

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Influencia de la variabilidad altitudinal en las características físicas, químicas y biológicas de suelos de origen aluvial reciente, Huánuco, 2023”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR: Nación Sebastián, Alfredo

ASESOR: Zacarias Ventura, Héctor Raúl

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Biotecnología y Nanotecnología

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Biotecnología ambiental

Disciplina: Biotecnología ambiental

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72966813

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22515329

Grado/Título: Doctor en ciencias de la educación

Código ORCID: 0000-0002-7210-5675

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	De Jesús Mendoza, Efer	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	43411558	0000-0002-5372-6345
3	Valdivia Martel, Perfecta Sofía	Maestro en Ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	43616954	0000-0002-7194-3714



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día 24 del mes de octubre del año 2024, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Efer De Jesus Mendoza (Secretario)
- Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 2325-2024-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD ALTITUDINAL EN LAS CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLOGICAS DE SUELOS DE ORIGEN ALUVIAL RECIENTE, HUÁNUCO, 2023"**, presentado por el (la) Bach. **NACION SEBASTIAN, ALFREDO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado* Por *Unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *14* y cualitativo de *Suficiente* (Art. 47)

Siendo las *16:10* horas del día *24* del mes de *octubre* del año *2024*, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Frank Erick Camara Llanos
DNI: 44287920
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Presidente

Mg. Efer De Jesus Mendoza
DNI: 43411558
ORCID: 0000-0002-5372-6345
Secretario

Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel
DNI: 43616954
ORCID: 0000-0002-7194-3714
Vocal



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: ALFREDO NACIÓN SEBASTIÁN, de la investigación titulada "INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD ALTITUDINAL EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE SUELOS DE ORIGEN ALUVIAL RECIENTE, HUÁNUCO, 2023", con asesor(a) HÉCTOR RAÚL ZACARÍAS VENTURA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2026-2022-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 17 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 14 de mayo de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

50. NACIÓN SEBASTIÁN ALFREDO.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	16%	4%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unas.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.udh.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
3	aes.ucf.edu.cu	1%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.unan.edu.ni	1%
	Fuente de Internet	



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, a mis padres, mis hermanos, a los docentes en general a quienes agradezco por haber formado e instruido con buenos conocimientos de nivel, a mi asesor de tesis, quien me supo guiar en este último proceso de la carrera universitaria, gracias a todos por haber formado parte de mi proceso.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por la vida y por permitirme estar redactando estas palabras, a mis padres por el sacrificio, esfuerzo y confianza que me brindaron en todo el proceso de mi formación académica, a mis hermanos por haber aportado cada uno de ellos con un grano de arena en el día a día del proceso académico, a los docentes en general a quienes agradezco por haber formado e instruido con buenos conocimientos de nivel, a mi asesor quien es un profesional respetable, quien me supo guiar en este último proceso de la carrera universitaria, gracias a todos por haber formado parte de mi proceso.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCIÓN	X
CAPÍTULO I	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	13
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	13
1.2.3. OBJETIVO GENERAL	14
1.2.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.5. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	15
CAPÍTULO II	16
MARCO TEÓRICO	16
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	16
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	16
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	22
2.2. BASES TEÓRICAS	23
2.2.1. VARIABILIDAD ALTITUDINAL	23
2.2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO	24
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	32
2.3.1. ALTITUD	32
2.3.2. SUELO	32

2.3.3. SUELOS ALUVIALES RECIENTES.....	32
2.3.4. CONDICIÓN FÍSICA DE LOS SUELOS.....	33
2.3.5. ALTITUD Y CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	33
2.4. HIPÓTESIS.....	33
2.5. VARIABLES	34
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	34
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	34
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	35
CAPÍTULO III.....	36
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	36
3.1.1. ENFOQUE	36
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	36
3.1.3. DISEÑO	36
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	37
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	38
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	42
CAPÍTULO IV.....	43
RESULTADOS.....	43
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	43
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	47
CAPÍTULO V.....	48
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	48
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS	54
ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Locaciones de los distritos	37
Tabla 2 Características mecánicas del suelo (%) de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023.....	38
Tabla 3 Características mecánicas del suelo (%) de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023.....	43
Tabla 4 Características químicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023.....	44
Tabla 5 Características biológicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023.....	45
Tabla 6 Prueba de normalidad de los datos	46
Tabla 7 Prueba estadística: t de Student para muestras relacionadas	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Método del cuarteo para recolección de muestras	39
Figura 2 Características mecánicas del suelo (%) de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023.....	43
Figura 3 Características biológicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023.....	45

RESUMEN

El estudio de mi tesis tuvo objetivo de Evidenciar la influencia de la variabilidad altitudinal en las tipologías físicas, químicas y biológicas de suelos de origen aluvial reciente, Huánuco, 2023, el Método considero la selección de 12 puntos de muestreo a diferentes altitudes, en cada punto se toma una muestra de suelo, muestras de las que se establecieron las propiedades físicas, químicas y biológicas de las entidades. teniendo como resultado la apreciación de una relación significativa entre la altitud y la conductividad eléctrica (CE), entre la altitud y la cantidad de nitrógeno (N), entre la altitud y la cantidad de carbono (C), entre la altitud y la cantidad de Potasio (K) y entre la altitud y la respiración (mg CO₂/gramo seco por día). Conclusión: se evidencia que variabilidad altitudinal tiene influencia significativa entre la altitud en M.S.N.M y la conductividad eléctrica (CE), entre la altitud en M.S.N.M y la cantidad de nitrógeno (N), entre la altitud en M.S.N.M y la cantidad de carbono(C), entre la altitud en M.S.N.M y la cantidad de Potasio (K) y entre la altitud M.S.N.M y la respiración (mg CO₂/gramo seco por día)

Palabras Clave: Influencia, variabilidad, físicas, químicas, suelos.

ABSTRACT

The study of my thesis had the objective of demonstrating the influence of altitudinal variability on the physical, chemical and biological typologies of soils of recent alluvial origin, Huánuco, 2023, the Method considered the selection of 12 sampling points at different altitudes, at each point a soil sample is taken, samples from which the physical, chemical and biological properties of the entities were established. resulting in the appreciation of a significant relationship between altitude and electrical conductivity (EC), between altitude and the amount of nitrogen (N), between altitude and the amount of carbon (C), between altitude and the amount of Potassium (K) and between altitude and respiration (mg CO₂ / dry gram per day). Conclusion: It is evident that altitudinal variability has a significant influence between the altitude in M.S.N.M and the electrical conductivity (EC), between the altitude in M.S.N.M and the amount of nitrogen (N), between the altitude in M.S.N.M and the amount of carbon (C), between the altitude in M.S.N.M and the amount of Potassium (K) and between the altitude M.S.N.M and respiration (mg CO₂/dry gram per day)

Keywords: Influence, variability, physical, chemical, soils.

INTRODUCCIÓN

El terreno constituye un recurso esencial para la vida, constituyendo la base fundamental de la misma de la producción de los alimentos y Los tesoros naturales imprescindibles para la existencia. En las entrañas del terreno, el barro se oculta en su esencia y se realizan diversas actividades antropogénicas, tales como: la extracción de minerales, ganadería, agricultura, entre otros. Por ello, es de suma importancia que dicho suelo no llegue a la infertilidad o a su degradación; en el mundo existen diversos problemas ambientales como resultado del progreso o el desarrollo, uno de ellos es la contaminación de los suelos, siendo actualmente un tema de preocupación en cada país del mundo, hoy en día se ha reconocido ampliamente que muchos agentes son responsables de la contaminación de La vegetación, los animales, el viento y, por lo tanto, el aire del suelo, estos agentes son de origen natural y también antropogénico. Es apremiante que se minimice o tome bajo control La polución del terreo con metales pesados causados por estas actividades mineras ha dejado una huella indeleble en el terreno

Los suelos aluviales recientes tienen la característica de Encuentra una textura limosa a franco arcillo limosa, con un contenido calcáreo que le confiere una característica alcalina, sobre su superficie se encuentra materia orgánica. Con todas estas características, son suelos fértiles, debido al aporte continuo de materiales (minerales y nutrientes). Son suelos que ameritan ser cuidados y valorados como un recurso importante para la humanidad; por lo que es de mucho interés el desarrollo de estudios que permitan Comprender las peculiaridades y el comportamiento de los terrenos es una tarea fascinante frente a otras variables que la benefician o la afectan, variables como la variabilidad altitudinal, la cual es En el transcurso de esta investigación, se explorará el tema de estudio que fundamenta la necesidad de llevar a cabo este estudio. A fin de revelar cómo la fluctuación altitudinal moldea las propiedades físicas, químicas y biológicas de tierras de origen aluvial contemporáneo. La conclusión del estudio deja como evidencia que la variabilidad altitudinal tiene influencia significativa en la conductividad eléctrica

(CE), en la cantidad de nitrógeno (N), en la cantidad de carbono (C), en la cantidad de Potasio (K) y en la respiración (mg CO₂/gramo seco por día) que se da en el suelo origen aluvial reciente.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el mundo existen diversos problemas ambientales como resultado del progreso o el desarrollo, uno de ellos es la contaminación de los suelos, siendo actualmente un tema de preocupación en cada país del planeta.

El terreno, esencial para la existencia, es la cuna de los alimentos y los tesoros naturales esenciales para nuestra supervivencia. En el suelo se realizan diversas actividades antropogénicas, tales como: la extracción de minerales, ganadería, agricultura, entre otros. Por ello, es de suma importancia que dicho suelo no llegue a la infertilidad o a su degradación.

Hoy en día se ha reconocido ampliamente que la minería es considerada como un contaminante activo de la vegetación, los animales, el viento y, por tanto, el aire y suelo. Es apremiante que se minimice o tome bajo control la contaminación del suelo por metales pesados provocados por dichas actividades mineras. La minería es practicada en muchos países del mundo, debido a que impulsa el desarrollo y crecimiento económico para los países que la llevan a cabo, es un mal necesario, sin embargo, eso no la exime de haberse convertido en una amenaza para la propia humanidad ya que, produce contaminantes nocivos especialmente para las comunidades aledañas y se daña el medio ambiente de manera considerable.

Los suelos aluviales recientes tienen la característica de poseer un terreno de textura franco-limosa a franco arcillo limoso, con una presencia calcárea que le confiere una característica alcalina, sobre su superficie se encuentra materia orgánica. Con todas estas características, son suelos fértiles, debido al aporte continuo de materiales (minerales y nutrientes). Son suelos que ameritan ser cuidados y valorados como un recurso importante para la humanidad.

Interesaría profundamente realizar investigaciones que desentrañen las particularidades y el comportamiento de los terrenos en comparación con

otras variables suelos frente a otras variables que la benefician o la afectan. Todo ello con el objetivo de mejor aprovecharlo, sin desmerecer el cuidado que merece para no perder o destruir sus características beneficiosas para la humanidad.

Revisando las investigaciones anteriores se ha encontrado que existen pocos estudios medianamente relacionados con el que se propone en el estudio, por lo que el aporte de este estudio será significativo. Para llevar a cabo esta investigación, se considerará la exploración de los terrenos de origen aluvial reciente considerando tres diferentes altitudes, en el que se evaluarán las características pertinentes que permitan entender las diferencias existentes.

En el presente estudio, se busca analizar detalladamente las diversas propiedades físicas, químicas y biológicas que presenta el suelo aluvial de reciente formación, teniendo en consideración la variación altitudinal con respecto al nivel del mar. El propósito principal es discernir y destacar las posibles disparidades que puedan surgir en función de esta variable específica, es decir, la altitud.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera influye la variabilidad altitudinal en las características físicas, químicas y biológicas de suelos de origen aluvial reciente, Huánuco, 2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuáles son las características mecánicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023?

¿Cuáles son las características químicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023?

¿Cuáles son las características biológicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023?

1.2.3. OBJETIVO GENERAL

Evidenciar la influencia de la variabilidad altitudinal en las características físicas, químicas y biológicas de suelos de origen aluvial reciente, Huánuco, 2023

1.2.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir las características mecánicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023

Describir las características químicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023

Describir las características biológicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Se justificó el estudio por cuanto se trató de una investigación pura o básica que aportó un conocimiento significativo del comportamiento de una variable considerando otra variable participante. Se trata de un estudio explicativo, que evalúa la causalidad (causa-efecto). Además, se justifica el estudio porque, tal como se evidencia en los antecedentes, existe un vacío de conocimiento respecto a las variables que se proponen en la presente investigación. Toda investigación pura o básica se justifica plenamente cuando se presentan dichos vacíos de conocimiento. Los resultados de toda investigación pura o básica sientan las bases para que en adelante se desarrollen estudios de nivel aplicativo, no puede haber estudios aplicativos sin estudios puros o básicos. Los estudios aplicativos tienen la característica de proponer soluciones o identificar las mejores soluciones para la solución de problemas.

La investigación pura o básica es la que permite entender la realidad de una determinada línea de investigación, siendo muy útil para luego desarrollar una investigación aplicada que permita solucionar un problema determinado o proponer una mejora.

1.4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio está limitado a la presentación de resultados de cuatro niveles altitudinales sobre el nivel del mar, en el que se evaluó las diversas aspectos físicos, químicas y biológicos que componen el terreno aluvial reciente. Se tomó como población de estudio a este suelo por cuanto se trata de suelos fértiles, con características que optimizan la producción de alimentos para el hombre. Son suelos que ameritan ser evaluados y cuidados por el mismo hombre. El número de unidades de estudio aun cuando fue reducido, fue suficiente para hacer demostrar la hipótesis y lograr la inferencia hacia otras realidades.

1.5. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio fue viable por cuanto se tuvo previa y plenamente identificado a las unidades de estudio que participaron en la investigación. Asimismo, existían laboratorios cercanos que permitieron obtener los resultados que se perseguían. Existían los instrumentos pertinentes y acordes para llevar a cabo las mediciones respectivas y llevar a cabo el análisis estadístico. El estudio fue viable teóricamente porque se contaba con el conocimiento técnico de como manipular las muestras a ser llevadas al laboratorio, sin exponer riesgo alguno para alterar los resultados. El estudio fue viable metodológicamente por cuanto existían protocolos a seguir para cada una de las variables en estudio. Además, se constaba con los recursos económicos suficientes para completar las tareas y los objetivos planteados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

En su exploración sobre los patrimonios químicos, físicos y biológicos de la tierra, Calderón-Medina y sus colegas (2019) idearon una técnica para medir la excelencia del suelo en áreas agroforestales. En el Instituto de Investigación La Libertad de Agrosavia, se encuentra el Centro de Investigación La Libertad, ubicado en el corazón del territorio se analizaron tres formas de aprovechamiento del terreno: bosques, sistema agroforestal (SAF) y pradera. Se recolectaron muestras de suelo a dos niveles: entre los 10 y los 20 centímetros, y se evaluaron diversas variables físicas y químicas, además de cuantificar la presencia de microorganismos como bacterias, hongos, actinomicetos y meso invertebrados, clasificados por familia y especie.

Los datos fueron explorados inicialmente de manera descriptiva y descifrados a partir de valores de referencia. Posteriormente, se emplearon El arte de desentrañar los misterios de los Componentes Fundamentales a través de técnicas estadísticas (ACP), La diversidad y el método de contraste de medias de Duncan, empleando los programas R (versión 3.1.2, ADE4 1.4.5) e INFOSTAT 2014I. Las variables analizadas abarcaron tanto aspectos químicos como físicos (conductividad hidráulica, densidad aparente, porosidad, saturación, capacidad de campo, humedad disponible, punto de marchitez y porcentajes de arena y arcilla).

Las variables revelaron la diversidad de sistemas en cuanto a la excelencia del suelo. En el entramado agrícola y forestal se detectó una química intermedia, con pH elevado (5,30), bajo contenido de aluminio intercambiable (1,02 Cmol/kg) y niveles reducidos de calcio y magnesio en ambas profundidades. Además, En las entrañas de entre 10 y 20

centímetros se hallaron los niveles más elevados de azufre. (13,08 mg/kg) y zinc (0,70 mg/kg). Sin embargo, la calidad física fue baja, evidenciada por la densidad aparente de 1,34 g/cm³ en la capa superficial y 1,46 g/cm³ en la más profunda. En cuanto a las variables biológicas, aunque no hubo diferencias marcadas entre los sistemas, El bosque reveló una proliferación notable de actinomicetos y hongos micorrízicos en sus arbustos, vinculados a una alimentación más eficiente de fósforo.

Ruiz y Paolini (2021), en su artículo denominado el (CIESA) de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales Rómulo Gallegos (UNERG), han divulgado los indicadores biológicos correspondientes a los terrenos lacustres y aluviales de Venezuela para diversos fines. Indican que la aplicación del uso terrestre puede afectar la actividad de los microorganismos y alterar sus procesos bioquímicos. La finalidad de la investigación fue examinar la expulsión profunda y los coeficientes ecofisiológicos en terrenos ubicados en la ribera del lago de Valencia, bajo tres tipos de uso: vegetación autóctona, cultivo único de caña de azúcar y monocultivo de banano, con el objetivo de discernir el uso del terreno. Impacta sus propiedades microbiológicas. Respecto a la metodología empleada, se registró una reducción significativa en el carbono orgánico total (Corg), el carbono soluble en agua y la respiración basal —un indicador de la actividad microbiológica— en suelos agrícolas en comparación con aquellos cubiertos por vegetación nativa, tanto en suelos aluviales como lacustres. Los hallazgos revelaron una variación en el cociente metabólico (CO₂) en función del uso del suelo, con un nivel más elevado en los sistemas agrícolas de banano, en una secuencia de orden descendente: banano, vegetación silvestre, caña de azúcar. Sin embargo, se constató una reducción significativa ($P < 0.05$) en terrenos con vegetación autóctona, lo que evidencia una administración más eficaz de la energía ecológica y una calidad superior de la materia orgánica presente. En síntesis, la modalidad de cultivo y las técnicas empleadas son factores determinantes tanto en el tipo de cultivo como en las metodologías empleadas.

Mogollón et al. (2018) en su artículo: En su artículo, Mogollón et al. (2018) señalan: En la Península de Paraguaná, Venezuela, el carbono orgánico del suelo danza con el gradiente altitudinal, revela la diversidad de las reservas de COS en zonas áridas, moldeadas por las fluctuaciones del suelo, el clima y la vegetación con la elevación. Este estudio buscó desentrañar cómo las reservas de COS se metamorfosean a lo largo de un sendero montañoso en la Península de Paraguaná, ubicada en el estado Falcón, Venezuela, donde se despliega un gradiente altitudinal. Recorrido. Se escogieron quince puntos de muestreo ubicados en diversas altitudes. Cada área recibió tres muestras de suelo para evaluar su carbono total, densidad aparente, fracciones granulométricas, conductividad eléctrica y pH. Los hallazgos revelaron que la cumbre de 400 metros guardaba tesoros de carbono. sobre el nivel del mar alcanzaron 101,5 t ha⁻¹, mientras que en la cumbre más baja (1 metros sobre el nivel del mar) se situaron en 7,8 t ha⁻¹. Las reservas de COS revelaron una danza armoniosa entre la lluvia anual y el termómetro habitual. Las alteraciones en el COS se originaron principalmente por la disminución del calor y el aumento del calor de las precipitaciones con la elevación del terreno. Para finalizar. La flora juega un rol vital en las reservas de carbono, alcanzando los niveles más altos en los terrenos cubiertos por bosques del Monumento Natural Cerro Santa Ana.

Torres y sus colegas (2022) en su estudio: Aunque el Chocó rebosa de biodiversidad, la UNED Research Journal destaca que, aunque el Chocó rebosa de biodiversidad, es escaso lo que se ha registrado sobre cómo la altitud moldea su formación, variabilidad, composición y carbono arbóreo. Objetivo: Analizar cómo la altitud moldea la flora, la arquitectura y el almacenamiento de carbono en los En el Chocó biogeográfico, los bosques del gradiente altitudinal Quibdó-Carmen de Atrato se entrelazan con la riqueza de la naturaleza. Métodos: diseñamos 18 terrenos de 20×20 metros ubicados en un rango de 101 a 1701 metros sobre el nivel del mar. Y CA, chocaron. Utilizando el método de Wardy, se llevó a cabo una regresión lineal sencilla para desentrañar la conexión entre la altitud

y las variables estructurales y de biomasa. La diversidad se calculó utilizando los cálculos de Shannon y Simpson. Se determinó la biodiversidad utilizando una fórmula alométrica específica para este bosque. El carbono se calculó utilizando un porcentaje de carbono de 0,5. Descubrimientos: Nos topamos con 773 criaturas, repartidas en 90 especies y 33 familias botánicas. Los rincones más bajos brillaron con mayor abundancia. Las familias con la mayor diversidad de árboles fueron: Fabaceae, Malvaceae, Lauraceae y Clusiaceae son las reinas de la flora. A través del estudio de Ward, se logró dividir los sitios en dos categorías significativas ($p < 0,05$), la más baja siendo reinada por las especies *Iryanthera tricornis* Ducke y *Brosimum utile* (Kunth) Pittier. y un *Pithecellobium insidiosum*. y el segundo más elevado, eclipsado por *Aniba puchury-minor* (Mart.) Mez. En cuanto a la densidad, los sitios mostraron escasas variaciones, mientras que el área base se desvanece a medida que se eleva el nivel. Para las magnitudes de presencia de clase, área basal, diversidad y biomasa, se descubrieron conexiones y correlaciones adversas con la longitud, mientras que la densidad reveló una señal favorable. En promedio, la biomasa aérea albergó 68,28 Mg de carbono. h^{-1} para el gradiente altitudinal QDO–CA, que se desvanece con la elevación y varía estadísticamente entre los sitios seleccionados ($p < 0,05$). En resumen: La altitud moldea de manera significativa la diversidad de especies el ciclo de la flora, la estructura, la biomasa y el carbono en los ecosistemas examinados

Valentín et al. (2019) En su artículo: Propiedades fisicoquímicas La Revista Científica Agroecosistemas, Chile, destaca que este estudio se lleva a cabo la propiedad Morrocuya, ubicada en la parroquia Ciudad de Nutrias, en Barinas, se eleva a 120 metros sobre el nivel del mar metros sobre el nivel del mar, con el propósito de analizar las características físicas y químicas del suelo aluvial para su uso ecológico. Para efectuar el estudio, se han erigido cuatro áreas: la primera, con pasto de corte. King grass (*Pennisetum purpureum* L.); la segunda, esculpida por el pasto. *Cynodon plectostachium* L.; la tercera, con una invasión de caoba (*Swietenia mahogany* L.) y la cuarta, en un refugio ecológico.

Procedimiento: Se capturan 9 muestras de cada área en bolsas plásticas, a intervalos de 0-10, 10-20 y 20-40 cm, sumando un total de 36 muestras. El algoritmo de Tukey, la matriz de correlaciones de Pearson, las ecuaciones de regresión simples y los elementos esenciales se realizan a través del procesador estadístico IBM. Análisis Estadístico de Resultados. (Edición 19.0 para Windows). Resulta que el contenido de Ca, K y P, medidas en mg.kg⁻¹, fluctúa según las profundidades examinadas; las fluctuaciones en la proporción de arena, limo y arcilla del suelo están influenciadas por la agricultura de cada región. Se evalúan como rasgos del suelo que indican su sostenibilidad la densidad aparente, la riqueza orgánica, la arcilla limo máxima, la proporción de arena y el pH del agua.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Huamán-Carrión y sus colegas (2021), en su estudio titulado "El impacto de la altitud y las particularidades del suelo en la habilidad de guardar carbono orgánico en pastos naturales altoandinos", publicado en la revista Scientia Agropecuaria (Trujillo, Perú), subrayan que el suelo es el segundo mayor almacenador natural de carbono, solo superado por los océanos. No obstante, la mayoría de los estudios sobre carbono orgánico del suelo (COS) han enfocado sus esfuerzos en los bosques, olvidando otros ecosistemas cruciales como los pastizales altoandinos, donde la variedad de especies vegetales y su extensión abarcan vastos territorios.

El propósito del estudio fue analizar cómo la altitud influye en la habilidad de la tierra para guardar carbono orgánico en plantas de pasto como *Stipa*, *Festuca* y *Calamagrostis*, y cómo esta habilidad se entrelaza con las características del terreno. Desde 4000 hasta 4410 metros sobre el nivel del mar, se recolectaron 73 muestras de suelo a una profundidad de 0,2 metros. El índice de carbono fue calculado utilizando la técnica de erosión a vapor.

Los hallazgos revelaron que las especies analizadas no mostraron diferencias notables en el almacenamiento de COS., con un promedio

general de $364,33 \pm 48,80$ toneladas por hectárea. Además, se hallaron correlaciones entre el contenido de COS y diversas variables: altitud (0,84), arena (0,72), limo (-0,30), arcilla (-0,56), temperatura (-0,82) y materia orgánica (0,91).

Los hallazgos revelaron que las especies analizadas no mostraron diferencias notables en la acumulación de COS, alcanzando un promedio de $364,33 \pm 48,80$ toneladas por hectárea. Asimismo, se descubrieron vínculos entre la presencia de COS y múltiples variables: altitud (0,84), arena (0,72), limo (-0,30), arcilla (-0,56), temperatura (-0,82) y materia orgánica (0,91).

Rizalaso (2019) en su estudio titulado Estimación de la Humedad Ideal y la Capacidad Mayor Seca a través de Regresiones para En el Territorio de Puno, se encuentran Sub Bases que se elevan hasta 3000 metros sobre el nivel del mar, lleva a cabo una indagación descriptiva, correlacional y experimental, enfocada en variables particulares de los terrenos de la provincia. La cantidad ideal de agua (CHO), la densidad máxima seca (DMS), el umbral líquido y la granulometría son algunos de los elementos clave. Mediante estudios estadísticos, se desentrañan estas características y se delinean ecuaciones y niveles de conexión entre ellas. El objetivo del estudio fue desentrañar el CHO y la DMS a partir de aspectos esenciales del terreno, como su grado y límite líquido, Utilizables a la construcción de bases en áreas elevadas que superan los 3000 metros sobre el nivel del mar. En lo que respecta a la metodología, se llevaron a cabo veinte análisis de terrenos con variadas distribuciones granulométricas, conforme a la normativa EG-2013. Estos experimentos se realizaron en los laboratorios especializados en técnica de terrenos, cemento de esa institución educativa. Los hallazgos resultaron sumamente gratificantes, con correlaciones que superaron el 90% entre las variables examinadas, revelando una conexión notable dentro la nivelación del terreno y su DMS, así como entre limitado líquido y el CHO en subbases situadas a más de 3000 metros sobre el nivel del mar en la región de Puno.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Rojas (2017), en su investigación que lleva en la UNAS, en Huánuco, Perú, ha llevado a cabo esta investigación en el área Vista Alegre, San Jorge, municipio de Rupa Rupa, región Leoncio Prado, departamento Huánuco, con el propósito de analizar la diversidad y el desplazamiento acerca de las propiedades físicas y químicas de un suelo. aluvial de textura pesada y su danza espacial. Técnica. En las calicatas, la textura de la arena fluctúa entre arcilloso, franco arcilloso y franco, con pH que oscila entre 4.35 y 4.53, con nitrógeno que oscila entre 0.07 y 0.11 %, fósforo que oscila entre 10.21 y 11.2 ppm, y potasio que oscila entre 315.6 y 436.52 kg/ha. (-) /kg posición baja. El magnesio (Mg) oscila entre 2.33 y 2.74 Cmol (+) por kilogramo, siendo su presencia escasa. El aluminio (Al) oscila entre 6.25 y 7.77 Cmol (+) por kilogramo, siendo su presencia escasa. Los contenidos de arena, limo y arcilla muestran una dependencia espacial en su comportamiento. Resulta que el comportamiento de la materia orgánica revela una correlación excelente entre los puntos seleccionados y, en contraste, una discrepancia del 65.41% con otros elementos. En resumen. La significancia moderada del nitrógeno se debe a los puntos aleatorios seleccionados y a la diferencia del 72.54% entre otros factores. El fósforo exhibe una correlación excelente y una diferencia de 0.27% con otros factores. El potasio exhibe una correlación excelente, las fluctuaciones del K se deben a los puntos aleatorios seleccionados y a la diferencia del 53.05% entre otros factores.

Ruiz (2010), en su investigación: La UNAS informa que esta investigación se llevó a cabo entre los laboratorios de Química Forestal y Análisis de suelo pertenecientes a la Académico de Recursos Naturales Renovables y la Facultade de Agronomía, junto con los laboratorios de Química Forestal y Análisis de suelo.se emplearon en los meses de octubre y julio de 2008 en el parque nacional Tingo María, con el fin de desentrañar el carbono escondido en las profundidades del terreno a distintas niveles del espacio natural. Técnica. La investigación

en terreno ha comenzado con la creación del mapa altitudinal para ubicar las áreas según el plan de muestreo. Se han diseñado 55 mallas de 300 metros cuadrados y 36 submallas de 50 metros cuadrados, cada una con una extensión de 0,25 hectáreas. Cada subparcela abarca una superficie de 0,25 hectáreas. El condominio, el Río Perdido, el Río Oro y las Cuevas de las Lechuzas se establecen como puntos de control. La recolección de la muestra de suelo se realizó utilizando un cilindro muestreador de volumen conocido, sumergido a una profundidad de 30 cm., mientras que las raíces se examinaron en tres estratos del suelo: superficial (0 a 10.5cm.), intermedio (21 a 29.9 cm.), y profundo (20 a 30 cm.) y profundo (50-60 cm.). Para calcular el carbono en las raíces, se seleccionó del suelo y las piedras del cilindro, pesadas en una balanza digital, y luego se secaron en la estufa a 103 °C durante 24 a 48 horas, hasta alcanzar un peso constante. Tras este tiempo, se llevaron a cabo las pesadas correspondientes. La hojarasca recolectada fue pesada en una balanza digital, y luego se sumergió en una estufa a 103°C durante un lapso de 24 a 48 horas. Para calcular el carbono en el suelo, se emplearon las ecuaciones sugeridas por el (IPCC, 1996). Finalización del resultado. El volumen total de acumulación de carbono en el terreno a distintas Alturas del Parke Histórico Tingo María y sus majestuosas montañas. alcanza 1 162,55 MTn; en cambio, la hojarasca y las raíces del suelo acumulan 9,44 MTn y 347,026 MTn, respectivamente. correspondientemente.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. VARIABILIDAD ALTITUDINAL

2.2.1.1. ALTITUD

La altitud se refiere a la separación vertical entre cualquier lugar de la Tierra en comparación con la altura del mar. Para establecer la altitud, es necesario definir la altura, se utiliza el nivel del mar como referencia. Por esta razón, la altitud se muestra en metros continuos utilizando el símbolo "msnm", que se traduce

como metros sobre el nivel del mar. Igualmente, se considera que la altitud equivale a la altura en relación con su superficie. La altitud está vinculada con los estratos térmicos, es decir, la relación entre la altitud y el elemento que altera el clima, especialmente en la región intertropical. Debido a que la temperatura ambiental se reduce a una altura superior, alrededor de 1 °C por cada 180 m de altura (Significados, 2020).

2.2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO

2.2.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

- **Estructura del Suelo**

Es la parte más visible del planeta Tierra, caracterizada por una gran diversidad y complejidad. En esta superficie se desarrollan distintos fenómenos climáticos, como la lluvia y el viento. Además, constituye un entorno donde interactúan complejos procesos físicos y químicos, y alberga un ecosistema subterráneo compuesto por pequeños animales y una amplia variedad de microorganismos, cuya presencia influye directamente en su fertilidad (FAO, 2022).

- **La Profundidad del suelo**

Las partículas físicas del suelo, como la arena, se consideran elementos texturales, mientras que el limo y la arcilla tienden a unirse para formar agregados que, a su vez, constituyen estructuras de mayor tamaño. La estructura del suelo influye directamente en aspectos fundamentales como la aireación, el movimiento del agua, la transmisión del calor, el desarrollo de las raíces y la habilidad para desarrollar esistir la erosión. Entre los factores que más impactan esta estructura se encuentra el agua, ya que interviene en la disolución y precipitación de minerales, además de afectar el crecimiento de las plantas (FAO, 2022).

2.2.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA EN EL SUELO

El contenido de humedad en el suelo se mide en mm/m. El agua almacenada o fluyente en el suelo afecta la formación del suelo, su estructura, estabilidad y erosión. El agua almacenada es el factor principal para satisfacer la demanda hídrica de las plantas (FAO, 2022).

- **La disponibilidad del agua en el Suelo**

Las curvas de retención de agua revelan la existencia de agua en el suelo. Al momento en que el suelo está saturado, el agua expulsa el aire de sus entrañas. La Capacidad de Campo (CC) mide la capacidad del terreno para almacenar agua tras su saturación y permitir el drenaje sin considerar la evapotranspiración, hasta que el terreno alcance su potencial de agua, un fenómeno que ocurre entre 24 y 48 horas tras una lluvia o riego. En esta dinámica, el líquido vital en los poros más extensos (macroporos) se escapa mediante la fuerza gravitatoria hacia los estratos más profundos, mientras que los microporos guardan agua, y los poros colosales acogen tanto aire como agua.

La CC está sujeta a una presión de un tercio de bar. En lo que respecta a las plantas, alcanzan una succión de hasta 15 bares; este punto se conoce como el Punto de Marchitez Permanente (PMP). En esta fase, las plantas han perdido su habilidad para absorber agua, aunque continúan evaporándose mediante la transpiración, lo cual provoca una disminución en su turgencia y, como resultado, su fragilidad. El abismo entre la Habilidad de Campo y el Lugar de Longitud y puede expresarse en milímetros o en porcentuales. La estructura del terreno influye notablemente en la capacidad de agua que alberga tras el caudal y en la porción auténtica que las plantas pueden aprovechar. Examinando las líneas de conservación de humedad del terreno en el laboratorio, se puede apreciar cómo el suelo se conserva húmedo. FAO (2018).

Rucks et al. (2004) Según ellos, el calor específico del agua, calculado en una caloría por gramo, o por centímetro cúbico, supera con notable eficacia la media del calor específico de los elementos del suelo. De esta manera, el agua se calienta con mayor lentitud que el suelo, y este se calienta con mayor lentitud cuando está húmedo. En los estratos inferiores, una fracción del calor absorbido por el suelo se transforma en vapor. Sin embargo, la conductividad del calor supera la del aire, y el calor se propaga con mayor facilidad si, en los poros del suelo, la cantidad de agua supera la del aire. En resumen, cada transformación en la condición del agua del suelo —sea condensación, vaporización, solidificación o fusión— impacta en la temperatura del suelo y reduce la magnitud de sus fluctuaciones. En el calentamiento del suelo, la humedad desempeña un rol más crucial que la textura.

- **La Textura del Suelo**

El terreno se compone de una amalgama de componentes incrustados de variadas estructuras y dimensiones, tales como el barro, el limo y la arcilla. La estructura es esencial, pues su papel es crucial un rol vital en la fertilidad, permitiendo retener agua, respirar, drenar, guardar nutrientes y otras características. De acuerdo con la FAO, el triángulo de textura de los suelos funciona como un faro para identificar la composición del suelo. Se conocen como piedra y grava a las diminutas partículas del suelo que superan los 2.0 mm, y también se catalogan en el ámbito de las texturas. Se conoce como franco arenoso con gravas a un terreno que presenta un 20% de gravas. Al dominar los elementos orgánicos, las tierras se metamorfosean en oasis vibrantes de vida (FAO, 2022).

En cambio, Rucks et al. (2004) destacan que es esta proporción de cada componente del suelo la que define la textura, es decir, la composición de los componentes del suelo: arena dura, arena mediana, arena fina, limo y arcilla. Es conocido que un suelo

posee una textura excepcional cuando la armonía de sus componentes permite ser un bastión que facilita la conexión del sistema radicular de las plantas y su alimentación.

- **Color del Suelo**

La tonalidad del terreno depende de sus componentes y fluctúa según la cantidad de agua, la presencia de compuestos orgánicos y la capacidad de oxidación de los minerales. Es posible apreciar de manera subrepticia ciertos atributos del terreno. Para distinguir las etapas en un perfil de terreno, identificar el origen de la materia madre, detectar la presencia de compuestos orgánicos, evaluar el drenaje y detectar sales y carbonatos (FAO, 2022).

Rucks et al. (2004) La tonalidad del suelo revela su esencia, visible y asequible para discernir su naturaleza dentro del mosaico regional o local. En su mayoría, está vinculado a los mecanismos de pedogénesis o a uno de los elementos de formación. Por un lado, el arte de pintar el suelo no siempre es crucial, y por otro, la misma tonalidad o tonalidades que se encuentran en sus vecindarios pueden surgir de razones diversas. Así que ese rasgo debe ser empleado con cautela y reconociendo que rara vez se puede considerar como un criterio de clasificación para los vastos tipos de terrenos.

- **Consistencia del Suelo**

La firmeza es la característica que determina la fortaleza del terreno ante cualquier torsión o fractura que pueda sufrir. De acuerdo con su nivel de agua, el suelo puede ser duro, extremadamente duro o suave. Se evalúa a través de tres grados de humedad: aire seco, aire húmedo y aire mojado. Antes de ejecutar la edificación, es crucial evaluar con exactitud la fortaleza del terreno (FAO, 2022).

- **Porosidad del Suelo**

El lugar poroso del territorio representa la fracción del terreno libre de cargas sólidas. En términos generales, el suelo se compone de un 50% de sólidos (45% minerales y 5% compuestos orgánicos) y otro 50% de porosos. En el reino de los poros, se distinguen grandes y diminutos conductos donde el agua, los nutrientes, el aire y los gases pueden fluir o quedarse atrapados. Los poros gigantes no capturan agua bajo el peso de la tensión, son los arquitectos del drenaje, la aeración del terreno y el refugio donde brotan las raíces. Los diminutos poros capturan el líquido vital para las plantas (FAO, 2022).

Además, Rucks et al. (2004) señalan que en el universo poroso existen microporos y macroporos. Los primeros, sin resistir la presión del impacto, son los encargados del caudal y la ventilación del terreno, siendo, además, el epicentro vital de la vida vegetal. Los segundos capturan el líquido vital para las plantas, reservando una fracción para ellas. La totalidad del suelo es un mosaico de macroporos y microporos. Las peculiaridades del espacio poroso se moldean por la textura y la arquitectura del terreno.

- **Densidad del Suelo**

A través del análisis de la densidad, se puede desentrañar la existencia de los poros de la tierra. Se refiere al peso por cada centímetro del terreno. Hay dos clases de densidad: la auténtica y la falsa. La densidad real de las partículas del suelo fluctúa según la composición de sus componentes y suele rondar los 2,65. Un terreno compacto o con partículas granulares como la arena sugiere un suelo con una densidad elevada. Una densidad aparentemente modesta no implica necesariamente un entorno favorable para el florecimiento vegetal.

- **Movimiento del agua en el suelo**

El agua serpentea por el terreno impulsada por la fuerza de la presión, el ascenso capilar y la danza de la expulsión. Entre los 0 y 1/3 bar, el agua se desliza por las fuerzas de la gravedad, conocido como caudal líquido. Las fuerzas de succión más intensas se conocen como flujos sin saturación. La Conductividad Hidráulica permite cuantificar los ríos en el terreno. Es posible desentrañar los secretos del flujo acuático en el suelo al detallar las clases de drenaje y sus peculiaridades específicas (propiedades gleyicas y stágnicas).

2.2.2.3. PROPIEDADES BIOLÓGICAS

- **El Ciclo del Nitrógeno**

La danza del nitrógeno en el suelo se entrelaza con la vida microbiana y las criaturas terrenales, tales como lombrices, nematodos, protozoarios, hongos, bacterias y artrópodos. La danza biológica del suelo moldea la estructura y las particularidades del terreno. No obstante, al ser una disciplina recién descubierta, queda mucho por explorar y descubrir cómo influye en la esencia de los terrenos. Las criaturas del suelo descomponen los restos vegetales y animales, liberando nutrientes que las plantas pueden absorber. Los nutrientes guardados en los organismos del suelo evitando su descomposición mediante la lixiviación. Los diminutos habitantes del suelo conservan la estructura mientras las lombrices desmoronan el terreno (FAO, 2022).

Los hongos desempeñan un rol vital en el Ciclo del Nitrógeno a través de diversos mecanismos:

- La metamorfosis del nitrógeno en el suelo se manifiesta mediante la impregnación con amoníaco o su componente (NH_3). Un fenómeno donde el nitrógeno cristalino se convierte en amonio (NH_4^+) mediante la magia de descomponedores y

bacterias. Al morir una planta o animal, o al descartar residuos, el nitrógeno se transforma en una sustancia inerte. Las bacterias y, en ocasiones, los hongos, metamorfosean el nitrógeno natural en residuos de amonio, un fenómeno conocido como mineralización o amonificación.

- La nitrificación se descompone en tres fases distintas. En la fase inicial, las bacterias transforman el carbono en amonio (NH_4^+), permitiendo que las raíces de las plantas los absorben sin dificultad. En la segunda fase, el amonio se descompone y se transforma en el conocido como nitrito. En la tercera fase, el nitrato se transforma en NO_3 .
- El combustible se atrapa en el suelo gracias a bacterias y algas que lo absorben en su cuerpo y lo devuelven al suelo tras su muerte. Las bacterias *Azotobacter* y *clostridium* son conocidas como las guardianas del nitrógeno sin simbiosis. Las bacterias que tejen vínculos simbióticos abarcan a *Rhizobia*. Su hogar reside en las raíces de las legumbres, creando refugios en las células corticales donde las bacterias habitan.
- La destrucción de nitrógeno libera el nitrógeno al aire. Las bacterias invisibles *Achromobacter* y *Pseudomonas* se encargan de transformar nitratos y nitritos en óxido de nitrógeno N_2O o N molecular N_2 . Al acelerar el proceso, el suelo pierde por completo su nitrógeno y, por ende, su fertilidad (FAO, 2022).

- **El ciclo de carbono**

El esquema del ciclo de carbono desentraña cómo el elemento vital se entrelaza entre la vida, el suelo, la tierra, el agua y la atmósfera. El arte más crucial del mundo radica en reciclar y reutilizar el tesoro más abundante del planeta. La danza anual del carbono y su danza entre las diversas reservas se origina por la danza química, física, geológica y biológica. Los seres vivos que habitan el suelo son pilares esenciales para que el suelo fluya con

nutrientes y carbono. La mayoría de la materia orgánica generada por la descomposición anual de los desechos vegetales se deposita en la superficie del suelo o en las raíces, siendo devorada casi completamente por los organismos del suelo, forjando una reserva de carbono que se renueva con rapidez, a menudo entre un año y tres años. Este apetito microbiano desencadena emisiones de CO₂ y H₂O, además de una diversidad de compuestos orgánicos conocidos como humus. El humus se compone de sustancias complicadas de descomponer y, por ende, su desintegración es lenta. A menudo, una fracción se desliza hacia los estratos inferiores como intrincados complejos arcillo-húmicos. En las entrañas del terreno, la escasez de oxígeno tiende a complicar la metamorfosis del humus por parte de los seres vivos. Sin embargo, con el paso del tiempo y gracias a diversas metamorfosis naturales, el humus regresa a las alturas, donde se descompone y libera más CO₂. Por ello, el humus actúa como un refugio más duradero para el carbono del suelo, con una longevidad que puede oscilar entre centenares y miles de años. En la mayoría de los terrenos, la metamorfosis del humus, acelerada o pausada, se extiende por un lapso de entre 20 y 30 años. Los diminutos habitantes del suelo, a través de sus emisiones respiratorias, son extremadamente sensibles al carbono orgánico y a la temperatura, incrementando así su respiración en presencia de altos niveles de carbono, temperaturas elevadas y condiciones húmedas.

2.2.2.4. SUELO ALUVIAL RECIENTE

Los terrenos aluviales contemporáneos exhiben una textura entre mediana y fina, con una presencia de calcárea que les otorga un pH entre 7.4 y 8.4. Son terrenos profundos y planos, con una ligera alcalinidad que facilita su agregación al ser moldeados. La capacidad de drenaje interna es moderada. La mayoría de los terrenos aluviales contemporáneos se clasifican en la clase II y su uso puede ser considerablemente intenso. Estos terrenos no

exhiben una gran cantidad de piedra ni corren el riesgo actual de inundación. El nivel de salinidad es moderado, pues exhiben un alto contenido de sodio; la salinidad detectada fue siempre local, proveniente de drenajes que descienden de las montañas o de áreas con relieve cóncavo. Como es lógico, esto provoca una acumulación de agua retenida por largos periodos, lo que provoca una concentración de sales. Un rincón salobre se encuentra en las cercanías de la playa (OAS, 2020).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. ALTITUD

En el ámbito de la geografía, la altitud se refiere a la determinación de la distancia vertical que separa cualquier rincón del planeta del ángulo del mar. En los territorios que no utilizan el sistema métrico, la medición se manifiesta a través de un número y la medida de distancia, ya sea en medidas desde el ángulo del mar (m.s.n.m.) o en medidas desde el nivel del mar, según el caso. En mapas y sistemas de posicionamiento global, la altitud, junto a la latitud y la amplitud, son varias de las evaluaciones más habituales (Concepto, 2022).

2.3.2. SUELO

El suelo es el manto que envuelve el planeta y sostiene tanto la flora como la fauna. Es la chispa vital de la naturaleza, pues en su entramado guarda nutrientes y agua, alimentando a plantas y demás criaturas. Además, actúa como un bastión tangible para la constitución de comunidades humanas y como un manantial de recursos naturales que provee materias primas a diversas actividades económicas esenciales (Enciclopedia Humanidades, 2022).

2.3.3. SUELOS ALUVIALES RECIENTES

Los suelos aluviales recientes son de textura mediana a moderadamente fina, o sea que son generalmente de textura franco-limosa a franco arcillo limosa y tienen algún contenido calcáreo que les

comunica un pH algo alcalino, entre 7.4 y 8.4. Son suelos profundos, de topografía plana, con poca pendiente y la ligera alcalinidad causa una agregación muy favorable al ser trabajados. El drenaje interno es mediano. Casi todos los suelos aluviales recientes pertenecen a la clase II y su uso puede ser bastante intensivo (OAS, 2020).

2.3.4. CONDICIÓN FÍSICA DE LOS SUELOS

La capacidad de sustentar, la capacidad de penetración de las raíces, la ventilación, la capacidad de almacenar agua y la conservación de nutrientes son cruciales para ella. Este escrito busca desentrañar con brevedad estas conexiones, subrayando la relevancia crucial de las características físicas en el estudio del potencial de los suelos. Al integrar las evaluaciones de las propiedades previamente mencionadas, se logran investigaciones y diagnósticos más detallados, asegurando así un uso óptimo del suelo como recurso productivo (Urriola, 2020).

2.3.5. ALTITUD Y CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El suelo, después de los océanos, se erige como el segundo mayor contenedor de carbono en la naturaleza, aunque su riqueza ha sido explorada principalmente en entornos forestales, dejando de lado otros ecosistemas cruciales como los pastos naturales alto andinos, cuya sinfonía de especies resguarda vastos territorios. Investigaciones revelan que las altitudes fluctúan en la habilidad del suelo para guardar carbono orgánico (COS.) de Stipa, Festuca y Calamagrostis. La capacidad del suelo para almacenar carbono orgánico está moldeada por la altitud y la temperatura del terreno. Cuanto más elevada sea la cumbre, el suelo se llena de un océano de carbono orgánico. (Huamán et al, 2021)

2.4. HIPÓTESIS

H₁: La variabilidad altitudinal influye en las características físicas, químicas y biológicas de suelos de origen aluvial reciente, Huánuco, 2023.

H₀: La variabilidad altitudinal no influye en las características físicas,

químicas y biológicas de suelos de origen aluvial reciente, Huánuco, 2023.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Variabilidad Altitudinal.

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Características físicas, químicas y biológicas de suelos.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Influencia de la variabilidad altitudinal en las características físicas, químicas y biológicas de suelos de origen aluvial reciente, Huánuco, 2023

Variable Independiente	Indicador	Valor Final	Tipo de variable
Variabilidad Altitudinal	Altitud	m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)	Numérica continua
Variable Dependiente	Indicador	Unidad de medición	Tipo de variable
Características físicas, químicas y biológicas de suelos	C. Físicas		Numérica continua
	• Materia orgánica	• Porcentaje	
	• Potencial de hidrógeno	• 0-14	
	• Textura	• Nivel de textura	
	• Nitrógeno	• ppm	
	• Fósforo	• ppm	
	• Potasio	• ppm	
	C. Químicas		
	• Concentración de plomo	• ppm	
	• Concentración de Cadmio	• ppm	
	• Concentración de arsénico	• ppm	
	C. Biológicas		
	• Respiración aeróbica		

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se evaluó la siguiente clasificación: Prospectivo, basado en la supervisión de las mediciones, longitudinal, basado en la cantidad de mediciones de la variable en cuestión, analítico, basado en la cantidad de variables analizadas y observacional, basado en la intervención del investigador. Además, la investigación se enfocó en números, ya que la estadística se hizo indispensable (Supo & Zacarías, 2020)

3.1.1. ENFOQUE

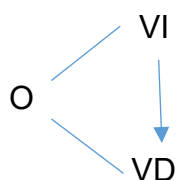
Se consideró un enfoque cuantitativo, por cuanto se tuvo en cuenta la recopilación, organización, procesamiento y análisis de datos mediante el empleo de la estadística como herramienta informática que permitió la presentación de los resultados en tablas, gráficas e interpretación acorde al propósito del estudio (Supo & Zacarías, 2020).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Se tuvo un estudio ubicado en el nivel explicativo, por cuanto su intención fue evaluar la influencia de una variable sobre la otra, es decir la causalidad (Supo & Zacarías, 2020). Es por ello que se estudió a una variable independiente (variabilidad de la altitud) y una variable dependiente (características físicas, químicas y microbiológicas) del suelo en estudio.

3.1.3. DISEÑO

El diseño planteado para el estudio correspondió a uno observacional, en el que se evaluó la causalidad, sin la intervención del investigador, esto correspondió a un diseño Prospectivo, Transversal, Analítico y Observacional. El esquema siguiente ilustra el diseño:



Donde:

O: Observación o medición de la variable

VI: Variable independiente: Variabilidad altitudinal

VD: Variable dependiente: Características físicas, químicas y biológicas del suelo

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de estudio la comprendieron los suelos de origen aluvial reciente de diferentes altitudes sobre el nivel del mar, del departamento de Huánuco en Perú. Este estudio fue planificado para materializarse en los primeros tres meses del año 2023. Las locaciones de las cuales se obtendrán la muestra son: Naranjillo, Amarilis, Conchamarca y Chinchao

La muestra de suelo proviene de las zonas de estudio, las locaciones se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 1
Locaciones de los distritos

Distritos	Altitud	Coordenadas	
Naranjillo	700 msnm	-9.247032	-76.000092
Amarilis	1910 msnm	-10.055065	-76.600885
Conchamarca	3539 msnm	-9.514079	-76.030197
Chinchao	2110 msnm	-9.953571	-76.243658

Nota. Ubicación de los distritos

Las consideraciones para la elección de las locaciones de estudio han sido las diversas altitudes de las zonas de la región Huánuco, que son de interés para observar los comportamientos del análisis detallado Los aspectos

estructurales y bioquímicas del terreno y su validación con pruebas tangibles de que es un terreno aluvial reciente.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

En la recopilación de información, se utiliza la técnica de la Observación, donde se emplean herramientas mecánicas para medir los indicadores adecuados de las variables analíticas. Se presenta la síntesis siguiente:

Tabla 2
Características mecánicas del suelo (%) de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023

VARIABLE	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS O RECURSOS
Variabilidad Altitudinal	Altitud	Observación	Altímetro
Características físicas, químicas y biológicas de suelos	C. Físicas	Observación	
	- Materia orgánica - Potencial de hidrógeno - Textura - Nitrógeno - Fósforo - Potasio		- Calcímetro - Potenciométrico (medidor de pH) - Texturómetro - Espectrofotómetro - Espectrofotómetro - LaquatwinK-11
	C. Químicas		
	- Concentración de Pb - Concentración de Cd - Concentración de As		- Voltametría - Voltametría - Voltametría
	C. Biológicas		
	Respiración aeróbica		

Nota. Indicadores y herramientas de la investigación.

□ Protocolo de recolección de datos

Se propone llevar a cabo siguiendo la Guía de muestreo de terrenos. Requerimiento del Ministerio No. Teléfono: 085-2014 -MINAM. y el número de registro. MINAM, en el año 2017. que cumple con las normas de excelencia ecológica para el terreno.

□ Para áreas de contaminación de forma cuadrada menor a 1 000 m²

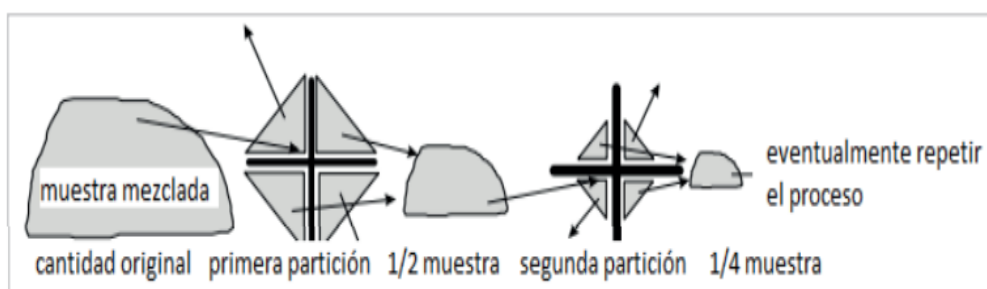
Las muestras se recolectaron del área en un cuadrado regular con 4 puntos uno en cada lado y uno en el centro del cuadrado, correspondientes a 5 muestras y 5 puntos en total. Para efectos del estudio, se tuvo en cuenta la recolección de 4 muestras en cada sección de estudio según la variabilidad altitudinal. Ello en virtud de que según el criterio estadístico esto fue representativo para considerarlo en el análisis de datos.

□ Para muestras superficiales

Para recolectar muestras, se utilizó una calicata de 30 centímetros, hecha a mano. Este método resultó ser relativamente sencillo, ágil y económico; aunque se extrajo poco terreno, esta técnica requirió recolectar muestras de múltiples sondeos. Técnicas alternativas para recolectar muestras superficiales pueden abarcar perforaciones o grietas.

Figura 1

Método del cuarteo para recolección de muestras



Nota. la imagen fue obtenida de la guía para el muestreo de suelos (MINAM. 2014)

□ Manejo de las muestras

Es crucial seguir estrictamente las normas determinadas desde la recolección y preservación de las muestras destinadas a análisis.

□ Materiales para guardar y transportar muestras

- Aquí se tuvo en cuenta a los recipientes en los que se trasladan las muestras, en nuestro caso se consideró el uso de bolsas de polietileno con un cierre que evitan las reacciones químicas y de esta manera se logra la conservación del suelo.
- Además, se descartó la utilización de sustancias químicas para preservar las muestras de terreno, salvo que la metodología lo determine.
- El tamaño del contenedor fue un poco más o menos que la muestra, con el objetivo de minimizar los espacios vacíos.
- En caso de que se trate de compuestos orgánicos volátiles o elementos volátiles, es imprudente llevar a cabo la recolección de muestras del suelo mediante trasvase, ya que estos pueden resultar en pérdidas y subestimaciones. Esto resulta aún más crucial y relevante si se planea llevar a cabo una evaluación de riesgos del lugar.

□ Etiquetado

- La etiqueta se colocó de manera visible y no excedió el tamaño del envase o recipiente y estuvo debidamente asegurada para evitar su pérdida
- La etiqueta que acompañó la muestra contuvo la siguiente información: el número de identificación, nombre del proyecto, hora y fecha del muestreo, nombre de la institución, y las iniciales del muestreador.

- La información recolectada en la etiqueta se imprimió con tinta indeleble e inmediatamente después de la toma de muestra se procedió al etiquetado y el registro de la muestra.
- Se colocó una etiqueta en la parte frontal para que fuera visible en la muestra, posea un código de identificación, lugar y fecha, nombre del proyecto.

□ **Ficha de muestreo**

Es aquel documento donde se recogió información de campo, donde se incluyó también la técnica de muestreo, se tomó en cuenta las características del punto de recolección y un relato detallado de las muestras recolectadas.

□ **Cadena de custodia**

La cadena de custodia abarcó:

- El tamaño de la página proporcionado por el estudio acreditado, junto con el nombre de la compañía responsable del muestreo, son proporcionados por el laboratorio certificado.
- Se capturaron las ubicaciones UTM del lugar. Hora, fecha y los misterios secretos de las exhibiciones.
- El nombre del laboratorio que aceptó la muestra, el análisis requerido, así como la cantidad de envases y sus observaciones.
- Identificación de los datos de la persona que entregó y recibió las muestras en cada etapa incluyendo la hora y la fecha.
- Desde su recolección, su traslado y su llegada al laboratorio, las muestras son custodiadas por una estructura de custodia en original y dos copias.
- El estudio médico incluyó una copia de esta cadena junto con los hallazgos de los análisis. Esta copia fue rubricada por quienes

participaron en la recolección de muestras y por quienes reciben las piezas para su análisis.

□ Condiciones de seguridad de las muestras

- Se consideró la recolección in situ de la muestra, según determinada operación requerida.
- Para realizar el traslado de la muestra se realizó con cuidado para evitar su deterioro, por ello debió ser empaquetado de esta manera se asegura la inmovilidad de los recipientes durante el transporte.
- Las muestras que necesitaron condiciones especiales de almacenamiento y temperatura fueron transportadas en contenedores adecuados.
- Al realizar el traslado de la muestra al laboratorio se realizó dentro de los plazos recomendables.
- Para realizar la manipulación de las muestras se tuvo en cuenta la limpieza y seguridad, así como ciertas consideraciones en los materiales y equipos de protección.
- No se analizaron las muestras con sellos que hayan sido rotos o violados.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento de los datos, se tuvo en cuenta la participación del software IBM SPSS versión 24, complementado con Microsoft Excel. Para la presentación de los datos se recurre primeramente a la estadística como herramienta de investigación para presentar los datos descriptivos en tablas, presentar las técnicas de resumen se dividen en dos categorías: la tendencia central y la dispersión. Asimismo, se recurrió a los gráficos o ilustraciones de ser pertinentes para comunicar la información que atañe al estudio. La redacción científica implicó el uso de la técnica de la hermenéutica, para una correcta interpretación de los resultados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 3

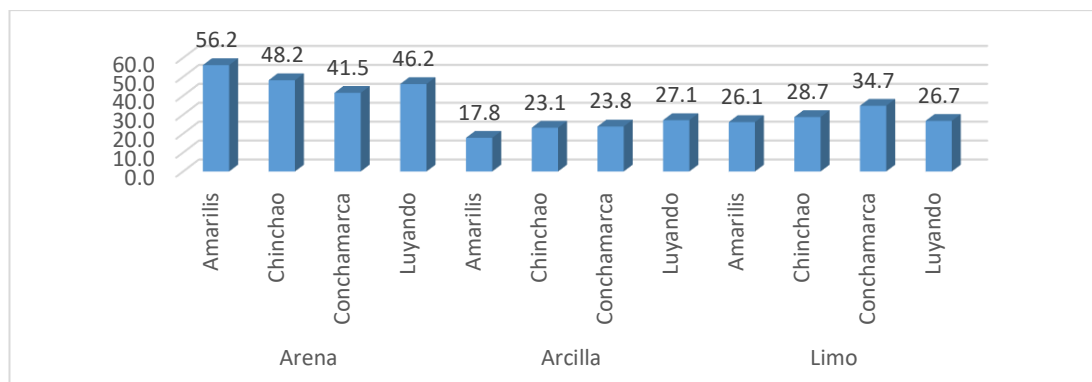
Características mecánicas del suelo (%) de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023

		Altitud	Media	Error estándar	El intervalo de confianza establecido para la media es del 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
Arena	Amarilis	1864,6	56.1867	8.96908	17.5958	94.7775
	Chinchao	2413.3	48.1867	5.92546	22.6915	73.6819
	Conchamarca	2005,0	41.5200	7.02377	11.2992	71.7408
	Luyando	651,3	46.1867	20.82733	-43.4261	135.7994
Arcilla	Amarilis	1864,6	17.7600	3.46410	2.8552	32.6648
	Chinchao	2413.3	23.0933	7.05534	-7.2633	53.4500
	Conchamarca	2005,0	23.7600	4.00000	6.5494	40.9706
	Luyando	651,3	27.0933	16.34353	-43.2272	97.4139
Limo	Amarilis	1864,6	26.0533	5.69600	1.5454	50.5613
	Chinchao	2413.3	28.7200	1.15470	23.7517	33.6883
	Conchamarca	2005,0	34.7200	3.05505	21.5752	47.8648
	Luyando	651,3	26.7200	12.16553	-25.6240	79.0640

Nota. Resultados analizados de la observación de campo

Figura 2

Características mecánicas del suelo (%) de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023



Nota. Se aprecia que en Amarilis se tiene un mayor porcentaje de arena (56.2%), en Luyando un mayor porcentaje de arcilla (27.1%) y en Cochamarca un mayor porcentaje de limo (34.7%)

Tabla 4

Características químicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023

		Altitud	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
					Límite inferior	Límite superior
pH	Amarilis	1864,6	7.30	0.15	6.66	7.94
	Chinchao	2413.3	6.28	1.02	1.88	10.68
	Conchamarca	2005,0	7.02	0.26	5.89	8.16
	Luyando	651,3	6.62	0.91	2.72	10.53
CE	Amarilis	1864,6	0.30	0.10	-0.14	0.74
	Chinchao	2413.3	0.29	0.05	0.08	0.50
	Conchamarca	2005,0	0.28	0.04	0.13	0.43
	Luyando	651,3	0.18	0.04	0.01	0.35
MO	Amarilis	1864,6	1.75	0.01	1.68	1.81
	Chinchao	2413.3	0.98	0.41	-0.77	2.73
	Conchamarca	2005,0	1.63	0.18	0.87	2.39
	Luyando	651,3	1.20	0.18	0.44	1.96
N	Amarilis	1864,6	0.09	0.00	0.08	0.09
	Chinchao	2413.3	0.07	0.00	0.05	0.09
	Conchamarca	2005,0	0.08	0.01	0.04	0.12
	Luyando	651,3	0.06	0.01	0.02	0.10
C	Amarilis	1864,6	1.01	0.01	0.98	1.05
	Chinchao	2413.3	0.86	0.05	0.63	1.09
	Conchamarca	2005,0	0.94	0.10	0.50	1.38
	Luyando	651,3	0.70	0.10	0.26	1.14
P	Amarilis	1864,6	9.15	0.15	8.51	9.80
	Chinchao	2413.3	7.09	1.25	1.73	12.46
	Conchamarca	2005,0	8.67	2.06	-0.17	17.52
	Luyando	651,3	6.45	1.46	0.19	12.72
K	Amarilis	1864,6	188.59	89.72	-197.45	574.64
	Chinchao	2413.3	286.58	70.18	-15.38	588.54
	Conchamarca	2005,0	124.19	40.25	-49.01	297.40
	Luyando	651,3	82.93	7.87	49.07	116.79
Pb	Amarilis	1864,6	28.52	13.87	-31.15	88.18
	Chinchao	2413.3	8.08	0.78	4.74	11.42
	Conchamarca	2005,0	94.36	48.71	-115.23	303.96
	Luyando	651,3	10.32	2.06	1.47	19.17

Nota. En Amarilis se aprecia un mayor valor del pH, conductividad eléctrica materia orgánica, nitrógeno, carbono y fósforo. En Chinchao se encontró una mayor cantidad de Potasio. En Conchamarca se encontró una mayor cantidad de plomo.

Tabla 5

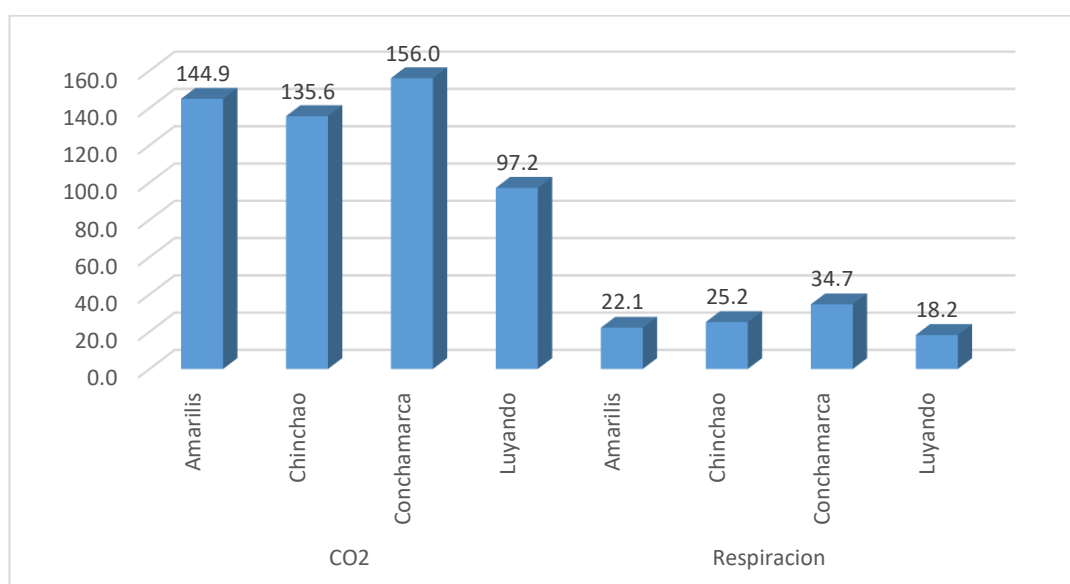
Características biológicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023

		Altitud	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
					Límite inferior	Límite superior
CO ₂	Amarilis	1864,6	144.9	10.8	98.6	191.3
	Chinchao	2413.3	135.6	35.3	-16.1	287.3
	Conchamarca	2005,0	156.0	19.4	72.4	239.5
	Luyando	651,3	97.2	51.3	-123.5	317.9
Respiración	Amarilis	1864,6	22.1	2.2	12.7	31.6
	Chinchao	2413.3	25.2	8.9	-13.1	63.4
	Conchamarca	2005,0	34.7	10.8	-11.7	81.0
	Luyando	651,3	18.2	10.4	-26.7	63.1

Nota. Resultados analizados de la observación de campo

Figura 3

Características biológicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023



Nota. En Cochamarca se aprecia una mayor cantidad de mg de CO₂, lo mismo se aprecia para el caso de la respiración (mg CO₂/gramo seco por día). En Luyando se aprecia los menores valores de CO₂ y respiración.

Tabla 6
Prueba de normalidad de los datos

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Altitud	,311	12	,002	,813	12	,013
Arena	,138	12	,200*	,969	12	,895
Arcilla	,200	12	,200*	,829	12	,021
Limo	,248	12	,040	,909	12	,208
pH	,323	12	,051	,751	12	,500
CE	,224	12	,098	,910	12	,211
MO	,203	12	,187	,865	12	,057
N	,138	12	,200*	,943	12	,542
C	,139	12	,200*	,943	12	,541
P	,232	12	,074	,846	12	,033
K	,258	12	,027	,814	12	,013
Pb	,378	12	,050	,606	12	,050
CO ₂	,121	12	,200*	,960	12	,781
Respiración	,179	12	,200*	,940	12	,496

Nota. Los datos reflejan una distribución que se aproxima a la normalidad, por lo que es pertinente el empleo de una prueba estadística paramétrica, para el caso que persigue el objetivo, sería la prueba t de Student para muestras relacionadas.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Se ha planteado la siguiente hipótesis:

H1: La variabilidad altitudinal influye en los atributos físicos, químicos y biológicos de los suelos de procedencia aluvial reciente, Huánuco, 2023.

Se considera un nivel de significancia convencional de 5% (0.05).

Evaluación estadística: t de Student aplicado a muestras vinculadas.

Tabla 7

Prueba estadística: t de Student para muestras relacionadas

	Altitud	
	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)
Arena	0.003	0.986
Arcilla	-0.133	0.483
Limo	0.171	0.367
pH	-0.012	0.948
CE	,548**	0.002
MO	0.085	0.657
N	,590**	0.001
C	,589**	0.001
P	0.267	0.153
K	,593**	0.001
Pb	0.308	0.098
CO ₂	,406*	0.026
Respiración	0.352	0.056

Nota. Se aprecia una relación significativa entre la altitud y la conductividad eléctrica, entre la altitud y la cantidad de nitrógeno, entre la altitud y la cantidad de carbono, entre la altitud y la cantidad de Potasio y entre la altitud y la respiración (mg. CO₂/gramo seco por día)

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con respecto al objetivo general: Evidenciar la influencia de la variabilidad altitudinal en Los atributos físicos, químicos y biológicos de las tierras de procedencia aluvial recientes, Huánuco, 2023.

Se evidencia en los resultados obtenidos que la variable altitudinal guarda relación directa con la conductividad eléctrica (CE), con la cantidad de nitrógeno (N), con la cantidad de carbono (C), con la cantidad de potasio (K) y con la respiración aeróbica.

Al desarrollar el análisis de la comparación de objetivos y resultados desarrollados por Valentín et al (2019) notamos que ambos estudios llegan a un mismo resultado el cual es verificar la influencia de la variabilidad altitudinal en el suelo, teniendo como resultado del análisis la influencia de la variabilidad altitudinal el cual Este factor tiene un impacto significativo en las características físicas, químicas y biológicas del suelo; obteniendo influencia en ambos estudios específicamente en el elemento potasio (K). Según los resultados de Valentín et al. (2019) en su artículo: La Revista Científica Agroecosistemas, Chile, titulada "Propiedades físico-químicas del suelo aluvial en la finca Morrocuyo, Barinas para su uso sostenible", Indica que se debe alcanzar una altitud de 120 metros sobre el nivel del mar con el objetivo de examinar las características físicas y químicas del suelo aluvial en las zonas destinadas a su utilización sostenible, se obtuvieron los siguientes hallazgos: El contenido de Ca, K y P, expresados todos en mg.kg-1, fluctúa en función de las profundidades estudiadas. Las variaciones porcentuales de las fracciones arena, limo y arcilla del suelo por profundidades están vinculadas al uso agrícola de cada área. Las propiedades del suelo que pueden ser seleccionadas como indicadores de sostenibilidad incluyen la densidad aparente, la materia orgánica, la máxima proporción de arcilla y limo, el porcentaje de arena y el pH en agua.

Al desarrollar el análisis de la comparación de objetivos y resultados de Rojas (2017) Hemos observado que ambos estudios llegan a la misma conclusión, que consiste en confirmar la influencia de la variabilidad altitudinal en el suelo, El análisis reveló la influencia de la variabilidad altitudinal Las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo se reflejan especialmente en la presencia de elementos como el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). De acuerdo con lo expuesto por Rojas (2017) en su tesis titulada El baile espacial de las características físicas y químicas del suelo aluvial en una plantación de coco (*Cocos nucifera*), llevada a cabo en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en Huánuco, se evidenció — particularmente en el sector Vista Alegre, Supte San Jorge, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado— que dichas características se manifiestan con claridad en esa zona específica, departamento Huánuco, con la finalidad de evaluar la variabilidad y el comportamiento espacial de las propiedades fisicoquímicas de un suelo aluvial de textura pesada y su comportamiento espacial. A profundidad de 30 cm en las calicatas respectivamente, donde la textura arenosa es variable (arcilloso, franco arcilloso y franco), pH extremadamente ácido a fuertemente ácido (4.35 a 4.53), niveles bajos de materia orgánica (1.04 a 1.75%), niveles bajos y medios de nitrógeno (0.07 a 0.11%), contenidos bajos de fósforo (10.21 a 11.2 ppm), y niveles bajos para los tenores de potasio (315.6 a 436.52 kg/ha.), calcio (Ca) es 5.27 a 6.95 Cmol (+) /kg nivel bajo, teniendo como resultado. El nitrógeno presenta coeficiente de determinación de significancia moderada, con correlación de Pearson es causado por los puntos aleatorios muestreados, así mismo la diferencia de 72.54% a otros factores. El fosforo presenta coeficiente de determinación de significancia muy buena correlación, así mismo la diferencia de 0.27% a otros factores. El potasio presenta coeficiente de determinación de significancia buena correlación, las variaciones del K son causados por los puntos aleatorios muestreados, así mismo la diferencia de 53.05% a otros factores.

Con respecto al objetivo específico 1: Describir las características mecánicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023.

Respeto a las características mecánicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes se aprecia que en Amarilis encontrándose a promedio de altitudinal de 1864 msnm se tiene un mayor porcentaje de arena (56.2%), en Luyendo encontrándose a promedio de altitudinal de 651 msnm se obtuvo un mayor porcentaje de arcilla (27.1%) y en Cochamarca cuyo promedio altitudinal es 2005 donde se obtuvo un mayor porcentaje de limo (34.7%); al respecto debemos de notar que las características mecánicas del El suelo de origen aluvial reciente presenta variaciones en sus características debido al nivel altitudinal.

Con respecto al objetivo específico 2: Describir las características químicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023.

Respecto a las características químicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes se aprecia en Amarilis encontrándose a promedio de altitudinal de 1864 msnm se aprecia un mayor valor del pH, conductividad eléctrica materia orgánica, nitrógeno, carbono y fósforo. En Chinchao encontrándose a promedio de altitudinal de 2413 msnm se encontró una mayor cantidad de Potasio. En Concha marca encontrándose a promedio de altitudinal de 1864 msnm se encontró una mayor cantidad de plomo; al respecto debemos de notar que las características químicas del suelo de origen aluvial reciente varia debido a la del nivel altitudinal.

Con respecto al objetivo específico 3: Describir las características biológicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023.

Respecto a las características biológicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, en Concha marca encontrándose a promedio de altitudinal de 1864 msnm se aprecian una mayor cantidad de mg de CO₂, lo mismo se aprecia para el caso de la respiración (mg CO₂/gramo seco por

día). en Luyendo encontrándose a promedio de altitudinal de 651 msnm se aprecia los menores valores de CO₂ y respiración.

CONCLUSIONES

El presente estudio concluye dejando como evidencia que variabilidad altitudinal tiene influencia significativa entre la altitud en m.s.n.m y la conductividad eléctrica (CE), entre la altitud en m.s.n.m y la cantidad de nitrógeno (N), entre la altitud en m.s.n.m y la cantidad de carbono (C), entre la altitud en m.s.n.m y la cantidad de Potasio (K) y entre la altitud m.s.n.m y la respiración (mg CO₂/gramo seco por día)

El presente estudio concluye que la variable altitudinal si influye en las características mecánicas del suelo de origen aluvial reciente logrando determinar que en Amarilis se tiene un mayor porcentaje de arena (56.2%), en Luyendo un mayor porcentaje de arcilla (27.1%) y en Concha marca un mayor porcentaje de limo (34.7%); dejando como evidencia la influencia de la variable altitudinal.

El presente estudio concluye que la variable altitudinal si influye en las características químicas del suelo de origen aluvial reciente logrando determinar que en Amarilis se aprecia un mayor valor del pH, conductividad eléctrica materia orgánica, nitrógeno, carbono y fósforo. En Chinchao se encontró una mayor cantidad de Potasio. En Concha marca se encontró una mayor cantidad de plomo.

El presente estudio concluye que la variable altitudinal si influye en las características biológicas del suelo de origen aluvial reciente logrando determinar que en Concha marca se aprecia una mayor cantidad de mg de CO₂, lo mismo se aprecia para el caso de la respiración (mg. CO₂/gramo seco por día). En Luyendo se aprecia los menores valores de CO₂ y respiración.

RECOMENDACIONES

Se recomienda desarrollar estudios similares con otros orígenes del suelo, con el fin de identificar variaciones significativas que ayuden al desarrollo de nuevos estudios.

Se recomienda realizar los procedimientos adecuados para el análisis con un mayor número de unidades de análisis para evaluar el comportamiento Mecánico, químico y biológico de otros tipos de suelo, para compararlos con el suelo de tipo aluvial reciente.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son de suma importancia ya que, se determinó que la variable altitudinal influye tanto en las características mecánicas, químicas y biológicas del suelo pudiendo así determinar la fertilidad del suelo según el nivel altitudinal para fines de desarrollo de actividades de agricultura, ganadería, minería entre otros.

Se recomienda tomar en cuenta el presente estudio a fin de desarrollar estudios de nivel aplicativo, mismos tienen que proponer soluciones o identificar las mejores soluciones para la solución de problemas identificados.

REFERENCIAS

- Calderón-Medina, C. L., Bautista-Mantilla, G. P., & Rojas-González, S. (2019). 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.
- Concepto. (2022). Altitud—Concepto, medición, clima y diferencia con latitud. *Concepto*. <https://concepto.de/altitud/>
- Enciclopedia Humanidades. (2022). Suelo: Propiedades, funciones, tipos y características. *Enciclopedia Humanidades*. <https://humanidades.com/suelo/>
- FAO. (2022). *Propiedades Físicas | Portal de Suelos de la FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>
- Huamán-Carrión, M. L., Espinoza-Montes, F., Barrial-Lujan, A. I., & Ponce-Atencio, Y. (2021). Influencia de la altitud y características del suelo en la capacidad de almacenamiento de carbono orgánico de pastos naturales altoandinos. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.010>
- MINAM. (2014). *Aprueban Guía para el Muestreo de Suelos y Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos* [Text]. SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-guia-muestreo-suelos-guia-elaboracion-planes-descontaminacion>
- Mogollón, J., Rivas, W., Martínez, A., & Campos, Y. (2018). Carbono orgánico del suelo en un gradiente altitudinal. *Multiciencias*, 15(3), 271–280.
- OAS. (2020). *Desarrollo agropecuario*. <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea17s/ch21.htm>

- Rizalaso, H. (2019). *Determinación del Contenido de Humedad Óptima y densidad Máxima seca mediante Regresiones para Sub Bases con Altitudes mayores a 3000 m.s.n.m. En la Provincia de Puno* [Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez].
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2893784>
- Rojas, J. (2017). *Caracterización y Evaluación del comportamiento espacial de las propiedades físicas y químicas de un suelo aluvial en una plantación de coco (Cocos nucifera)* [Universidad Nacional Agraria de la Selva].
https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1485/JMRC_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce, J., & Hill, M. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*. Departamento de Suelos y Aguas, Universidad de la República.
<https://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Ruiz, A. (2010). *Carbono almacenado en el suelo a diferentes altitudes del Parque Nacional Tingo María* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2799583>
- Ruiz-Dager, M., & Paolini-Gomez, J. E. (2021). Indicadores biológicos de suelos lacustres y aluviales de Venezuela bajo diferentes usos. Parte 1. Actividad microbiana y coeficientes ecofisiológicos. *Revista Terra Latinoamericana*, 39. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.922>
- Significados. (2020). *Altitud*. Significados.
<https://www.significados.com/altitud/>
- Supo, J., & Zacarías, H. (2020). *Metodología de la Investigación Científica: Para Las Ciencias de la Salud y Las Ciencias Sociales* (Tercera edición, Vol. 1). Independently Published.
<https://books.google.com.pe/books?id=WruXzQEACAAJ>
- Torres, J., Mena-Mosquera, V., & Rueda Sánchez, M. (2022). Influencia de la altitud sobre la estructura, composición florística y carbono de

bosques del Chocó. *UNED Research Journal*, 14(1), Article 1.
<https://doi.org/10.22458/urj.v14i1.3746>

Urriola, L. (2020). ¿Por qué estudiar las propiedades físicas del suelo?
Revista Científica Semilla del Este, 1(1), 22–25.

Valentin, R., Reyes, A., Cairo, P., & Ferras, Y. (2019). Propiedades físico-químicas del suelo aluvial en la finca Morrocuya, Barinas para su uso sostenible. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(2), Article 2.

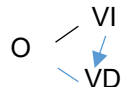
COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nación Sebastián, A. (2025). *Influencia de la variabilidad altitudinal en las características físicas, químicas y biológicas de suelos de origen aluvial reciente, Huánuco, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema General	Objetivo General	Hipótesis general	Variables/Indicadores	Metodología
¿De qué manera influye la variabilidad altitudinal en las características físicas, químicas y biológicas de suelos de origen aluvial reciente, Huánuco, 2023?	Evidenciar la influencia de la variabilidad altitudinal en las características físicas, químicas y biológicas de suelos de origen aluvial reciente, Huánuco, 2023	H ₁ : La variabilidad altitudinal influye en las características físicas, químicas y biológicas de suelos de origen aluvial reciente, Huánuco, 2023 H ₀ : La variabilidad altitudinal no influye en las características físicas, químicas y biológicas de suelos de origen aluvial reciente, Huánuco, 2023	Variable independiente Variabilidad Altitudinal Variable dependiente Características físicas, químicas y biológicas C. Físicas • Materia orgánica • Potencial de hidrógeno • Textura • Nitrógeno • Fósforo • Potasio C. Químicas • Concentración de Pb • Concentración de Cd • Concentración de As C. Biológicas • Respiración aeróbica	Tipo: Prospectivo, Transversal, Analítico y Observacional Enfoque: Cuantitativo Nivel: Explicativo Diseño:  Donde: O: Observación o medición de la variable VI: Variable independiente: Variabilidad altitudinal VD: Variable dependiente: Características físicas, químicas y biológicas del suelo Población: Suelos de origen aluvial reciente de diferentes altitudes sobre el nivel del mar
Problemas específicos	Objetivos Específicos			
¿Cuáles son las características físicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023?	Describir las características físicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023			
¿Cuáles son las características químicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023?	Describir las características químicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023			
¿Cuáles son las características biológicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023?	Describir las características biológicas del suelo de origen aluvial reciente a diferentes altitudes, Huánuco, 2023			

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

INFORME N° 003- 2023 – HRZVIA-UDH-EAPIA

Huánuco, 25 de enero de 2023

SEÑOR:

MG. FRANK ERICK CAMARA LLANOS
COORDINADOR ACADÉMICO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL

ASUNTO: CARTA DE CONFORMIDAD DE PROYECTO DE TESIS

De mi mayor consideración:

Por medio del presente me dirijo a usted para saludarlo cordialmente y a la vez dar CONFORMIDAD al proyecto de tesis del tesista, ALFREDO NACION SEBASTIAN con CE. 2019111179, cuyo proyecto es titulado como: "INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD ALTITUDINAL EN LAS CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLOGICAS DE SUELOS DE ORIGEN ALUVIAL RECIENTE, HUÁNUCO, 2023"

Sin otro en particular, es oportunidad para reiterarle las muestras de mi mayor consideración y estima personal.

Atentamente,




Dr. Héctor Zacarías Ventura
Socio Sincio 008

ANEXO 3

RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN Nº 2026-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 12 de octubre de 2022

Visto, el Oficio Nº 783-2022-C-PALA-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental y el Expediente Nº 373810-0000003157, del Bach. Alfredo NACION SEBASTIAN, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de Investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º Inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente Nº 373810-0000003157, presentado por el (la) Bach. Alfredo NACION SEBASTIAN, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de Investigación (Tesis), el mismo que propone al Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27º y 28º del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. Alfredo NACION SEBASTIAN, al Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Dec. de Ingeniería – PAAI – Asesor – Idad, y Reg. Acad. – Informado – Archivo
RECIBIDO: 12/10/2022

ANEXO 4

RESULTADOS DE LABORATORIO

RESULTADOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL SUELO DE ORIGEN ALUVIAL RECIENTE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

LASAE



ANALISIS DE SUELOS



1. DATOS

SOLICITANTE:	ALFREDO NACION SEBASTIAN	MUESTREO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	8/11/2023
PROVINCIA:	----	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	8/11/2023
DISTRITO:	----	FECHA DE REPORTE:	17/11/2023
SECTOR:	----	RECIBO O FACTURA:	28732
CULTIVO:	----	OBSERVACION:	----

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	CE dS/m	M.O.	N	C	P disponible	K ppm	Cd ppm	As ppm	Pb ppm	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases	Ácidos	Saturación de
			Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural																			Cambiables	Cambiables	Aluminio
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	%	%	%	1:1	1:1	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	CAMBIABLES					Cmol(+)/kg	%	%	%	
1	S1513-1	AMARILIS 1	43.62	23.76	32.72	Franco	7.37	0.509	1.721	0.086	0.998	9.180	366.989	0.687	< LOD	56.050	11.890	9.503	1.267	0.923	0.197	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000
2	S1513-2	AMARILIS 2	73.62	11.76	14.72	Arena Franca	7.51	0.195	1.749	0.087	1.014	9.398	116.174	0.206	< LOD	17.640	11.387	10.103	0.826	0.294	0.164	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000
3	S1513-3	AMARILIS 3	61.62	17.76	30.72	Franco	7.01	0.209	1.771	0.089	1.027	8.883	82.619	0.083	< LOD	11.860	6.938	6.037	1.372	0.287	0.242	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000
4	S1513-4	CHINCHAO 1	45.62	25.76	28.72	Franco	7.04	0.372	1.385	0.069	0.803	8.762	269.122	< LOD	< LOD	6.605	5.094	3.170	0.807	0.735	0.382	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000
5	S1513-5	CHINCHAO 2	39.62	33.76	26.72	Franco Arcilloso	7.55	0.294	1.388	0.069	0.805	4.650	415.918	< LOD	< LOD	8.410	5.239	3.018	0.729	0.971	0.521	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000
6	S1513-6	CHINCHAO 3	59.62	9.76	30.72	Franco Arenoso	4.26	0.205	1.665	0.083	0.966	7.879	174.696	< LOD	< LOD	9.234	—	1.961	0.294	0.638	0.315	2.695	0.330	6.133	50.685	49.315	43.934
7	S1513-7	CONCHAMARCA 1	35.62	27.76	36.72	Franco Arcilloso	6.54	0.247	1.610	0.080	0.934	10.707	99.519	1.447	< LOD	185.100	9.188	6.966	1.610	0.380	0.233	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000
8	S1513-8	CONCHAMARCA 2	33.62	27.76	38.72	Franco Arcilloso	7.08	0.353	1.943	0.097	1.127	10.761	202.899	0.660	< LOD	79.720	8.483	6.980	1.374	0.720	0.409	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000
9	S1513-9	CONCHAMARCA 3	55.62	16.76	28.72	Franco Arenoso	7.45	0.249	1.332	0.067	0.773	4.563	70.164	0.143	< LOD	18.270	7.212	5.955	0.891	0.214	0.152	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000
10	S1513-10	LUYANDO 1	43.62	9.76	46.72	Franco	7.84	0.206	1.554	0.078	0.902	5.086	86.777	0.160	< LOD	8.347	13.460	11.328	1.643	0.291	0.199	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000
11	S1513-11	LUYANDO 2	83.62	11.76	4.72	Arena Franca	7.18	0.102	0.999	0.050	0.580	9.363	67.790	0.068	< LOD	8.174	8.431	7.104	0.903	0.228	0.197	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000
12	S1513-12	LUYANDO 3	11.62	69.76	28.72	Arcilloso	4.85	0.230	1.055	0.053	0.612	4.912	94.224	0.051	< LOD	14.430	—	1.869	0.256	0.354	0.191	3.528	0.150	6.348	42.067	57.933	55.570

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

< LOD : ES MENOR AL LIMITE DE DETECCIÓN DEL EQUIPO ICP-OES MARCA HORIBA

ARSENICO: LONGITUD DE ONDA 189.042; LOD EN PPM 0.92

CADMIUM: LONGITUD DE ONDA 214.438; LOD EN PPM 0.049

PLOMO: LONGITUD DE ONDA 220.353; LOD EN PPM 0.73



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUA Y ECOTOXICOLOGÍA
DR. LUIS GERMAN MANUELA MINAYA
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

RESULTAD BIOLÓGICO DEL SUELO DE ORIGEN ALUVIAL RECIENTE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANALISIS ESPECIAL



1. DATOS												
SOLICITANTE:			ALFREDO NACION SEBASTIAN				MUESTREADO POR:		EL SOLICITANTE			
DEPARTAMENTO:			HUANUCO				FECHA DE RECEPCION:		8/11/2023			
MUESTRA:			SUELOS				FECHA DE INICIO DE ENSAYO:		8/11/2023			
RECIBO O FACTURA:			28732				FECHA DE REPORTE:		22/11/2023			
2. RESULTADOS DEL ANALISIS SOLICITADO												
DATOS DE LA MUESTRA				RESULTADOS DEL ANALISIS BIOLOGICO								
Código Lab	Referencia	Muestra	Gasto de HCl (mL)	Normalidad del ácido	Peso de muestra (g)	Días de incubación	Blanco (mL)	Normalidad del base	Volumen de la base (mL)	mg CO ₂	Respiración (mg CO ₂ /gramo seco x día)	
AB01	CHINCHAO	M1	20.6	0.5	100	3	20.7	1	10	36.67	12.22	
AB02	CHINCHAO	M2	20.4	0.5	100	3	20.7	1	10	110.00	36.67	
AB03	CHINCHAO	M3	20.0	0.5	100	3	20.7	1	10	256.67	85.56	
AB04	CONCHAMARCA	M1	20.6	0.5	100	3	20.7	1	10	36.67	12.22	
AB05	CONCHAMARCA	M2	20.1	0.5	100	3	20.7	1	10	220.00	73.33	
AB06	CONCHAMARCA	M3	19.5	0.5	100	3	20.7	1	10	440.00	146.67	
AB07	LUYANDO	M1	20.6	0.5	100	3	20.7	1	10	36.67	12.22	
AB08	LUYANDO	M2	20.6	0.5	100	3	20.7	1	10	36.67	12.22	
AB09	LUYANDO	M3	20.1	0.5	100	3	20.7	1	10	220.00	73.33	
AB10	AMARILIS	M1	20.5	0.5	100	3	20.7	1	10	73.33	24.44	
AB11	AMARILIS	M2	20.4	0.5	100	3	20.7	1	10	110.00	36.67	
AB12	AMARILIS	M3	20.6	0.5	100	3	20.7	1	10	36.67	12.22	
AB01	CHINCHAO	M1	19.8	0.5	100	7	20.7	1	10	141.43	20.20	
AB02	CHINCHAO	M2	20.1	0.5	100	7	20.7	1	10	94.29	13.47	
AB03	CHINCHAO	M3	19.2	0.5	100	7	20.7	1	10	235.71	33.67	
AB04	CONCHAMARCA	M1	19.5	0.5	100	7	20.7	1	10	188.57	26.94	
AB05	CONCHAMARCA	M2	19.8	0.5	100	7	20.7	1	10	141.43	20.20	
AB06	CONCHAMARCA	M3	20.2	0.5	100	7	20.7	1	10	78.57	11.22	
AB07	LUYANDO	M1	20.5	0.5	100	7	20.7	1	10	31.43	4.49	
AB08	LUYANDO	M2	20.2	0.5	100	7	20.7	1	10	78.57	11.22	
AB09	LUYANDO	M3	19.2	0.5	100	7	20.7	1	10	235.71	33.67	
AB10	AMARILIS	M1	19.0	0.5	100	7	20.7	1	10	267.14	38.16	
AB11	AMARILIS	M2	19.5	0.5	100	7	20.7	1	10	188.57	26.94	
AB12	AMARILIS	M3	19.3	0.5	100	7	20.7	1	10	220.00	31.43	
AB01	CHINCHAO	M1	19.0	0.5	100	14	20.7	1	10	133.57	9.54	
AB02	CHINCHAO	M2	19.6	0.5	100	14	20.7	1	10	86.43	6.17	
AB03	CHINCHAO	M3	19.1	0.5	100	14	20.7	1	10	125.71	8.98	
AB04	CONCHAMARCA	M1	19.0	0.5	100	14	20.7	1	10	133.57	9.54	
AB05	CONCHAMARCA	M2	19.1	0.5	100	14	20.7	1	10	125.71	8.98	
AB06	CONCHAMARCA	M3	20.2	0.5	100	14	20.7	1	10	39.29	2.81	
AB07	LUYANDO	M1	20.2	0.5	100	14	20.7	1	10	39.29	2.81	
AB08	LUYANDO	M2	20.0	0.5	100	14	20.7	1	10	55.00	3.93	
AB09	LUYANDO	M3	18.9	0.5	100	14	20.7	1	10	141.43	10.10	
AB10	AMARILIS	M1	18.7	0.5	100	14	20.7	1	10	157.14	11.22	
AB11	AMARILIS	M2	19.2	0.5	100	14	20.7	1	10	117.86	8.42	
AB12	AMARILIS	M3	19.0	0.5	100	14	20.7	1	10	133.57	9.54	

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Alfredo
ING. LUIS GERMAN MANUEL MINAYA
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

analisisdesuelosun@hotmai.com



Carretera Central Km 1.21 - Tingo María

CELULAR 944407531

ANEXO 5

PANEL FOTOGRÁFICO

- La fotografía evidencia el recojo de la muestra en el distrito de amarilis a una altitud de 1840 metros sobre el nivel del mar.



- La fotografía evidencia el recojo de muestra en el distrito de concha marca a una altitud de 2009 metros sobre el nivel del mar.



- La fotografía evidencia el recojo de la muestra en el distrito de Chinchao a una altitud de 2012 metros sobre el nivel del mar.



- La fotografía evidencia el recojo de la muestra en el distrito de Luyendo a 655 metros sobre el nivel del mar.



- La fotografía describe el relleno de los datos por cada muestra tomada.



- La fotografía se puede apreciar las 12 muestras en total, 3 muestras por cada distrito.



- La fotografía evidencia el tamizaje de las muestras.



- La fotografía evidencia la separación de las muestras posterior al tamizaje.



- La fotografía evidencia la separación de las muestras para el posterior pesaje por cada muestra.



- La fotografía evidencia el pesaje de las muestras para el posterior análisis.



- La fotográfica evidencia el desarrollo del análisis para obtener una muestra adecuada del suelo para su posterior determinación de análisis físico y químico.



- La fotografía evidencia el análisis para obtener el resultado de características físicas del suelo.



- La fotografía evidencia las muestras para el análisis de respiración del suelo.



- La fotografía muestra el lavado de instrumentos de laboratorio utilizados para el análisis de las muestras.



ANEXO 6

DIAGRAMA DE CAUSAS Y EFECTOS

