ($r = -0,36$) como en la profundidad de 20-50 cm ($r = -0,23$), y con la pendiente del terreno ($r = -0,39$). El aluminio intercambiable es un indicador de acidez del suelo; cuando sus valores son altos, el aluminio se vuelve tóxico para las raíces, limita la absorción de nutrientes y reduce el crecimiento en altura. La pendiente, a su vez, influye negativamente porque en terrenos más inclinados el agua y los nutrientes se escurren con mayor facilidad, se produce más erosión y las raíces tienen menos estabilidad, limitando el desarrollo vertical de la especie.

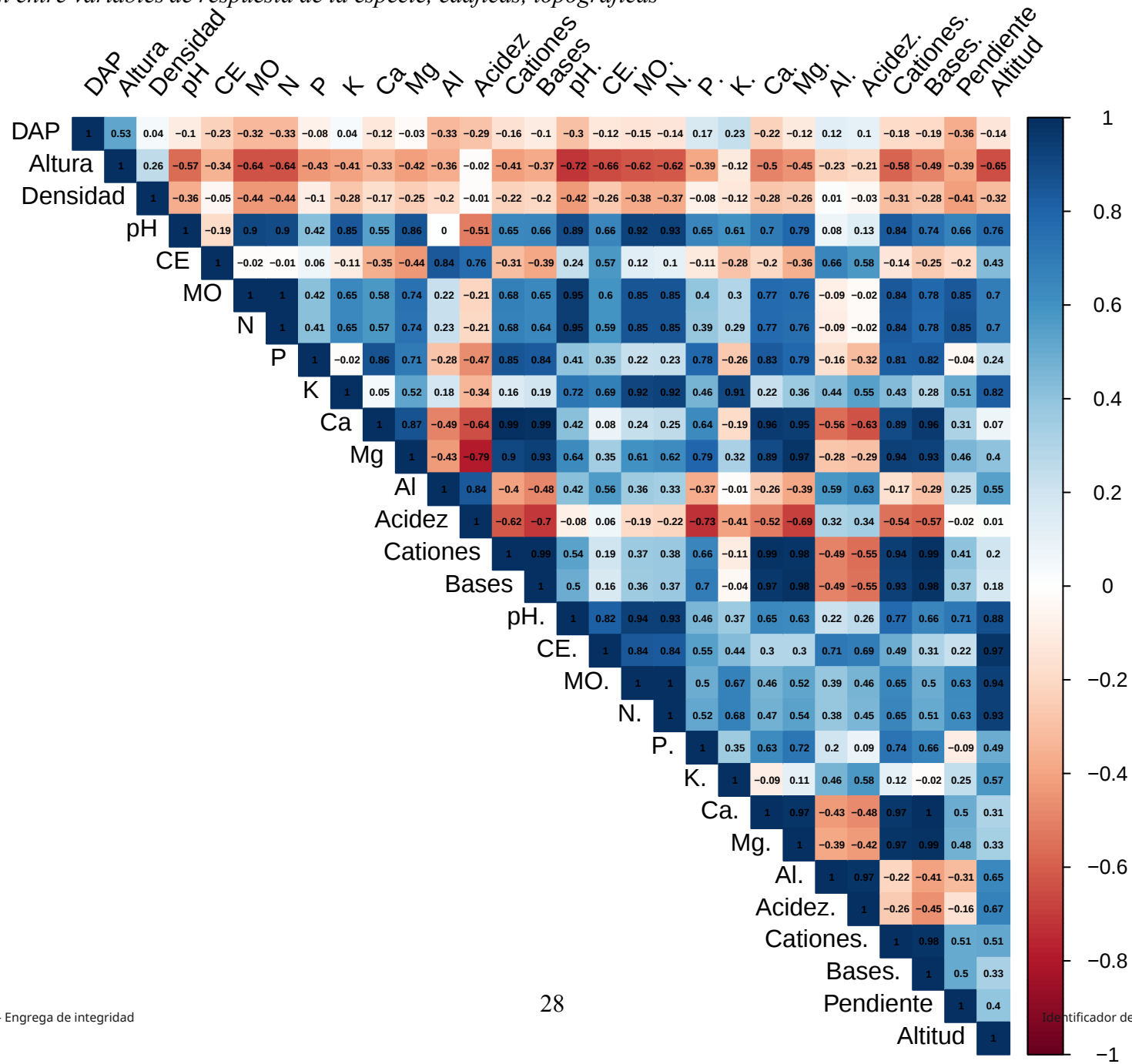
En cuanto al **DAP**, la matriz muestra correlaciones negativas moderadas con la materia orgánica (MO 0-20 cm: $r = -0,32$; MO. 20-50 cm: $r = -0,15$) y con la pendiente del terreno ($r = -0,36$), aunque de menor magnitud que las observadas para la altura total. Esto indica que el diámetro también responde negativamente a estos factores, pero de manera menos sensible que la altura.

Respecto a la **densidad básica de la madera**, la matriz no revela asociaciones fuertes ni consistentes con las variables edáficas o topográficas analizadas. Las correlaciones más destacadas son negativas moderadas con la materia orgánica (MO 0-20 cm: $r = -0,44$; MO. 20-50 cm: $r = -0,38$) y con la suma de bases (Bases 0-20 cm: $r = -0,20$; Bases. 20-50 cm: $r = -0,28$). Esto es esperable en árboles jóvenes ($DAP < 20$ cm y edad ≈ 10 años), porque en esta etapa la densidad de la madera está más influida por factores genéticos y por el ritmo de crecimiento inicial que por las condiciones del suelo o del relieve.

En resumen, la Figura 7 demuestra que, en las condiciones del Centro Poblado La Cascarilla, el crecimiento en altura de los latizales de *C. micrantha* está controlado principalmente por la fertilidad química del suelo (materia orgánica y suma de bases) y por la ausencia de factores limitantes como el aluminio y las pendientes pronunciadas. Las correlaciones son más fuertes con las variables medidas en la profundidad superficial (0-20 cm), donde se concentra la mayor actividad radicular de los árboles jóvenes. Estas relaciones explican por qué las zonas Z4 y Z3 (con mayor materia orgánica, mayor suma de bases, menor aluminio y pendientes más moderadas) alcanzaron las mayores alturas, mientras que Z1 y Z2 (con menor fertilidad y pendientes más altas) mostraron el crecimiento más bajo.

Esta interpretación confirma que la calidad de sitio de *C. micrantha* en fase de latizal depende fundamentalmente de las condiciones edáficas y topográficas locales, y no tanto de variables climáticas homogéneas a escala de la microcuenca. Los resultados de la matriz proporcionan, por tanto, criterios técnicos concretos para seleccionar áreas de restauración o para mejorar las parcelas existentes mediante prácticas de manejo del suelo (por ejemplo, incorporación de materia orgánica o encalado para reducir aluminio).

Matriz de correlación entre variables de respuesta de la especie, edáficas, topográficas



La matriz de correlación entre las variables climáticas y las variables de respuesta de *C. micrantha* (Figura 8) mostró asociaciones de intensidad moderada a fuerte, aunque deben interpretarse con precaución debido a la ausencia de variabilidad espacial de los datos climáticos (provenientes de una única estación meteorológica).

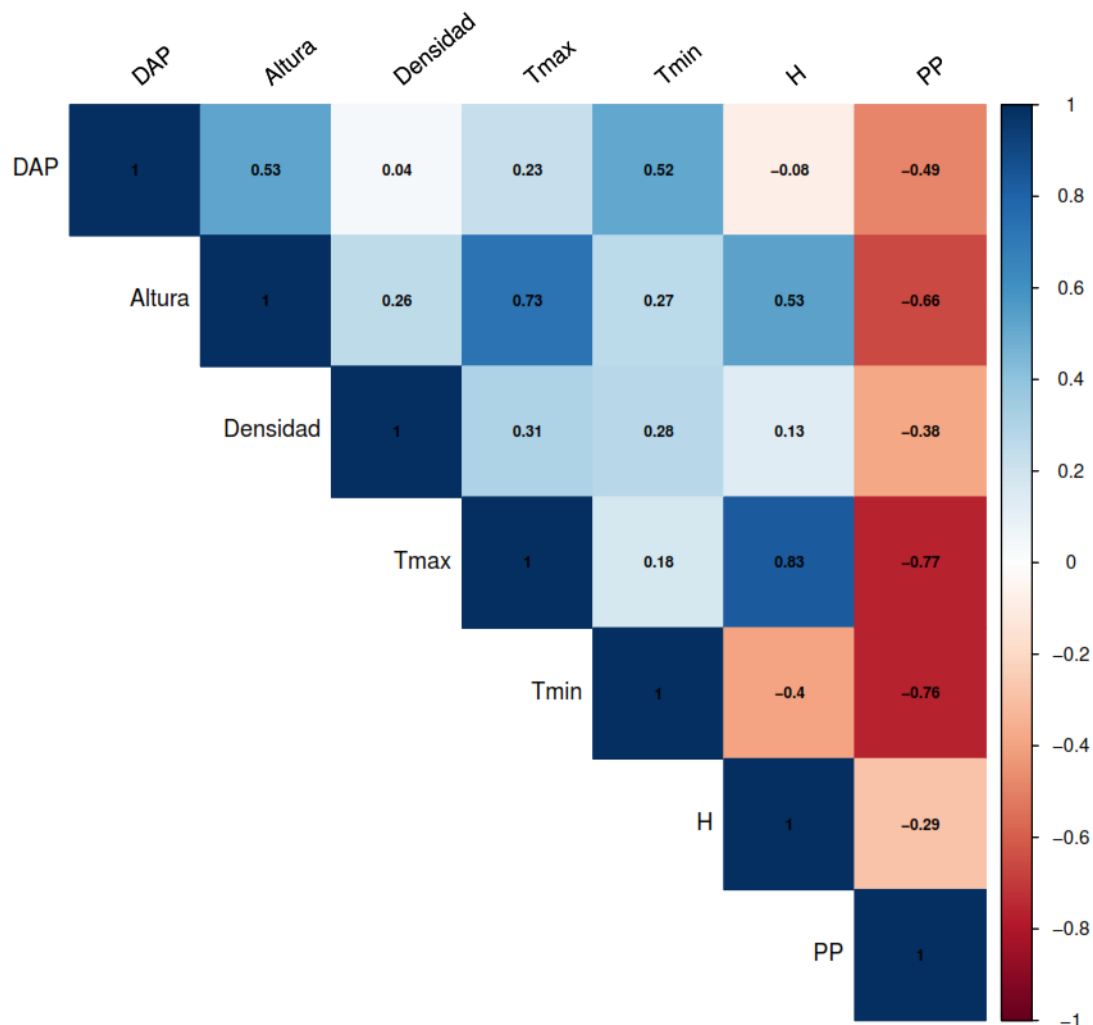
La altura total de los latizales presentó una correlación negativa moderada con la precipitación anual ($r = -0,66$) y una correlación positiva débil con la temperatura mínima ($r = 0,27$). El diámetro a la altura del pecho (DAP) mostró una correlación negativa moderada con la precipitación ($r = -0,49$) y positiva con la temperatura mínima ($r = 0,52$).

La densidad básica de la madera presentó correlaciones positivas débiles con la temperatura máxima ($r = 0,31$) y mínima ($r = 0,28$), y una correlación negativa con la precipitación anual ($r = -0,38$).

Entre las variables climáticas se observaron relaciones esperadas: fuerte correlación positiva entre temperatura máxima y humedad relativa ($r = 0,83$), y fuertes correlaciones negativas entre precipitación anual y las temperaturas ($r = -0,77$ con Tmax y $r = -0,76$ con Tmin). La humedad relativa mostró una correlación negativa débil con la precipitación ($r = -0,29$).

Figura 8

Matriz de correlación entre variables de respuesta de la especie y climáticas



3.3. Identificación de zonas con mejores condiciones para el crecimiento en altura de los latizales de *C. micrantha* en parcelas con cultivo de café

Para determinar si existían diferencias significativas en la altura total entre las zonas con cultivo de café (Z1–Z4), se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor. Previamente, se verificaron los supuestos de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene, los cuales se cumplieron (Tabla 2). En la Tabla 3 se presentan los estadísticos descriptivos de altura total por zona. Una vez confirmados los supuestos, se procedió con el ANOVA (Tabla 4) y, al encontrar diferencias significativas ($p < 0,05$), se aplicó la prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0,05$) para agrupar las zonas según sus medias de altura total (Tabla 5).

Tabla 2
Verificación de supuestos para el ANOVA de altura total

Supuesto	Prueba	Estadístico	P-valor	Conclusión
Normalidad de residuos	Shapiro-Wilk	W = 0,978	0,421	Supuesto cumplido ($p > 0,05$)
Homogeneidad de varianzas	Levene	F = 1,94	0,132	Supuesto cumplido ($p > 0,05$)

Tabla 3
Estadísticos descriptivos de altura total (m) por zona de estudio (Z1–Z4)

Zona	Nº individuos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Z1	17	4,66	0,74	3,55	6,61
Z2	10	4,77	0,80	3,72	6,68
Z3	13	6,07	0,94	4,41	8,61
Z4	7	6,70	1,49	4,71	9,29

Tabla 4
*Análisis de varianza (ANOVA) de un factor para la altura total de *C. micrantha* en las zonas Z1–Z4*

Fuente de variación	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrado medio (CM)	F	p-valor
Entre zonas	46,78	3	15,59	8,32	< 0,01
Dentro de zonas (error)	75,05	40	1,88		
Total	121,83	43			

Tabla 5
Agrupación de zonas según la prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0,05$)

Zona	Media (m)	Agrupación*
Z4	6,70	a
Z3	6,07	a
Z2	4,77	b
Z1	4,66	b

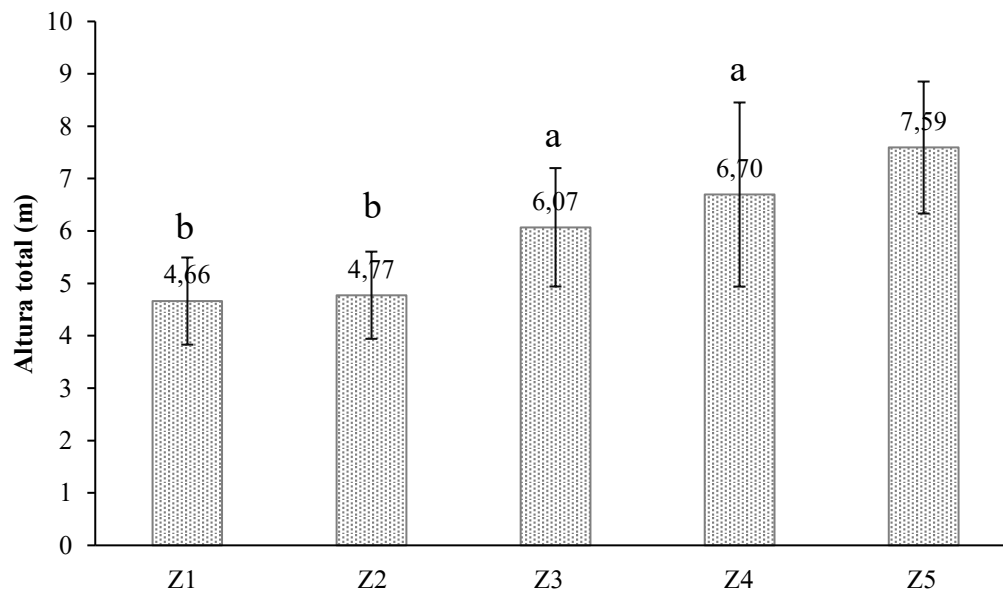
*Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

En la Figura 9 se incluye también la altura promedio de Z5 (remanente de bosque secundario) con un valor de 7,59 m, pero esta zona no fue incluida en el ANOVA debido

a su diferente historial de manejo, competencia y edad. Su inclusión en la figura es únicamente con fines descriptivos, como referencia del crecimiento en condiciones de regeneración natural.

Figura 9

Variación de la altura total en zonas de evaluación



IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en las cuatro zonas con cultivo de café (Z1–Z4) indican que el crecimiento en altura de los latizales de *Cinchona micrantha* presenta diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $F = 8,32$; $p < 0,01$), asociadas principalmente a variables edáficas y topográficas. Estas diferencias adquieren mayor rigor al conocerse que todos los individuos evaluados en Z1–Z4 tienen la misma edad (≈ 10 años, plantados en 2016). Por consiguiente, las variaciones observadas responden exclusivamente a la calidad del sitio (fertilidad edáfica y topografía) y no a diferencias de edad o historial de establecimiento.

La matriz de correlación entre variables edáficas, topográficas y de respuesta de la especie (Figura 7) reveló que la altura total se relacionó negativamente con la materia orgánica tanto en la profundidad de 0-20 cm ($r = -0,64$) como en la profundidad de 20-50 cm ($r = -0,62$), negativamente con la suma de bases ($r = -0,37$ y $r = -0,49$ respectivamente), negativamente con el aluminio intercambiable ($r = -0,36$ y $r = -0,23$) y con la pendiente del terreno ($r = -0,39$). Estos patrones indican que, en las condiciones del estudio, mayores contenidos de materia orgánica y de suma de bases se asociaron con menor crecimiento en altura. Los factores que más favorecieron el crecimiento fueron la menor acidez (menor aluminio) y pendientes más moderadas. Tales hallazgos coinciden estrechamente con lo reportado para *C. pubescens* en el bosque montano La Palma, Chota, Perú, donde la calidad de sitio estuvo fuertemente condicionada por la fertilidad del suelo y la baja acidez (Rufasto et al., 2023).

Igualmente, estudios de distribución potencial del género *Cinchona* en Perú y Ecuador destacan la importancia de variables edáficas como el contenido de carbono orgánico y la capacidad de intercambio catiónico (CEC) para explicar la presencia y el desempeño de la especie (Coronel-Castro et al., 2024; Tafur et al., 2025). En un contexto más amplio, investigaciones en bosques montanos andinos han demostrado consistentemente que la disponibilidad de nutrientes y la ausencia de factores limitantes como el aluminio intercambiable son determinantes para el crecimiento en altura en etapas juveniles (Homeier et al., 2012; Homeier & Leuschner, 2021; Unger et al., 2012).

La clasificación de zonas mediante ANOVA y la prueba de Duncan permitió diferenciar estadísticamente a Z4 y Z3 como los sitios con mayor altura promedio (6,70 m y 6,07 m,

respectivamente), mientras que Z1 y Z2 presentaron los valores más bajos (4,66 m y 4,77 m). Esta diferenciación se relaciona directamente con las condiciones edáficas y topográficas observadas: Z4 y Z3 mostraron mayor contenido de materia orgánica, mayor suma de bases y menores valores de aluminio, en contraste con Z1 y Z2, que presentaron menor fertilidad y pendientes más pronunciadas. Esta relación entre topografía, propiedades del suelo y crecimiento ha sido ampliamente documentada en estudios de calidad de sitio para especies forestales nativas de bosques montanos, donde pendientes pronunciadas y suelos con alta acidez limitan el desarrollo óptimo (Bueno et al., 2015; McNab, 2010).

Por su parte, la matriz de correlación entre las variables climáticas y las variables de respuesta de la especie (Figura 8) mostró correlaciones negativas moderadas entre la precipitación anual y el crecimiento (altura total: $r = -0,66$; DAP: $r = -0,49$), así como correlaciones positivas débiles entre la temperatura mínima y las variables de crecimiento. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse con precaución, ya que los datos climáticos provienen de una única estación meteorológica (“La Cascarilla”, código SENAMHI 105062), lo que impidió evaluar la variabilidad microclimática entre zonas. Esta homogeneidad climática local coincide con lo señalado por Parra & Hernández (2023) en plantaciones de *Hevea brasiliensis*, donde, aún bajo condiciones climáticas aparentemente óptimas, las limitaciones edáficas resultaron determinantes. En bosques montanos tropicales andinos, cuando la disponibilidad hídrica no es el factor limitante principal, la productividad está fuertemente controlada por la fertilidad del suelo y las características edáficas locales más que por el clima regional (Homeier & Leuschner, 2021; Malhi et al., 2017; Unger et al., 2012).

El remanente de bosque secundario (Z5) no fue incluido en la comparación estadística debido a su diferente historial de manejo, competencia y edad. Aunque registró la mayor altura promedio (7,59 m), su inclusión habría invalidado la interpretación de los resultados como calidad de sitio en sentido estricto, ya que las diferencias en crecimiento no podrían atribuirse exclusivamente a las condiciones ambientales (Skovsgaard & Vancley, 2013). Por ello, los datos de Z5 se presentan únicamente con fines descriptivos, como referencia del potencial de crecimiento en condiciones de regeneración natural.

Las propiedades físicas de la madera (densidad básica y contenido de humedad) no mostraron asociaciones claras ni consistentes con las variables edáficas, topográficas o climáticas evaluadas. Este comportamiento es esperable en individuos en fase juvenil

(DAP < 20 cm), donde las propiedades de la madera aún no han alcanzado su estado maduro y su variabilidad puede estar más influida por factores genéticos o de edad que por las condiciones ambientales (Valencia & Vargas, 1997).

Las diferencias en crecimiento observadas entre las zonas con cultivo de café (Z1–Z4) reflejan las condiciones actuales de manejo y ambiente, pero no constituyen una clasificación estricta de calidad de sitio, ya que no se controló la edad de los individuos ni el historial preciso de manejo. No obstante, los resultados proporcionan criterios técnicos útiles para la selección de áreas con mayor potencial para el establecimiento de latizales de *C. micrantha* en sistemas productivos de la zona. En particular, Z4 y Z3 reúnen condiciones edáficas y topográficas más favorables, mientras que Z1 y Z2 presentan limitaciones que podrían mitigarse mediante prácticas de manejo del suelo (encalado e incorporación de materia orgánica).

En conjunto, los hallazgos de esta investigación contribuyen al conocimiento ecológico y silvicultural de *C. micrantha* en su fase de latizal, proporcionando bases técnicas para la selección de áreas de conservación y restauración en bosques montanos del norte del Perú, en línea con estudios recientes que enfatizan el rol preponderante de las variables edáficas en la distribución y el crecimiento del género *Cinchona* (Coronel-Castro et al., 2024; Rufasto et al., 2023).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En las cuatro zonas con cultivo de café (Z1–Z4), la altura total de los latizales de *C. micrantha* presentó diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $F = 8,32$; $p < 0,01$). La prueba de Duncan agrupó a Z4 y Z3 como los sitios con mayor altura promedio (6,70 m y 6,07 m, respectivamente a los 10 años de edad), mientras que Z1 y Z2 mostraron los valores más bajos (4,66 m y 4,77 m), sin diferencias significativas entre sí.
- El análisis de correlación evidenció que el crecimiento en altura de los latizales se asoció negativamente con la materia orgánica tanto en la profundidad de 0-20 cm ($r = -0,64$) como en la profundidad de 20-50 cm ($r = -0,62$), negativamente con la suma de bases ($r = -0,37$ y $r = -0,49$), negativamente con el aluminio intercambiable ($r = -0,36$ y $r = -0,23$) y con la pendiente del terreno ($r = -0,39$). Estos resultados confirman que la topografía (pendiente) y la acidez del suelo (aluminio) son los principales factores limitantes del crecimiento de *C. micrantha* en su fase de latizal, mientras que la materia orgánica y la suma de bases mostraron una relación negativa en las condiciones evaluadas.
- La matriz de correlación con las variables climáticas mostró correlaciones negativas moderadas entre la precipitación anual y el crecimiento (altura total: $r = -0,66$; DAP: $r = -0,49$), así como correlaciones positivas débiles con la temperatura mínima. Sin embargo, debido a que los datos provienen de una única estación meteorológica, no fue posible evaluar su influencia diferencial a escala de parcela.
- Las propiedades físicas de la madera (densidad básica y contenido de humedad) no presentaron correlaciones estadísticamente significativas con las variables edáficas, topográficas ni climáticas evaluadas, lo cual es consistente con el estado juvenil de los individuos estudiados (DAP < 20 cm).
- El remanente de bosque secundario (Z5) registró la mayor altura promedio (7,59 m). No obstante, debido a su diferente historial de manejo, competencia y edad, no fue incluido en los análisis estadísticos comparativos y sus datos se presentan únicamente con fines descriptivos.

- En conclusión, la calidad de sitio de los latizales de *C. micrantha* en el Centro Poblado La Cascarilla está determinada principalmente por las condiciones edáficas (fertilidad y acidez) y topográficas (pendiente), más que por las variables climáticas registradas a escala local. Los sitios con mayor potencial de crecimiento corresponden a Z4 y Z3, caracterizados por suelos más fértiles y pendientes moderadas.

5.2. Recomendaciones

- En las zonas con cultivo de café, priorizar el establecimiento de nuevos latizales de *C. micrantha* en sitios con características similares a Z4 y Z3: suelos con alto contenido de materia orgánica (> 4 %), baja saturación de aluminio y pendientes moderadas (< 50 %), donde se observó el mejor crecimiento en altura.
- En las zonas Z1 y Z2, donde se registraron las menores alturas, se sugiere implementar prácticas de manejo de suelo orientadas a reducir la acidez (encalado) y aumentar la materia orgánica (incorporación de residuos vegetales, abonos verdes), previa evaluación técnica y económica.
- Para estudios climáticos a escala fina, se recomienda instalar sensores locales (termohigrómetros, pluviómetros) en cada parcela de evaluación, a fin de capturar la variabilidad microclimática y su relación con el crecimiento de la especie.

VI. REFERENCIAS

- Aguirre, O. A., Jiménez, J., Treviño Garza, E. J., Meraz Alemán, B. (1997). Evaluación de diversos tamaños de sitio de muestreo en inventarios forestales. *Madera y Bosques*, 3(1), 71-79. <https://doi.org/10.21829/myb.1997.311380>
- Aymard, G. (2019). Breve reseña de los aspectos taxonómicos y nomenclaturales actuales del género *Cinchona* (Rubiaceae-Cinchoneae). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 43, 234-241. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1079>
- Bueno, S. W., Herrera, J. G. T., García, M. (2015). Factores edáficos-fisiográficos y calidad de sitio del *Pinus occidentalis* Sw. *Madera y Bosques*, 21(3), 97–110. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.213458>
- Castañeda, J. H. V., Sabaleta, E. L., Hernández, M. K. Y. B., Meza, S. N. V., Sánchez, L. M. Q. (2018). Comparación de sustratos en la propagación sexual y asexual del árbol de la quina (*Cinchona officinalis*). *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 2(3), Article 3. <https://doi.org/10.25127/aps.20183.407>
- Coronel-Castro, E., Meza-Mori, G., Camarena-Torres, J. M., Pariente-Mondragón, E., Cotrina-Sánchez, A., Oliva-Cruz, M., Campo-Ramos, R. E. (2024). Potential distribution and identification of critical areas for the preservation and recovery of three species of *Cinchona* L. (Rubiaceae) in northeastern Peru. *Forests*, 15(2), 321. <https://doi.org/10.3390/f15020321>
- Cruzado, L., Chávez, C. L., Charcape-Ravelo, J. M. (2019). Uso y selección de las partes aéreas del algarrobo *Prosopis pallida* (Fabaceae) por reptiles, aves y mamíferos en Sechura (Piura – Perú). *Revista Peruana de Biología*, 26(1), 081-086. <https://doi.org/10.15381/rpb.v26i1.15417>
- Cuesta, F., Peralvo, M., Valarezo, N. (2009). Los bosques montanos de los Andes Tropicales. Programa Regional ECOBONA, Intercooperación. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/los_bosques_montanos_de_los_andes_tropicales.pdf

- Dummett, C., Blundell, A. (2021). Illicit harvest, complicit goods: The state of illegal deforestation for agriculture. *Forest Trends*. <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2021/05/Illicit-Harvest-Complicit-Goods-Report.pdf>
- Fernández, F. H., Huaccha, A. E. (2022). Fenología vegetativa y reproductiva de *Cinchona micrantha* (Rubiaceae) en un bosque húmedo de Jaén, Perú. *Caldasia*, 44(3), 459-468. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v44n3.88298>
- Fernández, F. H., Huaccha, A. E., Quiñones, L., Sánchez, T. (2021). Efecto del tamaño de plántula de *Cinchona officinalis* (Rubiaceae) en la supervivencia posterior al trasplante. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 9(3), 412-422. Epub 07-Sep-2021. [ISSN 2310-3469](https://doi.org/10.15446/caldasia.v44n3.88298).
- García, M., Veneros, J., Chavez, S., Oliva, M., Rojas Briceño, N. B. (2022). World historical mapping and potential distribution of *Cinchona* spp. In Peru as a contribution for its restoration and conservation. *Journal for Nature Conservation*, 70, 126290. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126290>
- González, E., Barredo, H., Carrasco, Y. (2013). Evaluación de las clases de calidad de sitio de *Pinus caribaea* var. *Cari-baea* en la Empresa Forestal Integral Macurije (Pinar del Río, Cuba): *Ecosistemas*, 22(3), Article 3. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2013.22-3.07>
- Gutiérrez, G., Ricker, M. (2013). Manual para tomar virutas de madera con el barreno de Pressler en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos. ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2730.9925>
- Homeier, J., Hertel, D., Camenzind, T., Cumbicus, N. L., Maraun, M., Martinson, G. O., Poma, L. N., Rillig, M. C., Sandmann, D., Scheu, S., Veldkamp, E., Wilcke, W. (2012). Tropical Andean forests are highly susceptible to nutrient inputs – Rapid effects of experimental N and P addition to an Ecuadorian montane forest. *PLoS ONE*, 7(10), e47128. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047128>
- Homeier, J., Leuschner, C. (2021). Factors controlling the productivity of tropical Andean forests: climate and soil are more important than tree diversity, *Biogeosciences*, 18, 1525–1541. <https://doi.org/10.5194/bg-18-1525-2021>

- Huamán, L. K. (2020). Evaluación morfológica y del estado de conservación de seis especies del género *Cinchona* L. (Rubiaceae) en los Andes del norte y centro de Perú. Repositorio de Tesis - UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/15618>
- Malhi, Y., Girardin, C. A., Goldsmith, G. R., Doughty, C. E., Salinas, N., Metcalfe, D. B., ... Silman, M. (2017). The variation of productivity and its allocation along a tropical elevation gradient: a whole carbon budget perspective. *New Phytologist*, 214(3), 1019-1032. <https://doi.org/10.1111/nph.14189>
- Martínez, P., Domínguez, M., Juárez, A., López, L. M. (2015). Índice de sitio y producción maderable en plantaciones forestales de *Gmelina arborea* en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(32), 10–25. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322015000600010
- McNab, W. H. (2010). Effects of landform on site index for two mesophytic tree species in the Appalachian Mountains of North Carolina, USA. *International Journal of Forestry Research*, 2010, 298674. <https://doi.org/10.1155/2010/298674>
- Mollinedo, M., Ugalde, L., Alvarado, A., Verjans, J. M., Rudy, L. C. (2005). Relación suelo-árbol y factores de sitio en plantaciones jóvenes de teca (*Tectona grandis*) en la zona oeste de la cuenca del canal de Panamá. *Agronomía Costarricense*, 29(1), 67–75. <https://doi.org/10.15517/rac.v29i1.60287>
- Montero, M., Ugalde, L., Kanninen, M. (2001). Relación del índice de sitio con los factores que influyen en el crecimiento de *Tectona grandis* L.f. y *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand, en Costa Rica. CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10035>
- Morales, W. (2024). Determinación del patinaje considerando la pendiente del suelo en dos sistemas de labranza para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Estación Experimental Tunshi. Escuela Superior politecnica de Chimborazo. <https://dspace.espoch.edu.ec/items/1cd3daa8-e059-4c30-88a9-2f5cbeed0c4d>

- Moreno, D., Álvarez, J. G., Rodríguez, R., Pasalodos, M., Cañellas, I., Montes, F., Díaz-Varela, E., Sánchez-González, M., Crecente-Campo, F., Álvarez-Álvarez, P., Barrio-Anta, M., Pérez-Cruzado, C. (2018). National-scale assessment of forest site productivity in Spain. *Forest Ecology and Management*, 417, 197-207. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.03.016>
- Noordermeer, L., Gobakken, T., Næsset, E., Bollandsås, O. (2019). Predicting and mapping site index in operational forest inventories using bitemporal airborne laser scanner data. *Forest Ecology and Management*, 457. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117768>
- Parra, A. N., Hernández, C. D. (2023). Calidad de sitio e influencia de las condiciones edafoclimáticas en plantaciones de *Hevea brasiliensis* en tres municipios de Casanare. <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/14456>
- Pérez, N., Valenzuel, L., Diaz, J. E., Ananías, R. A. (2011). Predicción del contenido de humedad de equilibrio de la madera en función del peso específico de la pared celular y variables ambientales. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 13(3), 253-266. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2011000300002>
- Rufasto, Y. L., Baselly, J. R., Alva, D. M., Seminario, A., Elera, D. G., Villena, J. J. (2023). Estimación de la calidad de sitio de *Cinchona pubescens* (Rubiaceae), en el bosque montano La Palma, Chota, Perú. *Lilloa*. 60(2), 259-279. <https://doi.org/10.30550/j.lil/1826>
- Skovsgaard, J. P., Vanclay, J. K. (2013). Forest site productivity: A review of spatial and temporal variability. *Forestry*, 86(3), 305–315. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpt010>
- Tafur, E., Cuchc, S., García, L., Rojas-Briceño, N. B., Veneros, J. (2025). Generalized linear models to estimate the probability of occurrence of *Cinchona officinalis* L., *Cinchona pubescens* Vahl and *Cinchona calisaya* Wedd. in Peru. *Journal of Sustainable Forestry*. <https://doi.org/10.1080/10549811.2025.2513230>
- Ugarte, L. J., Domínguez, G. (2010). Índice de sitio (IS) de *Calycophyllum spruceanum* Benth. en relación con la altura dominante del rodal en ensayos de

plantación en la Cuenca del Aguaytía, Ucayali, Perú. *Ecología Aplicada*, 9 (1-2), 101–111. <https://doi.org/10.21704/rea.v9i1-2.400>

Unger, M., Homeier, J., Leuschner, C. (2012). Effects of soil chemistry on tropical forest biomass and productivity at different elevations in the equatorial Andes. *Oecologia*, 170(1), 263–274. <https://doi.org/10.1007/s00442-012-2295-y>

Valencia, S., Vargas, J. (1997). Método empírico para estimar la densidad básica en muestras pequeñas de madera. *Madera y Bosques*, 3(1), 81-87. <https://doi.org/10.21829/myb.1997.311381>

DEDICATORIA

A Dios, fuente de toda sabiduría, por ser la luz que guía mi camino, la fortaleza en los momentos de duda y la inspiración constante para alcanzar mis metas. Reconozco que este logro es un reflejo de su gracia y un testimonio de su amor incondicional, que me ha sostenido en los momentos de mayor dificultad.

A mis amados padres, Cirilo Chinguel y María Minga, cuyo amor y sacrificio han sido el cimiento sobre el cual construí esta meta. Su ejemplo de trabajo arduo, honestidad y dedicación me ha inspirado a perseguir mis sueños con pasión y determinación. A mis hermanos Diomedes, Nolberto, Reynerio, Edwin y Kevin Jhoel por su apoyo incondicional, el cariño, paciencia, motivación y constante presencia, que han sido la inspiración en cada paso de este significativo recorrido.

A mis amigos y compañeros, por su apoyo, aliento y amistad, por compartir conmigo momentos de alegría y aprendizaje. Este logro es un reconocimiento a todos aquellos que de una u otra forma contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional

AGRADECIMIENTO

Con mi más profunda humildad y gratitud, elevo mi agradecimiento a Dios Padre Todopoderoso, fuente de toda sabiduría y guía constante en mi vida.

A mi asesora de tesis, Mg. Huaccha Castillo Annick Estefany, por su invaluable orientación académica. Al Instituto Internacional de Investigación en el Árbol de la Quina - INIAQ y al Grupo de Investigación Innovación, producción y recuperación del árbol de la quina - INPRAQUINA.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria a través del proyecto de inversión denominado “Mejoramiento de los Servicios de Investigación y Transferencia de Tecnología Agraria en la Estación Experimental Agraria Baños del Inca en la localidad Los Baños del Inca del distrito Los Baños del Inca - provincia de Cajamarca- departamento de Cajamarca”, identificado con el código único de inversión 2472675.

A mi alma Mater Universidad Nacional de Jaén, y en particular a la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental por la sólida formación académica que ha cimentado mi desarrollo profesional y personal.

Extiendo mi gratitud y estima a los agricultores del Centro Poblado La Cascarilla por permitirme llevar a cabo las evaluaciones en sus parcela parte del proyecto de reforestación comunitaria “Rescatando el Árbol de la Quina”.

ANEXOS

Anexo 1: Sustento complementario de evaluación de las de las variables dasométricas climáticas y topográficas.

Tabla 6

Datos dasométricos de la evaluación de C. micrantha

Zona	Código	CAP	DAP (cm)	Altura (m)	Volumen (m3)	AB (m)
Z1: Eli Fernández Tenorio	CH1-01	28,50	9,07	5,60	0,03	0,006
	CH1-02	17,70	5,63	4,08	0,01	0,002
	CH1-03	15,70	5,00	4,36	0,01	0,002
	CH1-04	19,80	6,30	5,01	0,01	0,003
	CH1-05	17,00	5,41	4,83	0,01	0,002
	CH1-06	18,30	5,83	5,32	0,01	0,003
	CH1-07	19,30	6,14	5,32	0,01	0,003
	CH1-08	18,90	6,02	3,93	0,01	0,003
	CH1-09	19,60	6,24	4,11	0,01	0,003
	CH1-10	17,10	5,44	5,74	0,01	0,002
	CH1-11	16,00	5,09	3,55	0,01	0,002
	CH1-12	20,40	6,49	4,72	0,01	0,003
	CH1-13	21,00	6,68	4,07	0,01	0,004
	CH1-14	15,50	4,93	3,82	0,01	0,002
	CH1-15	26,00	8,28	4,08	0,02	0,005
	CH1-16	32,00	10,19	4,11	0,03	0,008
	CH1-17	27,30	8,69	6,61	0,03	0,006
Z2: Noé Tiella Caruajulca	CH2-01	27,50	8,75	6,68	0,03	0,006
	CH2-02	17,30	5,51	4,58	0,01	0,002
	CH2-03	16,70	5,32	4,93	0,01	0,002
	CH2-04	20,80	6,62	4,91	0,01	0,003
	CH2-05	16,00	5,09	3,98	0,01	0,002
	CH2-06	13,70	4,36	4,99	0,01	0,001
	CH2-07	23,10	7,35	4,44	0,01	0,004
	CH2-08	17,90	5,70	3,72	0,01	0,003
	CH2-09	18,60	5,92	5,30	0,01	0,003
	CH2-10	16,00	5,09	4,20	0,01	0,002
Z3: Jaime Gonzales Cubas	CH3-01	38,20	12,16	5,76	0,05	0,012
	CH3-02	39,50	12,57	6,04	0,06	0,012
	CH3-03	33,70	10,73	6,28	0,04	0,009
	CH3-04	29,00	9,23	4,91	0,03	0,007
	CH3-05	33,60	10,70	6,42	0,05	0,009
	CH3-06	32,50	10,35	8,61	0,06	0,008
	CH3-07	32,00	10,19	6,99	0,04	0,008
	CH3-08	34,50	10,98	7,48	0,06	0,009
	CH3-09	19,00	6,05	5,87	0,01	0,003
	CH3-10	17,00	5,41	4,97	0,01	0,002
	CH3-11	20,30	6,46	4,41	0,01	0,003
	CH3-12	23,50	7,48	5,60	0,02	0,004
	CH3-13	19,00	6,05	5,56	0,01	0,003
Z4: Filiberto Mego Perez	CH4-01	28,10	8,94	9,29	0,05	0,006
	CH4-02	66,30	19,10	8,71	0,24	0,035
	CH4-03	22,00	7,00	4,71	0,01	0,004
	CH4-04	34,00	10,82	5,46	0,04	0,009
	CH4-05	23,00	7,32	5,86	0,02	0,004
	CH4-06	21,00	6,68	6,57	0,02	0,004
	CH4-07	20,00	6,37	8,28	0,02	0,003
Z5: Bosque Natural (Angel Manosalva Palomino)	CH5-01	16,00	5,09	5,68	0,01	0,002
	CH5-02	31,10	9,90	8,38	0,05	0,008
	CH5-03	18,50	5,89	6,30	0,01	0,003
	CH5-04	24,20	7,70	10,00	0,04	0,005
	CH5-05	23,60	7,51	9,15	0,03	0,004
	CH5-06	18,00	5,73	7,15	0,01	0,003
	CH5-07	19,00	6,05	6,15	0,01	0,003
	CH5-08	31,50	10,03	6,88	0,04	0,008
	CH5-09	19,00	6,05	7,08	0,02	0,003
	CH5-10	23,00	7,32	7,01	0,02	0,004
	CH5-11	26,00	8,28	6,95	0,03	0,005
	CH5-12	21,30	6,78	7,42	0,02	0,004
	CH5-13	23,50	7,48	7,86	0,03	0,004
	CH5-14	17,00	5,41	6,58	0,01	0,002
	CH5-15	24,40	7,77	8,93	0,03	0,005
	CH5-16	35,40	11,27	7,76	0,06	0,010
	CH5-17	41,00	13,05	10,04	0,11	0,013
	CH5-18	31,20	9,93	7,35	0,05	0,008

Tabla 7
Datos de las propiedades físicas de C. micrantha

Zona	Código	Peso inicial (g)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Peso seco (g)	Largo (cm)	Vol. (cm ³)	Densidad (g/cm ³)	Humedad (%)
Z1: Elí Fernández Tenorio	CH1-01	0,50	3,29	0,43	0,30	3,10	0,478	0,628	40,0
	CH1-02	0,50	2,88	0,43	0,20	2,70	0,418	0,478	60,0
	CH1-03	0,50	3,55	0,43	0,20	3,40	0,516	0,388	60,0
	CH1-04	0,60	3,55	0,43	0,30	3,40	0,516	0,582	50,0
	CH1-05	0,50	3,46	0,43	0,20	3,30	0,502	0,398	60,0
	CH1-06	0,50	3,36	0,43	0,20	3,10	0,488	0,410	60,0
	CH1-07	0,40	2,71	0,43	0,20	2,60	0,394	0,508	50,0
	CH1-08	0,50	2,90	0,43	0,20	2,70	0,421	0,475	60,0
	CH1-09	0,20	1,61	0,43	0,12	1,40	0,234	0,513	40,0
	CH1-10	0,30	1,66	0,43	0,15	1,50	0,241	0,622	50,0
	CH1-11	0,40	2,76	0,43	0,20	2,50	0,401	0,499	50,0
	CH1-12	0,50	3,00	0,43	0,20	2,80	0,436	0,459	60,0
	CH1-13	0,50	3,00	0,43	0,20	2,80	0,436	0,459	60,0
	CH1-14	0,40	2,35	0,43	0,20	2,10	0,341	0,586	50,0
	CH1-15	0,40	2,51	0,43	0,20	1,90	0,365	0,549	50,0
	CH1-16	0,60	3,75	0,43	0,30	3,60	0,545	0,551	50,0
	CH1-17	0,50	3,08	0,43	0,20	1,90	0,447	0,447	60,0
Z2: Noé Tiella Caruajulca	CH2-01	0,66	4,71	0,43	0,30	4,20	0,684	0,439	54,5
	CH2-02	0,60	3,75	0,43	0,30	3,60	0,545	0,551	50,0
	CH2-03	0,67	3,49	0,43	0,26	3,10	0,507	0,513	61,2
	CH2-04	0,50	3,65	0,43	0,30	3,20	0,530	0,566	40,0
	CH2-05	0,45	2,75	0,43	0,25	2,60	0,399	0,626	44,4
	CH2-06	0,43	2,91	0,43	0,20	2,30	0,423	0,473	53,5
	CH2-07	0,60	3,55	0,43	0,25	3,00	0,516	0,485	58,3
	CH2-08	0,40	2,66	0,43	0,15	2,30	0,386	0,388	62,5
	CH2-09	0,40	3,05	0,43	0,18	2,70	0,443	0,406	55,0
	CH2-10	0,30	2,21	0,43	0,15	1,90	0,321	0,467	50,0
Z3: Jaime Gonzales Cubas	CH3-01	0,50	3,02	0,43	0,30	2,90	0,439	0,684	40,0
	CH3-02	0,60	3,61	0,43	0,30	3,40	0,524	0,572	50,0
	CH3-03	0,60	3,42	0,43	0,25	3,30	0,497	0,503	58,3
	CH3-04	0,70	4,28	0,43	0,30	4,10	0,622	0,483	57,1
	CH3-05	0,70	4,20	0,43	0,30	4,10	0,610	0,492	57,1
	CH3-06	0,60	3,75	0,43	0,30	3,60	0,545	0,551	50,0
	CH3-07	0,70	4,44	0,43	0,30	4,30	0,645	0,465	57,1
	CH3-08	0,50	3,02	0,43	0,30	2,90	0,439	0,684	40,0
	CH3-09	0,60	3,77	0,43	0,30	3,60	0,547	0,548	50,0
	CH3-10	0,40	2,32	0,43	0,20	2,10	0,337	0,593	50,0
	CH3-11	0,70	3,87	0,43	0,30	3,70	0,562	0,534	57,1
	CH3-12	0,50	3,03	0,43	0,25	2,90	0,440	0,568	50,0
	CH3-13	0,50	3,00	0,43	0,40	2,80	0,436	0,918	20,0
Z4: Filiberto Mego Perez	CH4-01	0,70	3,90	0,43	0,20	3,70	0,566	0,353	71,4
	CH4-02	1,10	6,03	0,43	0,50	5,80	0,876	0,571	54,5
	CH4-03	0,50	3,14	0,43	0,20	3,00	0,456	0,439	60,0
	CH4-04	0,60	3,59	0,43	0,30	3,40	0,521	0,575	50,0
	CH4-05	0,60	3,30	0,43	0,30	3,00	0,479	0,626	50,0
	CH4-06	0,50	2,50	0,43	0,20	2,30	0,363	0,551	60,0
	CH4-07	0,40	2,49	0,43	0,20	2,10	0,362	0,553	50,0
Z5: Remanente de bosque secundario (Angel Manosalva Palomino)	CH5-01	0,40	2,32	0,43	0,20	2,10	0,337	0,593	50,0
	CH5-02	0,60	3,75	0,43	0,30	3,60	0,545	0,551	50,0
	CH5-03	0,60	3,77	0,43	0,30	3,60	0,547	0,548	50,0
	CH5-04	0,60	3,72	0,43	0,33	3,20	0,540	0,611	45,0
	CH5-05	0,50	3,24	0,43	0,30	2,80	0,471	0,638	40,0
	CH5-06	0,50	3,65	0,43	0,25	3,20	0,530	0,472	50,0
	CH5-07	0,50	3,39	0,43	0,30	2,90	0,492	0,609	40,0
	CH5-08	0,57	3,71	0,43	0,30	3,30	0,539	0,557	47,4
	CH5-09	0,50	3,39	0,43	0,30	3,00	0,492	0,609	40,0
	CH5-10	0,50	3,15	0,43	0,30	2,90	0,457	0,656	40,0
	CH5-11	0,50	3,45	0,43	0,30	3,20	0,501	0,599	40,0
	CH5-12	0,60	3,71	0,43	0,33	3,40	0,539	0,613	45,0
	CH5-13	0,45	2,89	0,43	0,25	2,20	0,420	0,596	44,4
	CH5-14	0,50	3,31	0,43	0,30	2,20	0,481	0,624	40,0
	CH5-15	0,50	3,45	0,43	0,30	3,30	0,501	0,599	40,0
	CH5-16	0,70	4,11	0,43	0,40	3,70	0,597	0,670	42,9
	CH5-17	0,70	4,15	0,43	0,40	3,80	0,603	0,664	42,9
	CH5-18	0,60	3,96	0,43	0,30	3,20	0,575	0,522	50,0

Tabla 8
Datos climáticos del Centro Poblado La Cascarilla
Estación: La Cascarilla

Departamento: Cajamarca

Provincia: Jaén

Distrito: Jaén

Coordenadas:
Latitud: 5° 40' 18,3" S **Longitud:** 78° 53' 51,6" E **Altitud:** 1991 m s. n. m.

Código de estación: 105062

Año	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación	
	Max.	Min.		(mm/día)	(mm/año)
2020	21,63	11,07	85,52	3,92	1433,90
2021	21,17	10,25	86,86	5,69	2076,00
2022	21,65	9,19	86,15	5,28	1927,90
2023	21,73	9,69	85,91	4,76	1739,20
2024	22,80	9,46	84,54	3,37	1232,00
Media	21,79	9,93	85,79	4,60	1681,80

Tabla 9
Datos de pendiente y altitud de las parcelas evaluadas

Parcela	Pendiente (%)	Altitud (m s. n. m.)
Z1: Elí Fernández Tenorio	70,90	1680
Z2: Noé Ticlla Caruajulca	68,00	1724
Z3: Jaime Gonzales Cubas	37,70	1690
Z4: Filiberto Mego Perez	88,50	1650
Z5: Remanente de bosque secundario (Angel Manosalva Palomino)	44,30	1561

Anexo 02: Sustento fotográfico de las actividades desarrolladas en la investigación

Figura 10

Cálculo de la circunferencia a la altura del pecho (CAP)



Figura 11

Codificación de individuos evaluados de C. micrantha



Figura 12

Estimación de altura de individuos de C. micrantha



Figura 13

Medición de las pendientes del terreno en zonas de estudio



Figura 14

Georreferenciación de individuos de C. micrantha



Figura 15

Extracción de muestras (tarugos de fuste)



Figura 16

Medición y pesado de las muestras del fuste (tarugos) en verde



Figura 17

Medición y pesado de las muestras en seco en el laboratorio



Figura 18

Recolección de muestras de suelo de 0 - 20 y de 20 -50 cm



Anexo 03: Resultados de las muestras de suelo consideradas en la investigación



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INFORME DE ENSAYO N° 021421-25 / SU / LABSAF - VISTA FLORIDA



I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Hector Chinguel Minga
 Propietario / Productor : Hector Chinguel Minga
 Dirección del cliente : Call. Marañón cdr. 17 N° 1706 – Jaén - Jaen - Cajamarca
 Solicitado por : Centro Experimental Yanayacu
 Muestreado por : El cliente
 Número de muestra(s) : 5
 Producto declarado : Suelo
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente
 Procedencia de muestra(s) : Jaen - Jaen - Cajamarca
 Fecha(s) de muestreo : 2024-11-29
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2025-02-14
 Lugar de ensayo : LABSAF VISTA FLORIDA
 Fecha(s) de análisis : Del 2025-02-19 al 2025-02-26
 Cotización del servicio : 014-25-VF
 Fecha de emisión : 2025-02-27

II. RESULTADO DE ANALISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU072-VF-25	SU073-VF-25	SU074-VF-25	SU075-VF-25	SU076-VF-25	-
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	-
Fecha de Muestreo	2024-11-29	2024-11-29	2024-11-29	2024-11-29	2024-11-29	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	11:00	9:30	13:00	13:50	15:40	-
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	Parcela Eli Fernandez	Parcela Nioe Ticia	Parcela Atilano	Parcela Filiberto	Parcela de bosque natural	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0,1	6,2	6,1	5,8	5,9
Conductividad Eléctrica	mSim	1,0	4,3	5,3	4,7	2,7
Materia Orgánica	%	0,3	4,1	4,4	3,5	4,3
Potasio Disponible	mg/kg	2,6	28,8	34,0	63,1	82,3
Carbonato De Calcio Equivalente	%	0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Acidez Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,4	0,4	2,2	2,0	1,0
Aluminio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,4	<0,4	1,3	1,3	<0,4
Fósforo Disponible	mg/kg	0,8	5,2	1,2	5,7	<0,8
Textura	-	-	-	-	-	-
Arena	%	-	42,0	42,0	46,1	58,2
Arcilla	%	-	35,9	27,9	24,0	19,9
Limo	%	-	22,1	30,1	29,9	21,9
Clase Textural	-	-	Franco Arcillosa	Franco Arcillosa	Franco Arenosa	Arena Franca
Bases Intercambiables(*)	-	-	-	-	-	-
Calcio (Ca)(*)	cmol (+)/Kg	-	7,5	1,5	1,6	1,6
Magnesio (Mg)(*)	cmol (+)/Kg	-	2,3	0,1	0,7	0,8
Sodio (Na)(*)	cmol (+)/Kg	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Potasio (K)(*)	cmol (+)/Kg	-	0,1	0,1	0,2	0,3
Nitrógeno - Materia Orgánica (*)	mg/g	-	2,1	2,2	1,8	2,2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INFORME DE ENSAYO

N° 122354-24 / SU / LABSAF - VISTA FLORIDA



I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Hector Chinguel Minga
 Propietario / Productor : Noe Ticlla
 Dirección del cliente : Call. Marañón odr. 17 N° 1706 - Jaen - Jaen - Cajamarca
 Solicitado por : Centro Experimental Yanayacu
 Muestreado por : El cliente
 Número de muestra(s) : 1
 Producto declarado : Suelo
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente
 Procedencia de muestra(s) : Jaen - Jaen Cajamarca
 Fecha(s) de muestreo : 2024-11-29
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2024-12-03
 Lugar de ensayo : LABSAF VISTA FLORIDA
 Fecha(s) de análisis : Del 2024-12-09 al 2024-12-18
 Cotización del servicio : 253-24-VF
 Fecha de emisión : 2024-12-19

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU4656-VF-24	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2024-11-29	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	09:30	-	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	Parcela N°02	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unif. pH	0,1	5,5	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/cm	1,0	7,2	-	-	-
Materia Orgánica	%	0,3	6,2	-	-	-
Textura(*)	-	-	-	-	-	-
Arena(*)	%	-	47,0	-	-	-
Arcilla(*)	%	-	18,2	-	-	-
Limo(*)	%	-	34,7	-	-	-
Clase Textural(*)	-	-	Franca	-	-	-
Bases intercambiables(**)	-	-	-	-	-	-
Calcio (Ca)(*)	cmol (+)/Kg	-	0,9	-	-	-
Magnesio (Mg)(*)	cmol (+)/Kg	-	0,2	-	-	-
Sodio (Na)(*)	cmol (+)/Kg	-	0,0	-	-	-
Potasio (K)(*)	cmol (+)/Kg	-	0,1	-	-	-
Nitrógeno - Materia Orgánica (*)	mg/g	-	3,1	-	-	-
Fósforo Disponible (*)	mg/kg	0,8	5,1	-	-	-
Potasio Disponible (*)	ppm	2,6	74,8	-	-	-
Carbonato De Calcio Equivalente (*)	%	0,6	<0,6	-	-	-
Acidez Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,4	2,3	-	-	-
Aluminio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,4	2,4	-	-	-



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliaves
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
LABSAF Vista Florida

Dirección: Carretera Chiclayo a Ferreñafe km 8 Pisco - Chiclayo - Lambayeque
Email: labsafvistaflorida@inia.gob.pe

F-46 / Ver.05
www.inia.gob.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INFORME DE ENSAYO

N° 122355-24 / SU / LABSAF - VISTA FLORIDA



I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Hector Chinguel Minga
 Propietario / Productor : Bosque Natural
 Dirección del cliente : Call. Marañón odr. 17 N° 1705 - Jaen - Jaen - Cajamarca
 Solicitado por : Centro Experimental Yanayacu
 Muestreado por : El cliente
 Número de muestra(s) : 1
 Producto declarado : Suelo
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente
 Procedencia de muestra(s) : Jaen - Jaen Cajamarca
 Fecha(s) de muestreo : 2024-11-29
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2024-12-03
 Lugar de ensayo : LABSAF VISTA FLORIDA
 Fecha(s) de análisis : Del 2024-12-09 al 2024-12-18
 Codización del servicio : 253-24-VF
 Fecha de emisión : 2024-12-19

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU4657-VF-24	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2024-11-29	-	-	-	-	-
Hora de inicio de Muestreo (h) (***)	15:40	-	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	Parcela de bosque natural	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0,1	4,6	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/cm	1,0	4,9	-	-	-
Materia Orgánica	%	0,3	2,9	-	-	-
Textura(*)	-	-	-	-	-	-
Arena(*)	%	-	89,0	-	-	-
Arcilla(*)	%	-	6,2	-	-	-
Limo(*)	%	-	4,7	-	-	-
Clase Textural(*)	-	-	Arena Franca	-	-	-
Bases intercambiables(*)	-	-	-	-	-	-
Calcio (Ca)(*)	cmol (+)/Kg	-	3,5	-	-	-
Magnesio (Mg)(*)	cmol (+)/Kg	-	0,1	-	-	-
Sodio (Na)(*)	cmol (+)/Kg	-	0,0	-	-	-
Potasio (K)(*)	cmol (+)/Kg	-	0,0	-	-	-
Nitrógeno - Materia Orgánica (*)	mg/g	-	1,4	-	-	-
Fósforo Disponible (*)	mg/kg	0,8	5,2	-	-	-
Potasio Disponible (*)	ppm	2,6	23,2	-	-	-
Carbonato De Calcio Equivalente (*)	%	0,6	<0,6	-	-	-
Acidez Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,4	1,3	-	-	-
Aluminio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,4	<0,4	-	-	-



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Follares
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
LABSAF Vista Florida

Dirección: Carretera Chiclayo a Ferreñafe km 8 Pisco - Chiclayo - Lambayeque
Email: labsafvistaflorida@inia.gob.pe

F-48 / Ver.05
www.inia.gob.pe



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200**



INFORME DE ENSAYO N° 122356-24 / SU / LABSAF - VISTA FLORIDA



I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Hector Chinguel Minga
Propietario / Productor	: Riliberto
Dirección del cliente	: Call. Marañón odr. 17 N° 1705 – Jaen - Jaen - Cajamarca
Solicitado por	: Centro Experimental Yanayacu
Muestreado por	: El cliente
Número de muestra(s)	: 1
Producto declarado	: Suelo
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa de plástico
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	: Jaen -Jaen Cajamarca
Fecha(s) de muestreo	: 2024-11-29
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2024-12-03
Lugar de ensayo	: LABSAF VISTA FLORIDA
Fecha(s) de análisis	: Del 2024-12-09 al 2024-12-18
Calificación del servicio	: 253-24-VF
Fecha de emisión	: 2024-12-19

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU4658-VF-24	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2024-11-29	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	13:50	-	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	Parcela N°04	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0,1	6,0	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/cm	1,0	2,8	-	-	-
Materia Orgánica	%	0,3	6,4	-	-	-
Textura(*)	-	-	-	-	-	-
Arena(*)	%	-	69,0	-	-	-
Aréola(*)	%	-	14,2	-	-	-
Limo(*)	%	-	16,7	-	-	-
Clase Textural(*)	-	-	Franco Arenosa	-	-	-
Bases Intercambiables(**)	-	-	-	-	-	-
Calcio (Ca)(*)	cmol (+)/Kg	-	2,5	-	-	-
Magnesio (Mg)(*)	cmol (+)/Kg	-	1,9	-	-	-
Sodio (Na)(*)	cmol (+)/Kg	-	0,0	-	-	-
Potasio (K)(*)	cmol (+)/Kg	-	0,2	-	-	-
Nitrógeno - Materia Orgánica (*)	mg/g	-	3,2	-	-	-
Fósforo Disponible (*)	mg/kg	0,8	4,4	-	-	-
Potasio Disponible (*)	ppm	2,6	103,9	-	-	-
Carbonato De Calcio Equivalente (*)	%	0,6	<0,6	-	-	-
Acidez Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,4	0,5	-	-	-
Aluminio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,4	<0,4	-	-	-



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliaves
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
LABSAF Vista Florida

Dirección: Carretera Chiclayo a Ferreñafe km 8 Pisci - Chiclayo - Lambayeque
Email: labsafvistaflorida@inia.gob.pe



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200**



INFORME DE ENSAYO N° 122357-24 / SU / LABSAF - VISTA FLORIDA



I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Hector Chinguel Minga
Propietario / Productor	: Atilano
Dirección del cliente	: Calli, Marañón odr. 17 N° 1706 – Jaen - Jaen - Cajamarca
Solicitado por	: Centro Experimental Yanayacu
Muestreado por	: El cliente
Número de muestra(s)	: 1
Producto declarado	: Suelo
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa de plástico
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	: Jaen -Jaen Cajamarca
Fecha(s) de muestreo	: 2024-11-29
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2024-12-03
Lugar de ensayo	: LABSAF VISTA FLORIDA
Fecha(s) de análisis	: Del 2024-12-09 al 2024-12-18
Cotización del servicio	: 253-24-VF
Fecha de emisión	: 2024-12-19

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU4659-VF-24	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2024-11-29	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (""')	13:00	-	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (""')	Parcela N°03	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH.	unid. pH	0,1	5,6	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/cm	1,0	5,1	-	-	-
Materia Orgánica	%	0,3	4,1	-	-	-
Textura(*)	-	-	-	-	-	-
Arena(*)	%	-	55,0	-	-	-
Arcilla(*)	%	-	20,2	-	-	-
Limo(*)	%	-	24,7	-	-	-
Clase Textural(*)	-	-	Franco Arcillo Arenosa	-	-	-
Bases intercambiables(*)	-	-	-	-	-	-
Calcio (Ca)(*)	cmol (+)/Kg	-	3,4	-	-	-
Magnesio (Mg)(*)	cmol (+)/Kg	-	1,7	-	-	-
Sodio (Na)(*)	cmol (+)/Kg	-	0,0	-	-	-
Potasio (K)(*)	cmol (+)/Kg	-	0,1	-	-	-
Nitrógeno - Materia Orgánica (*)	mg/g	-	2,0	-	-	-
Fósforo Disponible (*)	mg/kg	0,8	5,5	-	-	-
Potasio Disponible (*)	ppm	2,6	83,2	-	-	-
Carbonato De Calcio Equivalente (*)	%	0,6	<0,6	-	-	-
Acidez Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,4	<0,4	-	-	-
Aluminio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,4	<0,4	-	-	-



**Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliaves
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
LABSAF Vista Florida**

Dirección: Carretera Chiclayo a Ferreñafe km 8 Pisci - Chiclayo - Lambayeque
Email: labsafvistaflorida@inia.gob.pe



Instituto Nacional de Innovación Agraria

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200**



INFORME DE ENSAYO N° 122358-24 / SU / LABSAF - VISTA FLORIDA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Hector Chinguel Minga
Propietario / Productor	: Eli Fernandez
Dirección del cliente	: Call. Marafón cdr. 17 N° 1706 - Jaen - Jaen - Cajamarca
Solicitado por	: Centro Experimental Yanayacu
Muestreado por	: El cliente
Número de muestra(s)	: 1
Producto declarado	: Suelo
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa de plástico
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	: Jaen - Jaen Cajamarca
Fecha(s) de muestreo	: 2024-11-29
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2024-12-03
Lugar de ensayo	: LABSAF VISTA FLORIDA
Fecha(s) de análisis	: Del 2024-12-09 al 2024-12-18
Calificación del servicio	: 253-24-VF
Fecha de emisión	: 2024-12-19

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU4660-VF-24	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2024-11-29	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	11:00	-	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	Parcela N°01	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0,1	6,1	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/cm	1,0	4,7	-	-	-
Materia Orgánica	%	0,3	7,4	-	-	-
Textura(*)	-	-	-	-	-	-
Arena(*)	%	-	69,0	-	-	-
Aréola(*)	%	-	14,2	-	-	-
Limo(*)	%	-	16,7	-	-	-
Clase Textural(*)	-	-	Franco Arenosa	-	-	-
Bases intercambiables(**)	-	-	-	-	-	-
Calcio (Ca)(*)	cmol (+)/Kg	-	10,5	-	-	-
Magnesio (Mg)(*)	cmol (+)/Kg	-	3,4	-	-	-
Sodio (Na)(*)	cmol (+)/Kg	-	0,1	-	-	-
Potasio (K)(*)	cmol (+)/Kg	-	0,1	-	-	-
Nitrógeno - Materia Orgánica (*)	mg/g	-	3,7	-	-	-
Fósforo Disponible (*)	mg/kg	0,8	6,1	-	-	-
Potasio Disponible (*)	ppm	2,6	70,4	-	-	-
Carbonato De Calcio Equivalente (*)	%	0,6	<0,6	-	-	-
Acidez Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,4	<0,4	-	-	-
Aluminio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,4	<0,4	-	-	-



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliaves
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
LABSAF Vista Florida

Dirección: Carretera Chiclayo a Ferreñafe km 8 Pícsi - Chiclayo - Lambayeque
Email: labsafvistaflorida@inia.gob.pe

F-46 / Ver.06
www.inia.gob.pe