



# Universidad Nacional Autónoma de Chota

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Unidad de Investigación

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN N° 001-2024-FCA/UNACH

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,  
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, **hace constar** que la tesis de investigación Titulada “**Variación altitudinal del carbono orgánico del suelo en bosques nativos de la cuenca del río Chancay, 2023**”; desarrollado por los **Bachilleres Osmer Iván Cevallos Chávez y Andy Edson Segovia Soto** de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, **asesorados por la Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 16%**, sin incluir bibliografía; por lo tanto, cumple con el criterio de evaluación de originalidad establecido en el REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA aprobado mediante RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N°120-2022-UNACH.

Se expide la presente, a petición de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Chota, 15 de octubre de 2024.




Atentamente

M.Sc. Rubén Iván Marchena Chanduvi  
Director de la Unidad de Investigación  
de la Facultad de Ciencias Agrarias

RIMCH/DUIFCA  
Interesado  
AFCA  
Archivo  
Chota 2024

# ANDY EDSON SEGOVIA SOTO

## IT-CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD-UIFCA

-  INFORME DE TESIS 2024
-  PROYECTOS Y TESIS 2024
-  Universidad Nacional Autonoma de Chota

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3043151598

Fecha de entrega

15 oct 2024, 5:49 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

15 oct 2024, 5:54 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

elo\_en\_bosques\_nativos\_de\_la\_cuenca\_del\_r\_o\_Chancay\_2023-.T.docx

Tamaño de archivo

15.7 MB

131 Páginas

16,086 Palabras

81,076 Caracteres




# 16% Similitud general

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

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía

## Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 8%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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.

## Fuentes principales

- 14% Fuentes de Internet
- 8% Publicaciones
- 4% 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.

<b>1</b>	<b>Internet</b>	
		<b>www.repositorio.unach.edu.pe</b> <span style="float: right;">2%</span>
<hr/>		
<b>2</b>	<b>Internet</b>	
		<b>hdl.handle.net</b> <span style="float: right;">1%</span>
<hr/>		
<b>3</b>	<b>Internet</b>	
		<b>docplayer.es</b> <span style="float: right;">1%</span>
<hr/>		
<b>4</b>	<b>Internet</b>	
		<b>pdfslide.tips</b> <span style="float: right;">1%</span>
<hr/>		
<b>5</b>	<b>Internet</b>	
		<b>repositorio.unach.edu.pe</b> <span style="float: right;">0%</span>
<hr/>		
<b>6</b>	<b>Trabajos del estudiante</b>	
	<b>Macquarie University</b>	0%
<hr/>		
<b>7</b>	<b>Internet</b>	
		<b>revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe</b> <span style="float: right;">0%</span>
<hr/>		
<b>8</b>	<b>Internet</b>	
		<b>nanopdf.com</b> <span style="float: right;">0%</span>
<hr/>		
<b>9</b>	<b>Internet</b>	
		<b>www.findesa.com</b> <span style="float: right;">0%</span>
<hr/>		
<b>10</b>	<b>Internet</b>	
		<b>ees.kuleuven.be</b> <span style="float: right;">0%</span>
<hr/>		
<b>11</b>	<b>Internet</b>	
		<b>repositorio.uta.edu.ec</b> <span style="float: right;">0%</span>

12	Internet	repositorio.unh.edu.pe	0%
13	Internet	repositorio.unac.edu.pe	0%
14	Internet	repositorio.unheval.edu.pe	0%
15	Internet	repositorio.unj.edu.pe	0%
16	Internet	core.ac.uk	0%
17	Trabajos del estudiante Universidad de Salamanca		0%
18	Internet	www.regioncajamarca.gob.pe	0%
19	Internet	www.untrm.edu.pe	0%
20	Internet	dspace.unach.edu.ec	0%
21	Internet	repositorio.unal.edu.co	0%
22	Internet	repositorio.unas.edu.pe	0%
23	Publicación	UMBRELLA ECOCONSULTING S.A.C.. "DIA del Proyecto Parque Eólico Huambos-IG...	0%
24	Internet	www.uazuay.edu.ec	0%
25	Internet	apirepositorio.unh.edu.pe	0%

26	Internet	dspace.ups.edu.ec	0%
27	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	0%
28	Internet	repositorio.unp.edu.pe	0%
29	Internet	www.monografias.com	0%
30	Publicación	Carbonell Marques, angela. "Brechas de las Politicas Publicas y la Intervencion Pr...	0%
31	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo		0%
32	Internet	repositorio.undac.edu.pe	0%
33	Internet	backup.chapingo-cori.mx	0%
34	Internet	rsdjournal.org	0%
35	Internet	www.slideshare.net	0%
36	Publicación	GRUPO PALOMARES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA- GRUPO PALOMARES S.A.C.. "...	0%
37	Internet	www.coursehero.com	0%
38	Publicación	CONSULTORIA CARRANZA E.I.R.L.. "PMA del Proyecto de Construcción y Funciona...	0%
39	Publicación	Itsi Alveano Aguerrebere, Francisco Javier Ayvar Campos. "Política pública y su ví...	0%

40	Internet	www.essex.ac.uk	0%
41	Internet	idoc.pub	0%
42	Internet	www.researchgate.net	0%
43	Internet	worldwidescience.org	0%
44	Internet	www.adaptation-fund.org	0%
45	Publicación	"Inventarios Forestales Nacionales de América Latina y el Caribe", Food and Agric...	0%
46	Publicación	SANTOS JOAO DA COSTA QUIZEMBE. "Efecto del residuo vegetal de Coffea canéfo...	0%
47	Internet	shaker.umh.es	0%
48	Publicación	Perez de Arce Jeria, Miguel Felipe. "Incentives for Renewable Energy", Pontificia U...	0%
49	Internet	repositorio.espe.edu.ec	0%
50	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica de Bolívar,UTB	0%
51	Internet	eventos.ikiam.edu.ec	0%
52	Internet	pirhua.udep.edu.pe	0%
53	Trabajos del estudiante	uteg	0%

54	Publicación	Deirdre Rooney. "Sustainable Soil Management", Apple Academic Press, 2019	0%
55	Publicación	J. C. Alías, M. García, T. Sosa, C. Valares, N. Chaves. "Carbon storage in the differe...	0%
56	Trabajos del estudiante	Universidad Rafael Landívar	0%
57	Internet	acikerisim.agu.edu.tr:8080	0%
58	Internet	repositorio.uap.edu.pe	0%
59	Internet	repositorio.urp.edu.pe	0%
60	Internet	www.google.com	0%
61	Internet	www.iiap.org.pe	0%
62	Publicación	"Nitrogen Cycling in Ecosystems of Latin America and the Caribbean", Springer Sc...	0%
63	Publicación	C.I.C.A.INGENIEROS CONSULTORES PERU SAC.. "DIA del Proyecto Ampliación de Lí...	0%
64	Publicación	Fancy Castro Rubilar, Carlos Ossa Cornejo, María Teresa Castañeda Díaz, Juana Ir...	0%
65	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	0%
66	Internet	repository.javeriana.edu.co	0%
67	Internet	scholarworks.uvm.edu	0%

68	Internet	www.business-humanrights.org	0%
69	Internet	www.sagpya.mecon.gov.ar	0%
70	Internet	www.umces.edu	0%
71	Publicación	CURBA Y ASOCIADOS S.A.C.. "EIA del Proyecto Centrales Hidroeléctricas Tingo I, Ti...	0%
72	Publicación	SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "EIA del Proyecto de Exploración Sís...	0%
73	Internet	app.uff.br	0%
74	Internet	diposit.ub.edu	0%
75	Internet	es.unionpedia.org	0%
76	Internet	hosting.diputados.gob.mx	0%
77	Internet	ijsaf.org	0%
78	Internet	intra.uigv.edu.pe	0%
79	Internet	issuu.com	0%
80	Internet	kerwa.ucr.ac.cr	0%
81	Internet	repositorio.cientifica.edu.pe	0%

82	Internet	repositorio.uct.edu.pe	0%
83	Internet	repositorio.umch.edu.pe	0%
84	Internet	repositorio.unapiquitos.edu.pe	0%
85	Internet	rio.upo.es	0%
86	Internet	search.scielo.org	0%
87	Internet	sired.udenar.edu.co	0%
88	Internet	upc.aws.openrepository.com	0%
89	Internet	www.chile.com	0%
90	Internet	www.scielo.org.mx	0%
91	Publicación	"AgroClim - Huaraz. Water availability and water demand of small-scale farmers i...	0%
92	Publicación	"Cálculo y balance de stocks carbono orgánico del suelo (COS) en zonas áridas de ...	0%
93	Publicación	"Mapeo de suelos afectados por salinidad - Manual técnico", Food and Agricultur...	0%
94	Publicación	C. Wigoberto Alvarado, Leidy G. Bobadilla, Leandro Valqui, Gelver Silva Valqui et a...	0%
95	Publicación	GIGAWATT SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "DIA del Proyecto Ampliación de Rede...	0%

96	Publicación	HIDROSUELOS S.A.S., SUCURSAL DEL PERU. "Instrumento de Gestión Ambiental C...	0%
97	Publicación	INSIDEO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - INSIDEO S.A.C.. "ITS Cambios Menores ...	0%
98	Internet	archive.org	0%
99	Internet	bdigital.unal.edu.co	0%
100	Internet	biblioteca.mti.gob.ni:8080	0%
101	Internet	doczz.fr	0%
102	Internet	fdocuments.ec	0%
103	Internet	glencoe.mcgraw-hill.com	0%
104	Internet	listas.losverdesdeandalucia.org	0%
105	Internet	redc.revistas.csic.es	0%
106	Internet	repositorio.lamolina.edu.pe	0%
107	Internet	repositorio.una.ac.cr	0%
108	Internet	repositorio.upao.edu.pe	0%
109	Internet	repositorio.upt.edu.pe	0%

110	Internet	ridum.umanizales.edu.co	0%
111	Internet	www.chebro.es	0%
112	Internet	www.clubensayos.com	0%
113	Internet	www.fao.org	0%
114	Publicación	ECO-TEC CONSULTORIA TECNOLOGICA Y AMBIENTAL E.I.R.L.. "EIA-SD del Proyecto...	0%
115	Publicación	FOREST SOIL SERVICIOS AMBIENTALES S.R.L.. "MEIA - Social para la Perforación d...	0%
116	Publicación	Gino Juárez-Noé. "Actualización al listado de himenópteros (Insecta: Hymenopter...	0%
117	Publicación	INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C.. "Actualización del Plan de Manejo Ambiental ...	0%
118	Internet	cdn.www.gob.pe	0%
119	Internet	dspace.ucuenca.edu.ec	0%
120	Publicación	"XXV IUFRO World Congress: Forest Research and Cooperation for Sustainable", X...	0%
121	Publicación	INSIDEO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - INSIDEO S.A.C.. "ITS de Cambios Menor...	0%
122	Publicación	Yong-Guan Zhu, Huaming Guo, Prosun Bhattacharya, Jochen Bundschuh, Arslan ...	0%
123	Internet	documentop.com	0%

124 Internet

repositorio.une.edu.pe

0%

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



**Variación altitudinal del carbono orgánico del suelo en  
bosques nativos de la cuenca del río Chancay, 2023.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**


**AUTORES:**

Bach. Osmer Iván Cevallos Chávez

Bach. Andy Edson Segovia Soto

**ASESORA:**

Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza

  
Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza  
CIP 163858  
Docente UNACH  
Código: 008-2024

**CHOTA - PERÚ**  
**SEPTIEMBRE, 2024**

## ACTA DE SUSTENTACIÓN



Universidad Nacional Autónoma de Chota  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



Anexo 01:

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

REG. N° 006-2024-FCA

Siendo las 11.30 horas, del día 26 de setiembre de 2024, los miembros del Jurado de Tesis titulada: "Variación del carbono orgánico del suelo en bosques nativos de la cuenca del río Chancay, 2023", integrado por:

1. M. Sc. José Magno Quiroz Gonzales - Presidente
2. M. Sc. Leyla Catherine Alarcón Alarcón - Secretario
3. M. Sc. Wilber Hugo Flores Rodríguez - Vocal

Sustentada de manera presencial, por los bachilleres Osmer Iván Cevallos Chávez y Andy Edson Segovia Soto, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental.

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda aprobar por mayoría la tesis, calificándola con la nota de: catorce (14), se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el correspondiente título profesional.

Chota, 26 de setiembre del 2024

M. Sc. José Magno Quiroz Gonzales  
Presidente

M. Sc. Leyla Catherine Alarcón Alarcón  
Secretario

M. Sc. Wilber Hugo Flores Rodríguez  
Vocal

M. Sc. Denisse Milagros Alva Mendoza  
Asesor

## DEDICATORIA

Dedicado a mi amada familia, por ser mi pilar y fuente de inspiración en cada paso que doy. A Dios, por fortalecer mi fe y brindarme la fortaleza para alcanzar este logro. Su amor incondicional y guía divina han sido mi mayor sostén en este viaje académico.

Osmer Iván Cevallos Chávez

Dedicado a todos mis familiares que me brindaron apoyo y consejo, también a mis amigos y seres queridos que ya partieron a otra vida.

Andy Edson Segovia Soto

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer a Dios por brindarnos la vida, salud y sabiduría para ejecutar esta investigación.

Agradecer a nuestros docentes de nuestra Facultad de Ciencias Agrarias de la UNACH por compartimos enseñanzas y consejos para desarrollar nuestra formación ética y profesional.

Un agradecimiento especial a nuestra asesora por brindarnos su tiempo y sus conocimientos en todas las etapas de desarrollo de este trabajo de investigación.

Asimismo, agradecer a José Humberto Cevallos Idrogo, Alex Bustamante Cevallos y al ingeniero José Fritson Zárate Bustamante que ayudaron en la recolección de muestras.

Finalmente agradecer a todas las personas que aportaron con sus sugerencias para elaborar esta investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	2
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
Resumen.....	12
CAPITULO I.....	14
INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Planteamiento del problema.....	14
1.2. Formulación del problema.....	17
1.3. Justificación.....	17
1.3.1. Justificación teórica.....	17
1.3.2. Justificación práctica.....	18
1.3.3. Justificación metodológica.....	18
1.4. Objetivos.....	19
1.4.1. Objetivo General.....	19
1.4.2. Objetivos Específicos.....	19
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes.....	20
2.2. Bases teórico – científicas.....	22
2.2.1. Actividades humanas que generan CO <sub>2</sub> al medio ambiente.....	22
2.2.2. Los bosques nativos y su contribución en la mitigación del cambio climático.....	23
2.2.3. El COS y el ciclo del C.....	24
2.2.4. Factores climáticos que influyen en la retención del COS.....	25
2.2.5. Características de una cuenca hidrográfica.....	26
2.2.6. Bosque Estacionalmente Seco de Llanura.....	26
2.2.7. Bosque Seco Premontano Tropical.....	26
2.2.8. Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical.....	27
2.2.9. Método de estimación de COS.....	27
2.3. Marco conceptual.....	27
2.3.1. Cuenca hidrográfica.....	27
2.3.2. Bosque nativo.....	27
2.3.3. Parámetros fisicoquímicos del suelo.....	28
2.3.4. Gradiente altitudinal.....	28

2.3.5. Clima .....	28
2.3.6. Suelo forestal.....	28
2.3.7. Carbono.....	28
2.3.8. Carbono orgánico del suelo .....	28
2.3.9. Materia Orgánica del suelo .....	29
2.3.10. Hojarasca .....	29
2.4. Hipótesis.....	29
2.5. Operacionalización de variables.....	30
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>31</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>31</b>
3.1. Tipo y nivel de investigación .....	31
3.2. Diseño de investigación.....	31
3.3. Métodos de investigación.....	31
3.3.1. Fase de campo.....	31
3.3.2. Fase de laboratorio.....	36
3.3.3. Fase de gabinete.....	38
3.4. Población, muestra y muestreo .....	38
3.4.1. Población .....	38
3.4.2. Muestra .....	38
3.4.3. Muestreo.....	38
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	39
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	40
3.6.1. Cálculo de la densidad aparente del suelo (DA) .....	40
3.6.2. Cálculo del carbono orgánico en la hojarasca (COH) .....	40
3.6.1. Determinación del contenido de COS.....	41
3.6.3. Suma de carbono orgánico total en el suelo (COT).....	41
3.6.4. Determinación de la textura del suelo por método de hidrometría.....	42
5.6.6. Descripción de las condiciones climáticas .....	42
5.6.7. Análisis estadístico.....	42
3.7. Aspectos éticos .....	42
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>43</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
4.1. Descripción de resultados.....	43
4.1.1. Descripción de lugares de muestreo.....	43

4.1.2. Condiciones climáticas en los bosques nativos de la cuenca del río Chancay.....	45
4.1.3. Análisis de normalidad .....	47
4.1.4. Propiedades fisicoquímicas del suelo.....	50
4.1.5. Carbono orgánico de la biomasa seca de hojarasca.....	60
4.1.6. Carbono orgánico del suelo .....	61
4.1.7. Carbono orgánico total del suelo .....	62
4.2. Contrastación de hipótesis .....	63
4.3. Discusión de resultados.....	69
4.3.1. Condiciones climáticas en los bosques nativos de la cuenca del río Chancay.....	69
4.3.2. Propiedades fisicoquímicas del suelo.....	69
4.3.3. Carbono orgánico de la hojarasca .....	72
4.3.4. Carbono orgánico del suelo .....	73
4.3.4. Influencia de la altitud y de las condiciones climáticas en el COS .....	74
CAPÍTULO V.....	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	76
5.1. Conclusiones .....	76
5.2. Recomendaciones .....	78
CAPÍTULO VI.....	79
REFERENCIAS.....	79
CAPÍTULO VII .....	96
ANEXOS.....	96

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables de la investigación .....	30
Tabla 2 Métodos de ensayo de laboratorio .....	39
Tabla 3 Área de la población de estudio.....	45
Tabla 4 Prueba estadística de normalidad de los indicadores.....	48
Tabla 5 Medias de la densidad aparente del suelo.....	50
Tabla 6 Medias del porcentaje de arena del suelo .....	52
Tabla 7 Medias del porcentaje de limo del suelo .....	52
Tabla 8 Medias del porcentaje de arcilla del suelo.....	53
Tabla 9 Clase textural del suelo.....	54
Tabla 10 Medias del pH del suelo .....	57
Tabla 11 Medias de conductividad eléctrica del suelo .....	58
Tabla 12 Medias del carbono orgánico de la hojarasca .....	60
Tabla 13 Medias del COS (t C ha-1) .....	61
Tabla 14 Medias del COT .....	62
Tabla 15 ANOVA para carbono orgánico del suelo de 0 a 30cm .....	64
Tabla 16 Correlaciones entre la temperatura, precipitación, altitud y COS .....	65
Tabla 17 Matriz de consistencia.....	96
Tabla 18 Puntos de muestreo en cada bosque .....	97
Tabla 19 Datos de carbono orgánico de la hojarasca .....	98
Tabla 20 Datos de densidad aparente y COS .....	99
Tabla 21 Datos de COT .....	100
Tabla 22 Datos de parámetros fisicoquímicos del suelo .....	101
Tabla 23 Análisis de normalidad para indicadores del suelo.....	105
Tabla 24 ANOVA para indicadores del suelo de 0 a 10 cm de profundidad .....	107
Tabla 25 Post hoc de Tukey para medias de arena de 0 a 10 cm de profundidad .....	108
Tabla 26 Post hoc de Tukey para medias de limo de 0 a 10 cm de profundidad.....	108
Tabla 27 Post hoc de Tukey para medias de densidad aparente de 0 a 10 cm de profundidad .	109
Tabla 28 Post hoc de Tukey para medias de pH de 0 a 10 cm de profundidad .....	110
Tabla 29 Post hoc de Tukey para medias de COS de 0 a 10 cm de profundidad .....	110
Tabla 30 ANOVA para indicadores del suelo de 10 a 20 cm de profundidad .....	111
Tabla 31 Post hoc de Tukey para medias de arena de 10 a 20 cm de profundidad .....	111
Tabla 32 Post hoc de Tukey para medias de arcilla de 10 a 20 cm de profundidad .....	112
Tabla 33 Post hoc de Tukey para medias de densidad aparente de 10 a 20 cm de profundidad	113
Tabla 34 Post hoc de Tukey para medias de pH de 10 a 20 cm de profundidad .....	113
Tabla 35 Post hoc de Tukey para medias de COS de 10 a 20 cm de profundidad .....	114
Tabla 36 ANOVA para indicadores del suelo de 20 a 30 cm de profundidad .....	115

Tabla 37 Post hoc de Tukey para medias de arena de 20 a 30 cm de profundidad .....	115
Tabla 38 Post hoc de Tukey para medias de limo de 20 a 30 cm de profundidad.....	116
Tabla 39 Post hoc de Tukey para medias de arcilla de 20 a 30 cm de profundidad .....	117
Tabla 40 Post hoc de Tukey para medias de densidad aparente de 20 a 30 cm de profundidad	117
Tabla 41 Post hoc de Tukey para medias de pH de 20 a 30 cm de profundidad .....	118
Tabla 42 Post hoc de Tukey para medias de CE de 20 a 30 cm de profundidad .....	118
Tabla 43 Post hoc de Tukey para medias de COS de 20 a 30 cm de profundidad .....	119
Tabla 44 ANOVA para COS de 0 a 30cm, COH y COT .....	120

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Superficie de la cuenca del río Chancay .....	45
Figura 2 Ubicación geográfica de la cuenca del río Chancay .....	46
Figura 3 Bosques nativos de la cuenca del río Chancay .....	46
Figura 4 Esquema de puntos de muestreo .....	49
Figura 5 Mapa de ubicación geográfica de los lugares de muestreo .....	56
Figura 6 Puntos de muestreo en Bosque Estacionalmente Seco de Llanura en Chongoyape .....	57
Figura 7 Puntos de muestreo en Bosque Seco Premontano tropical en Santa Cruz.....	57
Figura 8 Puntos de muestreo en Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical en Llama.....	57
Figura 9 Mapa de precipitación media anual de la cuenca del río Chancay .....	57
Figura 10 Mapa de temperatura media anual de la cuenca del río Chancay .....	60
Figura 11 Densidad aparente del suelo por profundidad de muestreo.....	64
Figura 12 Textura del suelo en el Bosque Estacionalmente Seco de Llanura .....	67
Figura 13 Textura del suelo en el Bosque Seco Premontano Tropical .....	67
Figura 14 Textura del suelo en Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical .....	69
Figura 15 pH del suelo .....	69
Figura 16 Conductividad eléctrica del suelo .....	72
Figura 17 Comparación de carbono orgánico de la hojarasca en cada bosque nativo .....	73
Figura 18 Contenido de COS por profundidad de muestreo .....	75
Figura 19 Comparación de COT por cada bosque nativo .....	76
Figura 20 Correlación entre la temperatura y COS.....	79
Figura 21 Correlación entre la precipitación y COS .....	80
Figura 22 Correlación entre la altitud y COS.....	81
Figura 23 Ficha de muestreo de suelo.....	102
Figura 24 Parcelas de muestreo en Bosque Estacionalmente Seco de Llanura (Chongoyape). 103	
Figura 25 Parcelas de muestreo en Bosque Seco Premontano Tropical (Santa Cruz) .....	103
Figura 26 Parcelas de muestreo en Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical (Llama) .....	104
Figura 27 Delimitación de parcelas bosque nativo de Llama.....	149
Figura 28 Recolección de hojarasca en bosque nativo de Llama.....	149
Figura 29 Verificación de profundidad de muestreo de suelo en bosque nativo de Llama .....	150
Figura 30 Georreferenciación con GPS de puntos de muestreo en Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical.....	151
Figura 31 Extracción de muestra de suelo para medición de densidad aparente en bosque nativo de Llama.....	151
Figura 32 Extracción de submuestra de suelo en bosque nativo de Llama.....	151
Figura 33 Delimitación de parcelas en bosque nativo de Chongoyape.....	152
Figura 34 Extracción de submuestra de suelo en bosque nativo de Chongoyape .....	152

Figura 35 Extracción de muestra de suelo para densidad aparente en bosque nativo de Chongoyape.....	153
Figura 36 Cuarteo de submuestras de suelo en bosque nativo de Chongoyape .....	153
Figura 37 Delimitación de parcelas en bosque nativo de Santa Cruz .....	154
Figura 38 Georreferenciación con GPS de puntos de muestreo en Bosque Seco Premontano Tropical .....	155
Figura 39 Extracción de muestra de suelo para medición de densidad aparente en bosque nativo de Santa Cruz .....	155
Figura 40 Extracción de submuestra de suelo en bosque nativo de Santa Cruz.....	156
Figura 41 Cuarteo de submuestras de suelo en bosque nativo de Santa Cruz.....	156
Figura 42 Secado de muestras de hojarasca .....	157
Figura 43 Pesado de submuestras frescas de hojarasca.....	1570
Figura 44 Secado de muestras para medición de densidad aparente.....	157
Figura 45 Medición de peso seco de muestras de densidad aparente.....	157

## Resumen

Esta investigación tiene como objetivo analizar la variación altitudinal del COS en bosques nativos de la cuenca del río Chancay, teniendo como población a tres bosques nativos: Bosque Estacionalmente Seco de Llanura, Bosque Seco Premontano Tropical y Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical. Asimismo, este estudio es de gran importancia para comprender el papel de los bosques nativos en la mitigación del cambio climático. Los resultados obtenidos servirán como base para la toma de decisiones informadas sobre el manejo y conservación de los ecosistemas forestales. En cada bosque se instalaron 3 parcelas de 20 x 20m y se tomaron muestras de hojarasca y suelo a 3 niveles de profundidad cada 10 cm. El suelo del Bosque Seco Estacionalmente de Llanura presentó densidad aparente: 1,37 g/cm<sup>3</sup>, textura predominante de franco arcillo arenoso, pH de 7,33 y CE de 0,41 dS/m. En el caso del suelo del Bosque Seco Premontano Tropical se evidenció una densidad aparente de 0,82 g/cm<sup>3</sup>, una textura predominante de franco arenoso, un pH de 6,70 y CE de 0,64 dS/m. Por otra parte, el suelo del Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical tuvo una densidad aparente de 1,05 g/cm<sup>3</sup>, textura predominante de franco arcilloso, pH de 5,78 y CE de 0,34 dS/m. Respecto al COS se encontró un mayor valor medio de 2,45 t C ha<sup>-1</sup> de COH y 38,75 t C ha<sup>-1</sup> de COS en el Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical. Se concluye que la distribución altitudinal de los bosques nativos de la cuenca del río Chancay tiene un efecto significativo en el contenido de COS debido a las condiciones climáticas como la temperatura y precipitación.

**Palabras clave:** carbono orgánico del suelo, materia orgánica, hojarasca, bosque nativo, clima, altitud.

## Abstract

This research aims to analyze the altitudinal variation of SOC in native forests of the Chancay River basin, having as population three native forests: Seasonally Dry Plain Forest, Tropical Premontane Dry Forest and Tropical Low Montane Humid Forest. Likewise, this study is of great importance to understand the role of native forests in mitigating climate change. The results obtained will serve as a basis for making informed decisions about the management and conservation of forest ecosystems. In each forest, 3 plots of 20 x 20 m were installed and samples of leaf litter and soil were taken at 3 depth levels every 10 cm. The soil of the Seasonally Dry Plain Forest presented apparent density:  $1.37 \text{ g/cm}^3$ , a predominant texture of sandy clay loam, pH of 7.33 and electrical conductivity of 0.41 dS/m, the soil of the Tropical Premontane Dry Forest showed apparent density of  $0.82 \text{ g/cm}^3$ , a predominant texture of sandy loam, a pH of 6.70 and electrical conductivity of 0.64 dS/m and the soil of the Tropical Low Montane Humid Forest had an apparent density of  $1.05 \text{ g/cm}^3$ , predominant texture of clay loam, pH of 5.78 and electrical conductivity of 0.34 dS/m. The amount of SOC was determined using the method of Walkley and Black, 1934; finding a higher average value of  $2.45 \text{ t C ha}^{-1}$  of COH and  $38.75 \text{ t C ha}^{-1}$  of SOC in the Tropical Low Montane Humid Forest. It is concluded that the altitudinal distribution of the native forests of the Chancay River basin has a significant effect on the SOC content due to climatic conditions such as temperature and precipitation.

**Keywords:** soil organic carbon, organic matter, leaf litter, native forest, climate, altitude.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

La captura de carbono (C) es el proceso por el cual los elementos bióticos y abióticos absorben y retienen CO<sub>2</sub> liberado en la atmósfera, en este sentido los bosques nativos, además de representar más del 90 % del área boscosa a nivel mundial contribuyen considerablemente en la captación y acumulación de carbono, dado que los árboles absorben el CO<sub>2</sub> mediante el proceso de fotosíntesis en todo su sistema, es decir en la raíz, hojas y tallos, atrapando así el CO<sub>2</sub> y liberando oxígeno (Burbano, 2018); sin embargo, la generación de estos servicios ecosistémicos se ve afectado por las invasiones a áreas protegidas y la tala indiscriminada (Arribas, 2013).

En cuanto al cambio climático global, el ciclo biogeoquímico del C juega un papel importante en las interacciones planta-suelo y desarrolla un papel en la regulación de las transmisiones de las emisiones atmosféricas que estimulan el efecto invernadero (Vicuña et al., 2019).

El suelo de los bosques es un importante sistema como sumidero de reservas de carbono orgánico del suelo (COS); se sabe que en 1 metro superficial de suelo a nivel mundial se encuentra 1 200 y 2 500 petagramos de carbono orgánico, por tanto, la conservación del suelo es importante para la mitigación del aumento del carbono atmosférico (Gruijter et al., 2018). Además, el suelo de los bosques a través de su elemento principal el COS, mantiene las propiedades físicas del suelo y aporta nutrientes a la vegetación, por el cual si se alteran estas reservas naturales de C habría un cambio significativo en la captura de CO<sub>2</sub> (Yao et al., 2019).

Por otro lado, la hojarasca de los árboles, arbustos y herbáceas aporta C a los macroorganismos presentes encargados de la mineralización en el suelo, incrementando el secuestro del COS (Yan et al., 2018). En efecto, la hojarasca es un importante reservorio de C, además de constituir una vía para la entrada de C en el suelo, teniendo efecto no solo en capas más superficiales sino también a mayores profundidades por medio de la pudrición de la raíz y la migración de los productos en descomposición (Baietto et al., 2021).

Las reservas de COS son influenciadas por los elementos climáticos como el gradiente altitudinal, temperatura y precipitación; por ejemplo, un bosque nativo ubicado a una mayor altitud sobre nivel del mar y con temperaturas bajas tendrá altos niveles de COS (Martínez, 2019). También, el clima y el relieve topográfico, influyen en los indicadores físicos del suelo, la biomasa orgánica y COS, donde juegan un papel importante las precipitaciones pluviales y las variaciones de temperatura, del cual es importante mencionar que, si hay poca pendiente en un suelo y presencia de vegetación herbácea, el suelo poseerá humedad y mayor porcentaje de materia orgánica (Garnica y Saldarriaga, 2015).

En el caso de bosques naturales, los cuales existen en nuestro país, hace falta realizar más investigaciones respecto a las variaciones de COT del suelo en diferentes altitudes y en distintas condiciones climáticas (Murga-Orillo et al., 2021). En este contexto, para los estudios del COS, se llevan a cabo extracción de muestras cerca de la superficie del suelo (0-20 cm o 0-30 cm). La hojarasca y los residuos vegetales son las fuentes más importantes de COS (Lei et al., 2019).

En la zona norte del Perú encontramos Bosques Estacionalmente Secos de Llanura ubicados en la parte inferior de la cuenca del río Chancay, departamento de

Lambayeque y Bosques Secos Premontanos Tropicales ubicados en el departamento de Cajamarca, provincia de Santa Cruz que comprende la parte alta de la cuenca del río Chancay. Los ecosistemas forestales, mencionados anteriormente, se encuentran afectados por la agricultura migratoria y desordenada; en consecuencia, se producen cambios en el uso del suelo y pérdida de biomasa orgánica (Rufasto, 2023).

También, en la región Cajamarca se encuentran los Bosques Húmedos Montanos, estos cuentan con capacidad de almacenamiento de COS, pero los problemas como la deforestación conllevaría a la desaparición de estos bosques (Avellaneda, 2022). Del mismo modo existen bosques montanos y bosques relictos en la provincia de Chota, tal es el caso de los bosques nativos en el distrito de Llama, dichas áreas se encuentran afectadas por el aumento de la deforestación, deficiente manejo forestal, expansión de viviendas, apertura de campos de cultivo y extensión de la ganadería, todos estos factores antrópicos más el cambio climático causan la pérdida de sumideros naturales de carbono (Sabogal, 2017).

Esta investigación analiza la variación altitudinal del COS de los bosques nativos de la cuenca del río Chancay, para determinar la influencia de la altitud, la temperatura y precipitación en la retención de COS. Los resultados de esta investigación contribuirán en ampliar el conocimiento sobre la dinámica del COS en suelos de bosques ubicados a diferentes altitudes, identificar las áreas de mayor retención de COS en la cuenca hidrográfica con el fin de desarrollar estrategias de manejo y conservación de bosques nativos.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

- ¿Cuál es la variación altitudinal del carbono orgánico del suelo en los bosques nativos de la cuenca del río Chancay?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son las condiciones climáticas en los bosques nativos de la cuenca del río Chancay?
- ¿Qué propiedades fisicoquímicas presentan los suelos forestales en la cuenca del río Chancay?
- ¿Cuál es la variación de biomasa seca contenida en la hojarasca en los bosques nativos de la cuenca del río Chancay?
- ¿Cuál es la variación del COS a tres profundidades, tomadas cada 10cm, desde la superficie hasta los 30cm de profundidad de los suelos forestales de la cuenca del río Chancay?
- ¿Cómo influyen las condiciones climáticas y de altitud en el COS en bosques nativos de la cuenca del río Chancay?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Justificación teórica**

Los bosques nativos son ecosistemas que contribuyen en la captura y almacenamiento de carbono, adecuación del clima y la contribución al ciclo del agua (Escobedo et al. 2022). En nuestro país existen distintos tipos de bosques nativos, cada uno con características propias y rol en el ciclo biogeoquímico del C, los cuales brindan beneficios ambientales; sin embargo, estos ecosistemas vienen

siendo vulnerados por las actividades humanas, es por ello que la identificación y protección de estos bosques nativos representa un desafío que involucra a la ciudadanía en general (Cordero et al., 2014).

La mayor cantidad de investigaciones realizadas se centraron en la estimación de carbono aéreo de las plantaciones, más no el C fijado en el suelo, debido a que los estudios de carbono en el suelo son más complejos. Por tanto, los resultados obtenidos serán útiles para estimar las reservas de COS secuestrado en bosques nativos en la cuenca del río Chancay.

### **1.3.2. Justificación práctica**

Esta investigación tiene relevancia porque los resultados obtenidos muestran la importancia de los bosques nativos de la cuenca del río Chancay en la captación y retención de COS.

Además, los resultados ayudaran a determinar la influencia de las condiciones climáticas en el almacenamiento del COS en bosques nativos, información esencial para evaluar la capacidad de almacenamiento de carbono a largo plazo.

### **1.3.3. Justificación metodológica**

La presente investigación se basa en un enfoque cuantitativo, combinando técnicas de muestreo de suelos basándose en un muestreo compuesto para mayor representatividad (Brady y Weil, 2017), con análisis de laboratorio y modelado estadístico.

La elección del tema es importante al estudiar las condiciones climáticas y cómo influyen en los procesos de almacenamiento y retención de COS en los boques nativos dentro de la cuenca hidrográfica del río Chancay.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

- Analizar la variación altitudinal del COS en bosques nativos de la cuenca del río Chancay.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Describir las condiciones climáticas en los bosques nativos de la cuenca del río Chancay.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas en los suelos forestales en los bosques nativos de la cuenca del río Chancay.
- Calcular la cantidad de biomasa seca contenida en la hojarasca en bosques nativos de la cuenca del río Chancay.
- Estimar la cantidad de COS dividido en tres profundidades (0-10cm, 10 – 20cm y 20 – 30cm).
- Estimar la influencia de la altitud y las condiciones climáticas en el COS en bosques nativos de la cuenca del río Chancay.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. A nivel internacional

Zhang et al. (2021) tuvieron como objetivo estudiar las reservas de COS en nueve áreas boscosas a lo largo de gradiente altitudinal en China. El muestreo lo dividieron a tres niveles del suelo cada llegando hasta los 60cm de profundidad. Sus resultados mostraron que el COS disminuye al aumentar la profundidad del suelo. Asimismo, la reserva de COS se correlacionó directamente con la temperatura y la precipitación.

Morales-Inocente et al. (2020) estimaron el carbono orgánico en biomasa aérea y suelo en bosques en México. Se instalaron ocho puntos de muestreo en una superficie de 400 m<sup>2</sup>. Los resultados mostraron que el 70% de COS se encuentra en los primeros 20 cm de profundidad con una estimación de 187.06 Mg ha<sup>-1</sup>.

Acosta et al. (2020) determinaron la concentración de C presente en la hojarasca de un ecosistema forestal en México, se trabajó con 30 parcelas las de las cuales se sacarían las muestras a 15 cm y 30 cm de profundidad, resultando que de 0 a 15cm se encontró mayor cantidad de C con  $37,68 \pm 5,42$  Mg ha<sup>-1</sup> mientras que a profundidades de 15 a 30cm disminuyó hasta  $14,54 \pm 4,13$  Mg ha<sup>-1</sup>.

Ferreira et al. (2020) evaluaron la concentración de COS en un gradiente altitudinal en Brasil, el muestreo lo realizaron a tres profundidades (0-5, 5-10 y 10-20 cm). También se realizaron análisis físicoquímicos del suelo. La mayor cantidad de carbono orgánico se encontró en los primeros 5cm (19,83 kg/m<sup>3</sup>) diferenciándose significativamente de las otras profundidades. Concluyeron que los mayores niveles de

carbono orgánico se encuentran en la capa superficial del suelo. Las variaciones en el contenido de COS indican la influencia del relieve y la acción humana.

Sarango y Tenempanguay (2020) estimaron la cantidad de C almacenado en hojarasca y suelo en un bosque de pino en Ecuador. Para esto se realizaron 30 parcelas de 400 m<sup>2</sup> en forma circular, donde se calculó la cantidad de C presente en hojarasca, se realizaron 3 subparcelas de 1m<sup>2</sup> en donde se recolectó la hojarasca y para el suelo se hicieron excavaciones (0-10cm, 10-20cm, 20-30cm) al centro de cada parcela. Resultando que la hojarasca tenía una cantidad de 3,20 t C ha<sup>-1</sup>, y el suelo un total de 328,73 t C ha<sup>-1</sup>.

### **2.1.2. A nivel nacional**

Jara (2023) determinó cómo influye el cambio climático en las reservas de COS proyectándose a eventos futuros, en un ecosistema de montaña en Ancash, con un rango de altitud 3800 a 4500 m.s.n.m. Recolectó muestras de suelo a cuatro niveles de profundidad e investigó las condiciones climáticas y se estimó carbono orgánico entre 2 a 54 t ha<sup>-1</sup> con mayores valores en los lugares más altos a nivel del mar.

Chávez (2018) analizó la acumulación de C en un bosque estacionalmente seco del departamento de Lambayeque, la metodología consistió en instalar 9 parcelas en un área de 159,3 h. Concluyendo que el C en hojarasca fue de 0,52Mg-C ha<sup>-1</sup> en 5 meses de medición en temporada de lluvias y climas normales y de 42,19Mg-C ha<sup>-1</sup> en el suelo.

### **2.1.3. A nivel regional**

Avellaneda (2022) evaluó la cantidad de captura de CO almacenado en un bosque nativo en la provincia de Cutervo. La metodología consistió en instalar veinticinco subparcelas cuadradas de 400 m<sup>2</sup>, seleccionándose cinco subparcelas para la muestra, en ellas se evaluaron el contenido de C en hojarasca y suelo a 30 cm de profundidad. En hojarasca se encontró 7,94 t C ha<sup>-1</sup> y en suelo 54,37 t C ha<sup>-1</sup>.

### **2.1.4. A nivel local**

Zárate (2022) evaluó el contenido de COS en un bosque nativo de Llangodén, Chota. Se realizó un muestreo de suelo forestal hasta profundidad de 30cm. Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes: COH con un valor de 55,2 t C ha<sup>-1</sup>. Concluyendo que el carbono orgánico total en dicho bosque ascendía a los 55,7 t C ha<sup>-1</sup>.

## **2.2. Bases teórico – científicas**

### **2.2.1. Actividades humanas que generan CO<sub>2</sub> al medio ambiente**

Según la Agencia Internacional de Energía (2014), el transporte representa un 23% de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial; además, se va incrementando debido al aumento poblacional y formación de nuevas ciudades causando un incremento en el nivel de adquisición de vehículos que emplean combustibles fósiles (Pérez-Criado y Ubilla-Bravo, 2022). El uso de combustibles fósiles afecta al medio ambiente por las emisiones de gases residuales como el CO<sub>2</sub>, el cual al estar en la atmósfera irradia luz infrarroja que aumenta la temperatura de los cuerpos de agua y aire cercano a la superficie del planeta, también en consecuencia indirecta se produce el cambio climático con precipitaciones intensas, inundaciones, temporadas largas de estiaje y olas de calor (Mondragón, 2021).

La industria energética, la fabricación de productos químicos, la producción de acero, la industria cementera, involucra quema de combustibles fósiles y por ende emisión de CO<sub>2</sub>. Es preciso mencionar que la actividad industrial está relacionada con la actividad económica y factores como la población, la demanda energética, desarrollo tecnológico, entre otras (Muentes et al., 2022)

La agricultura y ganadería también representan un sector principal de emisión de CO<sub>2</sub> al medio ambiente, por ejemplo, para instalar nuevas áreas de cultivos agrícolas o pastizales se deforestan bosques naturales liberando CO<sub>2</sub> a la atmósfera, al usar maquinaria en la producción agrícola y también en las etapas de suministro ganadero se genera CO<sub>2</sub> por el uso de hidrocarburos (Romero, 2021).

La deforestación de bosques naturales produce impactos negativos en el medio ambiente porque se producen alteraciones en el ciclo hidrológico, pérdida de hábitats y biodiversidad y lo más preocupantes, se pierden los sumideros naturales de carbono (Hernández et al., 2022).

### **2.2.2. Los bosques nativos y su contribución en la mitigación del cambio climático**

El aumento de emisiones de GEI generan el cambio climático, de estos gases el CO<sub>2</sub> afecta negativamente la salud humana y causa de alteraciones en los ciclos naturales del planeta, por ello se deben encontrar formas y maneras para que se reduzcan los niveles alarmantes de contaminación (Saynes et al., 2016). La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] (2019) menciona que el CO<sub>2</sub> es el principal componente para el desarrollo del efecto invernadero, ante ello se reconocen como fijadores naturales de carbono a los suelos forestales puesto que logran captar un 30% de dichas emisiones. En consecuencia, el suelo forestal tiene un valor

esencial para el ciclo biogeoquímico del C y es un componente esencial para disminuir los impactos negativos y alteraciones de los GEI (Burbano, 2018).

Los ecosistemas forestales ayudan a disminuir la cantidad de CO<sub>2</sub>, este proceso lo desarrollan mediante el almacenamiento de carbono en su biomasa vegetal, esto dependerá del tipo de vegetación, densidad de plantas y su edad (Rojas-Vargas et al., 2019).

A nivel mundial la superficie forestal de los bosques nativos es equivalente a un 93%, estos espacios generan bienes y servicios para la población en general, ayudan a mitigar el cambio climático siendo sumideros naturales de C (FAO, 2018). Los bosques nativos constituyen ecosistemas de gran valor ambiental al poseer una variedad de especies vegetales, dichos elementos tienen la propiedad de fijar y almacenar carbono tanto en su parte aérea y también en el suelo (Mogrovejo-Jaramillo, 2017).

En un ecosistema forestal, alrededor del 50% de carbono se encuentra en el suelo, se estima que un bosque tropical retiene una cantidad menor de COS comparado a un bosque templado, dicha cifra varía de acuerdo al tipo, edad y extensión del tipo de plantas presentes en el ecosistema (Loayza et al., 2020).

### **2.2.3. El COS y el ciclo del C**

La formación del COS está dentro del ciclo natural del carbono, se da cuando ingresan materiales orgánicos de plantas y animales hacia el suelo y de otros restos orgánicos que se degradan por la acción microbiana, se almacenan en el suelo y se combinan con la materia orgánica originando nuevos agregados y asociaciones con algunos minerales (Jensen et al., 2019).

Para Gardi et al. (2015) mencionan que el COS es el resultado de la degradación de la materia vegetal y el proceso metabólico de los microorganismos y

macroorganismos presentes en el suelo, el COS se halla como restos orgánicos tanto de la flora y fauna, humus y en otras composiciones cercanas al carbono elemental.

#### **2.2.4. Factores climáticos que influyen en la retención del COS**

De acuerdo a Solano et al. (2018), los gradientes altitudinales tienen un rol significativo en la cantidad de COS, dado que se pueden encontrar mayores concentraciones de COS en la región andina en comparación a la región costa y región amazónica. Del mismo modo, Murga-Orillo et al. (2021) afirman que los gradientes altitudinales influyen en las características climáticas de los bosques tropicales haciendo variar la cantidad de materia orgánica, carbono orgánico del suelo, pH, propiedades fisicoquímicas del suelo, nutrientes y microorganismos. Zinn et al. (2018) afirman que la textura del suelo también afecta a la retención y estabilización del COS debido a que si existen partículas arcillosas estas absorberán el COS coloidal.

La retención de COS está relacionada principalmente por el relieve topográfico, el clima, la distribución de árboles, temperatura, el tipo de suelo y otros factores (Salazar et al., 2020). Elementos como la precipitación y temperatura influyen en las reservas de COS y materia orgánica que se asocian con el tipo de textura de suelo, teniendo mayores cantidades de COS a una alta precipitación media anual y bajas temperaturas (Haddix et al., 2020). También influye la cantidad de materia vegetal (hojas, ramas, residuos de cultivos) incorporada en la superficie, de esta forma si hay mayor número de materias vegetales, mayor será el número de concentración de carbono (Castillo-Pacheco et al., 2016).

Además de las condiciones climáticas la cantidad de COS se ve involucrado por las actividades antrópicas, el nivel de uso, gestión y manejo de los suelos; asimismo, la

capacidad de retención de C que tiene el suelo, dependerá de sus propiedades físicas como la densidad, humedad, temperatura (Parras-Alcántara et al., 2016).

### **2.2.5. Características de una cuenca hidrográfica**

Representa una unidad geográfica que contiene una red de ríos, esta unidad tiene funciones ambientales y ecológicas como ser un sumidero natural de CO<sub>2</sub>, drenar el agua superficial, preservar la biodiversidad y conservar los suelos. En una cuenca hidrográfica la interacción de las especies vegetales, las clases de suelo, relieve y pendiente influyen en el almacenamiento de agua resultantes de las lluvias a lo largo de un año (Araque-Arellano et al., 2019).

### **2.2.6. Bosque Estacionalmente Seco de Llanura**

Según MINAM (2018), es un ecosistema forestal que posee un bioclima perárido/árido, tiene un rango altitudinal de 0 a 500 m.s.n.m., presenta árboles de 5 a 8m de altura, arbustos y pocas especies herbáceas. Se destacan especies arbóreas de *Prosopis pallida* y *Prosopis limensis* “algarrobo”, también se encuentran las especies de *Capparis scabrida* “sapote”, *Cercidium praecox* “palo verde” (Linares-Palomino et al., 2022).

### **2.2.7. Bosque Seco Premontano Tropical**

Presenta un clima subhúmedo-semicálido, existen especies arbustivas y árboles de porte bajo; esta zona de vida se encuentra de 1000 a 2250 m.s.n.m. (Sánchez-Tello, 2011). En este tipo de bosque predominan las especies de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Inga ornata*, *Heliocarpus americanus*, *Allophylus densiflorus*, *Cupania latifolia*, *Sapindus saponaria* (Santa Cruz-Cervera et al., 2019).

### **2.2.8. Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical**

De acuerdo a Sánchez-Tello, 2011 se encuentra a un rango altitudinal de 2000 a 2900 m.s.n.m. posee un clima templado cálido y se caracteriza por su densa vegetación y abundantes epífitas. Se pueden encontrar especies de *Escallonia pendula*, *Symplocos sandemani*, *Ceroxylon pavifrons* *Podocarpus oleifolius*, *Persea ferrugenia*, *Cinchona pubescens*, *Delostoma integrifolium*, *Brunellia ovalifolia*, *Weinmannia cymbifolia*, *Freziera verrucosa* (Santa Cruz-Cervera et al., 2019).

### **2.2.9. Método de estimación de COS**

El procedimiento más empleado es el de Walkley y Black, 1934 que consiste en la cuantificación de COS a partir de una oxidación de muestras de suelo con dicromato de potasio y la combinación con ácido sulfúrico (Castillo-Pacheco et al., 2016). Este método presenta bajas interferencias de carbonatos, es ampliamente utilizado, es preciso, económico y rápido (Johns et al., 2015).

## **2.3. Marco conceptual**

### **2.3.1. Cuenca hidrográfica**

Es una importante fuente hídrica siendo el área en la que toda el agua dulce es originaria de la precipitación, agua de deshielo, acuíferos, etc., posee un relieve sinuoso en su superficie geográfica haciendo que sus aguas fluyan a un mismo río con dirección al mar (Vera-Rodríguez y Albarracín-Calderón, 2017).

### **2.3.2. Bosque nativo**

Bosque nativo o bosque primario se habla de un área forestal considerable que tiene mucha importancia para el ecosistema contribuyendo en la mitigación del calentamiento global, teniendo en ello muchas especies autóctonas siendo en su mayoría naturales (Aguilar-Correa et al, 2019).

### **2.3.3. Parámetros fisicoquímicos del suelo**

Indicadores que ayudan a cuantificar la calidad del suelo, estos indicadores nos permiten conocer los cambios que se realizan en los distintos usos del suelo (Moreno et al., 2015).

### **2.3.4. Gradiente altitudinal**

El gradiente altitudinal hace referencia a la variación de factores climáticos, que influyen en la presencia de vegetación, materia orgánica en los diferentes pisos altitudinales o niveles de altitud (Carvajal-Hernandez y Kromer, 2015).

### **2.3.5. Clima**

Se entiende por clima al conjunto de elementos tales como la precipitación, temperatura ambiental, humedad, presión atmosférica que definen a cierta zona geográfica (Valera, 2022).

### **2.3.6. Suelo forestal**

Es un componente principal de los ecosistemas forestales o bosques, está formado por elementos orgánicos e inorgánicos, sirve de medio para el crecimiento de la vegetación forestal y participa en procesos ecosistémicos como la acumulación de materia orgánica, absorción de nutrientes, ciclo del agua, degradación biológica, entre otros (Thiers et al., 2014).

### **2.3.7. Carbono**

Es un elemento químico de gran amplitud y distribución en la atmósfera, suelo, subsuelo cuerpos de agua y está presente en los compuestos orgánicos (Burbano, 2018).

### **2.3.8. COS**

Su formación se produce por el ciclo del carbono, almacenándose en el suelo en diversas composiciones orgánicas que perduran en el tiempo (Solano et al., 2018). La

dinámica y variación de contenido del COS está relacionado directamente con la actividad de organismos unicelulares y pluricelulares y junto con la vegetación propia de un lugar determinado (Rasmussen et al., 2018).

### **2.3.9. Materia Orgánica del suelo**

Son los distintos elementos de origen animal o material vegetal que se hallan en descomposición, está formada en su mayor parte por carbono orgánico (FAO, 2018). En el proceso de biodegradación una fracción de la materia es convertida en humus y otra fracción es mineralizada (Navarro, 2013).

### **2.3.10. Hojarasca**

Conjunto de hojas muertas de herbáceas, ramas, flores, hojas necrosadas que caen de la parte aérea de los bosques y que cubren el suelo, las cuales aportan nutrientes al suelo, permitiendo a las bacterias fijar el oxígeno del aire en el suelo liberando nutrientes como fósforo, calcio y nitrógeno (Zhang et al., 2019b).

## **2.4. Hipótesis**

Se plantean la hipótesis nula ( $H_0$ ) y la hipótesis alternativa ( $H_a$ ).

$H_0$ : La distribución altitudinal de los bosques no tiene una influencia estadística significativa en el carbono orgánico del suelo.

$H_a$ : La distribución altitudinal de los bosques tiene una influencia estadística significativa en el carbono orgánico del suelo.

## 2.5. Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Variables de la investigación*

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>Dependiente</b>				
<b>Carbono orgánico del suelo</b>	Es un componente orgánico que se origina a partir del ciclo del carbono el cual se almacena en el suelo, contribuye a la retención de carbono atmosférico.	Suelo forestal	Concentración de carbono	t C ha <sup>-1</sup>
		Hojarasca	Concentración de carbono	t C ha <sup>-1</sup>
<b>Independientes</b>				
<b>Bosques nativos de la cuenca del río Chancay</b>	Áreas forestales de mucha importancia contribuyendo en la mitigación del cambio climático	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	Altitud	100 a 500 m.s.n.m.
		Bosque Seco Premontano Tropical	Altitud	1000 a 2000 m.s.n.m.
		Bosque Húmedo Montano Tropical	Altitud	2000 a 2900 m.s.n.m.
<b>Clima</b>	Conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una zona geográfica a largo plazo.	Bosque nativos de la cuenca del río Chancay	Temperatura	°C
			Precipitación	mm/año

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

Esta investigación es cuantitativa porque sigue una secuencia de fases organizadas y ordenadas (Anexo 1). En este tipo de investigación se utilizan técnicas estadísticas para analizar y vincular las mediciones obtenidas para probar una hipótesis (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

El nivel de investigación es descriptivo.

#### **3.2. Diseño de investigación**

Se planteó un diseño no experimental, donde se midieron las variables tal como se presentan en su contexto natural junto con un corte transversal. El corte transversal implica realizar una medición en un solo momento de tiempo (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

#### **3.3. Métodos de investigación**

Se distribuyó en tres fases:

##### **3.3.1. Fase de campo**

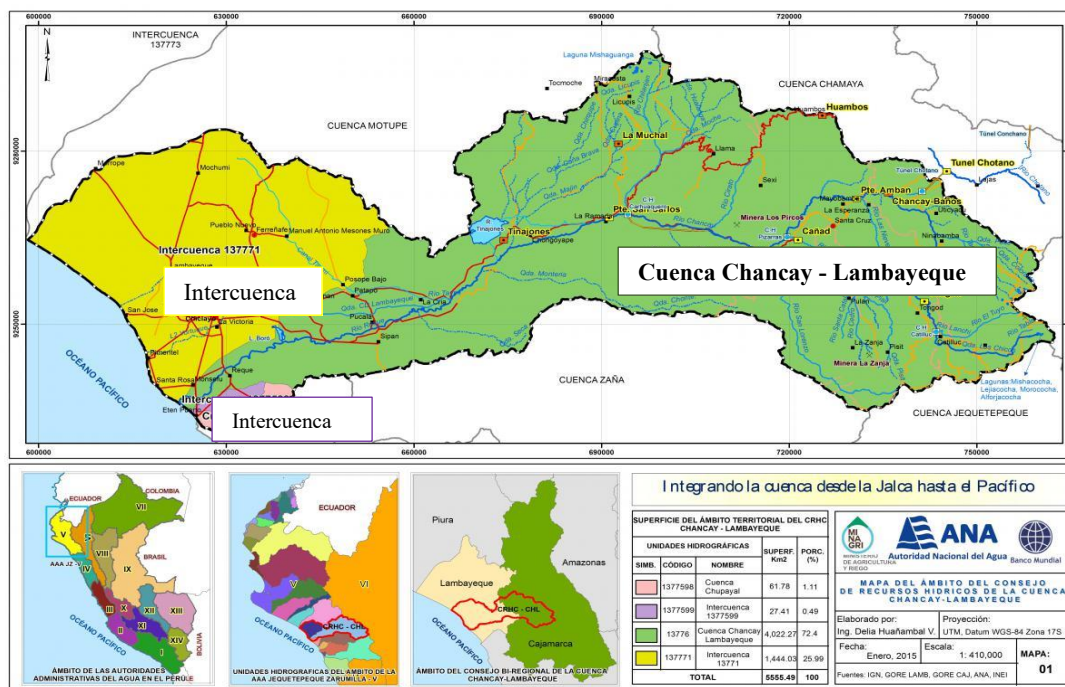
###### **3.3.1.1. Zonas de muestreo**

La cuenca hidrográfica del río Chancay está ubicada entre los departamentos de Cajamarca y Lambayeque y se encuentra geográficamente entre las coordenadas UTM 761827 y 610472 a 9299351 y 9233505 (Figuras 1 y 2). Dicha cuenca cuenta con 6 bosques nativos representativos, la elección del área de estudio son 3 bosques nativos con un rango altitudinal que va desde los 100 a 2200 m.s.n.m.

Las parcelas de muestreo fueron distribuidas considerando zonas con mayor densidad de vegetación y menor antropización posible de esta forma los puntos de muestreo contemplarán mayor precisión en las concentraciones de COS (Figuras 3 y 5). El número de parcelas se estableció de acuerdo a los objetivos de esta investigación, teniendo en cuenta la eficiencia del muestreo y reducción del costo en el muestreo de suelo.

**Figura 1**

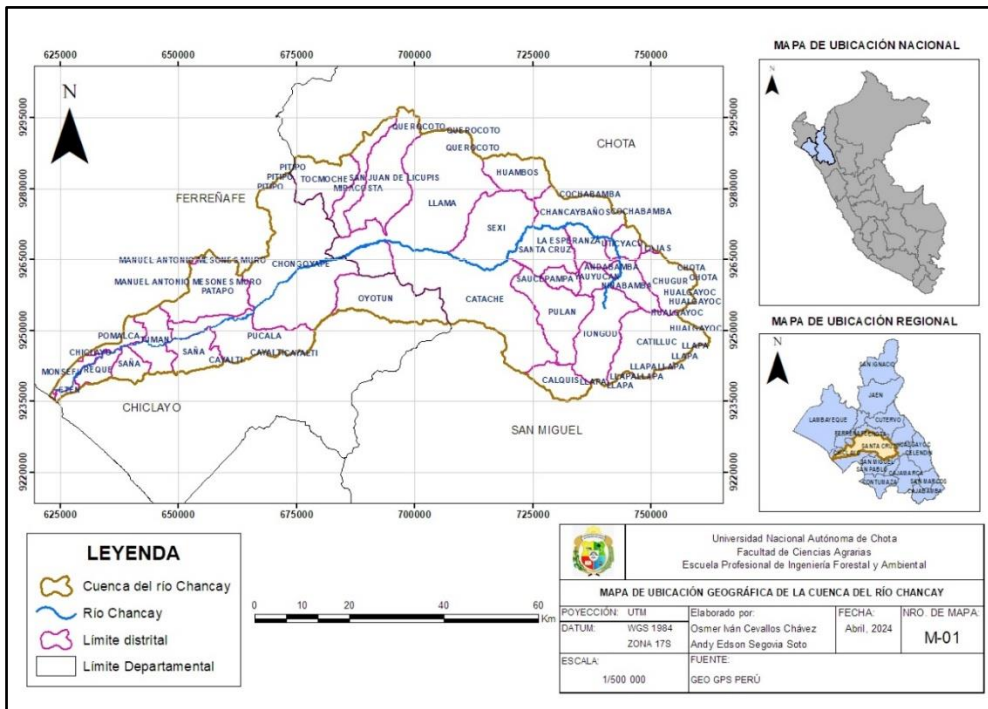
*Superficie de la cuenca del río Chancay*



*Nota:* La superficie de la cuenca hidrográfica es de 40 022,27 Km<sup>2</sup>. Tomado de ANA (2015).

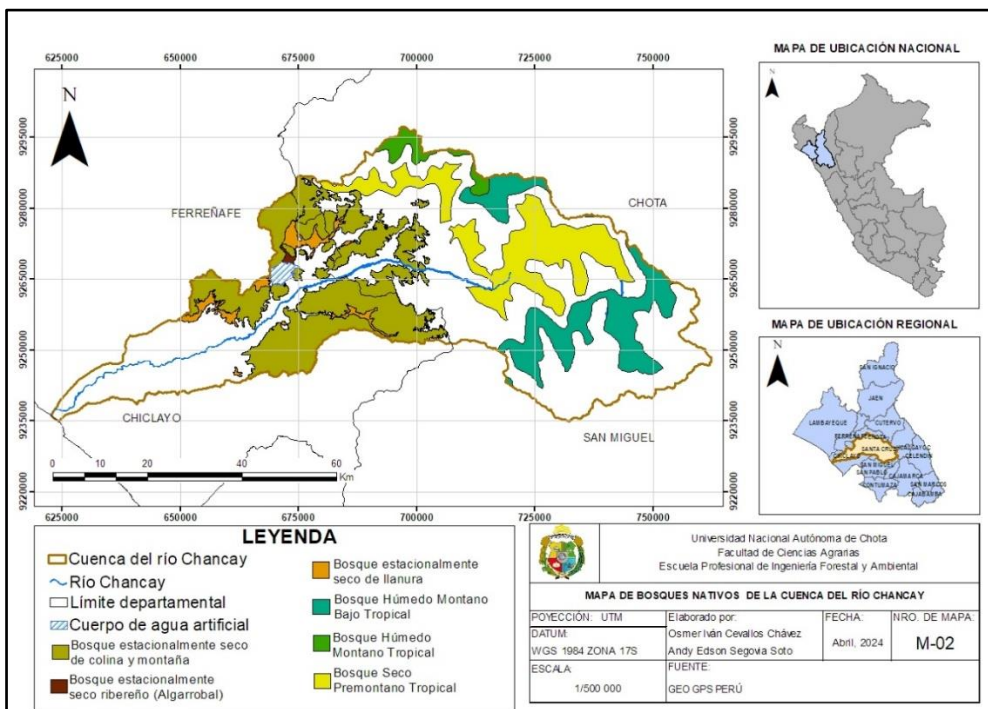
**Figura 2**

*Ubicación geográfica de la cuenca del río Chancay*



**Figura 3**

*Bosques nativos de la cuenca del río Chancay*



### **3.3.1.2. Instalación de parcelas de muestreo**

Para desarrollar esta actividad se ha considerado a criterio de los investigadores ubicar las parcelas en áreas con mayor vegetación (interior del bosque), el gradiente altitudinal y la fácil accesibilidad.

Por cada bosque nativo se establecieron 3 parcelas temporales con dimensiones de 20 x 20m (Figuras 6, 7, 8, 23, 24 y 25), en cada parcela se realizó un muestreo compuesto en zig-zag de 5 puntos (Tabla 18), con una distancia entre puntos de 7 a 8m tratando de ser equidistante (Figura 4) dichos puntos se ubicaron con ayuda de un GPS y se marcaron con orientación al noroeste (Figuras 30 y 38). Asimismo, el muestreo del suelo se dividió en tres profundidades de 0 a 10 cm, 10 a 20cm y 20 a 30cm (Rügnitz et al., 2009).

Se optó realizar un muestreo más superficial pues científicamente los niveles de COS son mayores en las capas más superiores del suelo y se van reduciendo significativamente en las capas más profundas (Rügnitz et al., 2009; López-Romano et al., 2022).

### **3.3.1.3. Toma de muestras**

Debido al diseño de esta investigación se realizó un único muestreo en un solo tiempo determinado.

#### **➤ Para cálculo de carbono orgánico de biomasa seca de hojarasca**

En la superficie de cada punto de muestreo se delimitó un cuadrante de 25 x 25 cm del cual se recolectó la hojarasca (Rügnitz et al., 2009).

Se obtuvieron 5 muestras por cada parcela, 15 muestras por bosque y 45 en total (Tabla 19). Las muestras se etiquetaron y trasladaron al Laboratorio de Suelos de la EPIFA– UNACH.

➤ **Para medición de COS y parámetros fisicoquímicos**

Después de la extracción de muestras de hojarasca, se procedió a realizar la hoyación de los 5 puntos de muestreo hasta los 30cm y se retiró toda la masa del suelo comprendida en el volumen de cada hoyo (Figura 29).

Posteriormente, en cada hoyo por cada nivel de profundidad se inició extrayendo submuestras de peso aleatorio empezando desde la pared lateral inferior hasta la pared lateral superior (Figuras 31, 33 y 38), luego sobre un saco se realizó una mezcla homogénea de las submuestras y por cada nivel de profundidad se extrajo una muestra compuesta (1000g de suelo) usando el método de cuarteo (Rügnitz et al.,2009).

Cabe indicar que en cada parcela de muestreo se extrajeron 15 submuestras de suelo (5 por cada nivel de profundidad) y se conformaron 3 muestras compuestas para cada nivel de profundidad (Tabla 18).

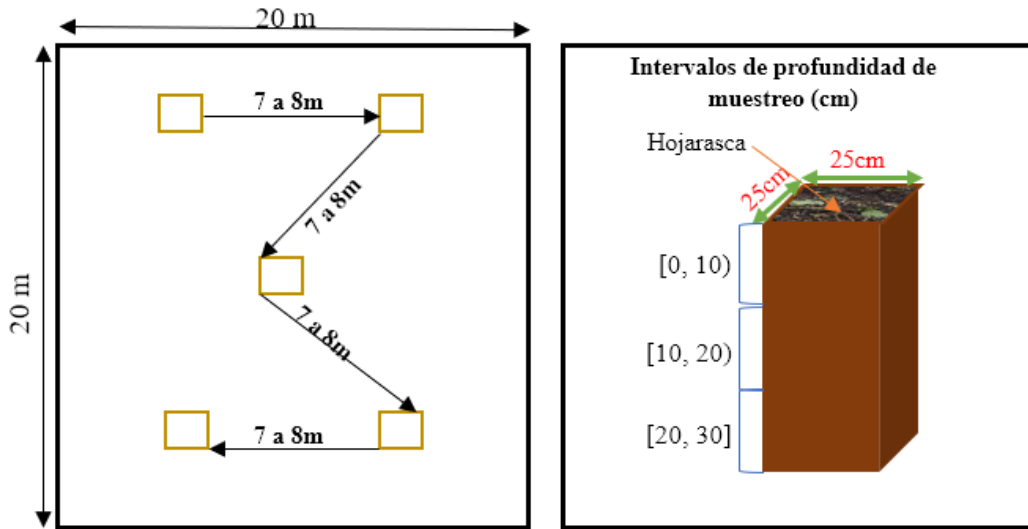
Se recolectaron 9 muestras por cada bosque y se obtuvo un total de 27 muestras, estas se almacenaron y etiquetaron en bolsas ziploc y se enviaron al Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas (LABISAG) de la UNTRM de la región Amazonas.

➤ **Para cálculo de densidad aparente**

Se utilizó el método del cilindro de Grossman y Reinsch (2002) el cual tuvo volumen de 132,7cm<sup>3</sup>. Consistió en introducir el barreno con el cilindro a cada intervalo de profundidad y colocar toda la muestra extraída en una bolsa ziploc (Figuras 31, 35 y 39). Se recolectaron 45 muestras por bosque, las muestras se etiquetaron y trasladaron al Laboratorio de Suelos de la EPIFA – UNACH.

**Figura 4**

*Esquema de puntos de muestreo*



*Nota:* Longitud del recorrido entre los puntos fue entre 7 y 8m (tratando de ser equidistantes).

### **3.3.2. Fase de laboratorio**

#### **3.3.2.1. Estimación de COS**

Las muestras de suelo se analizaron usando el método de Walkley y Black, 1934. El cual se basa en la oxidación del C empleando una solución de  $K_2Cr_2O_4$  y posteriormente añadiendo  $H_2SO_4$  (Castillo-Pacheco et al., 2016).

#### **3.3.2.2. Cuantificación de carbono orgánico en la hojarasca (COH)**

Se realizó un pesado inicial para calcular el peso húmedo de las muestras, de cada una de las muestras se extrae una submuestra de peso aleatorio, luego las submuestras pasaron a ser secadas en estufa a  $60\text{ }^\circ\text{C}$  por 36h, hasta alcanzar el peso seco constante (Rügnitz et al., 2009).

### **3.3.2.3. Determinación de parámetros fisicoquímicos del suelo**

#### **➤ Textura del suelo**

Se determinó por el método de hidrometría (Bouyoucos, 1962) que consiste en el cálculo de velocidad de sedimentación de los sólidos suspendidos en el agua. En este estudio, los resultados de esta propiedad física se obtuvieron del informe de análisis de muestras enviadas al LABISAG de la UNTRM.

#### **➤ Densidad aparente**

Las muestras de suelo fueron pesadas inicialmente para registrar su peso húmedo y luego se secaron en estufa a 105°C por 36h hasta tener un peso constante en las mediciones (Bazán-Tapia, 2017). Posteriormente se promediaron los resultados por cada nivel de profundidad muestreado.

#### **➤ pH**

La medición de este parámetro se realizó usando un potenciómetro donde se insertan dos electrodos en las mezclas de las muestras de suelo en agua en relación de 1:1, en el cual se miden las diferencias de potencial eléctrico de los electrodos transformándolas en lecturas de pH (Bazán-Tapia, 2017). Los resultados de este parámetro se obtuvieron del informe de análisis de muestras enviadas al Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas (LABISAG) de la UNTRM de la región Amazonas.

#### **➤ Conductividad eléctrica del suelo**

Este parámetro se midió mediante conducción eléctrica de una solución acuosa (agua + suelo) en relación 1:1, donde se identifican los aniones y cationes solubles del suelo (Bazán-Tapia, 2017). Los resultados de este parámetro se

obtuvieron del informe de análisis de muestras enviadas al Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas (LABISAG) de la UNTRM de Amazonas.

### **3.3.3. Fase de gabinete**

Se realizó mediante el procesamiento y análisis de datos obtenidos en las dos anteriores fases (Anexos 2 y 5).

## **3.4. Población, muestra y muestreo**

### **3.4.1. Población**

Son tres bosques nativos: Bosque Estacionalmente Seco de Llanura, en el distrito de Chongoyape, Bosque Seco Premontano Tropical en el distrito de Santa Cruz, y Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical en el distrito de Llama. Los bosques en cuestión están distribuidos altitudinalmente desde 100 m.s.n.m. hasta 2900 m.s.n.m. comprendidos en la cuenca del río Chancay.

### **3.4.2. Muestra**

Comprende el suelo y la hojarasca de los bosques nativos. Se establecieron nueve parcelas (tres por cada bosque nativo), cada parcela con un área de 400 m<sup>2</sup> de 20m x 20m.

### **3.4.3. Muestreo**

La hojarasca se extrajo de 5 puntos de muestreo (cuadrante de 25 x 25 cm). En el caso del muestreo de suelo, en cada parcela, se realizó un muestreo compuesto en zig-zag y se extrajeron 15 submuestras, 5 por cada nivel de profundidad (Figura 4), se realizó una mezcla homogénea de las submuestras y se conformó una muestra compuesta de suelo mediante el método de cuarteo (Rügnitz et al.,2009) obteniendo 3

muestras por cada nivel de profundidad, 9 muestras por bosque y un total de 27 muestras.

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.5.1. Técnicas de recolección de datos

Se realizó mediante el llenado de fichas de muestreo (Figura 23), descarga de datos de precipitación, temperatura del portal web Giovanni Earth-NASA y el análisis de laboratorio de las muestras extraídas (Anexos 2 y 4).

#### 3.5.2. Instrumentos de Recolección de datos

Se emplearon métodos establecidos de análisis de laboratorio (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Métodos de ensayo de laboratorio*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Método</b>
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	Método del cilindro
Textura del suelo	Clase textural	Método del hidrómetro (Bouyoucos, 1962) / AS-09 NOM-021-RECNAT-2000
pH	.	Relación suelo - agua 1:1/ Método EPA9045
Conductividad Eléctrica	dS/m	Método ISO11265
Carbono orgánico del suelo	%	Walkley y Black, 1933 / Método AS-07 NOM 021
Carbono orgánico de hojarasca	%	Rügnitz et al., 2009 /Método AS-07

### 3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

#### 3.6.1. Cálculo de la densidad aparente del suelo (DA)

$$DA = \frac{Ms}{Vt} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde  $Ms$  es peso del suelo seco (g) y  $Vt$  es el volumen total del cilindro (cm<sup>3</sup>).

#### 3.6.2. Cálculo del carbono orgánico en la hojarasca (COH)

Se empleó las siguientes ecuaciones:

$$Ch = \left( \frac{Pf - Ps}{Pf} \right) \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

Ch: Humedad (%)

Pf: peso fresco de la submuestra (g)

Ps: peso seco de la submuestra (g)

$$Y = (Pft) - (Pft * Ch) \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

Y: biomasa en gramos

Pft: peso fresco total de la muestra

Ch: Humedad

$$COH = \left( \frac{Y * 0.5}{tmm} \right) * \frac{1 t}{10^6 g} * \frac{10^4 m^2}{1 ha} \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

COH: carbono orgánico de la hojarasca en t C ha<sup>-1</sup>

Y: biomasa en gramos

tmm: total metros cuadrados muestreados

### 3.6.1. Determinación del contenido de COS

Se calculó usando la siguiente ecuación:

$$COS (t C ha^{-1}) = CO (\%) * DA (g suelo/cm^3) * P (cm) * \frac{10^8 cm^2}{1 ha} * \frac{1 t C}{10^6 g C} \quad (\text{Ec. 5})$$

Del cual:

COS: carbono orgánico presente en el suelo expresado en t C ha<sup>-1</sup>

CO: carbono orgánico presente en la muestra del suelo analizada en laboratorio

DA: densidad aparente del suelo

P: profundidad del horizonte muestreado

### 3.6.3. Suma de carbono orgánico total en el suelo (COT)

$$COT = COS + COH \quad (\text{Ec. 6})$$

Los sumandos deben estar expresados en t C ha<sup>-1</sup>

### 3.6.4. Determinación de la textura del suelo por método de hidrometría

$$\% \text{ de arena} = 100 - \frac{\text{lectura a 40seg}}{\text{peso seco de la muestra (g)}} \quad (\text{Ec.7})$$

$$\% \text{ de arcilla} = \frac{(\text{lectura a 2hrs}) * 100}{\text{peso seco de la muestra (g)}} \quad (\text{Ec.8})$$

$$\% \text{ de limo} = 100 - (\% \text{arcilla} + \% \text{arena}) \quad (\text{Ec.9})$$

### 5.6.6. Descripción de las condiciones climáticas de sitios de muestreo

Se accedió de forma gratuita al portal web Giovanni Earth-NASA, luego se descargaron los datos de precipitación media anual y temperatura media anual considerando un intervalo desde hace 5 años, posteriormente estos datos se procesaron en un aplicativo SIG (Figuras 9 y 10).

### 5.6.7. Análisis estadístico

Se utilizó software estadístico IBM SPSS Statistics (Anexo 3). Se aplicaron pruebas de normalidad para los indicadores de suelo con un nivel de significancia de 95% (p-valor < 0.05), posteriormente pruebas de ANOVA y post hoc de Tukey, además se usó el coeficiente de correlación de Pearson.

### 3.7. Aspectos éticos

No existen conflictos de intereses.

# CAPÍTULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

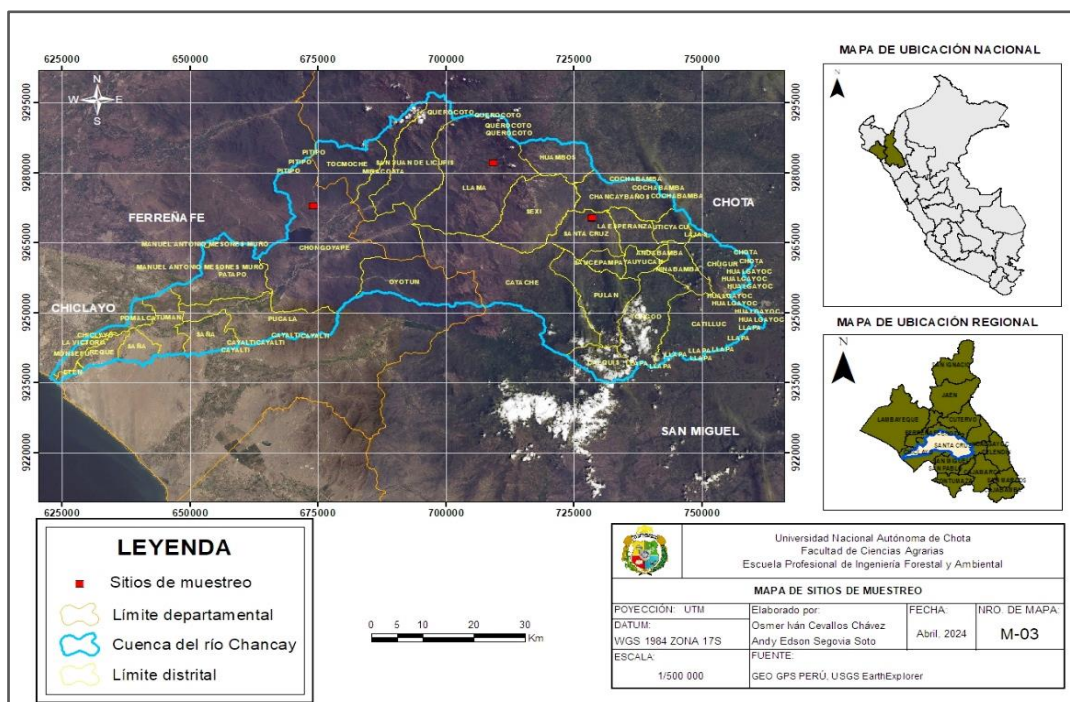
### 4.1. Descripción de resultados

#### 4.1.1. Lugares de muestreo

El muestreo de suelo y hojarasca se realizó en bosques nativos en el distrito de Llama (Chota, Cajamarca), en el distrito de Chongoyape (Chiclayo, Lambayeque) y en el distrito de Santa Cruz (Santa Cruz, Cajamarca), ubicados dentro de la cuenca del río Chancay (Figuras 5, 6, 7 y 8).

**Figura 5**

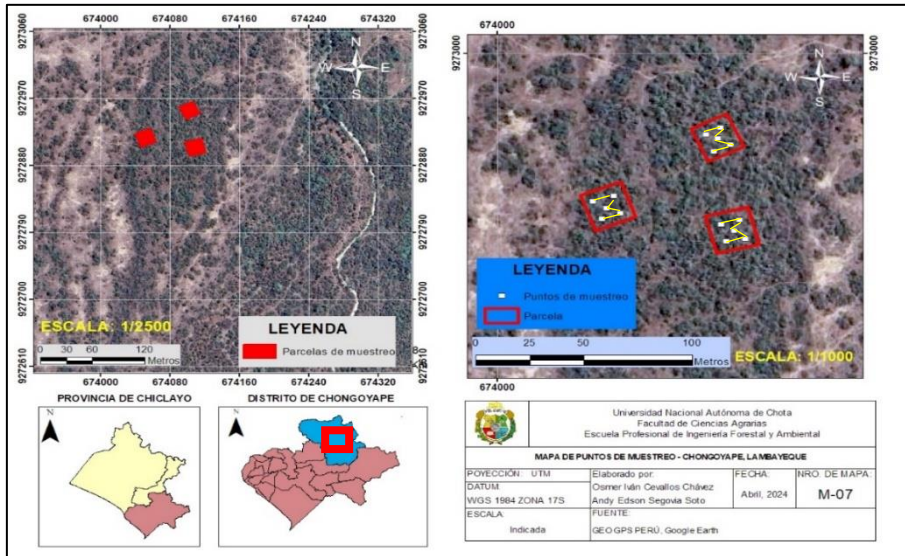
*Mapa de ubicación geográfica de los lugares de muestreo*



*Nota:* Los puntos de muestreo se describen en la Tabla 18.

**Figura 6**

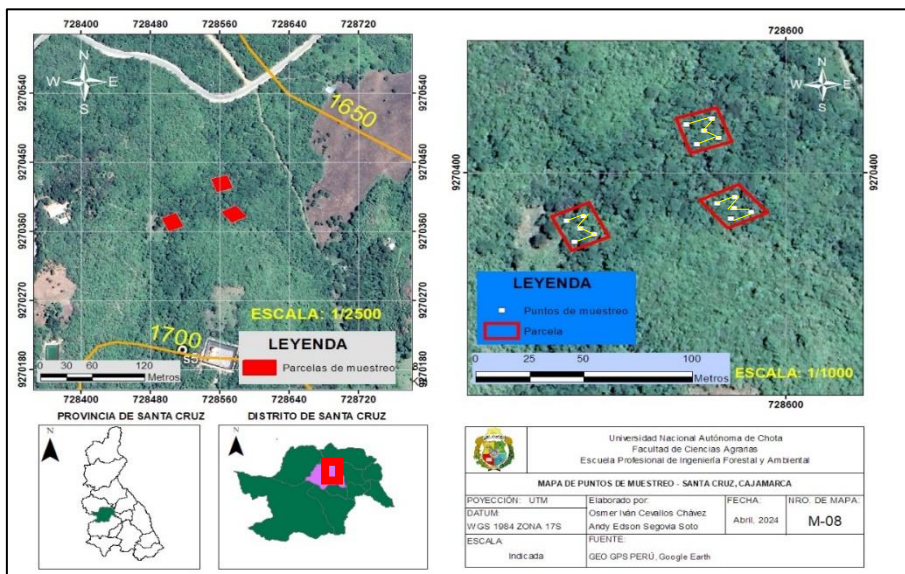
*Puntos de muestreo en Bosque Estacionalmente Seco de Llanura en Chongoyape*



*Nota:* Se aprecia 3 parcelas y 15 puntos de muestreo en el mapa del Bosque Estacionalmente Seco de Llanura.

**Figura 7**

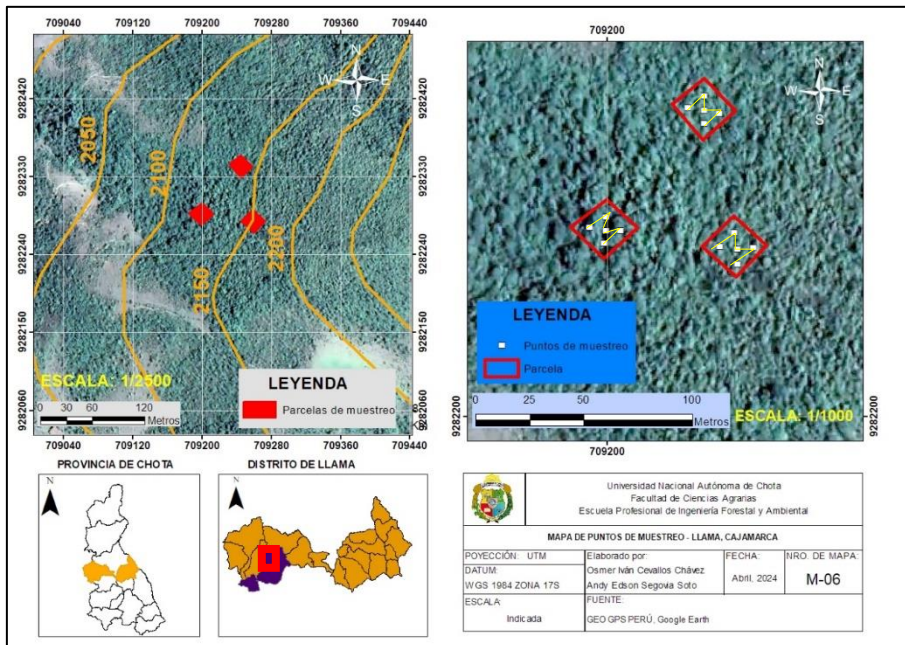
*Puntos de muestreo en Bosque Seco Premontano tropical en Santa Cruz*



*Nota:* Se aprecian 3 parcelas y 15 puntos de muestreo en el mapa del bosque Seco Premontano Tropical.

**Figura 8**

*Puntos de muestreo en Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical en Llama*



*Nota:* Se aprecian 3 parcelas y 15 puntos de muestreo en Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical.

**Tabla 3**

*Área de la población de estudio*

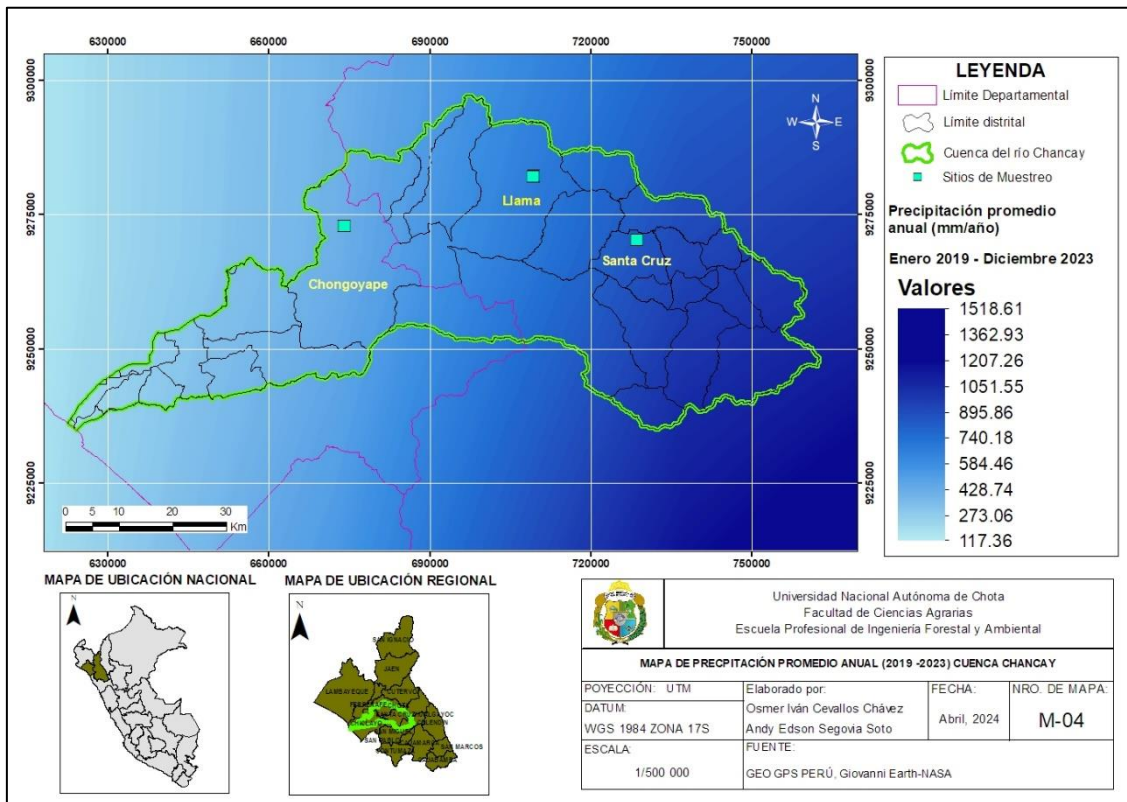
Tipo de bosque	Área (ha)
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	24 196,25
Bosque Seco Premontano Tropical	49 445,55
Bosque Húmedo Montano Bajo tropical	39 982,10

#### 4.1.2. Condiciones climáticas

Los valores de precipitación y temperatura media anual de la zona geográfica en cuestión se obtuvieron de forma gratuita del portal web de Giovanni Earth-NASA.

**Figura 9**

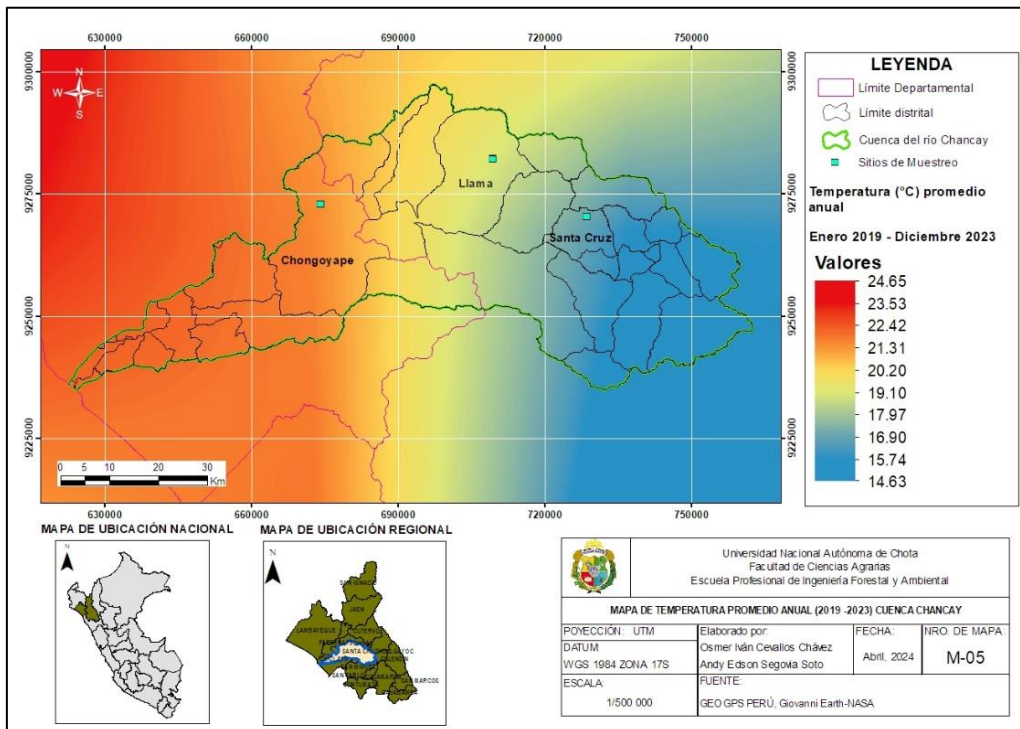
*Mapa de precipitación media anual de la cuenca del río Chancay*



En la Figura 9, se aprecia que la distribución de la precipitación media anual (mm/año), a lo largo de la cuenca, va en aumento desde el oeste (parte baja de la cuenca) hacia el este (parte alta de la cuenca), esto se debe al cambio de región costa a sierra y la variación altitudinal en la cuenca. El lugar de muestreo en el distrito de Chongoyape presenta una precipitación promedio anual de 584,46 mm/año, el sitio de muestreo del distrito de Llama presenta un valor de 1051,55 mm/año y el sitio de muestreo de Santa Cruz tiene un valor de 1207,26 mm/año.

**Figura 10**

*Mapa de temperatura media anual de la cuenca del río Chancay*



La Figura 10 muestra el comportamiento de la temperatura en la superficie de la cuenca va incrementándose conforme se reduce la altitud llegando a la zona costera (parte baja de la cuenca). El lugar de muestreo en el distrito de Chongoyape registra una temperatura promedio anual de 22,42 °C, el lugar de muestreo en el distrito de Llama posee 19,10 °C y el lugar de muestreo en el distrito de Santa Cruz presenta 16,9°C.

#### **4.1.3. Análisis de normalidad**

Los valores obtenidos de la medición de los parámetros fisicoquímicos y de carbono orgánico del suelo se sometieron a un test de normalidad, con un valor de significancia de 0,05.

**Tabla 4***Prueba estadística de normalidad de los indicadores*

Indicador	Bosque nativo	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	G1	Sig.
pH del suelo	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,912	9	0,332
	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,958	9	0,779
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,959	9	0,792
Densidad aparente del suelo (g/cm <sup>3</sup> )	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,970	9	0,890
	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,971	9	0,903
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,931	9	0,494
Arena (%)	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,919	9	0,387
	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,940	9	0,584
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,923	9	0,957
Limo (%)	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,845	9	0,065
	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,928	9	0,461
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,953	9	0,727
Arcilla (%)	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,867	9	0,113
	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,893	9	0,217
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,936	9	0,545
Conductividad Eléctrica (dS/m)	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,948	9	0,668
	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,874	9	0,135
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,872	9	0,130
Carbono (%)	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,944	9	0,627
	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,912	9	0,332
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,918	9	0,375

COS por profundidad (0 a 10cm)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,998	3	0,913
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,865	3	0,283
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,959	3	0,612
COS por profundidad (10 a 20cm)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,778	3	0,063
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,981	3	0,733
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,771	3	0,053
COS por profundidad (20 a 30cm)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,992	3	0,833
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,981	3	0,734
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,965	3	0,642
COS acumulado de 0 a 30cm (t C/ha)	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,774	3	0,055
	Bosque Estacionalmente Seco de llanura	0,929	3	0,483
	Bosque Seco premontano tropical	0,799	3	0,113
COH (t C/ha)	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,939	3	0,525
	Bosque Estacionalmente Seco de llanura	0,942	3	0,537
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,887	3	0,344
COT (COS + COH)	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,792	3	0,095
	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,929	3	0,484
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,891	3	0,356

En la Tabla 4 se registró lo siguiente: la DA, el pH, conductividad eléctrica, porcentaje de arena, porcentaje de limo, porcentaje de arcilla, COS acumulado de 0 a 30 cm, COH y COT presentan una distribución normal, pues el p-valor es mayor a 0,05; por ende, a estos se aplicó prueba paramétrica (ANOVA) y post hoc de Tukey.

#### 4.1.4. Propiedades fisicoquímicas del suelo

##### a. Densidad aparente del suelo

**Tabla 5**

*Medias de la DA del suelo*

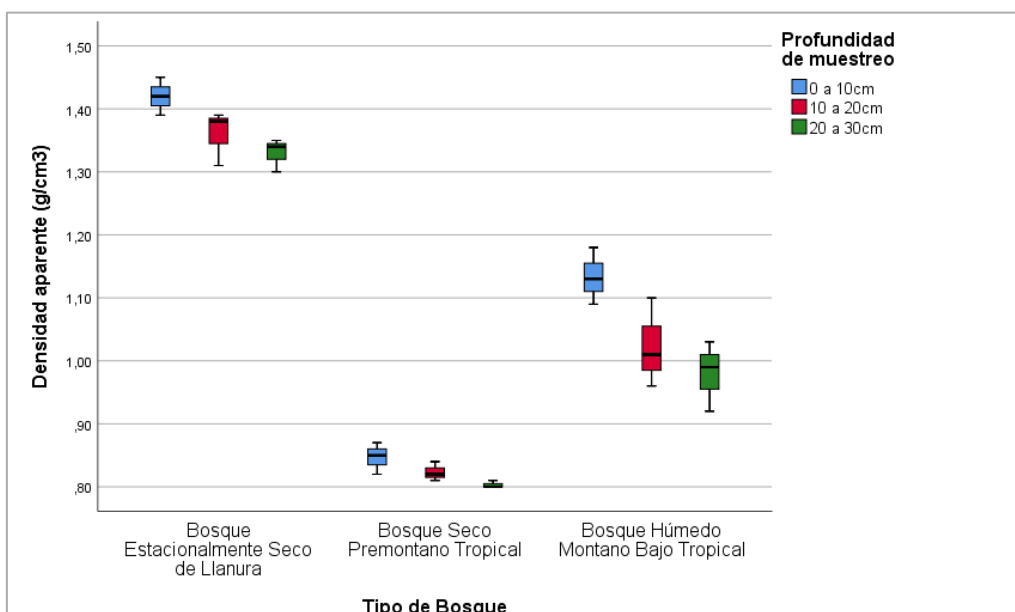
<b>Densidad aparente del suelo (g/cm<sup>3</sup>)</b>				
<b>Intervalo de muestreo (cm)</b>	<b>Bosques</b>	<b>Media ± error estándar</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
[0, 10)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	1,42a ± 0,02	193,509	0,000*
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,85c ± 0,01		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	1,13b ± 0,02		
[10, 20)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	1,36a ± 0,02	66,712	0,000*
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,82c ± 0,01		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	1,02b ± 0,05		
[20, 30]	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	1,33a ± 0,02	190,870	0,000*
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,80c ± 0,02		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,98b ± 0,03		

*Nota.* (\*) Indica diferencias significativas entre las medias según el ANOVA; letras diferentes indica variación entre condiciones de estudio según la prueba de medias de Tukey.

En la Tabla 5, el p-valor resultante para todas las profundidades de suelo es menor a 0,05; por lo tanto, existen diferencias estadísticas significativas de la densidad aparente del suelo entre los bosques nativos.

**Figura 11**

*Densidad aparente del suelo por profundidad de muestreo*



*Nota:* Se observa que los valores de DA tienden a disminuir en las capas más profundas del suelo.

La Figura 11 muestra que los valores más altos se encontraron en el Bosque Estacionalmente Seco de Llanura debido a la presencia de fragmentos de rocas y su textura arenosa y los valores más bajos se encontraron en las capas más profundas del suelo del Bosque Seco Premontano Tropical debido al contenido de arcilla.

### **b. Textura del suelo**

En la Tabla 6, el p-valor resultante en las tres profundidades de suelo es menor a 0,05; por lo tanto, existen diferencias estadísticas significativas del porcentaje de partículas de arena del suelo entre los bosques nativos. Asimismo, se observa que el Bosque Seco Premontano Tropical posee el mayor porcentaje de arena en las tres capas del suelo muestreado.

**Tabla 6***Medias del porcentaje de arena del suelo*

<b>Arena (%)</b>				
<b>Intervalo de muestreo (cm)</b>	<b>Bosques</b>	<b>Media ± error estándar</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
[0, 10)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	38,1b ± 4,02	15,505	0,004*
	Bosque Seco Premontano Tropical	63,1a ± 3,98		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	42,1b ± 1,71		
[10, 20)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	48,73a ± 4,45	16,872	0,003*
	Bosque Seco Premontano Tropical	60,9a ± 0,72		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	33,3b ± 3,70		
[20, 30]	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	45,3ab ± 8,20	7,772	0,022*
	Bosque Seco Premontano Tropical	57,87a ± 1,13		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	31,1b ± 0,92		

*Nota.* (\*) Indica diferencias significativas entre las medias según el ANOVA; letras diferentes indica variación entre condiciones de estudio según la prueba de medias de Tukey.

**Tabla 7***Medias del porcentaje de limo del suelo*

<b>Limo (%)</b>				
<b>Intervalo de muestreo (cm)</b>	<b>Bosque</b>	<b>Media ± error estándar</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
[0, 10)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	34,5a ± 2,96	19,832	0,002*
	Bosque Seco Premontano Tropical	20,1b ± 0,12		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	31,7a ± 0,06		
[10, 20)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	25,8a ± 4,20	2,251	0,186
	Bosque Seco Premontano Tropical	20,8a ± 0,78		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	29,2a ± 2,40		
[20, 30]	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	26,6ab ± 4,03	6,188	0,035*
	Bosque Seco Premontano Tropical	17,1b ± 0,70		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	29,5a ± 1,93		

En la Tabla 7, el p-valor resultante para las profundidades de suelo de 0 a 10 cm y de 20 a 30 cm es menor a 0.05, mostrando que existen diferencias estadísticas significativas del porcentaje de partículas de limo del suelo entre los bosques nativos. Por otra parte, el intervalo de [10, 20) cm el p-valor es mayor a 0,05 indicando que no existen diferencias estadísticas significativas entre las medias.

**Tabla 8**

*Medias del porcentaje de arcilla del suelo*

<b>Arcilla (%)</b>				
<b>Intervalo de muestreo (cm)</b>	<b>Bosque</b>	<b>Media ± error estándar</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
[0, 10)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	27,5a ± 2,34	4,083	0,076
	Bosque Seco Premontano Tropical	16,8a ± 1,77		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	26,2a ± 4,03		
[10, 20)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	25,4b ± 1,75	41,663	0,000*
	Bosque Seco Premontano Tropical	18,3c ± 0,75		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	37,4a ± 1,76		
[20, 30]	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	28,1ab ± 4,20	7,21	0,025*
	Bosque Seco Premontano Tropical	25,1b ± 0,57		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	39,4a ± 2,40		

*Nota.* (\*) Indica diferencias significativas entre las medias según el ANOVA; letras diferentes indica variación entre condiciones de estudio según la prueba de medias de Tukey, letras iguales indica que no existe diferencias estadísticas significativas.

En la Tabla 8, el p-valor resultante para la primera capa del suelo es mayor a 0,05 deduciendo que no existen diferencias estadísticas significativas del porcentaje de arcilla del suelo entre los bosques nativos. Por otra parte, las dos capas restantes sí poseen diferencias estadísticas significativas.

**Tabla 9**

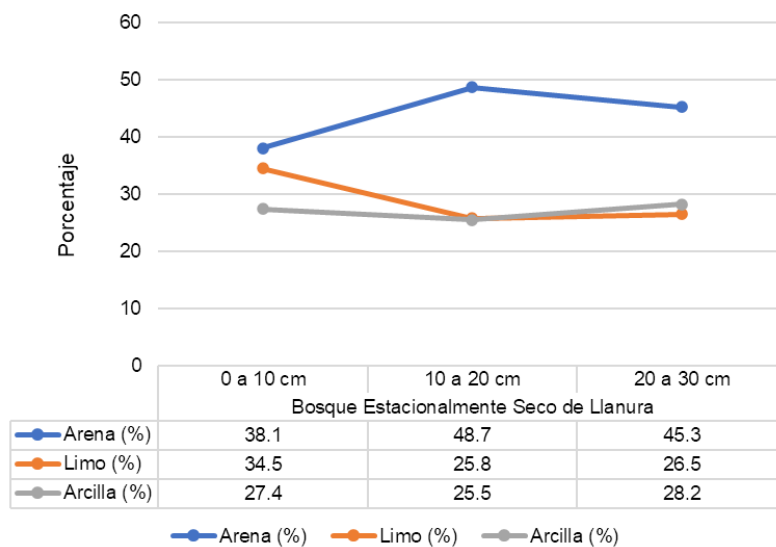
*Clase textural del suelo*

Clase textural	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura			Bosque Seco Premontano Tropical			Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical		
	0 a 10 cm	10 a 20 cm	20 a 30 cm	0 a 10 cm	10 a 20 cm	20 a 30 cm	0 a 10 cm	10 a 20 cm	20 a 30 cm
	Fr.	Fr.Ar.A.	Fr.Ar.A.	Fr.A.	Fr.A.	Fr.Ar.A.	Fr.	Fr.Ar.	Fr.Ar.

*Nota.* Fr= franco, Fr.Ar.A.= franco arcillo arenoso, Fr.A.= franco arenoso, Fr.Ar.= franco arcilloso.

**Figura 12**

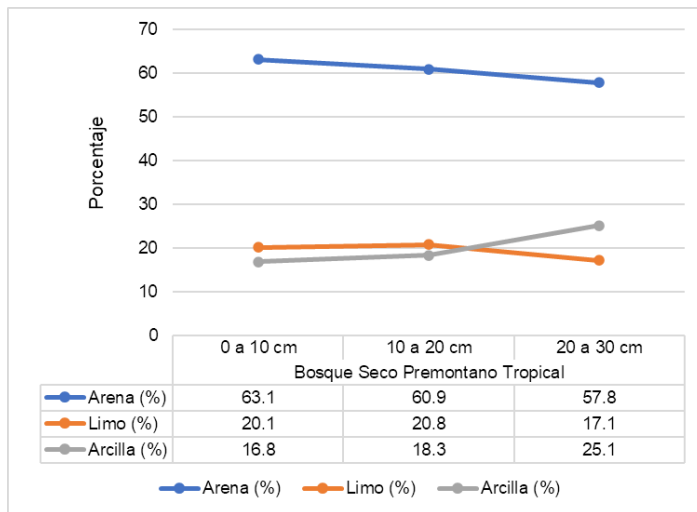
*Textura del suelo en el Bosque Estacionalmente Seco de Llanura*



En la Figura 12, se observa que el porcentaje de arena es mayor en las tres profundidades del suelo, mientras que el limo y arcilla mantienen valores cercanos y se reducen en los intervalos inferiores del suelo.

**Figura 13**

*Textura del suelo en el Bosque Seco Premontano Tropical*

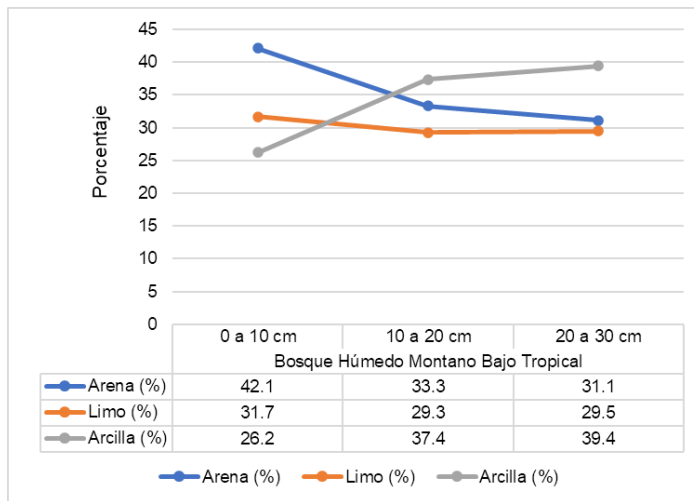


En la Figura 13 se aprecia que el porcentaje de arena es ampliamente mayor en las tres profundidades del suelo, mientras que el limo y arcilla mantienen valores cercanos y en los dos primeros intervalos del suelo y en el tercero el porcentaje de arcilla se incrementa.

La variación en la composición del suelo con la profundidad se debe a los diferentes tipos de partículas del suelo. En las capas más superficiales, la arena tiende a ser más abundante debido a su mayor tamaño y peso, lo que facilita su transporte y acumulación en estas capas. A medida que se profundiza, las partículas más finas, como la arcilla, tienen una mayor capacidad de retención y tienden a acumularse en capas más profundas. Este proceso de diferenciación de partículas con la profundidad se conoce como fraccionamiento del suelo y está influenciado por factores como la actividad biológica y los procesos de erosión y sedimentación.

**Figura 14**

*Textura del suelo en Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical*



La Figura 14 muestra que el porcentaje de arena se reduce en las capas más profundas del suelo, mientras que la arcilla incrementa su valor hasta ser mayor que la arena y el limo en la tercera capa del suelo.

### **c. pH del suelo**

En la Tabla 10, el p-valor resultante en cada profundidad del suelo es menor a 0,05, lo que indica que hay diferencias estadísticas significativas del pH del suelo entre los bosques nativos.

El pH del suelo en los bosques nativos se presenta de forma diferenciada (Figura 15), donde el Bosque Estacionalmente Seco de Llanura presentó un pH ligeramente alcalino.

**Tabla 10**

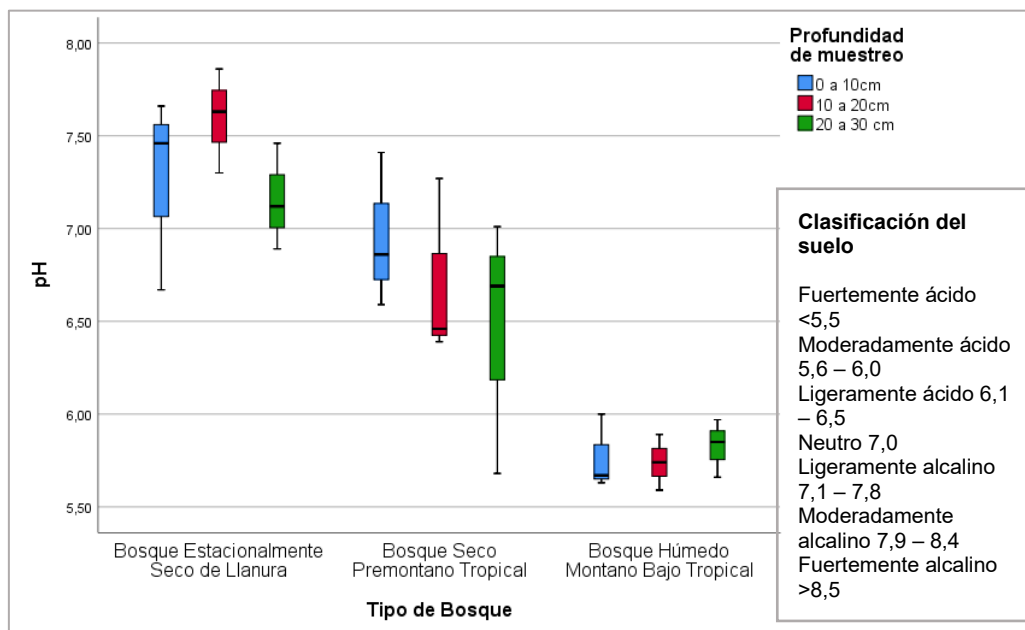
*Medias del pH del suelo*

pH del suelo				
Intervalo de muestreo (cm)	Bosques	Media ± error estándar	F	Sig.
[0, 10)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	7,26a ± 0,30	11,464	0,009*
	Bosque Seco Premontano Tropical	6,95a ± 0,24		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	5,77b ± 0,12		
[10, 20)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	7,60a ± 0,16	22,761	0,002*
	Bosque Seco Premontano Tropical	6,71b ± 0,28		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	5,74c ± 0,09		
[20, 30]	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	7,16a ± 0,17	6,767	0,029*
	Bosque Seco Premontano Tropical	6,46ab ± 0,40		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	5,83b ± 0,09		

*Nota.* (\*) Indica diferencias significativas entre las medias según el ANOVA; letras diferentes indica variación entre condiciones de estudio según la prueba de medias de Tukey.

**Figura 15**

*pH del suelo*



La Figura 15 muestra que el pH del suelo del Bosque Estacionalmente Seco de Llanura y Bosque Seco Premontano Tropical tienen una tendencia de disminuir hacia las capas inferiores del suelo, en cambio el pH del suelo Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical posee valores cercanos sin mostrar una tendencia.

#### d. Conductividad eléctrica del suelo

En la Tabla 11, se deduce que para las capas de suelo de 0 a 10 cm y 10 a 20 cm no existen diferencias estadísticas significativas porque el p-valor resultante es menor a 0,05, mientras que en la profundidad de suelo 20 a 30 cm los valores de conductividad eléctrica tienen diferencias estadísticas significativas.

**Tabla 11**

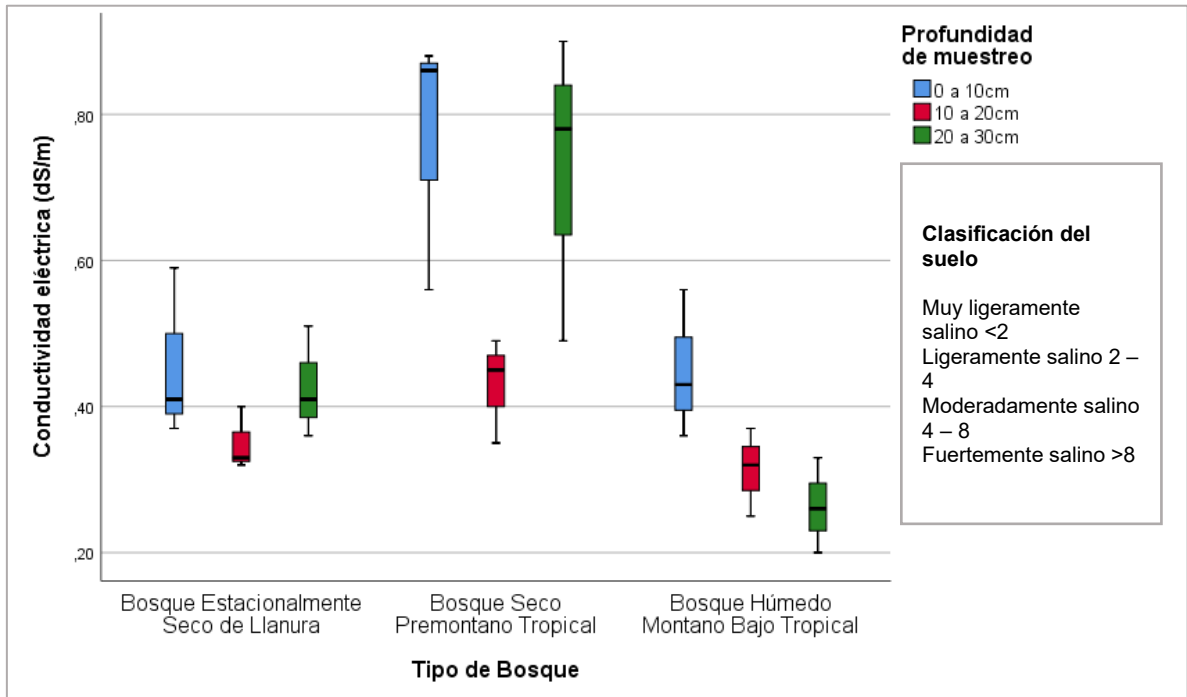
*Medias de CE del suelo*

<b>Conductividad Eléctrica (dS/m)</b>				
<b>Intervalo de muestreo (cm)</b>	<b>Bosques</b>	<b>Media ± error estándar</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
[0, 10)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,46a ± 0,07	5,246	0,050
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,77a ± 0,10		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,45a ± 0,06		
[10, 20)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,35a ± 0,03	2,984	0,126
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,43a ± 0,04		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,31a ± 0,03		
[20, 30]	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,43ab ± 0,12	8,980	0,016*
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,72a ± 0,04		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,26b ± 0,04		

Nota. (\*) Indica diferencias significativas entre las medias según el ANOVA; letras diferentes indica variación entre condiciones de estudio según la prueba de medias de Tukey.

**Figura 16**

*Conductividad eléctrica del suelo*



La Figura 16 muestra que el Bosque Estacionalmente Seco de Llanura y Bosque Seco Premontano Tropical comparten la tendencia de disminución de la conductividad eléctrica del suelo en la segunda capa del suelo y luego un ligero aumento en la tercera capa. En el caso del Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical se diferencia de los anteriores al mostrar una tendencia de reducción de la conductividad eléctrica conforme se incrementa la profundidad de suelo.

#### 4.1.5. Carbono orgánico de la biomasa seca de hojarasca

**Tabla 12**

*Medias del carbono orgánico de la hojarasca*

Bosque	Media $\pm$ error estándar	F	Sig.
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,82b $\pm$ 0,03		
Bosque Seco Premontano Tropical	2,21a $\pm$ 0,13	48,177	0,000*
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	2,45a $\pm$ 0,17		

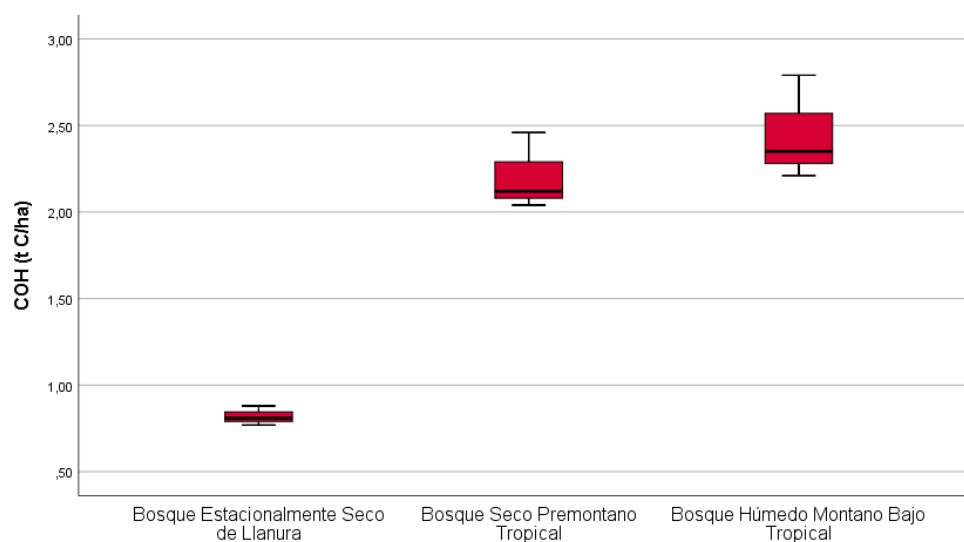
*Nota.* (\*) Indica diferencias significativas entre las medias según el ANOVA. El p-valor

resultante es menor a 0,05, lo que indica que hay diferencias estadísticas significativas

entre las medias de carbono orgánico de la hojarasca entre los tres bosques evaluados.

**Figura 17**

*Comparación de COH en cada bosque nativo*



En la Figura 17 se aprecia que los valores de carbono orgánico de la hojarasca entre el Bosque Seco Premontano Tropical y el Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical son cercanos teniendo amplia diferencia con el Bosque Estacionalmente Seco de Llanura.

#### 4.1.6. Carbono orgánico del suelo

**Tabla 13**

*Medias del COS (t C ha<sup>-1</sup>)*

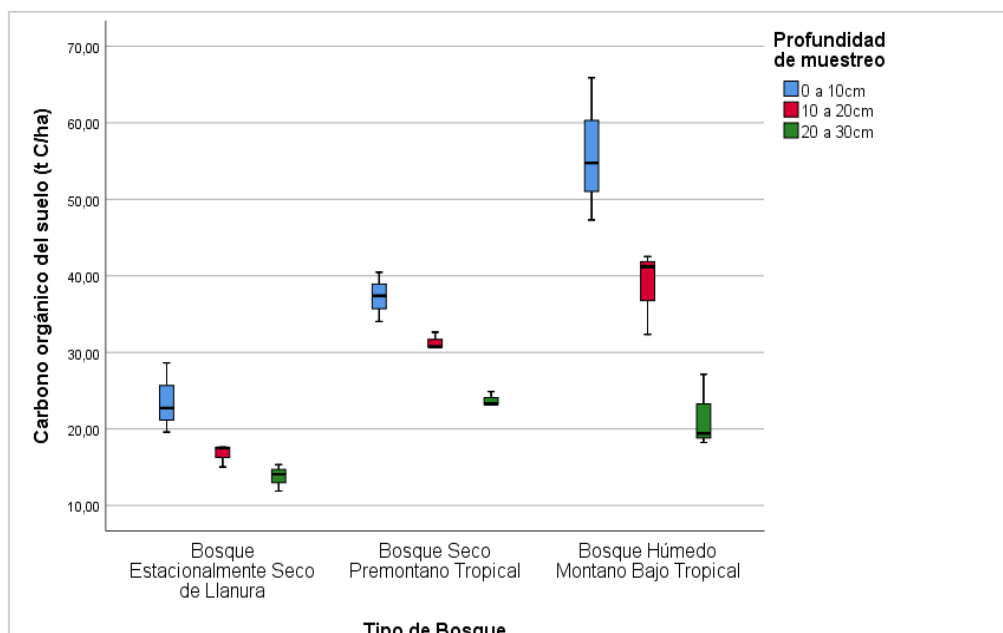
<b>Intervalo de muestreo (cm)</b>	<b>Bosques</b>	<b>Media ± error estándar</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
[0, 10)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	23,64c ± 2,48	25,342	0,001*
	Bosque Seco Premontano Tropical	37,30b ± 2,54		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	55,98a ± 6,26		
[10, 20)	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	16,73b ± 0,97	25,685	0,001*
	Bosque Seco Premontano Tropical	31,36a ± 0,85		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	38,68a ± 3,47		
[20, 30]	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	13,76b ± 1,06	12,749	0,007*
	Bosque Seco Premontano Tropical	23,78a ± 2,65		
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	21,59a ± 0,11		

*Nota.* (\*) Indica diferencias significativas entre las medias según el ANOVA; letras diferentes indica variación entre condiciones de estudio según la prueba de medias de Tukey.

En la Tabla 13, el p-valor resultante para cada capa de suelo es menor a 0,05, lo que indica que hay diferencias estadísticas significativas entre las medias de COS de los bosques evaluados.

**Figura 18**

*Contenido de COS por profundidad de muestreo*



*Nota:* Se observa que en los tres bosques existe la tendencia de disminución de COS en las capas más profundas del suelo.

#### 4.1.7. Carbono orgánico total del suelo

El COT se calculó usando la Ecuación 6 (Ec. 6) que es igual a la media del COS de 0 a 30cm más el carbono orgánico de la hojarasca.

**Tabla 14**

*Medias del COT*

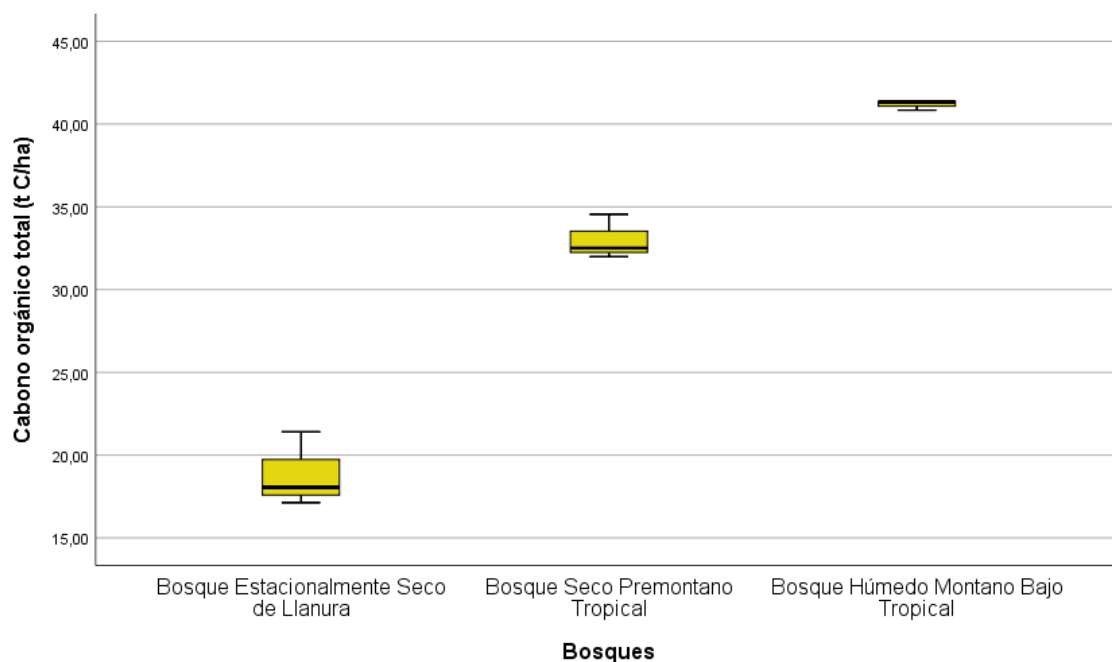
Bosque	Media ± error estándar	F	Sig.
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	18,86c ± 1,66		
Bosque Seco Premontano Tropical	33,02b ± 0,67	151,945	0,000*
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	41,20a ± 0,49		

*Nota.* (\*) Indica diferencias significativas entre las medias según el ANOVA; letras diferentes indica variación entre condiciones de estudio según la prueba de medias de Tukey.

En la Tabla 14, el p-valor resultante es menor a 0,05, lo que indica que hay diferencias estadísticas significativas entre las medias de carbono orgánico total de los bosques evaluados.

### Figura 19

*Comparación de COT por cada bosque nativo*



En la Figura 19, se observa la diferencia significativa de COT entre cada bosque, donde el contenido de COT del Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical es superior a los otros dos bosques puesto que contiene mayor cantidad de especies vegetales lo que significa un mayor aporte de MO y hojarasca al suelo, además las precipitaciones crean un ambiente adecuado para la acumulación de COS.

## 4.2. Contrastación de hipótesis

H<sub>0</sub>: La distribución altitudinal de los bosques no tiene una influencia estadística significativa en el carbono orgánico del suelo.

H<sub>a</sub>: La distribución altitudinal de los bosques tiene una influencia estadística significativa en el carbono orgánico del suelo.

**Tabla 15**

*ANOVA para COS de 0 a 30cm*

Indicador		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Carbono orgánico del suelo de 0 a 30 cm (t C ha <sup>-1</sup> )	Entre grupos	584,34	2	292,17	137,467	0,000*
	Dentro de grupos	12,752	6	2,125		
	Total	597,092	8			

En la Tabla 15 se registra un p-valor menor a 0,05, el cual indica que existe diferencia estadística significativa entre las medias de COS de los tres bosques evaluados. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (H<sub>a</sub>).

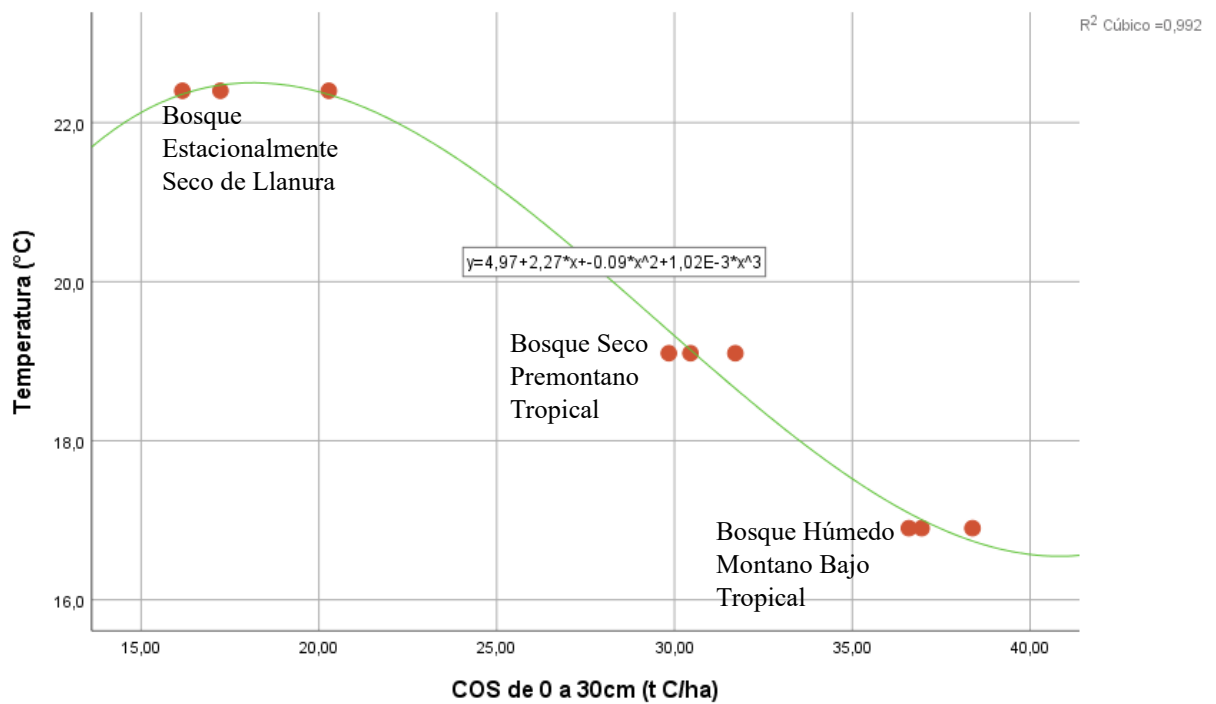
Del mismo modo se determinó la correlación entre las variables independiente y dependiente, para ello se aplicó la correlación de Pearson, pues los valores obtenidos para la temperatura, precipitación, altitud y COS siguen una distribución normal. Los resultados se muestran en la Tabla 16 donde se aprecia una correlación negativa muy alta (-0,987) entre la temperatura y el COS, en el caso entre la precipitación y el COS existe una correlación positiva muy alta (0,824) y también se presenta una correlación positiva muy alta (0,985) entre la altitud y el COS. La clasificación de la correlación está basada en Tabachnick y Fidell (2013).

**Tabla 16***Correlaciones entre la temperatura, precipitación, altitud y COS*

<b>Correlaciones</b>			
		Temperatura (°C)	COS de 0 a 30cm (t C/ha)
Temperatura (°C)	Correlación de Pearson	1	-0,987**
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	9	9
		Precipitación (mm/año)	COS de 0 a 30cm (t C/ha)
Precipitación (mm/año)	Correlación de Pearson	1	0,824**
	Sig. (bilateral)		0,006
	N	9	9
		Altitud (m.s.n.m.)	COS de 0 a 30cm (t C/ha)
Altitud (m.s.n.m.)	Correlación de Pearson	1	0,985**
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	9	9

**Figura 20**

*Correlación entre la temperatura y COS*



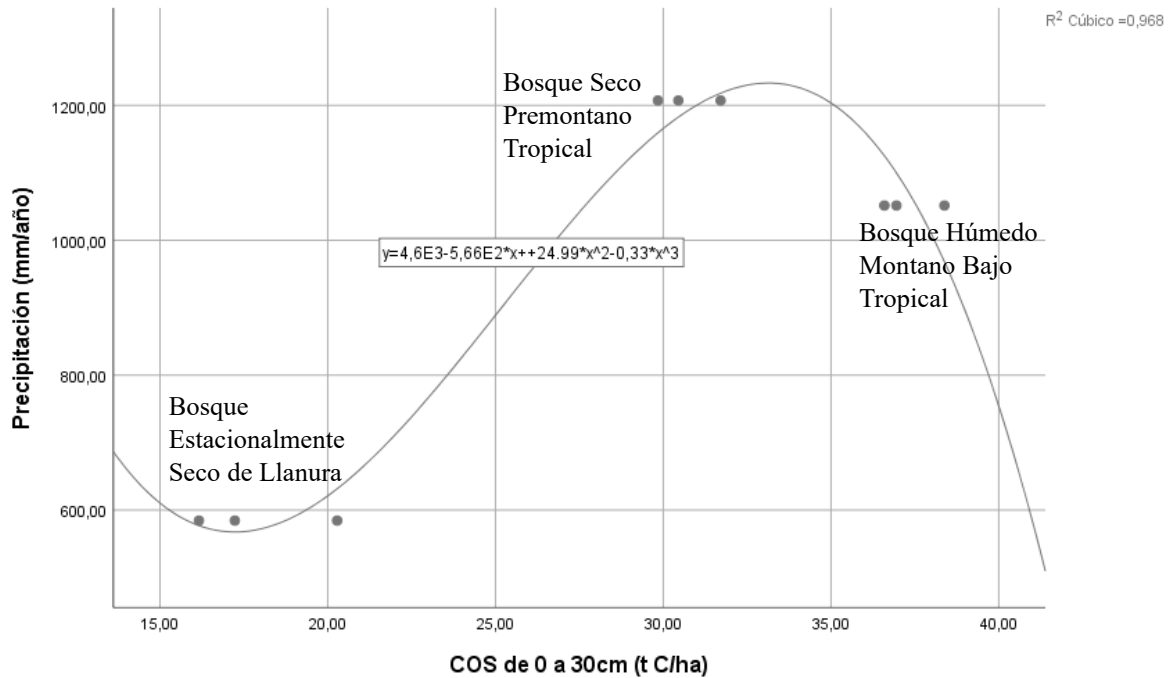
En la Figura 20 se aprecia que las variables están inversamente relacionadas y tienden a moverse en direcciones opuestas, lo que indica que cuando la temperatura tenga un valor alto, el valor del COS será menor.

En el caso del Bosque Estacionalmente Seco de Llanura la alta temperatura se combina con los bajos niveles de precipitación; por ende, hay menor humedad y no existen procesos de mineralización y humificación de la MO resultando en bajos contenidos de carbono orgánico.

En entornos más fríos, la descomposición de la materia orgánica tiende a ser más lenta, lo que puede resultar en una acumulación de COS a largo plazo.

**Figura 21**

*Correlación entre la precipitación y COS*



En la Figura 21 se deduce que las variables están asociadas en cuanto a su comportamiento, lo que sugiere que, si la precipitación aumenta, el COS también se elevará.

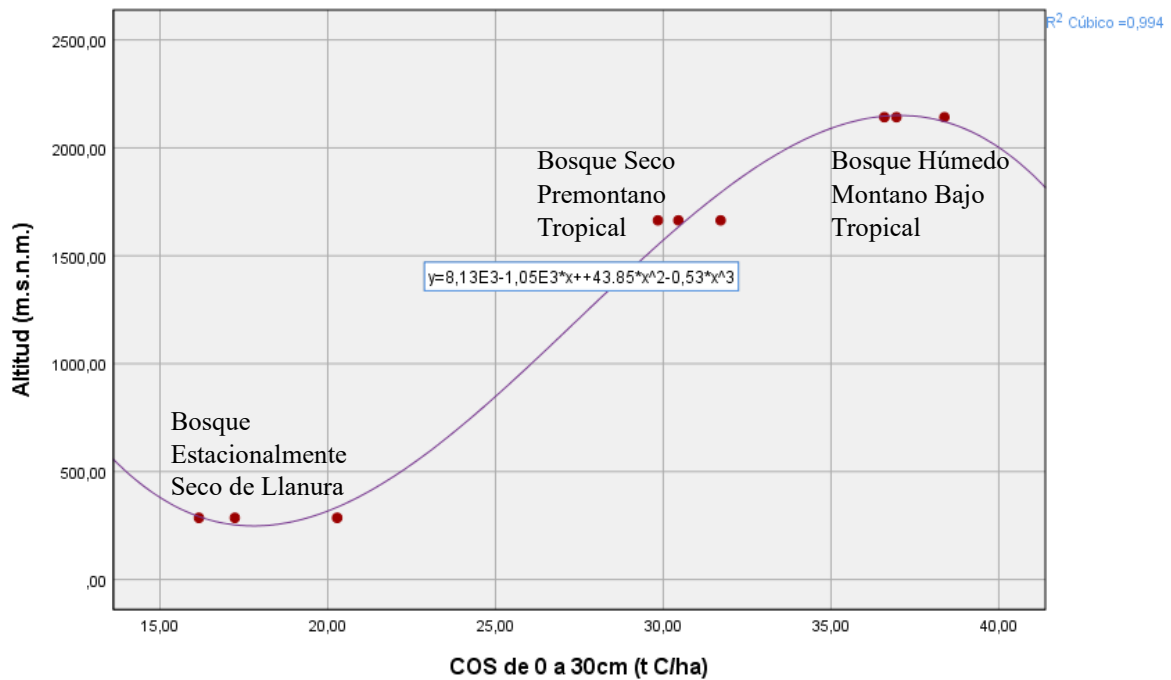
Cuando la precipitación es superior, favorece a un mayor crecimiento de la vegetación, lo que a su vez conduce a una mayor producción de materia orgánica a través de la fotosíntesis, esta MO se incorpora al suelo a través de la caída de las hojas, ramas y restos vegetales, enriqueciendo así su contenido de carbono orgánico (Poveda-Cuellar et al., 2018).

La menor cantidad de precipitación en un área puede resultar en una disminución de la productividad primaria de los ecosistemas terrestres, lo que a su vez reduce la entrada de MOS a través de la fotosíntesis. Con menos agua disponible, las

plantas pueden tener dificultades para crecer y producir biomasa, lo que limita la cantidad de MO que se incorpora al suelo (Wilhelm et al., 2022).

## Figura 22

*Correlación entre la altitud y COS*



En la Figura 22, se observa que que las variables están relacionadas directamente, lo que sugiere que, si la precipitación aumenta, el COS también tenderá a incrementarse.

Las condiciones climáticas en zonas de mayor altitud, como temperaturas más frías y mayor humedad relativa, tienden a favorecer la acumulación de materia orgánica debido a la descomposición más lenta de los residuos vegetales (Tsozué et al. 2019).

En zonas más bajas de la cuenca existe una mayor temperatura y poca vegetación, teniendo un efecto en la disminución de la reserva de COS.

### **4.3. Discusión de resultados**

#### **4.3.1. Condiciones climáticas en los bosques nativos de la cuenca del río Chancay**

El clima es diferenciado entre los bosques nativos de la cuenca del río Chancay y está determinado por la temperatura, precipitación y la altitud. En el caso del Bosque Estacionalmente Seco de Llanura, debido a su ubicación en la región costera, el clima es cálido con precipitación escasa a lo largo del año, asimismo en este tipo de bosque la vegetación ante los periodos extensos de baja precipitación se adapta desarrollando un sistema radicular profundo, hojas pequeñas y espinas (Linares-Palomino et al., 2022).

En el caso del Bosque Seco Premontano Tropical este cuenta con mayor precipitación anual que el Bosque Estacionalmente Seco de Llanura (Figura 9), con respecto a la temperatura, en el Bosque Seco Premontano Tropical, la temperatura superficial se incrementa en las zonas con menor altitud geográfica y en las temporadas secas cuando las precipitaciones disminuyen (Santa Cruz-Cervera et al., 2019). No obstante, el Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical se diferencia notablemente de los anteriores al ubicarse en la parte superior de la cuenca, al respecto Poveda-Cuellar et al., (2018) afirman que este tipo de bosque tiene mayor nivel de precipitación media anual favoreciendo el crecimiento de varias especies vegetales, creando bosques densos.

#### **4.3.2. Propiedades fisicoquímicas del suelo**

##### **a. Densidad aparente del suelo**

La DA del suelo en cada uno de los bosques nativos evaluados tiende a disminuir ligeramente en las capas más profundas (Figura 11) (Tabla 4), ante ello Arnaez et al. (2023) afirma que la reducción de los valores de densidad aparente está influenciada por la textura del suelo específicamente al contenido de partículas de

arcilla, teniendo relación con los resultados de esta investigación donde las capas más profundas del suelo presentaron una textura de suelo franco arcillo-arenosa y franco arcilloso (Tabla 9) . Por otra parte, Robinson et al. (2022) mencionan que una relativa baja densidad aparente del suelo se encuentra relacionada al contenido de materia orgánica donde existe mayor porosidad y menor compactación de partículas, tal es el caso del Bosque Seco Premontano Tropical donde se obtuvieron valores bajos de densidad aparente.

Es importante tener en cuenta que la DA del suelo puede variar de acuerdo a la profundidad de suelo y además la DA del suelo ayuda a comprender la estructura y calidad de suelo, puesto que puede influir en la disponibilidad de agua y nutrientes para la vegetación, así como en la resistencia a la erosión (Martín et al., 2017).

#### **b. Textura**

Los bosques nativos presentaron en la primera capa (0 a 10cm) un tipo de suelo franco y franco arenoso y en las dos capas restantes (10 a 20cm y 20 a 30cm) un tipo de suelo franco arcillo-arenoso y franco arcilloso (Tabla 9 y 22). Contrastando estos resultados, Arévalo (2017) menciona que a mayor profundidad de suelo existen mayores contenidos de arcilla.

El tipo de suelo franco posee una textura equilibrada, facilitando la penetración de las raíces de los árboles promoviendo la incorporación de materia orgánica, caída de hojas, raíces muertas y otros restos de la biomasa vegetal, convirtiendo a este tipo de suelo como un sumidero de carbono orgánico (Caia et al., 2016). Respecto al suelo franco-arenoso, este se caracteriza por tener alta permeabilidad del agua hacia niveles inferiores, posee partículas sueltas permitiendo el flujo de aire en el suelo la cual es

indispensable para la actividad microbiana y la degradación de la MO (González et al., 2021; Mendoza, 2023).

Por otra parte, un suelo franco-arcilloso se caracteriza por retener agua resultando beneficioso para las plantas en temporadas de estiaje, también presenta retención de nutrientes y posee una relación positiva con el almacenamiento de COS formando compuestos arcillo-húmicos que protegen al COS de la degradación (Zhang et al., 2022); sin embargo, un suelo franco-arcilloso requiere de prácticas de manejo adecuadas para prevenir problemas de compactación y encharcamiento de agua (Calderón-Medina et al., 2018; Márquez, 2021).

### **c. pH del suelo**

El pH del suelo en los bosques nativos se presenta de forma diferenciada (Figura 15), donde el Bosque Estacionalmente Seco de Llanura presentó un pH ligeramente alcalino, este nivel de pH está influenciado por las escasas precipitaciones en dicho ecosistema lo que conlleva a la concentración de sales en el suelo a medida que el agua se evapora (Sánchez-Córdova et al., 2021) asimismo el COS se ve reducido en este nivel de pH debido a la disminución de actividad microbiana responsable de la degradación de la MO lo que puede resultar en una acumulación de CO a largo plazo (Xiao et al., 2018).

Por otro lado, en el Bosque Seco Premontano Tropical se obtuvo un pH de suelo entre 6 y 7 con una clasificación de moderadamente ácido a ligeramente alcalino, del cual Prada et al. (2017) mencionan que un pH moderadamente ácido indica que el suelo posee sustancias húmicas, con buena disponibilidad de nutrientes y actividad de microorganismos que favorecen a la descomposición de la MO y la retención de COS.

Respecto al Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical se encontraron niveles de pH menores a 6, esto se relaciona a los niveles altos de precipitación donde ocurre el desplazamiento de iones de calcio, magnesio y potasio que son reemplazados por iones de hidrógeno (Hall y Silver, 2013) también este pH indica mayores interacciones de microorganismos con la MO favoreciendo su descomposición y formando sustancias húmicas para la estabilización de carbono orgánico del suelo (Wang et al., 2016).

#### **d. Conductividad eléctrica del suelo**

Los suelos de los bosques nativos comparten la tendencia de una ligera disminución de los valores de la CE en las capas inferiores (Figura 16), asimismo los resultados obtenidos clasifican como muy ligeramente salinos a dichos suelos.

En el caso del Bosque Seco Premontano Tropical hay mayores valores de la conductividad eléctrica en comparación a los otros bosques, esto se relaciona con el nivel de pH del suelo del cual Yan et al. (2023) afirman que el incremento de la CE del suelo puede deberse a la presencia de sales y de un pH ligeramente alcalino.

Por otra parte, en el Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical la disminución de la conductividad eléctrica entre capas está influenciada por el pH ácido del suelo (Behera y Shukla, 2015).

#### **4.3.3. Carbono orgánico de la biomasa seca de hojarasca**

Este parámetro presentó valores cercanos entre el Bosque Seco Premontano Tropical y el Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical y con una diferencia significativa respecto al Bosque Estacionalmente Seco de Llanura (Figura 17), esto se debe a que este último posee poca densidad de especies arbóreas afectando a los contenidos de hojarasca del suelo y por ende resulta en bajos contenidos de carbono orgánico de la hojarasca (Chávez, 2018). En cambio, en el Bosque Seco Premontano Tropical se

obtuvo un valor promedio de 2,21 t C ha<sup>-1</sup> (Figura 17) que en comparación con el Bosque Estacionalmente Seco de Llanura es superior, esto se relaciona con un mayor número de árboles y las temporadas de lluvia que tienden a aumentar la caída de hojas (Schilling et al., 2016); sin embargo, al aumento de precipitaciones acelera la descomposición pudiendo generar la reducción del espesor de la capa de hojarasca (Morffi-Mestre et al. 2023).

Del mismo modo Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical se registró un promedio de 2,45 t C ha<sup>-1</sup>(Figura 17), este valor fue ligeramente mayor al Bosque Seco Premontano Tropical, en referencia a ello, Wilcke (2021) menciona que la tendencia del aumento del contenido de CO de la biomasa seca de hojarasca se ve influenciado por el incremento de la altitud. Asimismo, en un bosque húmedo existe una amplia diversidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas que contribuye a la incorporación de hojarasca al suelo (Santa Cruz-Cervera et al., 2019).

#### **4.3.4. Carbono orgánico del suelo**

El contenido de COS en los tres bosques nativos mostró una tendencia de disminuir en las capas inferiores de suelo (Figura 18), dicha tendencia se genera porque en las capas más superficiales del suelo existen mejores condiciones para la descomposición y mineralización de la materia orgánica (Valenzuela y Visconti, 2018). Asimismo, Mesa-Sierra et al. (2022) mencionan que elemento con más correlación con la materia orgánica es la precipitación máxima, que estimula la actividad microbiana para la humificación del suelo generando mayores reservas de carbono orgánico.

Por otra parte, Toriyama et al., 2015 afirman que aparte de la precipitación y temperatura adecuada para el metabolismo microbiano, la acumulación de COS se relaciona al tipo de vegetación, así en un bosque que posee diversidad de flora habrá

mayor aportación de biomasa vegetal incorporándose mayor materia orgánica al suelo. Del mismo modo, De la Cruz-Amo et al. (2020) mencionan los bosques que se encuentran ubicados en la parte superior respecto a un gradiente altitudinal tienen mayor contenido de COS comparado con los que se encuentran a menor altitud; sin embargo, consideran que la combinación de épocas de precipitación alta acompañadas de temperaturas bajas genera una menor acumulación de COS.

#### **4.3.4. Influencia de la altitud y de las condiciones climáticas en el COS**

La variación altitudinal tiene una influencia significativa en las concentraciones de COS (Tabla 15) por ende se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), asimismo, la altitud tiene una correlación positiva muy alta donde se infiere que, a mayor altitud, mayor será el contenido de COS, en relación a ello, Tsozué et al. (2019) menciona que el COS se incrementa mientras se asciende de altitud y añade que la acumulación y estabilización de COS se atribuye al clima y vegetación, que están controlados por el gradiente de elevación. Asimismo, Massaccesi et al. (2020) afirman que, en un gradiente de elevación, el tipo de vegetación tiene un mayor impacto que la temperatura en el contenido de COS.

Respecto a la temperatura, se registró una correlación negativa muy alta lo cual indica que en un lugar más cálido se encuentra menor concentración de COS, tal es el caso de los resultados obtenidos para el Bosque Estacionalmente Seco de Llanura y siguiendo esta tendencia se tendría mayores concentraciones de COS en lugares más fríos, sin embargo en este estudio el lugar más frío no contiene los mayores niveles de COS, es por eso que también se debe tener en cuenta las interacciones de la temperatura con la precipitación y el tipo de vegetación y edad de árboles en cada bosque (Cruz-Sánchez et al., 2021).

En referencia a la precipitación se obtuvo una correlación positiva muy alta, del cual se infiere que a mayor nivel de precipitación mayor será el contenido de COS, sin embargo, la combinación de la temperatura y la precipitación tiene grandes efectos en la acumulación de COS, puesto que si se aumenta la temperatura y se reduce la precipitación se puede tener mayor acumulación de COS (Zhang et al., 2019a) también se debe tener en cuenta la densidad de vegetación pues si hay mayores niveles de precipitación en áreas menos boscosas la erosión generará pérdidas de materia orgánica. Por otra parte, las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo junto con la precipitación también influyen en la retención del COS, donde el COS derivado de la actividad microbiana es más estable en suelos con baja precipitación (Wilhelm et al., 2022).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Los bosques nativos de la cuenca del río Chancay tienen diferencias respecto a sus condiciones climáticas, donde el Bosque Estacionalmente Seco de Llanura mostró una temperatura promedio anual de 22,42°C y precipitación promedio anual de 584,46 mm/año, el Bosque Seco Premontano Tropical tuvo una temperatura promedio anual de 16,9°C y una precipitación promedio anual de 1207,26 mm/año, en cambio el Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical presentó una temperatura promedio anual de 19,1°C y una precipitación promedio anual de 1051,55 mm/año.
- Se determinaron las propiedades fisicoquímicas del suelo de los bosques nativos de la cuenca del río Chancay teniendo como resultados promedios en el Bosque Estacionalmente Seco de Llanura una densidad aparente de 1,37 g/cm<sup>3</sup>, una textura predominante de franco arcillo arenoso, un pH de 7,33 y CE de 0,41 dS/m, en el Bosque Seco Premontano Tropical se obtuvo una densidad aparente de 0,82 g/cm<sup>3</sup>, una textura predominante de franco arenoso, un pH de 6,70 y CE de 0,64 dS/m, por otra parte en el Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical mostró una densidad aparente de 1,05 g/cm<sup>3</sup>, una textura predominante de franco arcilloso, un pH de 5,78 y CE de 0,34 dS/m.
- En cuanto al carbono orgánico de la biomasa seca de la hojarasca se estimó una concentración media de 0,82 t C/ha en el Bosque Estacionalmente Seco de Llanura; 2,21 t C ha<sup>-1</sup> en el Bosque Seco Premontano Tropical y 2,45 t C ha<sup>-1</sup> en el Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical.

- El contenido de COS estimado a una profundidad de 0 a 30 cm, en el caso del Bosque Estacionalmente Seco de Llanura osciló entre 11,88 t C ha<sup>-1</sup> a 28,63 t C ha<sup>-1</sup> con un valor promedio de 18,04 t C ha<sup>-1</sup>, en el Bosque Seco Premontano Tropical los valores oscilaron entre 23,17 t C ha<sup>-1</sup> a 40,46 t C ha<sup>-1</sup> con un valor promedio de 30,81 t C ha<sup>-1</sup> y el Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical tuvo valores entre 18,23 t C ha<sup>-1</sup> a 65,88 t C ha<sup>-1</sup> con un valor promedio de 38,75 t C ha<sup>-1</sup>.
- La altitud y las condiciones climáticas tienen influencia significativa en la cantidad de COS, del cual la altitud y la precipitación poseen una correlación positiva muy alta en el contenido de COS teniendo un coeficiente de correlación de 0,985 y 0,824 respectivamente, en cambio la temperatura y el contenido de COS tienen una correlación negativa muy alta con un coeficiente de correlación de -0.987.

## 5.2. Recomendaciones

- Fomentar la investigación científica para comprender mejor la dinámica de los ecosistemas de cada tipo de bosque, con el fin de desarrollar estrategias de conservación y gestión adaptadas a las condiciones climáticas.
- Realizar un análisis más profundo de las propiedades del suelo, contenido de MO y disponibilidad de nutrientes, para determinar la capacidad de soporte de cada tipo de bosque y desarrollar estrategias de manejo específicas.
- Se recomienda priorizar la conservación y restauración de los Bosques Secos Premontano Tropical y Húmedo Montano Bajo Tropical, debido a su mayor capacidad de almacenamiento de COH.
- Se recomienda la conservación y restauración del Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical, debido a su mayor capacidad de almacenamiento de COS, lo que lo convierte en un sumidero de carbono crucial para mitigar el cambio climático. La gestión sostenible de este bosque, que incluye prácticas que eviten la deforestación y la degradación del suelo, es fundamental para mantener su capacidad de almacenamiento de C y contribuir a la salud del ecosistema.
- Se recomienda enfocar las estrategias de conservación y gestión de los bosques de la cuenca del río Chancay en la protección de las zonas con mayor altitud y precipitación, ya que estas condiciones favorecen un mayor almacenamiento de COS. Al mismo tiempo, minimizando las actividades que contribuyan al calentamiento global y buscando estrategias de adaptación que mitiguen sus efectos sobre la capacidad de almacenamiento de carbono en los ecosistemas forestales.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS

- Acosta, M., Carrillo, F., Buendía, E., de D. Benavides, J., Flores, E., & González, M.L. (2020). Carbono en suelo, hierbas y arbustos en una plantación forestal en Jalisco, México. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*, 11(6), 1377–1387. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2427>
- Aguilar-Correa, C., Valencia-Fuentes, C., Huentemilla-Rebolledo, M., Valderrama-González, D., Rojas-Correa, Á., Méndez-Contreras, M., & Tapia-Hernández, C. (2019). Percepción sobre servicios ecosistémicos culturales asociados al bosque nativo por parte de un grupo universitario de estudiantes de pedagogía. *Revista Electrónica Educare*, 23(3), 1–24. <https://doi.org/10.15359/ree.23-3.19>
- Andrade, H., & Ibrahim, M. (2003). ¿Cómo monitorear el secuestro de carbono en los sistemas silvopastoriles? *Agroforestería En Las Américas*, 10(39-40), 1-8. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6950>
- Araque Arellano, M., Vásconez, M., Mancheno, A., Álvarez, C., Prehn, C., Cevallos, C., & Ortiz, L. (2019). *Cuencas Hidrográficas*. Editorial ABYA-YALA. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19038>
- Arévalo, L., Alegre, J., & Palm, C. (2003). *Manual de determinación de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de tierras en Perú*. ICRAF, CODESU, INIA, INRENA.
- Arévalo, J. (2017). *Recuperación de la cobertura vegetal y propiedades ecológicas mediante la utilización de la especie herbácea *Centrosema macrocarpum* en los suelos de bosque seco tropical degradados en la Universidad Francisco de Paula*

- Santander seccional Ocaña. Colombia* [Tesis para obtener Título, Universidad de Santo Tomas]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/10748>
- Arnaez, J., Ruiz-Flaño, P., Lana-Renault, N., Nadal-Romero, E., Lasanta, T., & Cortijos-López, M. (2023). Comportamiento de la infiltración del suelo en diferentes cubiertas vegetales y usos del suelo en la media montaña mediterránea. En *Geografía: Cambios, Retos y Adaptación XVIII Congreso de la Asociación Española de Geografía*, Logroño, 12 al 14 de septiembre de 2023 (pp 291-300). Asociación Española de Geografía. <https://doi.org/10.21138/CG/2023.lc>
- Arribas, C. (2013). *Captura y almacenamiento del carbono promesas y realidades de una tecnología puesta en solfa*. Ecologistas En Acción.
- Avellaneda, S. (2022). *Captura de carbono de un bosque de neblina del parque nacional de Cutervo - Cajamarca, como mitigación frente al cambio climático*. [Tesis para obtener Título, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5243>
- Baietto, A., Hernández, J., & Del Pino, A. (2021). Comparative Dynamics of Above-Ground Litter Production and Decomposition from *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden and *Pinus taeda* L., and Their Contribution to Soil Organic Carbon. *Forests*, 12(3), 349. <https://doi.org/10.3390/f12030349>
- Bazán-Tapia, R. (2017). Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego. INIA. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/504>
- Behera, S. K., & Shukla, A. K. (2015). Spatial Distribution of Surface Soil Acidity, Electrical Conductivity, Soil Organic Carbon Content and Exchangeable Potassium, Calcium and Magnesium in Some Cropped Acid Soils of India. *Land Degradation & Development*, 26(1), 71–79. <https://doi.org/10.1002/ldr.2306>

- Brady, N.C. & Weil, R. R. (2017). *The nature and properties of soils*. Pearson Education
- Bouyoucos, G. J. (1962). Improved Hydrometer Method for Particle Size Analysis of Soils. *Agronomy Journal*, 54, 464-465
- Burbano, H. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de ciencias Agrícolas*, 34(1), 82-96. <https://doi.org/10.22267/rcia.183501.85>
- Caia, A., Feng, W., Zhang, W., & Xu, M. (2016). Climate, soil texture, and soil types affect the contributions of fine-fraction-stabilized carbon to total soil organic carbon in different land uses across China. *Journal of Environmental Management*, 172, 2–9. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.02.009>
- Calderón-Medina, C. L., Bautista-Mantilla, G. P., & Rojas-González, S. (2018). Propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del Meta. *Orinoquia*, 22(2), 141–157. <https://doi.org/10.22579/20112629.524>
- Carvajal-Hernandez & Kromer. (2015). Riqueza y distribución de helechos y licófitos en el gradiente altitudinal del cofre de perote, centro de veracruz, México. *Botanical Sciences*, 93(3), 601–614. <https://doi.org/10.17129/botsoci.165>
- Castillo-Pacheco, L.A., Bojórquez-Serrano, J.I., Hernández-Jiménez, A., García-Paredes, D. (2016). Contenidos de carbono orgánico en suelos bajo diferentes coberturas vegetales y de cultivo. *Cultivos Tropicales*, 37(3), 72–78. <https://link.gale.com/apps/doc/A470867909/AONE?u=anon~bd0e872c&sid=googleScholar&xid=8123e446>
- Chávez, J. (2018). *Captura y almacenamiento de carbono de los bosques estacionalmente secos de la costa norte (Lambayeque), como mitigación frente al cambio*

*climático*. [Tesis para obtener Título, Universidad Nacional Agraria la Molina].

<https://hdl.handle.net/20.500.12996/3346>

Cordero, D., Suarez de Freitas, G., Schneider, C., Che-Piu, H. (2014) *Country Report*

*Considerations for REDD+ benefit sharing in Peru*. The Forest Dialogue (TFD)

Cruz-Sánchez, Y., López-Teloxa, L. C., Gómez Diaz, J. D., & Monterroso-Rivas, A. I.

(2021). Respiración del suelo en un bosque templado de México y su relación con

el carbono orgánico. *Madera y Bosques*, 27(2).

<https://doi.org/10.21829/myb.2021.2722153>

De la Cruz-Amo, L., Bañares-de-Dios, G., Cala, V., Granzow-de la Cerda, Í., Espinosa,

C. I., Ledo, A., Salinas, N., Macía, M. J., & Cayuela, L. (2020). Trade-Offs

Among Aboveground, Belowground, and Soil Organic Carbon Stocks Along

Altitudinal Gradients in Andean Tropical Montane Forests. *Frontiers in Plant*

*Science*, 11, 106 <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00106>

Escobedo-Monge, M.A., Aparicio, S., Valencia-Ramos, M., Escobedo-Monge, M.F.,

Parodi-Román, J., García-Llatas, L.F., Marquina Pozo, R. (2022) Land

Vulnerability, Risk Zoning, and Ecological Protection in the Protection Forest of

Pagaibamba (Peru). *Forests* 2022, 13, 436. <https://doi.org/10.3390/f13030436>

Ferreira, C. D., Moreira, F. T. de A., Souto, P. C., Alencar, L. dos S., & Borges, C. H. A.

(2020). Soil organic carbon in a toposequence in the semiarid of Paraíba, Brazil.

*Research, Society and Development*, 9(5), e164953365.

<https://doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3365>

Gardi, C., Panagos, P., van Liedekerke, M., Bosco, C., & de Brogniez, D. (2015). Land

take and food security: assessment of land take on the agricultural production in

Europe. *Journal of Environmental Planning and Management*, 58(5), 898–912.

<https://doi.org/10.1080/09640568.2014.899490>

Garnica-Díaz, C. J., & Saldarriaga-Rivera, S. (2015). *Diversidad funcional en un gradiente altitudinal del complejo de páramos Sumapaz - Cruz Verde*. [Tesis para obtener Título, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4919/1/GarnicaDíazClaudiaJuliana2015.pdf>

González, A., Rodríguez, G., & Fábrega Duque, J. (2021). Impacto de la cobertura boscosa y uso de suelo sobre la textura y conductividad hidráulica del suelo en la subcuenca del río Estibaná. *Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología – APANAC*, 257–262. <https://doi.org/10.33412/apanac.2021.3194>

Grossman, R.B. & Reinsch, T.G. (2002). The solid phase, bulk density and linear extensibility. *Methods of Soil Analysis*, 4, 201-228.

Gruijter, J. J., McBratney, A. B., Minasny, B., Wheeler, I., Malone, B. P., & Stockmann, U. (2018). Farm-Scale Soil Carbon Auditing. In A. B. McBratney, B. Minasny, & U. Stockmann (Eds.), *Pedometrics* (pp. 693-720). (Progress in Soil Science (PROSOIL)). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-63439-5\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-319-63439-5_23)

Haddix, M. L., Gregorich, E. G., Helgason, B. L., Janzen, H., Ellert, B. H., & Francesca Cotrufo, M. (2020). Climate, carbon content, and soil texture control the independent formation and persistence of particulate and mineral-associated organic matter in soil. *Geoderma*, 363, 114160. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.114160>

- Hall, S. J., & Silver, W. L. (2013). Iron oxidation stimulates organic matter decomposition in humid tropical forest soils. *Global Change Biology*, 19(9), 2804–2813. <https://doi.org/10.1111/gcb.12229>
- Hernández, M., Sales, J., & Carpio, M. M. (2022). La lucha contra la deforestación, una herramienta para mitigar el cambio climático. *Cuadernos de energía* (71), 58 – 68. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8217437>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las tres rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico: McGraw Hill.
- International Energy Agency (2014). CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion. Highlights. Paris, France: IEA Publications.
- Jara, E. (2023). *Impacto del cambio climático sobre el carbono orgánico del suelo en la microcuenca Cojup-Ancash, entre el periodo 2021 - 2099*. [Tesis para obtener Título, Universidad Nacional de Trujillo] <http://repositorio.inaigem.gob.pe/handle/16072021/472>
- Jensen, J. L., Schjønning, P., Watts, C. W., Christensen, B. T., Peltre, C. y Munkholm, L. J. (2019). Relating soil C and organic matter fractions to soil structural stability. *Geoderma*, 337, 834-843. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.10.034>
- Johns, T.J., Angove, M.J. & Wilkens, S. (2015). Measuring soil organic carbon: which technique and where to from here? *Research Soil* 53(7) 717-736. <https://doi.org/10.1071/SR14339>
- Lei, Z., Yu, D., Zhou, F., Zhang, Y., Yu, D., Zhou, Y., & Han, Y. (2019). Changes in soil organic carbon and its influencing factors in the growth of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* plantation in Horqin Sandy Land, Northeast China. *Scientific Reports*, 9(1), 16453. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52945-5>

- Linares-Palomino, R., Huamantupa-Chuquimaco, I., Padrón, E., la Torre-Cuadros, M. de los Á., Roncal-Rabanal, M., Choquecota, N., Collazos, L., Elejalde, R., Vergara, N., & Marcelo Peña, J. L. (2022). Los bosques estacionalmente secos del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 29(4), e21613. <https://doi.org/10.15381/rpb.v29i4.21613>
- Loayza, N. V., Sevilla, V., Olivera, C., Guevara, M., Olmedo, G., Vargas, R., Oyonarte, C., & Jiménez, W. (2020). Digital mapping of organic carbon in Ecuador soils. *Ecosistemas*, 29(2). <https://doi.org/10.7818/ECOS.1852>
- López-Ortiz, M., Sánchez-García, R. B., Contreras-Hinojosa, J. R., Armenta-Bojórquez, A. D., & Félix-Herrán, J. A. (2017). Captación de carbono en suelos asociados a *Pinus greggii* Engelm. y *Pinus oaxacana* Mirov. En la Mixteca Alta, Oaxaca. *Ecología Aplicada*, 16(2), 127. <https://doi.org/10.21704/rea.v16i2.1016>
- López-Romano, M., Marqués-Pérez, M.J., Jiménez-González, M.A., Carral-González, P., Álvarez-González, A.M., Sastre, B., García-Díez, A., & Muñoz-Organero, G. (2022). Los suelos de viñedos manejados con cubiertas espontáneas mejoran su capacidad de secuestro de carbono. *Revista de Ciencias Agrarias*, 45(4): 450 – 453. <https://doi.org/10.19084/rca.28559>
- Márquez, K. (2021). Caracterización de la textura de suelo en la subcuenca del río Zaratí para la evaluación del sistema de agua subterránea. *Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología – APANAC*, 271–277. <https://doi.org/10.33412/apanac.2021.3203>
- Martín, M.A., Reyes, M. & Taguas, F.J. (2017). Estimating soil bulk density with information metrics of soil texture. *Geoderma*, 287, 66–70. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.09.008>

- Martínez, J. (2019). *Efecto del estado de conservación del ecosistema páramo en el contenido de carbono total en la región sur del Ecuador*. [Tesis para obtener Título, Universidad Nacional de Loja]. <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/handle/123456789/22285>
- Massaccesi, L., de Feudis, M., Leccese, A., & Agnelli, A. (2020). Altitude and Vegetation Affect Soil Organic Carbon, Basal Respiration and Microbial Biomass in Apennine Forest Soils. *Forests*, 11(6), 710. <https://doi.org/10.3390/f11060710>
- Mendoza, F. J. (2023). Efecto de la restauración forestal en la humedad del suelo en cuatro microcuencas afectadas por Gorgojo Descortezador de Pino (*Dendroctonus frontalis*). [Tesis para obtener Título, Escuela Agrícola Panamericana]. <https://hdl.handle.net/11036/7662>
- Mesa-Sierra, N., Laborde, J., Chaplin-Kramer, R., & Escobar, F. (2022). Carbon stocks in a highly fragmented landscape with seasonally dry tropical forest in the Neotropics. *Forest Ecosystems*, 9, 100016. <https://doi.org/10.1016/j.fecs.2022.100016>
- Ministerio del Ambiente (2014). *Guía para el muestreo de suelos*. MINAM. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELO.pdf>
- Ministerio del Ambiente (2018). *Definiciones conceptuales de los ecosistemas del Perú*. Ministerio del Ambiente. <http://repositoriodigital.minam.gob.pe/xmlui/handle/123456789/1082>
- Ministerio del Ambiente (2014). *Guía para el muestreo de suelos*. MINAM.

- Mogrovejo - Jaramillo, P. R. (2017). *Bosques y cambio climático en Ecuador: el regente forestal como actor clave en la mitigación del cambio climático*. [Tesis para obtener Título, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador]. <http://hdl.handle.net/10644/5862>
- Mondragón, F. (2021). Ciclos del dióxido de carbono en la formación y utilización de combustibles fósiles y su efecto en el cambio climático. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45 (176), 833–849. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1364>
- Morales-Inocente, M. A., Nájera-Luna, J. A., Escobedo-Bretado, M. A., Cruz-Cobos, F., Hernández, F. J., & Vargas-Larreta, B. (2020). Carbono retenido en biomasa y suelo en bosques de El Salto, Durango, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 28(80), 5-13. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67464474001>
- Moreno, C., González, M. I. & Egidio, J. A. (2015). Influencia del manejo sobre la calidad del suelo. *Ecuador es calidad: Revista Científica Ecuatoriana*, 2(1). <https://doi.org/10.36331/revista.v2i1.8>
- Morffi-Mestre, H., Ángeles-Pérez, G., Powers, J. S., Andrade, J. L., Feldman, R. E., May-Pat, F., Chi-May, F., & Dupuy-Rada, J. M. (2023). Leaf litter decomposition rates: influence of successional age, topography and microenvironment on six dominant tree species in a tropical dry forest. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1082233>
- Muentes, K., Pereira, J., Rivadeneira, R., & Moreira, C. (2022). Factores determinantes de las emisiones de CO<sub>2</sub> en los sectores industrial y transporte en Ecuador. *Revista*

*Científica de Ciencias Naturales y Ambientales*, 16 (2), 370–376.

<https://doi.org/10.53591/cna.v16i2.1867>

Murga-Orillo, H., Coronado Jorge, M. F., Abanto-Rodríguez, C., & Lobo, F. D. A.

(2021). Gradiente altitudinal y su influencia en las características edafoclimáticas

de los bosques tropicales. *Madera y Bosques*, 27(3), e2732271.

<https://doi.org/10.21829/myb.2021.2732271>

Navarro, G. (2013). *Química agrícola*. Madrid, España: Mundi-Prensa.

Okalebo, JR, Gathua, KW & Woomer, PL (2002). Laboratory Methods of Soil and Plant

Analysis: A Working Manual. *Sacred Africa, Nairobi*, 21, 25-26.

Pan, Y., Birdsey, R., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P., Kurz, W., . . . Lewis, S. (2011).

A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333(6045), 988

- 993. <https://doi.org/10.1126/ciencia.1201609>

Parras-Alcántara, L., Lozano-García, B., Keesstra, S., Cerdà, A., Brevik, E.C., (2016)

Longterm effects of soil management on ecosystem services and soil loss

estimation in olive grove top soils. *Science Total Environmental*, 571, 498–506.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.016>.

Pérez-Criado, F. & Ubilla-Bravo, G. (2022). Movilidad en transporte privado y emisión

de CO<sub>2</sub>: patrones geoespaciales e implicancias en el ordenamiento territorial para

el Área Metropolitana de Santiago, Chile. *Revista Transporte y Territorio*, 28,

169–199. <https://doi:10.34096/rtt.i28.10934>

Poveda-Cuellar, J. L., López-Delgado, E. O., & Villa-Navarro, F. A. (2018). Efecto de la

cobertura vegetal de ribera en las comunidades ícticas en el bosque húmedo

premontano y muy húmedo premontano del Alto Magdalena, Colombia. *Revista*

- de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(163), 216. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.623>
- Prada, C. M., Morris, A., Andersen, K. M., Turner, B. L., Caballero, P., & Dalling, J. W. (2017). Soils and rainfall drive landscape-scale changes in the diversity and functional composition of tree communities in premontane tropical forest. *Journal of Vegetation Science*, 28(4), 859–870. <https://doi.org/10.1111/jvs.12540>
- Rasmussen, C., Heckman, K., Wieder, W., Keiluweit, M., Lawrence, C., & Berhe, A. (2018). Beyond clay: towards an improved set of variables for predicting soil organic matter content. *Biogeochemistry*, 137, 297–306. <https://doi.org/10.1007/s10533-018-0424-3>
- Robinson, D. A., Thomas, A., Reinsch, S., Lebron, I., Feeney, C.J., Maskell, L.C. & Madera, C.M. (2019). Analytical modelling of soil porosity and bulk density across the soil organic matter and land-use continuum. *Scientific Reports*, 12, 7085. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11099-7>
- Rojas-Vargas, E. P., Silva-Agudelo, E. D., Guillén-Motta, A. Y., Motta-Delgado, P. A., & Herrera-Valencia, W. (2019). Carbono almacenado en estrato arbóreo de sistemas ganaderos y naturales del municipio de Albania, Caquetá, Colombia. *Ciencia y Agricultura*, 16(3), 35–46. <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n3.2019.9515>
- Romero, A. (2021). Actividad ganadera: evaluación de las emisiones y estrategias de mitigación. *Anales de la Real Academia de Doctores de España*, 6 (2), 359–371. <https://www.radoctores.es/pagina.php?item=944>

- Rügniz, M.T., Chacón, M.L., Porro, R. (2009). *Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales*. Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF).
- Rufasto, R. (2009). *Aptitud de la tierra: uso, vulnerabilidad y prácticas de manejo parte baja cuenca chancay Lambayeque. Herramientas para el ordenamiento territorial de tierras secas*. [Tesis para obtener Doctorado, Universidad Pedro Ruiz Gallo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/11945>
- Sabogal, T.A. (2017). *Bosques y cambio climático en el Perú*. INTE-PUCP.
- Salazar, M. P., Villarreal, R., Lozano, L. A., Otero, M. F., Polich, N. G., Bellora, G. L., & Soracco, C. G. (2020). Soil organic carbon. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 119(2), 053. <https://doi.org/10.24215/16699513e053>
- Sánchez-Córdova, D. V., Silva-González, L., Murillo Domen, Y. S., & Huamán-Mera, 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), 148–159. <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v9i4.244>
- Sánchez-Tello, S. (2011). *Zonas de vida de Cajamarca*. Gobierno Regional de Cajamarca.
- Santa Cruz-Cervera, L, Cano-Echevarría, A., La Torre, M.I., Rodríguez, E.F. & Campos, J. (2019). Inventario de la flora de angiospermas del distrito Pulán, provincia Santa Cruz, Cajamarca, Perú. *Arnaldoa*, 26(1). <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26108>
- Saynes, V., Etchevers, J., Paz, F., & Alvarado, L. (2016). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México. *Terra Latinoamericana*, 34(1), 83-

96. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n1/2395-8030-tl-34-01-00083.pdf>

Sarango, F., & Tenempanguay, W. (2020). *Estimación de Carbono Almacenado en la Biomasa Aérea, Necromasa (Hojarasca) y en el Suelo en un Bosque de Pino en la Comuna Paquizhapa (Loja)*. [Tesis para obtener Título, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19153>

Schilling, E. M., Waring, B. G., Schilling, J. S., & Powers, J. S. (2016). Forest composition modifies litter dynamics and decomposition in regenerating tropical dry forest. *Oecologia*, 182(1), 287–297. <https://doi.org/10.1007/s00442-016-3662-x>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] (2019). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde*. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/index.html>

Serrato-Cuevas, R., Adame-Martínez, S., López-García, J., & Flores-Román, D. (2016). Carbono orgánico de la hojarasca en los bosques de la reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, caso santuario sierra Chincua, México. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 5(2145–6097), 1–17. <https://doi.org/10.22490/21456453.905>

Solano, M., Ramón, P., Burneo, J. I., Quichimbo, P., & Jiménez, L. (2018). Efecto del gradiente altitudinal sobre las reservas de carbono y nitrógeno del suelo en un matorral seco en Ecuador. *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*, 27(3), 116-122. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1521>

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using Multivariate Statistics*. Pearson.

- Thiers, O., Reyes, J., Gerding, V., & Schlatter, J. E. (2014). *Suelos en ecosistemas forestales*. Ecología forestal. Bases para el manejo sustentable y conservación de los bosques nativos en Chile
- Toriyama, J., Hak, M., Imaya, A., Hirai, K., & Kiyono, Y. (2015). Effects of forest type and environmental factors on the soil organic carbon pool and its density fractions in a seasonally dry tropical forest. *Forest Ecology and Management*, 335, 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.09.037>
- Tsozué, D., Nghonda, J. P., Tematio, P., & Basga, S. D. (2019). Changes in soil properties and soil organic carbon stocks along an elevation gradient at Mount Bambouto, Central Africa. *CATENA*, 175, 251–262. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.12.028>
- Valera, K. (2022). *Clima*. Enciclopedia Iberoamericana. <https://enciclopediaiberoamericana.com/clima/>
- Valenzuela B., I. G., & Visconti M., E. F. (2018). Influencia del clima, uso del suelo y profundidad sobre el contenido de carbono orgánico en dos pisos altitudinales andinos del departamento Norte de Santander, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(1), 233–243. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.7349>
- Vicuña, E., Baker, T. R., Banda, K., Honorio, E., Monteagudo, A., Phillips, O. L., ... Vasquez Martinez, R. (2019). El Sumidero De Carbono En Los Bosques Primarios Amazónicos Es Una Oportunidad Para Lograr La Sostenibilidad De Su Conservación. *Folia Amazónica*, 27(1), 101–109. <https://doi.org/10.24841/fa.v27i1.456>

- Vera-Rodríguez, J. & Albarracín-Calderón, A. (2017). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2), 109–136. <https://doi.org/10.18359/rcin.2309>
- Walkley, A., & Black, A. I. (1934). An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37, 29-38.
- Wang, X., Tang, C., Baldock, J. A., Butterly, C. R., & Gazey, C. (2016). Long-term effect of lime application on the chemical composition of soil organic carbon in acid soils varying in texture and liming history. *Biology and Fertility of Soils*, 52(3), 295–306. <https://doi.org/10.1007/s00374-015-1076-2>
- Wilcke, W. (2021). Litterfall in Andean Forests: Quantity, Composition, and Environmental Drivers. In *The Andean Cloud Forest* (pp. 89–110). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-57344-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-57344-7_5)
- Wilhelm, R. C., Lynch, L., Webster, T. M., Schweizer, S., Inagaki, T. M., Tfaily, M. M., Kukkadapu, R., Hoeschen, C., Buckley, D. H., & Lehmann, J. (2022). Susceptibility of new soil organic carbon to mineralization during dry-wet cycling in soils from contrasting ends of a precipitation gradient. *Soil Biology and Biochemistry*, 169, 108681. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2022.108681>
- Xiao, D., Huang, Y., Feng, S., Ge, Y., Zhang, W., He, X., & Wang, K. (2018). Soil organic carbon mineralization with fresh organic substrate and inorganic carbon additions in a red soil is controlled by fungal diversity along a pH gradient. *Geoderma*, 321, 79–89. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.02.003>

- Yao, X., Yu, K., Deng, Y., Zeng, Q., Lai, Z., Liu, J. (2019) Spatial distribution of soil organic carbon stocks in Masson pine (*Pinus massoniana*) forests in subtropical China. *Catena* (178) 189–198. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.03.004>
- Yan, J., Wang, L., Hu, Y., Tsang, Y. F., Zhang, Y., Wu, J., Fu, X., & Sun, Y. (2018). Plant litter composition selects different soil microbial structures and in turn drives different litter decomposition pattern and soil carbon sequestration capability. *Geoderma*, 319, 194–203. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.01.009>
- Yan, Z., Ding, W., Xie, G., Yan, M., Han, Y., & Xiong, X. (2023). Quantitative relationship between soil pH and electrical conductivity values and cadmium phytoavailability for Chinese cabbage under simulated conditions. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 266, 115566. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115566>
- Zárate, J. F. (2022). *Evaluación del contenido de carbono orgánico en el suelo del Bosque Nativo Llangodén de Chota, Cajamarca*. [Tesis para obtener Título, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <http://hdl.handle.net/20.500.14142/361>
- Zinn, Y. L., Andrade, A. B., Araujo, M. A., & Lal, R. (2018). Soil organic carbon retention more affected by altitude than texture in a forested mountain range in Brazil. *Soil Research*, 56(3), 284-295. <https://doi.org/10.1071/SR17205>
- Zhang, L., Zheng, Q., Liu, Y., Liu, S., Yu, D., Shi, X., Xing, S., Chen, H., & Fan, X. (2019a). Combined effects of temperature and precipitation on soil organic carbon changes in the uplands of eastern China. *Geoderma*, 337, 1105–1115. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.11.026>

- Zhang, M., Cheng, X., Geng, Q., Shi, Z., Luo, Y., & Xu, X. (2019b). Leaf litter traits predominantly control litter decomposition in streams worldwide. *Global Ecology and Biogeography*, 28(10), 1469–1486. <https://doi.org/10.1111/geb.12966>
- Zhang, Y., Ai, J., Sun, Q., Li, Z., Hou, L., Song, L., Tang, G., Li, L., Shao, G. (2021) Soil organic carbon and total nitrogen stocks as affected by vegetation types and altitude across the mountainous regions in the Yunnan Province, southwestern China. *Catena*, 196, 1-8 <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104872>
- Zhang, Y., Li, P., Liu, X., Xiao, L., Li, T., & Wang, D. (2022). The response of soil organic carbon to climate and soil texture in China. *Frontiers of Earth Science*, 16(4), 835–845. <https://doi.org/10.1007/s11707-021-0940-7>

## CAPÍTULO VII

### ANEXOS

#### Anexo 1. Matriz de consistencia

**Tabla 17**

*Matriz de consistencia*

<b>TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:</b> Variación altitudinal del carbono orgánico del suelo en bosques nativos de la cuenca del río Chancay, 2023			
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>MARCO METODOLOGICO</b>
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuál es la variación altitudinal del carbono orgánico del suelo en los bosques nativos de la cuenca del río Chancay?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Analizar la variación altitudinal del COS en bosques nativos de la cuenca del río Chancay.</p>	<p><b>Hipótesis nula (H0)</b></p> <p>La distribución altitudinal de los bosques no tiene una influencia estadística significativa en el carbono orgánico del suelo.</p>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Cuantitativa</p> <p><b>Diseño de investigación</b></p> <p>No experimental</p>
<p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿Cuáles son las condiciones climáticas en los bosques nativos de la cuenca del río Chancay?</p> <p>¿Qué propiedades fisicoquímicas presentan los suelos forestales en la cuenca del río Chancay?</p> <p>¿Cuál es la variación de biomasa seca contenida en la hojarasca en los bosques nativos de la cuenca del río Chancay?</p> <p>¿Cuál es la variación del COS en tres profundidades (a cada 10cm) de los suelos forestales de la cuenca del río Chancay?</p> <p>¿Cómo influyen de las condiciones climáticas y de altitud en el COS en bosques nativos de la cuenca del río Chancay?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Describir las condiciones climáticas en los bosques nativos de la cuenca del río Chancay.</p> <p>Determinar las propiedades fisicoquímicas en los suelos forestales en los bosques nativos de la cuenca del río Chancay.</p> <p>Calcular la cantidad de biomasa seca contenida en la hojarasca en bosques nativos de la cuenca del río Chancay.</p> <p>Estimar la cantidad de COS dividido en tres profundidades cada 10 cm (0-10, 10 – 20 y 20 – 30).</p> <p>Estimar la influencia de la altitud y las condiciones climáticas en el COS en bosques nativos de la cuenca del río Chancay.</p>	<p><b>Hipótesis alterna (Ha)</b></p> <p>La distribución altitudinal de los bosques tiene una influencia estadística significativa en el carbono orgánico del suelo.</p> <p><b>VARIABLES</b></p> <p><b>Variable independiente</b></p> <p>Carbono orgánico del suelo</p> <p><b>Variables independientes</b></p> <p>Bosques nativos</p> <p>Clima</p>	<p><b>Métodos de investigación</b></p> <p>Fase de campo</p> <p>Fase de laboratorio</p> <p>Fase de gabinete</p> <p><b>Población</b></p> <p>Bosque estacionalmente seco de llanura</p> <p>Bosque seco premontano tropical</p> <p>Bosque húmedo montano bajo tropical</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>Suelo forestal y hojarasca</p> <p><b>Muestreo</b></p> <p>Muestreo compuesto de 5 puntos en parcelas de 20m x 20m</p>

**Anexo 2.** Instrumentos de recolección de datos

**Tabla 18**

*Puntos de muestreo en cada bosque*

TIPO DE BOSQUE	CÓDIGO DE PARCELA	MUESTRA DE SUELO DESPUÉS DE CUARTEO	SUBMUESTRA DE SUELO	PUNTOS DE MUESTREO (UTM WGS 84)	
				ESTE	NORTE
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	P1	P1A (0 a 10cm) P1B (10 a 20cm) P1C (20 a 30cm)	P1-1	709192	9282288
			P1-2	709198	9282280
			P1-3	709199	9282286
			P1-4	709199	9282292
			P1-5	709206	9282286
	P2	P2A (0 a 10cm) P2B (10 a 20cm) P2C (20 a 30cm)	P2-1	709252	9282279
			P2-2	709260	9282270
			P2-3	709260	9282278
			P2-4	709258	9282285
			P2-5	709267	9282278
	P3	P3A (0 a 10cm) P3B (10 a 20cm) P3C (20 a 30cm)	P3-1	709244	9282226
			P3-2	709252	9282340
			P3-3	709245	9282342
			P3-4	709237	9282343
			P3-5	709245	9282348
P4	P4A (0 a 10cm) P4B (10 a 20cm) P4C (20 a 30cm)	P4-1	674100	9272948	
		P4-2	674107	9272951	
		P4-3	674102	9272954	
		P4-4	674096	9272957	
		P4-5	674103	9272960	
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	P5	P5A (0 a 10cm) P5B (10 a 20cm) P5C (20 a 30cm)	P5-1	674044	9272920
			P5-2	674054	9272923
			P5-3	674050	9272917
			P5-4	674048	9272911
			P5-5	674057	9272914
	P6	P6A (0 a 10cm) P6B (10 a 20cm) P6C (20 a 30cm)	P6-1	674103	9272908
			P6-2	674112	9272910
			P6-3	674109	9272905
			P6-4	674106	9272899
			P6-5	674114	9272900
Bosque Seco Premontano Tropical	P7	P7A (0 a 10cm) P7B (10 a 20cm) P7C (20 a 30cm)	P7-1	728498	9270375
			P7-2	728507	9270378
			P7-3	728505	9270371
			P7-4	728502	9270364
			P7-5	728511	9270368
P8	P8A (0 a 10cm)	P8-1	728554	9270426	
		P8-2	728565	9270428	

		P8B (10 a 20cm)	P8-3	728562	9270422
		P8C (20 a 30cm)	P8-4	728558	9270415
			P8-5	728569	9270418
			P9-1	728568	9270384
		P9A (0 a 10cm)	P9-2	728576	9270388
	P9	P9B (10 a 20cm)	P9-3	728576	9270382
		P9C (20 a 30cm)	P9-4	728575	9270376
			P9-5	728584	9270380

*Nota:* Los puntos de muestreo fueron georreferenciados con GPS marca Garmin modelo 65S teniendo como error +/- 3.65 m.

**Tabla 19**

*Datos de carbono orgánico de la hojarasca*

Parcela	Código	Área muestreada (m <sup>2</sup> )	Peso húmedo de muestra (g)	Submuestra (g)	Peso seco constante de submuestra (g)	Contenido de humedad (%)	Biomasa	t C ha <sup>-1</sup>
P1	P1H1	0,0625	65	23,6	14,72	0,38	40,54	3,24
	P1H2	0,0625	47	16,5	10,56	0,36	30,08	2,41
	P1H3	0,0625	48	14,7	9,86	0,33	32,20	2,58
	P1H4	0,0625	46	12,8	7,56	0,41	27,17	2,17
	P1H5	0,0625	76	20,6	12,05	0,42	44,46	3,56
P2	P2H1	0,0625	55	9,4	5,46	0,42	31,95	2,56
	P2H2	0,0625	44	10,2	6,23	0,39	26,87	2,15
	P2H3	0,0625	45	12,5	8,63	0,31	31,07	2,49
	P2H4	0,0625	47	12,8	7,52	0,41	27,61	2,21
	P2H5	0,0625	57	9,7	5,04	0,48	29,62	2,37
P3	P3H1	0,0625	52	11,7	6,29	0,46	27,96	2,24
	P3H2	0,0625	43	7,6	4,82	0,37	27,27	2,18
	P3H3	0,0625	54	9,8	4,74	0,52	26,12	2,09
	P3H4	0,0625	49	6,7	3,86	0,42	28,23	2,26
	P3H5	0,0625	65	14,8	6,54	0,56	28,72	2,30
P4	P4H1	0,0625	13	3,9	3,61	0,07	12,03	0,96
	P4H2	0,0625	16	5,1	4,79	0,06	15,03	1,20
	P4H3	0,0625	11	2,5	2,33	0,07	10,25	0,82
	P4H4	0,0625	10	2,8	2,53	0,10	9,04	0,72
	P4H5	0,0625	9	2,4	2,24	0,07	8,40	0,67
P5	P5H1	0,0625	9	3,1	2,89	0,07	8,39	0,67
	P5H2	0,0625	10	3,3	3,11	0,06	9,42	0,75
	P5H3	0,0625	13	3,4	3,12	0,08	11,93	0,95

	P5H4	0,0625	8	1,5	1,37	0,09	7,31	0,58
	P5H5	0,0625	12	3,8	3,47	0,09	10,96	0,88
	P6H1	0,0625	10	2,6	2,45	0,06	9,42	0,75
	P6H2	0,0625	13	4,1	3,89	0,05	12,33	0,99
P6	P6H3	0,0625	10	2,7	2,55	0,06	9,44	0,76
	P6H4	0,0625	9	2,1	1,97	0,06	8,44	0,68
	P6H5	0,0625	12	2,9	2,63	0,09	10,88	0,87
	P7H1	0,0625	40	6,6	4,21	0,36	25,52	2,04
	P7H2	0,0625	43	18,2	11,27	0,38	26,63	2,13
P7	P7H3	0,0625	38	12,7	8,12	0,36	24,30	1,94
	P7H4	0,0625	43	14,5	9,47	0,35	28,08	2,25
	P7H5	0,0625	46	14,9	8,98	0,40	27,72	2,22
	P8H1	0,0625	49	10,7	5,92	0,45	27,11	2,17
	P8H2	0,0625	47	9,3	5,26	0,43	26,58	2,13
P8	P8H3	0,0625	41	8,3	4,64	0,44	22,92	1,83
	P8H4	0,0625	49	11,9	6,5	0,45	26,76	2,14
	P8H5	0,0625	43	10,5	5,82	0,45	23,83	1,91
	P9H1	0,0625	54	18,1	11,32	0,37	33,77	2,70
	P9H2	0,0625	47	12,3	8,55	0,30	32,67	2,61
P9	P9H3	0,0625	43	11,1	7,7	0,31	29,83	2,39
	P9H4	0,0625	51	12,7	8,12	0,36	32,61	2,61
	P9H5	0,0625	49	9,4	4,81	0,49	25,07	2,01

**Tabla 20**

*Datos de densidad aparente y COS*

Tipo de Bosque	Código de Parcela	Altitud (m.s.n.m.)	Código de muestra	Profundidad de muestreo (cm)	Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Carbono (%)	COS (t C /Ha)
			P1A	0 a 10	1,18	4,64	54,75
Bosque Húmedo	P1	2132	P1B	10 a 20	1,10	3,74	41,18
Montano Bajo			P1C	20 a 30	1,03	1,77	18,23
Tropical (distrito			P2A	0 a 10	1,09	4,34	47,31
de Llama,	P2	2143	P2B	10 a 20	1,01	4,21	42,52
provincia de			P2C	20 a 30	0,99	2,74	27,13
Chota,			P3A	0 a 10	1,13	5,83	65,88
departamento de	P3	2152	P3B	10 a 20	0,96	3,37	32,35
Cajamarca)			P3C	20 a 30	0,92	2,11	19,41
			P4A	0 a 10	1,39	2,06	28,63
Bosque	P4	290	P4B	10 a 20	1,31	1,35	17,62
Estacionalmente			P4C	20 a 30	1,30	1,18	15,34
Seco de Llanura			P5A	0 a 10	1,42	1,6	22,72
(distrito de	P5	285	P5B	10 a 20	1,38	1,09	15,04
Chongoyape,			P5C	20 a 30	1,34	1,05	14,07
provincia de	P6	282	P6A	0 a 10	1,45	1,35	19,58
Chiclayo,							
departamento de							
Lambayeque)							

			P6B	10 a 20	1,39	1,26	17,51
			P6C	20 a 30	1,35	0,88	11,88
			P7A	0 a 10	0,82	4,15	34,03
Bosque Seco Premontano	P7	1667	P7B	10 a 20	0,81	3,79	30,70
			P7C	20 a 30	0,80	3,11	24,88
			P8A	0 a 10	0,85	4,4	37,40
Tropical (distrito de Santa Cruz, provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca)	P8	1663	P8B	10 a 20	0,84	3,66	30,74
			P8C	20 a 30	0,80	2,91	23,28
			P9A	0 a 10	0,87	4,65	40,46
	P9	1661	P9B	10 a 20	0,82	3,98	32,64
			P9C	20 a 30	0,81	2,86	23,17

**Tabla 21**

*Datos de COT*

Tipo de Bosque	Código de Parcela	COH (t C ha <sup>-1</sup> )	COS de 0 a 30 cm (t C ha <sup>-1</sup> )	COT (t C ha <sup>-1</sup> )
	P1	2,79	38,05	40,48
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	P2	2,35	38,98	41,33
	P3	2,21	39,21	41,42
	P4	0,88	20,53	21,41
	P5	0,77	17,28	18,05
Bosque estacionalmente seco de llanura	P6	0,81	16,32	17,13
	P7	2,12	29,87	31,99
	P8	2,04	30,47	32,51
Bosque seco premontano tropical	P9	2,46	32,09	34,55

**Tabla 22***Datos de parámetros fisicoquímicos del suelo*

Tipo de Bosque	Código de muestra	Conductividad Eléctrica (dS/m)	pH	Análisis Mecánico			Clase Textural
				Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	
Bosque húmedo montano bajo tropical (distrito de Llama, provincia de Chota, departamento de Cajamarca)	P1A	0,56	6	46,1	31,7	22,2	Fr.
	P1B	0,32	5,89	26	33,9	40,1	Ar.
	P1C	0,26	5,85	30,2	25,7	44,1	Ar.
	P2A	0,43	5,67	46	31,8	22,2	Fr.
	P2B	0,37	5,74	38	27,9	34,1	Fr.Ar.
	P2C	0,33	5,97	32,9	31,1	36,1	Fr.Ar.
	P3A	0,36	5,63	34,1	31,6	34,3	Fr.Ar.
	P3B	0,25	5,59	35,9	25,9	38,1	Fr.Ar.
	P3C	0,2	5,66	30,1	31,8	38,1	Fr.Ar.
Bosque estacionalmente seco de llanura (distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque)	P4A	0,59	6,67	34,2	33,8	32	Fr.Ar.
	P4B	0,32	7,3	52,2	19,8	28	Fr.Ar.A.
	P4C	0,41	7,46	57,9	20	22,1	Fr.Ar.A.
	P5A	0,37	7,46	33,9	39,9	26,2	Fr.
	P5B	0,33	7,63	39,9	33,9	26,2	Fr.
	P5C	0,51	6,89	29,9	33,9	36,2	Fr.Ar.
	P6A	0,41	7,66	46,1	29,7	24,2	Fr.
	P6B	0,4	7,86	54,1	23,8	22,1	Fr.Ar.A.
	P6C	0,36	7,12	48,1	25,8	26,1	Fr.Ar.A.
Bosque seco premontano tropical (distrito de Santa Cruz, provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca)	P7A	0,49	6,59	66	20,3	13,7	Fr.A.
	P7B	0,35	6,46	62,2	20,7	17,1	Fr.A.
	P7C	0,56	5,68	57,9	17,1	25	Fr.A.
	P8A	0,78	7,41	60,08	20,08	19,84	Fr.A.
	P8B	0,49	7,27	59,7	22,2	18,1	Fr.A.
	P8C	0,86	6,69	55,9	18,3	26,15	Fr.Ar.A.
	P9A	0,88	6,86	63,16	19,9	16,94	Fr.A.
	P9B	0,9	6,39	60,8	19,5	19,7	Fr.A.
	P9C	0,45	7,01	59,8	15,9	24,2	Fr.Ar.A.

**Figura 23**

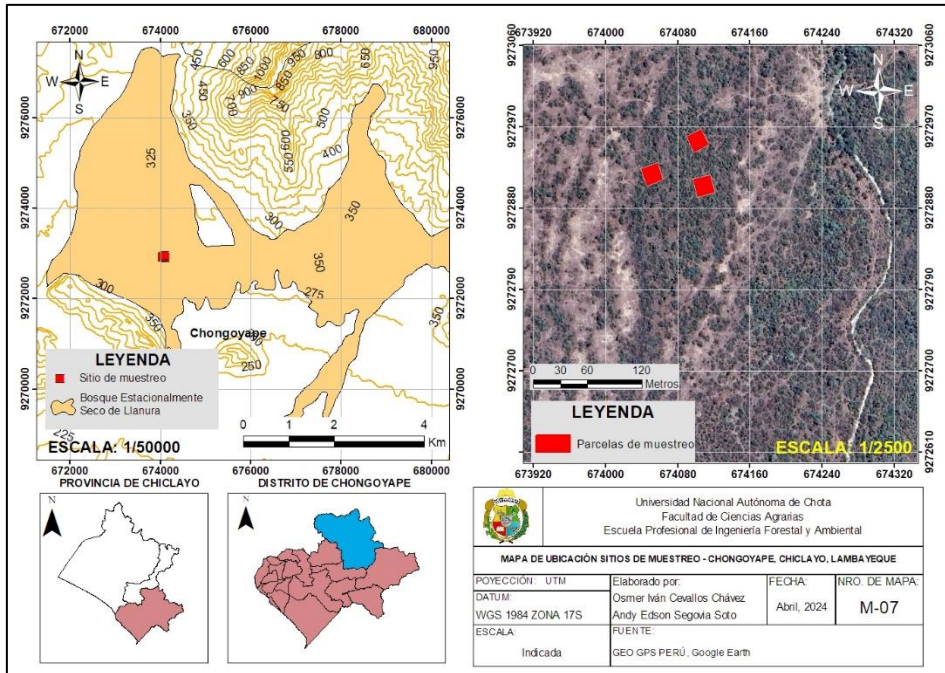
*Ficha de muestreo de suelo*

DATOS GENERALES	
Nombre del lugar en estudio:	Departamento: <i>Cajamarca</i>
Uso principal:	Provincia: <i>Chota</i>
Dirección del predio:	Distrito: <i>Itama</i>
DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO	
Nombre del punto de muestreo: <i>P1A</i>	Operador:
Coordenadas (UTM, WGS84):	Descripción de la superficie:
X: <i>709246</i>	<i>Abundante vegetación</i>
Y: <i>9282205</i>	
Temperatura (°C): <i>16 °C</i>	Precipitación:
Técnica de muestreo: <i>Zis - Zag</i>	Instrumentos usados: <i>barro, pala</i>
DATOS DE LAS MUESTRAS:	
Clave de la muestra:	<i>P1A</i>
Fecha:	<i>02/03/2024</i>
Hora:	<i>8:36 AM</i>
Profundidad desde:	<i>0 cm</i>
Profundidad hasta:	<i>10 cm</i>
Características organolépticas:	
Color:	
Olor:	
Textura:	<i>Fanica</i>
Humedad:	<i>60 %</i>
Estimación de la fracción > 2 mm (%)	
Cantidad de la muestra:	<i>250 g</i>
Tipo de muestra:	<i>Suelo</i>
PARA MUESTRAS SUPERFICIALES COMPUESTAS:	
Área de muestreo (m <sup>2</sup> ):	
Numero de sub muestras:	
Comentarios:	Croquis:

*Nota.* Adaptado de MINAM (2014).

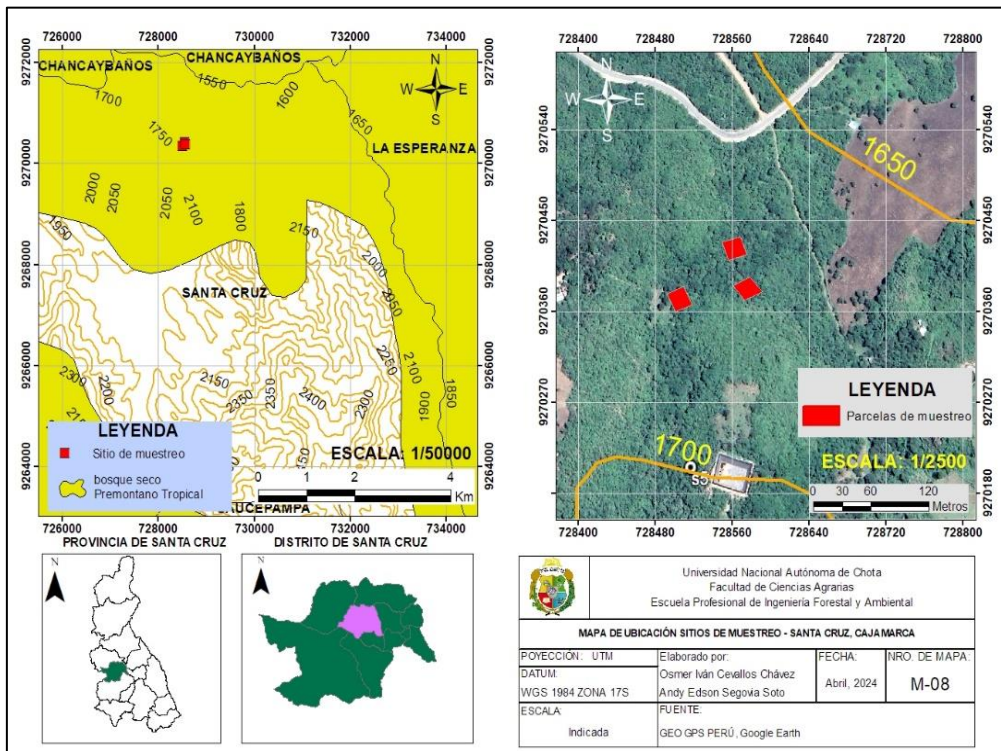
**Figura 24**

*Parcelas de muestreo en Bosque Estacionalmente Seco de Llanura (Chongoyape)*



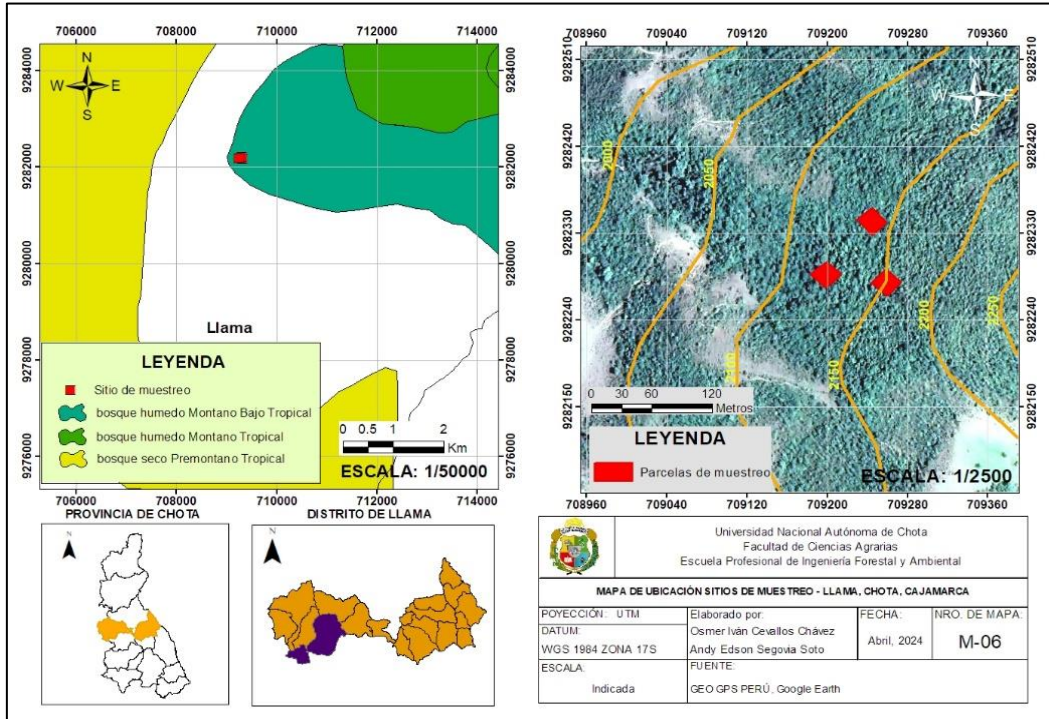
**Figura 25**

*Parcelas de muestreo en Bosque Seco Premontano Tropical (Santa Cruz)*



**Figura 26**

*Parcelas de muestreo en Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical (Llama)*



**Anexo 3.** Pruebas estadísticas en software IBM SPSS Statistics para indicadores del suelo

**Tabla 23**

*Análisis de normalidad para indicadores del suelo*

Indicador	Tipo de Bosque	Prueba de normalidad		
		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,967	9	0,87
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,895	9	0,224
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,976	9	0,942
Carbono (%) resultado de laboratorio	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,912	9	0,332
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,937	9	0,552
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,975	9	0,936
Carbono orgánico del suelo	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,918	9	0,377
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,934	9	0,521
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,962	9	0,818
Conductividad eléctrica	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,874	9	0,135
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,872	9	0,13

	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,948	9	0,668
pH	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,958	9	0,779
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,959	9	0,792
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,912	9	0,332
Porcentaje de arena	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,94	9	0,584
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,979	9	0,957
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,919	9	0,387
Porcentaje de limo	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,928	9	0,461
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,953	9	0,727
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,845	9	0,065
Porcentaje de arcilla	Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	0,893	9	0,217
	Bosque Seco Premontano Tropical	0,936	9	0,545
	Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	0,867	9	0,113

---

**Tabla 24***ANOVA para indicadores del suelo de 0 a 10 cm de profundidad*

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Arena (%)	Entre grupos	1083,227	2	541,614	15,505	0,004
	Dentro de grupos	209,586	6	34,931		
	Total	1292,813	8			
Limo (%)	Entre grupos	348,962	2	174,481	19,832	0,002
	Dentro de grupos	52,787	6	8,798		
	Total	401,749	8			
Arcilla (%)	Entre grupos	203,216	2	101,608	4,083	0,076
	Dentro de grupos	149,302	6	24,884		
	Total	352,518	8			
Densidad aparente	Entre grupos	0,424	2	0,212	190,87	0
	Dentro de grupos	0,007	6	0,001		
	Total	0,431	8			
pH	Entre grupos	3,744	2	1,872	11,464	0,009
	Dentro de grupos	0,98	6	0,163		
	Total	4,724	8			
Conductividad Eléctrica (dS/m)	Entre grupos	0,196	2	0,098	5,246	0,048
	Dentro de grupos	0,112	6	0,019		
	Total	0,309	8			
COS (t C ha <sup>-1</sup> )	Entre grupos	1082,632	2	541,316	25,342	0,001
	Dentro de grupos	128,162	6	21,36		
	Total	1210,794	8			
%C	Entre grupos	18,412	2	9,206	33,961	0,001
	Dentro de grupos	1,626	6	0,271		
	Total	20,038	8			

**Tabla 25***Post hoc de Tukey para medias de arena de 0 a 10 cm de profundidad*

<b>Arena (%)</b>			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Bosque/Profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 0-10 cm	3	38,0667	
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 0-10 cm	3	42,0667	
Bosque Seco Premontano Tropical 0-10 cm	3		63,08
Sig.		0,7	1

*Nota:* Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**Tabla 26***Post hoc de Tukey para medias de limo de 0 a 10 cm de profundidad*

<b>Limo (%)</b>			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Bosque profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bosque Seco Premontano Tropical 0-10 cm	3	20,0933	
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 0-10 cm	3		31,7

Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 0-10 cm	3	34,4667
--	---	---------

Sig.	1	0,526
------	---	-------

*Nota:* Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

### Tabla 27

*Post hoc de Tukey para medias de densidad aparente de 0 a 10 cm de profundidad*

Densidad aparente				
HSD Tukey <sup>a</sup>				
Bosque/profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	
Bosque Seco Premontano Tropical 0-10 cm	3	0,82		
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 0-10 cm	3		1	
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 0-10 cm	3			1,3433
Sig.		1	1	1

*Nota:* (a) Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000

**Tabla 28***Post hoc de Tukey para medias de pH de 0 a 10 cm de profundidad*

		<b>pH</b>	
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Bosque profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 0-10 cm	3	5,7667	
Bosque Seco Premontano Tropical 0-10 cm	3		6,9533
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 0-10 cm	3		7,2633
Sig.		1	0,638

**Tabla 29***Post hoc de Tukey para medias de COS de 0 a 10 cm de profundidad*

		<b>COS (t C ha<sup>-1</sup>)</b>		
HSD Tukey <sup>a</sup>				
Bosque profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 0-10 cm	3	22,3667		
Bosque Seco Premontano Tropical 0-10 cm	3		36,0933	
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 0-10 cm	3			49,23
Sig.		1	1	1

**Tabla 30***ANOVA para indicadores del suelo de 10 a 20 cm de profundidad*

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Arena (%)	Entre grupos	1147,976	2	573,988	16,872	0,003
	Dentro de grupos	204,127	6	34,021		
	Total	1352,102	8			
Limo (%)	Entre grupos	108,016	2	54,008	2,251	0,186
	Dentro de grupos	143,933	6	23,989		
	Total	251,949	8			
Arcilla (%)	Entre grupos	560,969	2	280,484	41,663	0
	Dentro de grupos	40,393	6	6,732		
	Total	601,362	8			
Densidad aparente	Entre grupos	0,443	2	0,222	66,712	0
	Dentro de grupos	0,02	6	0,003		
	Total	0,463	8			
pH	Entre grupos	5,174	2	2,587	22,761	0,002
	Dentro de grupos	0,682	6	0,114		
	Total	5,856	8			
CE (dS/m)	Entre grupos	0,021	2	0,011	2,984	0,126
	Dentro de grupos	0,021	6	0,004		
	Total	0,043	8			
COS (t C ha <sup>-1</sup> )	Entre grupos	704,682	2	352,341	25,685	0,001
	Dentro de grupos	82,307	6	13,718		
	Total	786,989	8			

**Tabla 31***Post hoc de Tukey para medias de arena de 10 a 20 cm de profundidad*

Arena (%)			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Bosque profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 10-20 cm	3	33,3	

Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 10-20 cm	3	48,73
Bosque Seco Premontano Tropical 10-20 cm	3	60,9
Sig.	1	0,095

**Tabla 32**

*Post hoc de Tukey para medias de arcilla de 10 a 20 cm de profundidad*

<b>Arcilla (%)</b>				
HSD Tukey <sup>a</sup>				
Bosque profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Bosque Seco Premontano Tropical 10-20 cm	3	18,3		
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 10-20 cm	3		25,43	
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 10-20 cm	3			37,43
Sig.		1	1	1

**Tabla 33***Post hoc de Tukey para medias de densidad aparente de 10 a 20 cm de profundidad*

<b>Densidad aparente</b>				
HSD Tukey <sup>a</sup>				
Bosque profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Bosque Seco Premontano Tropical 10-20 cm	3	0,81		
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 10-20 cm	3		1	
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 10-20 cm	3			1,3467
Sig.		1	1	1

**Tabla 34***Post hoc de Tukey para medias de pH de 10 a 20 cm de profundidad*

<b>pH</b>				
HSD Tukey <sup>a</sup>				
Bosque profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 10-20 cm	3	5,74		
Bosque Seco Premontano Tropical 10-20 cm	3		6,71	

Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 10-20 cm	3			7,6
Sig.		1	1	1

**Tabla 35**

*Post hoc de Tukey para medias de COS de 10 a 20 cm de profundidad*

COS (t C ha-1)				
HSD Tukey <sup>a</sup>				
Bosque profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 10-20 cm	3	16,5967		
Bosque Seco Premontano Tropical 10-20 cm	3		30,8933	
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 10-20 cm	3		37,8533	
Sig.		1	0,132	

**Tabla 36***ANOVA para indicadores del suelo de 20 a 30 cm de profundidad*

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Arena (%)	Entre grupos	1078,749	2	539,374	7,772	0,022
	Dentro de grupos	416,413	6	69,402		
	Total	1495,162	8			
Limo (%)	Entre grupos	253,007	2	126,503	6,188	0,035
	Dentro de grupos	122,653	6	20,442		
	Total	375,66	8			
Arcilla (%)	Entre grupos	341,757	2	170,879	7,21	0,025
	Dentro de grupos	142,195	6	23,699		
	Total	483,952	8			
Densidad aparente	Entre grupos	0,499	2	0,249	193,509	0
	Dentro de grupos	0,008	6	0,001		
	Total	0,507	8			
pH	Entre grupos	2,655	2	1,328	6,767	0,029
	Dentro de grupos	1,177	6	0,196		
	Total	3,832	8			
CE (dS/m)	Entre grupos	0,326	2	0,163	8,98	0,016
	Dentro de grupos	0,109	6	0,018		
	Total	0,435	8			
COS (t C ha <sup>-1</sup> )	Entre grupos	208,809	2	104,405	12,749	0,007
	Dentro de grupos	49,134	6	8,189		
	Total	257,943	8			

**Tabla 37***Post hoc de Tukey para medias de arena de 20 a 30 cm de profundidad*

Arena (%)			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Bosque profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 20-30 cm	3	31,0667	

Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 20-30 cm	3	45,3	45,3
Bosque Seco Premontano Tropical 20-30 cm	3		57,8667
Sig.		0,172	0,234

**Tabla 38**

*Post hoc de Tukey para medias de limo de 20 a 30 cm de profundidad*

<b>Limo (%)</b>			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Bosque profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bosque Seco Premontano Tropical 20-30 cm	3	17,1	
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 20-30 cm	3	26,5667	26,5667
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 20-30 cm	3		29,5333
Sig.		0,094	0,715

**Tabla 39***Post hoc de Tukey para medias de arcilla de 20 a 30 cm de profundidad*

<b>Arcilla (%)</b>			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Bosque profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bosque Seco Premontano Tropical 20-30 cm	3	25,1167	
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 20-30 cm	3	28,1333	28,1333
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 20-30 cm	3		39,4333
Sig.		0,74	0,066

**Tabla 40***Post hoc de Tukey para medias de densidad aparente de 20 a 30 cm de profundidad*

<b>Densidad aparente</b>				
HSD Tukey <sup>a</sup>				
Bosque profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Bosque Seco Premontano Tropical 20-30 cm	3	0,8433		
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 20-30 cm	3		1,1333	
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 20-30 cm	3			1,42
Sig.		1	1	1

**Tabla 41***Post hoc de Tukey para medias de pH de 20 a 30 cm de profundidad*

<b>pH</b>			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Bosque profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 20-30 cm	3	5,8267	
Bosque Seco Premontano Tropical 20-30 cm	3	6,46	6,46
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 20-30 cm	3		7,1567
Sig.		0,263	0,212

**Tabla 42***Post hoc de Tukey para medias de CE de 20 a 30 cm de profundidad*

<b>CE (dS/m)</b>			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Bosque profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 20-30 cm	3	0,2633	

Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 20-30 cm	3	0,4267	0,4267
Bosque Seco Premontano Tropical 20-30 cm	3		0,7233
Sig.		0,362	0,08

**Tabla 43**

*Post hoc de Tukey para medias de COS de 20 a 30 cm de profundidad*

<b>COS (t C ha-1)</b>			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Bosque profundidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura 20-30 cm	3	14,7033	
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical 20-30 cm	3		24,83
Bosque Seco Premontano Tropical 20-30 cm	3		25,01
Sig.		1	0,997

**Tabla 44***ANOVA para COS de 0 a 30cm, COH y COT*

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
COS de 0 a 30cm	Entre grupos	654,606	2	327,303	149,589	0
	Dentro de grupos	13,128	6	2,188		
	Total	667,735	8			
Carbono orgánico de la hojarasca	Entre grupos	4,639	2	2,319	48,177	0
	Dentro de grupos	0,289	6	0,048		
	Total	4,928	8			
Carbono orgánico total	Entre grupos	766,007	2	383,004	164,048	0
	Dentro de grupos	14,008	6	2,335		
	Total	780,015	8			

**Tabla 45***Post hoc de Tukey para medias de COS de 0 a 30 cm*

		Cos de 0 a 30cm		
HDS Tukey <sup>a</sup>				
Bosque nativo	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	3	18,0433		
Bosque Seco Premontano Tropical	3		30,81	
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	3			38,7467
Sig.		1	1	1

**Tabla 46***Post hoc de Tukey para medias de COH*

<b>COH</b>			
HDS Tukey <sup>a</sup>			
Bosque nativo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	3	0,82	
Bosque Seco Premontano Tropical	3	2,2067	
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	3	2,45	
Sig.		1	0,418

**Tabla 47***Post hoc de Tukey para medias de COT*

<b>Carbono orgánico total</b>				
HDS Tukey <sup>a</sup>				
Bosque nativo	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Bosque Estacionalmente Seco de Llanura	3	18,8633		
Bosque Seco Premontano Tropical	3	33,0167		
Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical	3	41,1967		
Sig.		1	1	1

# Anexo 4. Informe de laboratorio

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFG - 036	Versión: 01
<b>INFORME DE ENSAYO N° 491</b>		Página: 01	

**1. DATOS :**  
 Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : CAJAMARCA  
 Provincia : CHOTA  
 Distrito : LLAMA

Casero : NO ESPECIFICA  
 Cod. Cliente : P1A  
 Cod. Labsig : 491  
 Fecha : Lunes, 25 de marzo de 2024

## 2. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELOS

Lab	Numero de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	Analisis Mecanico			Clase textural	
				C %	Areia %	Arcilla %		
491	P1A	6.00	0.56	4.64	46.10	31.70	22.20	Fr.

A = Arena ; A.Fi. = Arena Fina ; F.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; F.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; F.L.A. = Franco Arcillo Arenoso ; F.A.L. = Franco Arcilloso ; F.A.L. = Franco Arcillo Limoso ; A.A. = Arcillo Arenoso ; A.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABSIG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
 RESPONSABLE DE LABSIG

  
 RESPONSABLE DE SUELOS

Recibi Conforme: Nombre: DNI: Fecha y Hora:	Firma de Conformidad
--	----------------------



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO N° 495

Código:  
CCFG - 036

Version: 01

Página:01

1. DATOS :  
Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : CALAMARCA  
Provincia : CHOTA  
Distrito : LLAMA

Casero : NO ESPECIFICA  
Cod. Cliente : P1B  
Cod. Labsig : 495  
Fecha : lunes, 25 de marzo de 2024

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS

Lab	Numero de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	C			Análisis Mecánico			Clase textural
				%	Arena %	Limo %	Arcilla %	%		
495	P1B	5.89	0.32	3.74	26.00	33.90	40.10		Ar.	

A = Arena ; A.Fi = Franco Franca ; F.A. = Franco Arenoso ; Fr = Franco ; F.L = Franco Limoso ; L = Limoso ; F.A.L.A. = Franco Arcillo Arenoso ; F.A.L. = Franco Arcilloso ; F.A.L.L. = Franco Arcillo Limoso ; A.A. = Arcillo Arenoso ; A.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABSIG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABSIG  
MIGUEL DELGADO GONZALEZ  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DE LABSIG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABSIG  
ING. EUGENIO DE LA CRUZ SAKIDIANA  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

<p>Recibi Conforme:</p> <p>Nombre: _____</p> <p>DNI: _____</p> <p>Fecha y Hora: _____</p> <p>Firma de Conformidad _____</p>
---

Calle Higos Urea N° 342-350-356 - Calle Universitaria N° 304 - Chachapuyas - Amazonas - Perú

labsig@untra.edu.pe / labsig@index-ces.edu.pe

monsig@untra.edu.pe / monsig@index-ces.edu.pe

**1. DATOS :**  
**Solicitante :** OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

**Departamento :** CAJAMARCA  
**Provincia :** CHOTA  
**Distrito :** LLAMA

**Casertio :** NO ESPECIFICA  
**Cod. Cliente :** P2A  
**Cod. Labisag :** 490  
**Fecha :** lunes, 25 de marzo de 2024

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS**

Lab	Número de Muestra	Muestra	pH (1:1)	C.E (1:1) dS/m	C			Clase textural	
					Arena %	Limo %	Arcilla %		
490	P2A		5.67	0.43	4.34	46.00	31.80	22.20	Fr.

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; F.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; F.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; F.A.A. = Franco Arcillo Arenoso ; F.Ar. = Franco Arcilloso ; F.A.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.  
 Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
 Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS BÁSICAS  
ING. ANDY SEGOVIA SOTO  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS BÁSICAS  
ING. EULIA VILLALBA FLORES  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

<b>Recibi Conforme:</b> Nombre: _____ DNI: _____ Fecha y Hora: _____	_____ <b>Firma de Conformidad</b>
---	--------------------------------------



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO N° 496

Código:  
CCFG - 036

Versión: 01

Página:01

1. DATOS :

Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : CAJAMARCA

Provincia : CHOTA

Distrito : LLAMA

Casero : NO ESPECIFICA

Cod. Cliente : P2B

Cod. Labisag : 496

Fecha : lunes, 26 de marzo de 2024

2. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELOS

Lab	Numero de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	C %	Análisis Mecánico			Clase textural
					Arena %	Limo %	Arcilla %	
496	P2B	5.74	0.37	4.21	38.00	27.90	34.10	Fr.Ar.

A = Arena ; A.Fr = Arena Franca ; F.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.A.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
ING. ELIZABETH MORALES  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS SUBSUELO  
ING. ELIZABETH MORALES  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibi Conforme:

Nombre:

DNI:

Fecha y Hora:

Firma de Conformidad



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO N° 493

Código:  
CCFG - 036

Version: 01

Página:01

1. DATOS :

Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : CAJAMARCA

Provincia : CHOTA

Distrito : LLAMA

Casero : NO ESPECIFICA

Cod. Cliente : P2C

Cod. Labisag : 493

Fecha : lunes, 25 de marzo de 2024

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	Análisis Mecánico			Clase textural	
				C %	Arena %	Limo %		Arcilla %
493	P2C	5.97	0.33	2.74	32.90	31.10	36.10	Fr.Ar.

A = Arena ; A.Ft. = Arena Franca ; F.A. = Franco Arenoso ; Ft. = Franco ; F.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; F.A.A. = Franco Arcillo Arenoso ; F.A. = Franco Arcilloso ;  
Ft.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACION EN CIENCIAS Y FARMACIAS LABISAG  
Mg. LUIS DE JESUS LOPEZ CONTRERAS  
RESPONSABLE

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACION EN CIENCIAS Y FARMACIAS LABISAG  
ING. ELDER VILLAN GARCIA SALTANVA  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

<p>Recibi Conforme:</p> <p>Nombre:</p> <p>DNI:</p> <p>Fecha y Hora:</p> <p>Firma de Conformidad</p>
---



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

Código:  
CCFG - 036

Versión: 01

Página:01

INFORME DE ENSAYO N° 489

1. DATOS :  
Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : CAJAMARCA  
Provincia : CHOTA  
Distrito : LLAMA

Casario : NO ESPECIFICA  
Cod. Cliente : P3A  
Cod. Labisag : 489  
Fecha : lunes, 25 de marzo de 2024

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS

Lab	Numero de Muestra	pH (1:1)	C:E (1:1) dS/m	Analisis Mecánico			Clase textural	
				C %	Arena %	Limo %		Arcilla %
489	P3A	5.63	0.36	5.83	34.10	31.60	34.30	Fr.Ar.

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; F.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; F.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; F.A.L. = Franco Arcillo Arenoso ; F.Ar. = Franco Arcilloso ;  
F.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producción o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE  
AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN SUELOS  
ING. EULER  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE  
AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN SUELOS  
ING. EULER  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

<p>Recibi Conforme:</p> <p>Nombre: _____</p> <p>DNI: _____</p> <p>Fecha y Hora: _____</p> <p style="text-align: right;">Firma de Conformidad</p>
--

Calle Higos Urco N° 342-350-356 - Calle Universitaria N° 304 - Chacabambas - Amazonas - Perú  
labisag@untram.edu.pe / labisag@indices.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO N° 497

Código:  
CCFG - 036

Version: 01

Página:01

1. DATOS :  
Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : CAJAMARCA  
Provincia : CHOTA  
Distrito : LLAMA

Casero : NO ESPECIFICA  
Cod. Cliente : P3B  
Cod. Labisag : 497  
Fecha : Lunes, 25 de marzo de 2024

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS

Lab	Número de Muestra	Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) ds/m	C			Análisis Mecánico			Clase textural
					%	Arena %	Limo %	Arcilla %			
497	P3B		5.59	0.25	3.37	35.90	25.90	38.10		Fr.Ar.	

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; F.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; F.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; F.A.A. = Franco Arcillo Arenoso ; F.A.L. = Franco Arcillo Limoso ; A.A. = Arcillo Arenoso ; A.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS SUBSUELO  
ING. LUIS DELGADO TORRES  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS SUBSUELO  
ING. EDITH WILSON SANCHEZ SALDANA  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibi Conforme:  
Nombre:  
DNI:  
Fecha y Hora:

Firma de Conformidad



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO N° 494

Código:  
CCFG - 036

Versión: 01

Página:01

1. DATOS :

Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : CAJAMARCA

Provincia : CHOTA

Distrito : LLAMA

Casario : NO ESPECIFICA

Cod. Cliente : P3C

Cod. Labisag : 494

Fecha : lunes, 25 de marzo de 2024

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS

Lab	Número de Muestra	Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	Análisis Mecánico			Clase textural	
					C %	Arena %	Limo %		
494	P3C		5.66	0.20	2.11	30.10	31.80	38.10	Fr.Ar.

A = Arena ; A.Fi. = Arena Arenosa ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fi. = Franco ; Fi.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; Fr.Ac.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;

Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS LABISAG  
Mg. LILY DEL PILAR CHAVEZ SANCHEZ  
RESPONSABLE

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS LABISAG  
ING. EULER YANIS ANTONIO SALDANA  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibi Conforme:

Nombre:

DNI:

Fecha y Hora:

Firma de Conformidad



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO N° 498

Código:  
CCFG - 036

Version: 01

Página:01

1. DATOS :  
Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : LAMBAYEQUE  
Provincia : CHICLAYO  
Distrito : CHONGGOVAPE

Casero : NO ESPECIFICA  
Cod. Cliente : P4A  
Cod. Labsag : 498  
Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	Análisis Mecánico			Clase textural	
				C %	Arena %	Limo %		
498	P4A	6.67	0.59	2.06	34.20	33.80	32.00	Fr.Ar.

A = Arena ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABSAG.  
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
ING. TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA  
RESPONSABLE DE LABSAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS  
ING. ELLER WILLIAN GARCIA SALDANA  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibí Conforme:

Nombre: \_\_\_\_\_  
DNI: \_\_\_\_\_  
Fecha y Hora: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma de Conformidad



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO N° 499

Código:  
CCFG - 036

Versión: 01

Página: 01

1. DATOS :  
Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : LAMBAYEQUE  
Provincia : CHICLAYO  
Distrito : CHONGOVAYPE

Casero : NO ESPECIFICA  
Cod. Cliente : P4B  
Cod. Labisag : 499  
Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

2. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELOS

Lab	Numero de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	Analisis Mercánico			Clase textural	
				C %	Arena %	Limo %		Arcilla %
499	P4B	7.30	0.32	1.35	52.20	19.80	28.00	Ft.A.A.

A = Arena; Ft. = Franco Arenoso; Ft.A. = Franco Arenoso; Ft.L. = Franco Limoso; L = Limoso; Ft.A.A. = Franco Arcillo Arenoso; Ft.Ar. = Franco Arcilloso;  
Ft.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso; Ar.A. = Arcillo Arenoso; Ar.L. = Arcillo Limoso; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MESTRADO EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA Y DEL AGUA  
LABORATORIO DE SUELOS

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MESTRADO EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA Y DEL AGUA  
LABORATORIO DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibi Conforme:  
Nombre:  
DNI:  
Fecha y Hora:  
Firma de Conformidad



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO Nº 500

Código:  
CCFG - 036

Version: 01

Página:01

1. DATOS :  
Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : LAMBAYEQUE  
Provincia : CHICLAYO  
Distrito : CHONGOYAPE

Casero : NO ESPECIFICA  
Cod. Cliente : P4C  
Cod. Labisag : 500  
Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

2. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELOS

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	C			Clase textural
				Arena %	Limo %	Arcilla %	
500	P4C	7.46	0.41	1.18	57.90	20.00	FI.A.A.

A = Arena ; Af.F. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.  
Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
DUEÑO  
Mg. LILY DEL PUERTO JIMENEZ CONTRERAS  
RESPONSABLE

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS LABISAG  
ING. EULER VILLANUEVA SALDANA  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibí Conforme: Nombre: DNI: Fecha y Hora:  Firma de Conformidad
--



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO N° 502

Código:  
CCFG - 036

Versión: 01

Página: 01

1. DATOS :

Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : CHICLAYO

Distrito : CHONGGOVAPE

Casero : NO ESPECIFICA

Cod. Cliente : PSA

Cod. Labisag : 502

Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

2. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELOS

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	Análisis Mecánico			Clase textural	
				C %	Arena %	Limo %		
502	PSA	7.46	0.37	1.60	33.90	39.90	26.20	Fr.

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; F.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; F.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; F.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; F.Ar. = Franco Arcilloso ;

F.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS  
ING. LILY DEL ROSARIO  
RESPONSABLE DE LABISAG

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS  
ING. EULER WILSON SANCHEZ SALDANA  
RESPONSABLE DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibí Conforme:

Nombre:

DNI:

Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

Calle Higos Ureo N° 342-350-356 - Calle Universitaria N° 304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú

labisag@untram.edu.pe / labisag@index-es.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO Nº 503

Código:  
CCFG - 036

Versión: 01

Página:01

1. DATOS :  
Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : LAMBAYEQUE  
Provincia : CHICLAYO  
Distrito : CHONGGOYAPE

Casero : NO ESPECIFICA  
Cod. Cliente : PSB  
Cod. Labisag : 503  
Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	Análisis Mecánico			Clase textural	
				C %	Arena %	Limo %		
503	PSB	7.63	0.33	1.09	39.90	33.90	26.20	Fi.

A = Arena ; A.Fi. = Arena Franca ; F.A. = Franco Arenoso ; Fi. = Franco ; F.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; F.A.A. = Franco Arcillo Arenoso ; F.A.L. = Franco Arcilloso ; F.A.Li. = Franco Arcillo Limoso ; A.A. = Arcillo Arenoso ; A.L. = Arcillo Limoso ; A. = Arcilloso

Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS  
Mg. LILY DEL PILAR CHAVEZ CONTRERAS  
RESPONSABLE DE LABISAG

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS  
ING. EULER VALDEPARRA  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

<p>Recibí Conforme:</p> <p>Nombre: _____</p> <p>DNI: _____</p> <p>Fecha y Hora: _____</p> <p style="text-align: right;">Firma de Conformidad</p>
--



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO N° 501

Código:  
CCFG - 036

Versión: 01

Página:01

**1. DATOS :**  
Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : LAMBAYEQUE  
Provincia : CHICLAYO  
Distrito : CHONGOVAPÉ

Caserío : NO ESPECÍFICA  
Cod. Cliente : P5C  
Cod. Labisag : 501  
Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS**

Lab	Número de Muestra	Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	C			Análisis Mecánico			Clase textural
					%	Arena %	Limo %	Arcilla %			
501	P5C		6.89	0.51	1.05	29.90	33.90	36.20		Fr.Ar.	

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS LABISAG  
Mg. LILY DE PILAYUEÑEN RESPONSABLE

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS LABISAG  
ING. EULER VILLALBA RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS

Recibi Conforme:  
Nombre:  
DNI:  
Fecha y Hora:  
Firma de Conformidad



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO N° 505

Código:  
CCFG - 036

Version: 01

Página:01

**1. DATOS :**  
Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO  
Departamento : LAMBAYEQUE  
Provincia : CHICLAYO  
Distrito : CHONCOYAPE

Casertio : NO ESPECIFICA  
Cod. Cliente : P6A  
Cod. Labisag : 505  
Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

**2. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELOS**

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	C			Análisis Mecánico			Clase textural
				%	Arena %	Limo %	Arcilla %			
505	P6A	7.66	0.41	1.35	46.10	29.70	24.20		Fr.	

A = Arena ; A.Fr. = Franco Arenosa ; Fr. = Franco ; F.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.A.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.A.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.  
Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRANEAS  
Mg. TILLY DEL PILAR RODRIGUEZ RIVERAS  
RESPONSABLE

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRANEAS  
ING. EULER VILLALBA SALDANA  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibi Conforme:

Nombre:  
DNI:  
Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

Calle Higos Urco N° 342-350-356 - Calle Universitaria N° 304 - Chachapuyas - Amazonas - Perú  
labisag@untram.edu.pe / labisag@inde-ces.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO N° 506

Código:  
CCFG - 036

Version: 01

Página:01

**1. DATOS :**  
Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : LAMBAYEQUE  
Provincia : CHICLAYO  
Distrito : CHONGGOYAPE

Casertio : NO ESPECIFICA  
Cod. Cliente : P6B  
Cod. Labisag : 506  
Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS**

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	C			Clase textural	
				Arena %	Limo %	Arcilla %		
506	P6B	7.86	0.40	1.26	54.10	23.80	22.10	Fr:Ar:A.

A = Arena ; Ar:Fr = Franco Arenosa ; Fr:A = Franco ; Fr:L = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr:Ar:A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr:Ar = Franco Arcilloso ;  
Fr:Ar:L = Franco Arcillo Limoso ; Ar:A. = Arcillo Arenoso ; Ar:L = Arcillo Limoso ; Ar = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE  
AMAZONAS  
LABISAG  
Mg. LILY DEL PILAR LUNA  
RESPONSABLE

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE  
AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS LABISAG  
Mg. EULÉN VILCA  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibí Conforme: Nombre: DNI: Fecha y Hora:  Firma de Conformidad
--



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO N° 504

Código:  
CCFG - 036

Version: 01  
Página:01

1. DATOS :  
Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : LAMBAYEQUE  
Provincia : CHICLAYO  
Distrito : CHONGOYAPE

Casero : NO ESPECIFICA  
Cod. Cliente : P6C  
Cod. Labisag : 504  
Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

2. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELOS

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) ds/m	Análisis Mecánico			Clase textural	
				C %	Arena %	Arcilla %		
504	P6C	7.12	0.36	0.88	48.10	25.80	26.10	F.Ar.A.

A = Arena ; A.Fi = Franco Arenosa ; F.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; F.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; F.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE  
AMAZONAS  
LABISAG  
Mg. LIDY DE PIÑAS JUAREZ COCHERAS  
RESPONSABLE

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE  
AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS LABISAG  
ING. EULÉN VILLALBA  
RESPONSABLE DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibí Conforme:

Nombre: \_\_\_\_\_  
DNI: \_\_\_\_\_  
Fecha y Hora: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma de Conformidad

**1. DATOS :**

Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : CAJAMARCA  
 Provincia : SANTA CRUZ  
 Distrito : SANTA CRUZ

Casero : NO ESPECIFICA  
 Cod. Cliente : P7A  
 Cod. Labisag : 507  
 Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

**2. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELOS**

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	C			Clase textural	
				%	Arena %	Arcilla %		
507	P7A	6.59	0.56	4.15	66.00	11.70	20.30	Ft.A

A = Arena ; A.Ft. = Arena Franca ; Ft.A. = Franco Arenoso ; Ft. = Franco ; Ft.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; Ft.A.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Ft.Ar. = Franco Arcilloso ; Ft.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
 LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS  
 ING. LUIS ALVARO MORALES  
 RESPONSABLE

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
 LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS  
 ING. EULER WILLIAN GARCIA SOTOMAYOR  
 RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibi Conforme: Nombre: DNI: Fecha y Hora:	Firma de Conformidad
--	----------------------



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO N° 508

Código:  
CCFG - 036

Versión: 01

Página:01

1. DATOS :  
Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : CAJAMARCA  
Provincia : SANTA CRUZ  
Distrito : SANTA CRUZ

Casero : NO ESPECIFICA  
Cod. Cliente : P7B  
Cod. Labisag : 508  
Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

2. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELOS

Lab	Numero de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	C			Clase textural
				Arena %	Limo %	Arcilla %	
508	P7B	6.46	0.35	3.79	62.20	20.70	Ft.A.

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Ft.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Ft.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; Ft.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Ft.Ar. = Franco Arcilloso ;  
Ft.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.  
Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AMAZONAS  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA  
LABORATORIO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y AGUAS SUBTERRANEAS  
Mg. LILY DEL ROSARIO JUAREZ CONTRERAS  
RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AMAZONAS  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA  
LABORATORIO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y AGUAS SUBTERRANEAS  
ING. EULER WILLIAN GARCIA SALDANA  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DE LABISAG

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibi Conforme: Nombre: DNI: Fecha y Hora:  Firma de Conformidad
--





UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO Nº 511

Código:  
CCFG - 036

Versión: 01

Página: 01

**1. DATOS :**  
Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO  
Departamento : CALAMARCA  
Provincia : SANTA CRUZ  
Distrito : SANTA CRUZ

Casero : NO ESPECIFICA  
Cod. Cliente : P8A  
Cod. Labisag : 511  
Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

**2. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELOS**

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1-1) dS/m	C			Análisis Mecánico			Clase textural
				%	Arena %	Limo %	Arcilla %			
511	P8A	7.41	0.86	4.40	60.08	20.08	19.84		Fr.A.	

A = Arena ; A.F. = Arena Franco ; F.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; F.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; F.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; A. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.  
Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE SUELOS  
Mg. LUIS PILAR  
RESPONSABLE

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE SUELOS  
ING. EULER  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibi Conforme:  
Nombre:  
DNI:  
Fecha y Hora:  
Firma de Conformidad

Calle Higos Uroo N° 342-350-356 - Calle Universitaria N° 304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú  
labisag@untra.edu.pe / labisag@indices.edu.pe

labisag@untra.edu.pe / labisag@indices.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO N° 512

Código:  
CCFG - 036

Version: 01

Página:01

**1. DATOS :**  
Solicitante : OSMIER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO  
Departamento : CAJAMARCA  
Provincia : SANTA CRUZ  
Distrito : SANTA CRUZ

Casero : NO ESPECIFICA  
Cod. Cliente : P8C  
Cod. Labisag : 512  
Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

**2. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELOS**

Lab	Numero de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	Análisis Mecánico			Clase textural	
				C %	Arena %	Limso %		Arcilla %
512	P8C	6.69	0.78	2.91	55.90	17.80	26.30	Fr-Ar.A.

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; F.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABISAG  
Mg. LILY DEL PILAR JARENE  
RESPONSABLE

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS  
ING. EMILER WILLIAN GARCIA SALDIVANA  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibí Conforme:  
Nombre:  
DNI:  
Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

Calle Higos Uro N° 342-350-356 - Calle Universitaria N° 304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú  
labisag@untram.edu.pe / labisag@inide-cs.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO N° 513

Código:  
CCFG - 036

Versión: 01

Página: 01

1. DATOS :  
Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : CAJAMARCA  
Provincia : SANTA CRUZ  
Distrito : SANTA CRUZ

Casero : NO ESPECIFICA  
Cod. Cliente : P9A  
Cod. Labisag : 513  
Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

2. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELOS

Lab	Numero de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	C			Análisis Mecánico			Clase textural
				%	Arena %	Limo %	Arcilla %	Arcilla %		
513	P9A	6.86	0.88	4.65	63.16	19.90	16.94		Fr.A.	

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Note: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS  
LABISAG  
Mg. LIEV DEL PRINZAL  
RESPONSABLE

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS  
Mg. EULER MALLAN GARCÍA SALDANA  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibi Conforme:

Nombre:

DNI:

Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

**1. DATOS :**  
 Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : CAJAMARCA  
 Provincia : SANTA CRUZ  
 Distrito : SANTA CRUZ

Casario : NO ESPECIFICA  
 Cod. Cliente : P9B  
 Cod. Labisag : 514  
 Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

**2. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELOS**

Lab	Numero de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	C			Análisis Mecánico			Clase textural
				%	Arena %	Limo %	Arcilla %			
514	P9B	6.39	0.45	3.98	60.80	19.50	19.70		Fr.A.	

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.  
 Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
 Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABISAG  
Mg. LILY DEL PILAR TUÁEZ CON RIVERAS  
RESPONSABLE

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO INVESTIGACION DE SUELOS LABISAG  
ING. EULER WILSON SANCHEZ SALDANA  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibi Conforme: Nombre: DNI: Fecha y Hora:	Firma de Conformidad
--	----------------------



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONIAS

INFORME DE ENSAYO N° 515

Código:  
CCFG - 036

Version: 01

Página: 01

1. DATOS :  
Solicitante : OSMER CEVALLOS CHAVEZ - ANDY SEGOVIA SOTO

Departamento : CAJAMARCA  
Provincia : SANTA CRUZ  
Distrito : SANTA CRUZ

Casero : NO ESPECIFICA  
Cod. Cliente : P9C  
Cod. Labsag : 515  
Fecha : martes, 26 de marzo de 2024

2. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELOS

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	Analisis Mecánico			Clase textural	
				C %	Arena %	Limo %		Arcilla %
515	P9C	7.01	0.90	2.86	59.80	15.90	24.40	F.A.A.

A = Arena ; A.Fi = Arena Arenosa ; F.A. = Franco Arenoso ; Fi = Franco ; F.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; F.A.A. = Franco Arcillo Arenoso ; F.Ar. = Franco Arcilloso ; F.A.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.  
Los resultados presentados son válidos unicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONIAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN SUELOS Y AGUAS LABISAG  
Mg. LUIS DEL PUERTO  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONIAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN SUELOS Y AGUAS LABISAG  
ING. EULER MILLAN GARCIA SALDANA  
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibi Conforme:  
Nombre:  
DNI:  
Fecha y Hora:  
Firma de Conformidad

## MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS DE SUELO

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. pH: medida en el potenciómetro de la suspensión en el suelo: agua relación 1:1.
4. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. % M.O. = %CX1.724.
5. Fósforo disponible: método de Olsen modificado, extracción con NaHCO<sub>3</sub>=0.5M, pH 8.5.
6. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>)<sub>N</sub>, pH 7.0
7. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>)<sub>N</sub>; pH 7.0
8. Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> cambiabiles: reemplazamiento con acetato de amonio(CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>) N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de emisión atómica.
9. Al<sup>+3+H<sup>+</sup></sup>: método de Yuan: extracción con KCl, N.

### Equivalencias:

- 1 ppm = 1 mg/kilogramo
- 1milimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro
- 1 miliequivalente / 100g = 1 cmol (+)/kg
- Salas solubles totales (TDS) en ppm o mg/kg = 640xCEEes
- CE (1:1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

## TABLA DE INTERPRETACIÓN

Salinidad	CE(es)	Materia Orgánica		Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas	
		%	ppm P			ppm K	Clasificación
clasificación del suelo							
*muy ligeramente salino	<2	<2.0	<7.0	<100	*Normal	0.2-0.3	5-9
*ligeramente salino	2-4	2-4	7.0-14.0	100-240	*defc. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	4-8	>4.0	>14.0	>240	*defc. K	>0.2	
*fuertemente salino	>8				*defc. Mg		>10

### Reacción o pH

clasificación del suelo	pH
*fuertemente ácido	<5.5
*moderadamente ácido	5.6-6.0
*ligeramente ácido	6.1-6.5
*neutro	7.0
*ligeramente alcalino	7.1-7.8
*moderadamente alcalino	7.9-8.4
*fuertemente alcalino	>8.5

### CLASES TEXTURALES

Clase	Descripción
A	= arena
A.Fr	= arena franca
Fr.A	= franco arenoso
Fr.	= franco
Fr.L.	= franco limoso
L	= limoso
Fr.Ar.A	= franco arcillo arenoso
Fr.Ar	= franco arcilloso
Fr.Ar.L	= franco arcillo limoso
Ar.A	= arcillo arenoso
Ar.L	= arcillo limoso
Ar.	= arcilloso

### Distribución de cationes %

Cation	Clasificación	k/Mg	Ca/Mg
Ca <sup>+2</sup>	=	60-75	
Mg <sup>+2</sup>	=	15-20	
K <sup>+</sup>	=	3-7	
Na <sup>+</sup>	=	<15	

**Anexo 5. Panel fotográfico**

**Figura 27**

*Delimitación de parcelas bosque nativo de Llama*



**Figura 28**

*Recolección de hojarasca en bosque nativo de Llama*



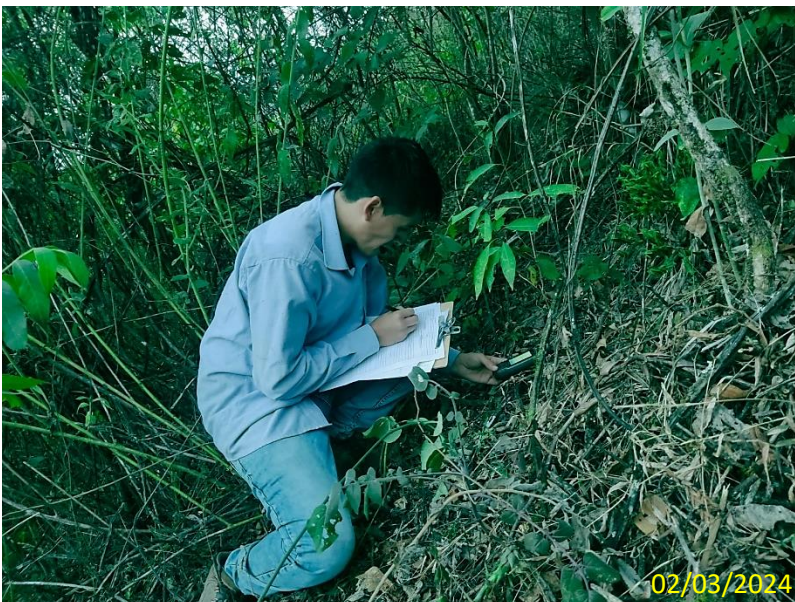
**Figura 29**

*Verificación de profundidad de muestreo de suelo en bosque nativo de Llama*



**Figura 30**

*Georreferenciación con GPS de puntos de muestreo en Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical*



**Figura 31**

*Extracción de muestra de suelo para medición de DA en bosque nativo de Llama*



**Figura 32**

*Extracción de submuestra de suelo en bosque nativo de Llama*



**Figura 33**

*Delimitación de parcelas en bosque nativo de Chongoyape*



**Figura 34**

*Extracción de submuestra de suelo en bosque nativo de Chongoyape*



**Figura 35**

*Extracción de muestra de suelo para densidad aparente en bosque nativo de Chongoyape*



**Figura 36**

*Cuarteo de submuestras de suelo en bosque nativo de Chongoyape*



**Figura 37**

*Delimitación de parcelas en bosque nativo de Santa Cruz*



**Figura 38**

*Georreferenciación con GPS de puntos de muestreo en Bosque Seco Premontano Tropical*



**Figura 39**

*Extracción de muestra de suelo para medición de densidad aparente en bosque nativo de Santa Cruz*



**Figura 40**

*Extracción de submuestra de suelo en bosque nativo de Santa Cruz*



**Figura 41**

*Cuarqueo de submuestras de suelo en bosque nativo de Santa Cruz*



**Figura 42**

*Secado de muestras de hojarasca*



**Figura 43**

*Pesado de submuestras frescas de hojarasca*



**Figura 44**

*Secado de muestras para medición de densidad aparente*



**Figura 45**

*Medición de peso seco de muestras de densidad aparente*

