

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA



Cambio de propiedades químicas del suelo en zona boscosa,
sistemas agroforestal, agrícola y pastoril Calzada – Moyobamba

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRARIO CON MENCIÓN FORESTAL**

AUTORES

Lady Di Arenas Morales
Gelver Saucedo Gonzales

ASESOR

Luis Darío Santillán García

Rioja, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS**Datos de los Autores****Autor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 3

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 4

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Datos de los Asesores**Asesor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Asesor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Datos del Jurado

Presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos de la Obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

***Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesauro).**



FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 026 - 2023/UCSS/FIA/DI

Siendo las 08:00 a.m. del 03 de mayo de 2023, a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis, integrado por:

- | | |
|------------------------------------|-----------------|
| 1. René Alfredo Pinazo Herencia | presidente |
| 2. Wilfredo Mendoza Caballero | primer miembro |
| 3. Claudia Fiorella Huamaní Cahuas | segundo miembro |
| 4. Luis Darío Santillán García | asesor |

Se reunieron para la sustentación virtual de la tesis titulada **Cambio de propiedades químicas del suelo en zona boscosa, sistemas agroforestal, agrícola y pastoril Calzada – Moyobamba** que presentan los bachilleres en Ciencias Agrarias con mención Forestal, **Lady Di Arenas Morales y Gelver Saucedo Gonzales**, cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Agrario con mención Forestal**.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **SUFICIENTE** y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare **EXPEDITA** para conferirle el **TÍTULO** de **INGENIERO AGRARIO CON MENCIÓN FORESTAL**.

Lima, 03 de mayo de 2023.

René Alfredo Pinazo Herencia
PRESIDENTE

Wilfredo Mendoza Caballero
1° MIEMBRO

Claudia Fiorella Huamaní Cahuas
2° MIEMBRO

Luis Darío Santillán García
ASESOR

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE **TESIS** / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Rioja, 18 de Agosto de 2023

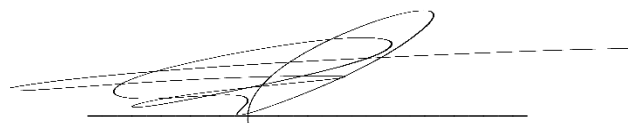
Señor(a),
Wilfredo Mendoza Caballero
Jefe del Departamento de Investigación
Facultad de Ingeniería Agraria

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que **la tesis** / informe académico/ trabajo de investigación/ trabajo de suficiencia profesional, bajo mi asesoría, con título: **Cambio de propiedades químicas del suelo en zona boscosa, sistemas agroforestal, agrícola y pastoril Calzada – Moyobamba** presentado por: Bach. Lady Di Arenas Morales, con código de estudiante: 2014101801, DNI 75879284 y Bach. Gelver Saucedo Gonzales, con código de estudiante 2014101877, DNI 76828184; para optar el **título profesional** ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 0 %**. Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



Firma del Asesor (a)

DNI N°: **45056117**

ORCID: Facultad de Ingeniería Agraria - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a nuestros padres en homenaje a su apoyo constante y ayuda con los recursos necesarios para continuar con el estudio.

A nuestra querida Ana Yeceni Jiménez Córdova con quien compartimos historias sinceras de amistad y compañerismo, quien se quedó a mitad del camino pero que desde lo más infinito del cosmos nos acompaña.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quién ha permitido que sea una realidad después de haber pasado momentos críticos donde el mundo se detuvo sin avisar.

A nuestros padres quienes afirmaron las bases de responsabilidad y ansias de superación.

Al ingeniero Carlos Hugo Egoávil De La Cruz por los conocimientos otorgados en la rama de edafología.

Al ingeniero Luis Darío Santillán García quien nos brindó su apoyo incondicional al aceptar ser nuestro asesor.

A la Granja Ganadera de Calzada por permitir la ejecución de este trabajo científico sin poner restricción alguna.

Y a cada uno de ustedes que toman este trabajo como apoyo académico.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE APÉNDICES	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Bases teóricas especializadas	10
1.2.1. Suelo.....	10
1.2.2. Suelos Tropicales	12
1.2.3. Agricultura migratoria.....	12
1.2.4. Cambio de uso de la tierra.....	13
1.2.5. Fertilidad química del suelo	14
1.2.6. Propiedades químicas del suelo.....	15
1.2.7. Impacto de la variación de las propiedades químicas del suelo por el cambio de uso de bosques a producción agropecuaria	19
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	21
2.1. Diseño de la investigación.....	21
2.2. Lugar y fecha.....	21
2.3. Materiales empleados en el experimento	22
2.4. Población y muestra	22
2.5. Técnica e Instrumentos.....	22
2.6. Descripción de la investigación.....	23
2.7. Identificación de las variables y su mensuración	28
2.8. Análisis estadístico de los datos	29
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	30
3.1. pH y capacidad de intercambio catiónico	30

3.2.	Macro y micronutrientes	32
3.3.	Contenido de carbono.....	37
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES		38
4.1.	pH y capacidad de intercambio catiónico	38
4.2.	Macro y micro nutrientes	40
4.3.	Contenido de carbono.....	45
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES		47
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES		48
REFERENCIAS		49
TERMINOLOGÍA.....		57
APÉNDICES		59

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Uso del suelo en la Granja Ganadera de Calzada</i>	27
Tabla 2. <i>Niveles de pH y conductividad eléctrica según uso de la tierra</i>	30
Tabla 3. <i>Efecto del cambio de uso del suelo en los macro y micronutrientes</i>	32
Tabla 4. <i>Efecto del cambio de uso del suelo en el contenido de materia orgánica</i>	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Característica de suelos tropicales	12
<i>Figura 2.</i> Delimitación del área de muestreo	24
<i>Figura 3.</i> Profundidad de muestreo.....	25
<i>Figura 4.</i> Representación de la forma de muestreo.....	26
<i>Figura 5.</i> Usos del suelo en la granja ganadera de Calzada	27
<i>Figura 6.</i> Influencia del cambio de uso de suelo en el pH	31
<i>Figura 7.</i> Influencia del cambio de uso de suelo en la CIC.....	31
<i>Figura 8.</i> Influencia del cambio de uso de suelo en el contenido de nitrógeno	32
<i>Figura 9.</i> Influencia del cambio de uso de suelo en el contenido de fósforo	33
<i>Figura 10.</i> Influencia del cambio de uso de suelo en el contenido de potasio.....	34
<i>Figura 11.</i> Influencia del cambio de uso de suelo en el contenido de calcio.....	34
<i>Figura 12.</i> Influencia del cambio de uso de suelo en el contenido de magnesio	35
<i>Figura 13.</i> Influencia del cambio de uso de suelo en el contenido de sodio.....	36
<i>Figura 14.</i> Influencia del cambio de uso de suelo en el contenido de aluminio	36
<i>Figura 15.</i> Efecto del cambio de uso del suelo en el contenido de materia orgánica	37

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. <i>Resultados del análisis de laboratorio</i>	59
Apéndice 2. <i>Prueba de T para comparación de medias: pH</i>	62
Apéndice 3. <i>Prueba de T para comparación de medias: CIC</i>	64
Apéndice 4. <i>Prueba de T para comparación de medias: nitrógeno</i>	66
Apéndice 5. <i>Prueba de T para comparación de medias: fósforo</i>	68
Apéndice 6. <i>Prueba de T para comparación de medias: potasio</i>	70
Apéndice 7. <i>Prueba de T para comparación de medias: calcio</i>	72
Apéndice 8. <i>Prueba de T para comparación de medias: magnesio</i>	74
Apéndice 9. <i>Prueba de T para comparación de medias: sodio</i>	76
Apéndice 10. <i>Prueba de T para comparación de medias: aluminio</i>	78
Apéndice 11. <i>Prueba de T para comparación de medias: materia orgánica (carbono)</i>	80
Apéndice 12. <i>Registro fotográfico</i>	82

RESUMEN

Esta investigación tuvo por objetivo analizar el cambio de propiedades químicas del suelo en zona boscosa, sistemas agroforestal, agrícola y pastoril en la granja ganadera de Calzada, Moyobamba. El enfoque del estudio fue cuantitativo, alcance descriptivo y diseño no experimental. La metodología consistió en la extracción de muestras de suelo de cuatro zonas (bosque, agroforestal, agrícola y pastoril) con 2 profundidades (0-10 y 10-30 cm). Las variables analizadas fueron parámetros químicos y nutricionales del suelo. El procesamiento de la información se realizó con el programa estadístico Infostat. De acuerdo a los resultados, el pH y la capacidad de intercambio catiónico no sufrieron modificaciones por el cambio de uso del suelo, el valor promedio fue 5,17 (moderadamente ácido) y 6,5 (baja capacidad de retención de cationes). El contenido promedio de nitrógeno y potasio fue de 0,05 % y 65 ppm respectivamente, el mayor contenido de fósforo estuvo en el suelo agrícola con 14,8 ppm. Con respecto a los micronutrientes, el análisis realizado permitió obtener los siguientes valores: calcio de 2 – 3 mEq/100 g suelo, magnesio de 0,36 – 0,47 mEq/100 g de suelo, sodio de 0,18 – 0,31 mEq/100 g suelo y aluminio con un promedio de 3 mEq/ 100 g de suelo. El contenido promedio de carbono orgánico en el suelo fue del 1,2 %. La conclusión de la investigación fue que el cambio de uso del suelo en la Granja ganadera de Calzada no provocó cambios significativos en las propiedades químicas de los suelos.

Palabras clave: Cambio de uso de suelo, sistema agroforestal, bosque, pastizal.

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the change of chemical properties of the soil in forested areas, agroforestry, agricultural and pastoral systems in the cattle farm of Calzada, Moyobamba. The study approach was quantitative, descriptive scope and non-experimental design. The methodology consisted in the extraction of soil samples from four zones (forest, agroforestry, agricultural and pastoral) with 2 depths (0-10 and 10-30 cm). The variables analyzed were chemical and nutritional parameters of the soil. The information processing was carried out with the Infostat statistical program. According to the results, the pH and the cation exchange capacity did not suffer modifications due to the change in land use, the average value was 5,17 (moderately acid) and 6,5 (low cation retention capacity). The average nitrogen and potassium content was 0,05 % and 65 ppm respectively, the highest phosphorus content was in the agricultural soil with 14,8 ppm. With respect to micronutrients, the analysis carried out allowed obtaining the following values: calcium from 2 - 3 mEq/100 g soil, magnesium from 0,36 – 0,47 mEq/100 g of soil, sodium from 0,18 - 0,31 mEq/100 g soil and aluminum with an average of 3 mEq/100 g soil. The average organic carbon content in the soil was 1,2 %. The conclusion of the investigation was that the change in land use at the Calzada cattle farm did not cause significant impacts on the chemical properties of the soil.

Keywords: Land use change, agroforestry system, forest, grassland.

INTRODUCCIÓN

El suelo cumple un rol muy importante para la vida de los seres humanos, las plantas y los animales, ya que es pieza fundamental para la producción de alimentos y sostenimiento de múltiples ecosistemas terrestres, a su vez es considerado como un regulador climático debido a que es capaz de capturar el carbono ayudando en la reducción del efecto invernadero (Torres, 2008). En los últimos 10 años la población se ha incrementado en 830 millones, lo que significa el incremento exponencial de la demanda mundial de alimentos (Statista, 2021). Esto ha provocado que en los últimos 30 años los ecosistemas se vean alterados, provocando cambios del uso de la tierra y en la cobertura, teniendo en cuenta que los suelos pueden tener múltiples usos: como fuente de materia prima, uso en agricultura, vivienda, entre otros (Gavilanes y Landi, 2012).

Múltiples investigaciones realizadas en los últimos 10 años (Yáñez *et al.*, 2018; Gavilanes y Landi, 2012; Vásquez, 2018), manifiestan que existen impactos considerables del cambio de uso de la tierra en las propiedades químicas y físicas de los suelos, esto a mediano y largo plazo significa no solo impactos al medio ambiente como la disminución de especies nativas y cultivadas, sino también impactos en la actividad agrícola puesto que disminuyen la fertilidad de suelos. Por lo general en la zona amazónica, el cambio de uso se realiza de suelos boscosos a suelos agrícolas, ello implica que las propiedades químicas y físicas de los suelos sean alteradas, los indicadores químicos como: pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, entre otros, son importantes en el estudio de los suelos (Huerta *et al.*, 2008).

En efecto, el sistema de agricultura migratoria que ocurrió en el Alto Mayo durante los años de 1980 y 1990 demostró que, el aumento de los asentamientos humanos y la cantidad de tierras abandonadas han generado el cambio de uso de las tierras, donde originalmente había bosques ahora se desarrollan actividades agropecuarias, que llegan a ocasionar variaciones en sus propiedades físicas y químicas de estos suelos. Para Reátegui y Arce (2016) solo en el 2014, la zona amazónica peruana perdió un total de 177 585 ha de bosques, siendo utilizados en actividades agrícolas y para la expansión demográfica. Actualmente existen pocos trabajos de investigación sobre el cambio de las propiedades, físicas y/o químicas

cuando ocurre un cambio de uso de áreas boscosas a áreas agrícolas (Vásquez, 2018), esto resulta en una limitante en la realización de comparaciones del efecto del cambio de uso para explicar las consecuencias de un crecimiento agrícola desordenado.

El estudio de las propiedades químicas de los suelos permite describir cuantitativamente la disponibilidad, calidad de nutrientes y de agua, no solo para las plantas sino también para los organismos que dependen del ecosistema, lo que significa que, la alteración de los atributos químicos de los suelos conlleva a la alteración de la flora y fauna existente en estas áreas (Yáñez *et al.*, 2018). Así mismo, Alcántara (2014) refiere que, existen múltiples usos para la tierra, dependiendo de las características fisicoquímicas, por ende, las modificaciones que sufren se verán reflejados en aspectos como la fertilidad, la sostenibilidad de los ecosistemas anexos a ellos y los bienes y servicios que proveen. El aporte de la presente investigación es el reconocimiento de las alteraciones químicas producidas por el cambio de uso de la tierra, esta información será útil para el diseño y aplicación de estrategias de mantenimiento y recuperación de suelos de diversos usos, las cuales deben ser establecidas según el nivel de degradación de los mismos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar el cambio de propiedades químicas del suelo en zona boscosa, sistemas agroforestal, agrícola y pastoril Calzada – Moyobamba.

Objetivos secundarios

- Evaluar la influencia del cambio de zona boscosa a sistemas agroforestal, agrícola y pastoril en el pH, la capacidad de intercambio catiónico del suelo.
- Establecer el efecto del cambio de zona boscosa a sistemas agroforestal, agrícola y pastoril en el contenido de macro y micronutrientes del suelo.
- Medir la influencia del cambio de zona boscosa a sistemas agroforestal, agrícola y pastoril en el contenido de carbono orgánico.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Internacionales

Alejandro *et al.* (2019) realizó una investigación en Tabasco, México que llevó por título “Efecto del cambio de uso de suelo sobre las propiedades edáficas La Sabana, Huimanguillo”, cuyo objetivo fue evaluar las propiedades físicoquímicas de suelos ácidos sujetos a diferentes usos. La población estuvo conformada por suelos con diferentes sistemas de producción: “caña de azúcar”, “piña”, “yuca”, pastizal y acahual. En cada sitio tomaron cuatro muestras de suelo, la metodología para la extracción de muestra estuvo basada en una guía para la extracción de suelos, para ello consideraron el grosor de cada horizonte. Los tratamientos fueron considerados como los diferentes sistemas de producción. El análisis estadístico fue a través del análisis de varianza, aplicaron la prueba de comparación Tukey al 0,05 de significancia para la evaluación de diferencias entre los tratamientos y el procesamiento de los datos fue realizado con el programa estadístico Infostat 2008. De acuerdo a los resultados los autores encontraron que, no existieron diferencias a nivel de pH entre los suelos con los cultivos de “piña”, pastizal, “yuca” y “caña”, por otro lado, los suelos con menor capacidad de retención de agua fueron los que tuvieron cultivos de “caña de azúcar” y “yuca”; en cuanto a la porosidad y contenido de materia orgánica, los mayores niveles estuvieron en los suelos con acahual, no existieron cambios en los niveles de nitrógeno entre los tratamientos, el suelo con “yuca” tuvo el mayor contenido de fósforo, los mayores niveles de potasio estuvieron en los suelos con “piña” y “yuca”, los niveles de magnesio fueron iguales en todos los tratamientos. Los autores concluyeron que los menores niveles de degradación estuvieron en los suelos con “piña” y “yuca”, el inadecuado manejo de suelo provocó variaciones en las propiedades físicas y químicas de los suelos, por último la vegetación permitió la conservación de los suelos acrisoles.

Yáñez *et al.* (2018) realizaron una investigación titulada “Efecto del cambio de uso de suelo en las propiedades químicas de un vertisol”, la cual tuvo por objetivo evaluar las propiedades químicas de un suelo vertisol con cuatro sistemas de uso de suelo. La metodología consistió en la selección de parcelas experimentales con diferentes especies arbóreas, asimismo, los tratamientos fueron establecidos en función al factor tipo de uso (matorral espinoso, área de pastizal, área agrícola y plantación con “eucaliptos”) y dos profundidades (0 - 5 cm y 5 - 30 cm). El diseño experimental aplicado en el estudio fue un Diseño Completo al Azar (DCA) con un arreglo factorial 4 x 2. Las variables dependientes consideradas en este estudio fueron los principales parámetros dentro del análisis de suelos: pH, fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca), capacidad de intercambio catiónico (CIC), manganeso (Mn), cobre (Cu), hierro (Fe) y zinc (Zn). El análisis estadístico lo realizaron con el análisis de varianza y las diferencias fueron evaluadas con la prueba Tukey. El procesamiento de la información fue realizada con el programa estadístico SPSS 13. Los autores encontraron diferencias significativas a nivel de todos los suelos entre el pH (7,58 en Pastizal), Mg (3,08 en matorral), Fe (19,25 en pastizal) a ambas profundidades. En cuanto al Zn (2,49 en pastizal) y CIC (el matorral obtuvo el mayor valor con 50,08 cmol/kg) solo encontraron diferencias significativas a profundidades (prof) de 0 a 5 cm, también existieron diferencias significativas con Ca, Mn en la profundidad de 5 a 30 cm. Solo el P (13,99 en matorral) y K (1,97 en matorral) no presentaron diferencias en ninguna de los sistemas ni en las dos profundidades. Concluyeron que la fertilidad del suelo presenta modificaciones por los cambios del uso de la tierra, además de ello en los suelos agrícolas y tierras con “eucalipto” presentaron disminución en las concentraciones de Zn, K, Fe, Mn, CIC, mientras que el K y P presentaron mayor disponibilidad en pastizales, a diferencia de los matorrales espinosos.

Jacobo (2017) ejecutó una investigación en Chipingo, México, el que lleva por título “Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos fragmentados de bosque mesófilo de montaña por cambios de uso de suelo”, cuyos objetivos particulares fueron: caracterizar las propiedades físicas, químicas, biológicas y estimar las alteraciones por cambios de uso de suelo. El área de estudio fue de 59 ha, en el que consideró cuatro zonas: bosque sin perturbar, suelo con plantación, pastizal y bosque perturbado. Utilizó una metodología estratificada en zig-zag para establecer los puntos de muestreo, en el que extrajo muestras hasta una profundidad de 30 cm con ayuda de una barrena. Las muestras fueron llevadas a laboratorio para las evaluaciones físicas químicas (pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, CIC,

macronutrientes) y biológicas (microorganismos edáficos). Los tratamientos estuvieron conformados por cada una de las unidades muestreadas, esta investigación contó con un diseño completo al azar. Utilizó el análisis de varianza para encontrar las diferencias entre los tratamientos, aplicó la prueba Dunnett y el procesamiento de los datos lo realizó con el programa estadístico SAS 9.1. De acuerdo a los resultados, los mayores niveles del contenido de materia orgánica (13,9 %), CIC (24,7 cmol/kg), N (10 mg/kg), Ca (1908 mg/kg) y Mg (860 mg/kg) estuvieron en el bosque perturbado, el mayor nivel de pH y fósforo estuvo en el pastizal, la mayor población de bacterias estuvo en el bosque sin perturbar. El autor concluyó que, las alteraciones físicas, químicas y biológicas de suelos fragmentados de Bosque mesófilo de montaña se producen debido a las diferentes cubiertas vegetales presentes.

Gavilanes y Landi (2012) estudiaron los “Efectos del cambio de uso de la tierra y de la altitud sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos en la microcuenca del Río Zhurucay”, cuyo objetivo fue identificar los efectos del cambio de uso de la tierra sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos en la microcuenca del río Zhurucay a metodología consistió en la división de la microcuenca mediante transectos longitudinales y transversales para la extracción de muestras, cada punto de muestreo fue denominado en función a la cobertura predominante, para ello siguieron el procedimiento de la cartografía base de la zona y registros agrícolas, silvícolas y ambientales de la zona. Las variables estudiadas fueron: la caracterización de las principales coberturas encontradas en las zonas de estudio, los usos de suelos y la caracterización de las propiedades físicas y químicas de dichos suelos. El procesamiento de la información fue realizada con los programas: Xlstat 2011, Statgraphics Centurion XVII y Microsoft Office Excel 2007. Conforme a los resultados los suelos más representativos fueron: Andosoles, Histosoles y Cambisoles, también encontraron que los principales usos de suelo y coberturas fueron: bosque montano alto, bosque *Polylepis*, pajonal, pajonal quemado, pasto, cultivo de papas, almohadilla y bosque de “pino”, el cambio de uso de pajonal a bosque de “pino”, no registro impacto significativo en las propiedades físico químicas del suelo, las propiedades físicas se ven influenciadas por los contenido de materia orgánica. La CIC para los suelos bajo coberturas naturales estuvieron en un rango de 8.40 - 76 mEq/100 ml, la presencia de aluminio estuvo en grandes cantidades, el contenido de nitrógeno en su forma amoniacal para los suelos bajo almohadilla tuvo un contenido muy superior a comparación de los otros suelos, los valores

de nitrógeno en su forma amoniacal en los suelos restantes bajo coberturas naturales fueron menores. Concluyeron que los cambios de uso de la tierra y de la cobertura vegetal provocan influencia en los procesos que ocurren sobre los horizontes, sobre todo en donde el hombre ha interferido, refutando que la altura no influye en las propiedades físicoquímicas del suelo. Asimismo, la división en horizontes les permitió observar que, la cobertura influyó sobre las propiedades físicas de los epipedones, mientras que los endopedones intervinieron sobre las propiedades químicas que, por distintos procesos como lixiviación, meteorización e iluviación influenciaron los niveles de pH y Fe.

Jiménez *et al.* (2007) realizaron una investigación en Ecuador cuyo título fue: “Cambio en las propiedades del suelo por transformación de áreas boscosas en pastizales en Zamora-Chinchipe “. El objetivo fue identificar el cambio que experimentan las propiedades físicas y químicas del suelo al convertir los bosques en zonas de pastos. La investigación tuvo enfoque cuantitativo con diseño no experimental. La metodología consistió en la extracción de muestras de siete fincas pertenecientes a la provincia de Zamora, de las cuales 28 fueron extraídas de suelo boscoso y 28 fueron extraídas de suelo pastoril, las edades fueron entre 30 a 35 años de antigüedad, tuvieron precaución que los suelos no hayan sido fertilizados con anterioridad ni tampoco que hayan sido afectados por quemas. Las variables analizadas fueron: pH, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio y magnesio disponible. El análisis estadístico de los datos fue realizado a través de modelos generales lineales mixtos, así mismo utilizaron transformaciones logarítmicas y de Box – Cox. De acuerdo a los resultados, el pH más alto estuvo en suelo pastizal cuyo valor fue 6,8, el valor de la materia orgánica estuvo entre 4 y 7 %, el valor más alto estuvo en el suelo boscoso, el nitrógeno estuvo entre 0,1 y 0,4 %, el fosforo alcanzó un promedio de 4 mg/kg de suelo sin existir diferencias entre los suelos, existió un mayor contenido de potasio en suelos con pastos (1 cmol/kg), no existieron diferencias de los contenidos de calcio y magnesio en los dos tipos de suelos, cuyos valores promedios fueron 1,5 y 0,5 cmol/kg respectivamente. La conclusión final fue que el cambio de una zona boscosa a zona pastoril impacta sobre el pH y el potasio.

Nacionales

Espinoza (2021) realizó una investigación titulada “Caracterización de suelos con relación al cambio de uso de la tierra en las comunidades nativas de Santa Rey y Balta del distrito de Purús, Ucayali” que tuvo por objetivo la caracterización de suelos con relación al cambio de uso de la tierra en las comunidades nativas de Santa Rey y Balta del distrito de Purús, en el departamento Ucayali. La investigación fue de tipo descriptivo – explicativo. La metodología consistió en la inspección de las comunidades, cuya población estuvo conformada por los suelos de la comunidad nativa de Santa Rey y Balta. El muestreo fue realizado considerando el DS N° 013-2010-AG-Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos. Estableció 14 calicatas o puntos de muestreo, las muestras recolectadas fueron llevadas al laboratorio de suelos, planta y agua de la Universidad Nacional Agraria La Molina para realizar el análisis físico químico de suelo. Los instrumentos para la recolección fueron la libreta de campo, cartulinas, sobre, entre otros. Los *softwares* utilizados fueron: Microsoft Office, ArcGIS 10,0. y PIAS 1,0 (Programa para Interpretación de Análisis de Suelos). De acuerdo a los resultados, los cambios de uso de suelo generaron diferencias en las propiedades de los suelos, la densidad en suelos tipo purma fue mayor (1,60 g/cc) que en suelos de cultivo agrícola (1,25 g/cc); asimismo encontró variaciones en el pH, el contenido de materia orgánica en bosque fue mayor (7,78%) que en suelos agrícolas (0,13%) y los suelos pastizales presentaron mayores contenidos de fósforo disponible que en suelos agrícolas. El autor concluyó que el cambio de uso de suelo genera impactos en las propiedades fisicoquímicas del suelo.

Tarrillo (2020) realizó una investigación en Chota, cuyo título fue “Cambio de cobertura y uso de la tierra por actividades antrópicas en el periodo 2003-2019”, cuyos objetivos específicos fueron: Determinar la cobertura de tierra con mayor ganancia y pérdida y analizar la incidencia antrópica en los cambios de cobertura y uso de la tierra durante el periodo 2003-2019. Esta investigación fue descriptiva y retrospectiva con diseño no experimental. La metodología consistió en el uso de imágenes satelitales para generar mapas temáticos sobre la cobertura y uso de la tierra. Utilizó el programa ENVI para dividir la imagen en segmentos y las coberturas resultantes fueron procesadas con el programa ArcGIS 10,5. De acuerdo a los resultados encontró nueve coberturas de tierra: Tejido urbano continuo (TUC), cultivos transitorios (CT), pastos (PA), bosques plantados (BP), herbazal (HER), arbustal (AR),

afloramientos rocosos (AFR), tierras desnudas (TD) y, por último, lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (LLCN). Durante este periodo solo el 25,36 % de las zonas experimentaron cambios, mientras que el 74,64 % no experimentó cambio alguno; durante dicho período aumentaron las áreas de cultivos transitorios y las áreas con herbazal disminuyeron. La conclusión final fue que el crecimiento poblacional y el incremento de las áreas agrícolas provocaron el cambio de uso de la tierra.

Vásquez (2018) realizó una investigación titulada “Análisis de cambios de cobertura y uso de la tierra con imágenes satelitales del distrito de Chugur periodo 1999 – 2016” cuyo objetivo fue analizar los cambios de cobertura y uso actual de la tierra del distrito de Chugur, por medio de imágenes satelitales, hizo un análisis comparativo de cambio de la cobertura vegetal hacia otro uso de suelo en el distrito de Chugur, región Cajamarca. La metodología consistió en la obtención de imágenes satelitales de los años 1999 al 2016, luego segmentó las áreas según características geográficas. Los gráficos obtenidos fueron validados en campo, posterior a ello hizo anotaciones sobre: el tipo de vegetación, erosión, altitud y datos sobre el uso de tierra como arbustos, cultivos, etc. La clasificación fue realizada con la Metodología Corine Land Cover (CLC) del Ministerio del Ambiente (MINAM). Como resultado del análisis satelital, el autor calificó el cambio de cobertura en el nivel III y presentó las siguientes categorías: afloramientos rocosos, arbustal, bosques, cultivos transitorios, herbazal, lagunas, tejido urbano y tierras desnudas. En cuanto al cambio de uso, los resultados demostraron que, para el año 1999 predominó la zona herbazal con un área del 31 % con respecto al distrito Chugur, mientras que el área urbano solo fue del 0,03 % del distrito. En cambio para el año 2016 la categoría predominante fue pastizal con un 59,23 % y el área urbana solo correspondió al 0,05 %, ambas con respecto al mismo distrito, entre los años 1999 y 2016 la cobertura que mayor pérdida tuvo fue el herbazal, mientras que el área que mayor ganancia de área tuvo fue el pastizal. Según el autor, este incremento de la superficie de pastizales se debió al incremento de la actividad ganadera.

Alcántara (2014) realizó una investigación en el departamento de Cajamarca que llevó por título “Análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra”, cuyo objetivo fue conocer la dinámica y los principales efectos generados por los cambios en la cobertura y uso de la tierra, en el ámbito del departamento Cajamarca para el periodo 2001–2013. La metodología

consistió en la recopilación cartográfica durante los años mencionados, utilizó el procedimiento según R.M. N° 135-2013-MINAM, para el análisis de la información cartográfica y fotografías satelitales utilizó los programas ENVI y ArcGIS. Según los resultados, en 13 años el cambio de uso del suelo de Cajamarca representó un 18,18 %; es decir, entre dichos años solo quedaron intactos un 81,12 % del área departamental, las imágenes satelitales demostraron que el área afectada fue sometida a siete cambios de cobertura, de vegetación herbácea a suelos agrícolas, lo que provocó impactos a los servicios ecosistémicos. Las conclusiones finales fueron que, existió una fragmentación paulatina entre 2001 al 2013 lo cual generó perjuicio en los hábitats naturales y los mayores cambios de cobertura se realizaron de área boscosa a área agrícola, lo cual conllevó a la destrucción de la cubierta vegetal.

1.2. Bases teóricas especializadas

1.2.1. Suelo

Para Porta *et al.* (2014), el suelo es un cuerpo natural que se ha formado desde el inicio de la tierra, el cual contiene rocas, materiales orgánicos, también cuenta con un espacio poroso en el cual puede albergar aire, agua y suele ser lugar para el transporte de seres vivos. El clima, los organismos vivos (ser humano, flora y fauna) y la topografía son los responsables de los distintos tipos de suelos que existen. Es considerado como el recurso más importante y a la vez el más olvidado, este cuerpo consta de capas u horizontes que contiene no solo materia orgánica sino minerales meteorizados (Alcalde, 2015).

a) Funciones del suelo

Porta *et al.* (2014) manifiestan que el suelo tiene múltiples funciones, entre ellas se tienen los siguientes:

Conservar el recurso hídrico que existe en el suelo, también funciona como un filtro ambiental, puesto que ayuda a disminuir la contaminación ambiental y atenuar la aparición de patógenos. Finalmente, permite la producción de alimentos, biocombustible, forrajes y otros productos que hacen posible la vida sobre la tierra.

b) El suelo del bosque

Según el Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2015), estos suelos nunca han sido modificados o no ha existido la intervención o alteración por actividades del hombre, por lo general suelen ser zonas de gran pendiente o de difícil acceso, característica que dificulta la instalación de cualquier cultivo anual o permanente. Los suelos de los bosques son poco eficientes en la retención de algunos elementos minerales debido a la biomasa; es decir, las plantas de distintas especies, las cuales se encargan de absorber los nutrientes de la materia orgánica descompuesta, además de ello, las plantas que se encuentran en los bosques protegen el suelo de la erosión (Blanco, 2017).

c) El suelo agrario

Conforme a lo descrito por Porta *et al.* (2014), es considerado como suelo agrario a aquella parte del territorio en la cual existen condiciones para cultivar plantas y no existen edificaciones, lo cual resulta indispensable para la existencia de ecosistemas agropecuarios (agrícola y ganadero). Igualmente, García y Navarro (2013) mencionan que el suelo agrícola, acompañado de buenas condiciones ambientales, permite la obtención de buenas cosechas, por lo tanto, el suelo agrícola es base para el buen crecimiento de plantas cultivadas.

d) Cobertura de la tierra

Con respecto a la cobertura de la tierra, Alcántara (2014) refiere que:

Es la cubierta biofísica observada en la superficie de la tierra y cuando se considera cobertura forestal en el estricto sentido, ésta debe ser destinada estrictamente a describir vegetación y obras humanas; por consiguiente, áreas en las que la superficie es de roca o suelo desnudos son descritas simplemente como tierra y no como cubierta de la tierra, esto es discutible en el caso de la cobertura con superficie de agua, si realmente es una cobertura (p. 6).

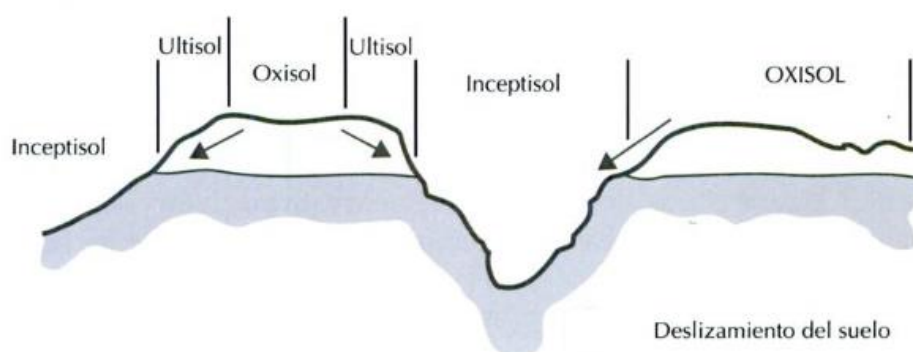
1.2.2. Suelos Tropicales

De acuerdo a Brenes (2021) los suelos tropicales son profundos e intemperados (suelos modificados por acción del medio ambiente), las precipitaciones y la temperatura son parámetros ambientales que están directamente relacionados con las características del suelo. Arias (2012) menciona que:

En los ambientes údicos los suelos predominantes son oxisoles, ultisoles, alfisoles e inceptisoles. Los oxisoles están asociados con superficies muy viejas y estables. Los ultisoles ocupan pendientes inferiores a los lugares en que se encuentran los oxisoles. Los inceptisoles ocupan las laderas más escarpadas, desarrollándose en rocas recientemente expuestas (p.17) (Figura 1).

Figura 1

Característica de suelos tropicales



Nota. Extraído de Arias (2012).

1.2.3. Agricultura migratoria

Muñoz *et al.* (2018) definen la agricultura migratoria a la porción de tierra cultivada, que es abandonada después de varios años de ser usada, lo que provoca que la actividad agrícola se traslade a una nueva porción de tierra virgen, siendo sometida a labranza y explotación. Además de ello, existen múltiples razones por las cuales se genera la agricultura migratoria: malas hierbas, plagas y enfermedades, erosión del suelo, sistemas de cultivo y fertilidad del suelo. Este proceso es muy común en el Perú, pues el agricultor se encarga de la tala de árboles, usan el recurso forestal extraído y originan la quema del material restante. Según la

práctica cultural tradicional, el resto de ceniza es incorporado al suelo para fertilizarlo, posterior a ello instalan cultivos agrícolas o pastizales para la cría de ganado (Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA], 2000).

1.2.4. Cambio de uso de la tierra

López *et al.* (2014) lo definen como la eliminación de zonas naturales para cambiarlos en campos agrícolas, así como también la conversión de una zona agrícola a bosques. Por otro lado, Pineda (2011) manifiesta que el cambio de uso del suelo resulta de varias transiciones físicas a la que fue sometida el suelo debido a múltiples acciones humanas durante un tiempo determinado, además de ello el problema de la deforestación de bosque para convertirlos en zonas cultivables es un tema que involucra a países de todo el mundo.

a) Factores que influyen en el cambio de uso de la tierra

Juan (2021) señala la existencia de cinco factores, entre ellos tenemos:

- Demográficos: El movimiento migratorio de personas de una zona geográfica hacia otra, provoca cambios en la dinámica del hogar, generando impacto en el aumento o disminución de recursos o materias primas.
- Culturales: Un factor intangible que se relaciona con las motivaciones, actitudes, valores, creencias, etc.
- Económicos y tecnológicos: Todos aquellos que influyen en los precios, impuestos y otras políticas públicas que influyen en la economía del hogar.
- Institucionales: Hace mención de todas aquellas decisiones públicas que tienen que ver con la administración de recursos públicos y gestión de territorios.
- Globalización: Influye en políticas macroeconómicas, condicionando el uso de suelos y la explotación de recursos en países que no cuentan con un adecuado sistema económico.

b) Uso agropecuario de la tierra

Debido a las interacciones entre elementos biológicos, físicos y sociales, las tendencias de cambio de cobertura y uso de la tierra viene incrementándose en los últimos años. Por ende,

la acción sinérgica de múltiples factores exógenos y endógenos han derivado en el incremento del uso agropecuario de la tierra (Chu *et al.*, 2010; Mendoza *et al.*, 2010). Los terrenos de la Amazonía peruana vienen siendo convertidos en zonas agrícolas, en algunos casos se han deforestado zonas no apropiadas para esta actividad, la forma más rápida de deforestar es la quema; además de ello, la práctica de la rotación de cultivos ocasiona la generación de purmas o bosques secundarios. Esta rotación de cultivo se realiza primero con el establecimiento de cultivos anuales como hortalizas o legumbres y luego se cambia hacia cultivos permanentes como frutales u otros como café y cacao (MINEM, 2015).

c) Uso en sistemas agroforestales

Son considerados suelos en los que se encuentran establecidas plantaciones permanentes como especímenes forestales y plantaciones cultivadas como “maíz”, “café”, “cacao” (pudiendo ser especies permanentes o anuales), por lo general suelen ser suelos ligeramente empinados o zonas de terrazas fluviales (MINEM, 2015). Las plantaciones que se encuentran en estos suelos permiten la resistencia a la erosión del suelo por acción de las lluvias, además de ello las hojas que caen de las especies forestales permiten la descomposición y alojamiento de elementos nutritivos en las capas arables, debido a que estos suelos contienen elevados niveles de materia orgánica que tienen la capacidad de almacenar agua (Stadler, 2011).

1.2.5. Fertilidad química del suelo

Según Porta *et al.* (2014), la fertilidad química se refiere a la capacidad funcional que tiene el suelo de proporcionar nutrientes esenciales para mejorar la productividad de plantas y animales. El autor manifiesta que esta fertilidad no es estable en el tiempo, puede variar tanto en el corto plazo como en el largo plazo, dependiendo del uso que se le da a un suelo. Por lo tanto, la fertilidad química que presente un suelo dependerá de las características físicas y biológicas que posea el mismo. Un suelo exhibe una fertilidad química ideal cuando presenta un pH entre 6 y 7, posee una alta CIC con alto porcentaje de saturación de bases, posee fósforo (P) y potasio (K) disponibles y la conductividad eléctrica (CE) es > 2 mMhos/cm o 2 dS/m (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2011).

1.2.6. Propiedades químicas del suelo

a) pH del suelo

Es el potencial de hidrógeno, indicador de macro y micronutrientes que están disponibles para el desarrollo vegetal e indica si se trata de un suelo alcalino, neutro o ácido. Los valores extremos reportados se encuentran entre 4 (extremadamente ácidos) y 9 (extremadamente alcalino). En suelos ácidos se presentan cantidades elevadas y tóxicas de aluminio y manganeso, en cambio en suelos muy alcalinos disminuyen estas concentraciones, por lo general la actividad biológica se limita en suelos muy ácidos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020).

b) Carbonatos del suelo

Son sales que resultan del ácido carbónico o ésteres, siendo los más comunes el de calcio precedido por el de sodio o magnesio. Estos carbonatos de calcio poseen carga positiva, pudiendo tener dimensiones muy variadas, existe una relación positiva entre niveles de carbonatos y el pH. Es importante contar con cierto nivel de carbonatos en los suelos puesto que permite un adecuado comportamiento de la parte biológica del suelo, pero ante excesos de carbonatos puede afectar la producción de las plantas, debido a que limita la concentración de ciertos fertilizantes. Elevados niveles de carbonatos, explica las deficiencias de Fe, Zn, P y N (Andrades y Martínez, 2014).

c) Materia orgánica (MO)

Se considera a todo material que deriva de la degradación de organismos biológicos. Según Porta *et al.* (2014), el nitrógeno proveniente de la descomposición se mineraliza en forma de amonio NH_4 y elementos como el P, S y otros micronutrientes se encuentran de forma aprovechable para las plantas. Gran parte de los residuos vegetales provenientes de campañas anteriores permiten la incorporación de importantes niveles de materia orgánica.

Mientras tanto Andrades y Martínez (2014) mencionan que, adecuados niveles de materia orgánica permiten mejorar la aireación de los suelos y la adecuada retentividad de agua. Una

mejora en la estructura de los suelos permite generar protección frente a la erosión y adecuada capacidad del suelo para retener macro y micronutrientes. Los autores refieren que un suelo arcilloso tiene un nivel normal de 1,7 a 2 unidades. Galantini e Iglesias (2018) mencionan que los niveles de materia orgánica presente en el suelo dependen del tiempo, además, los materiales más antiguos presentes en el suelo influyen en las características fisicoquímicas del mismo.

d) Elementos disponibles del suelo

Macronutrientes:

- Nitrógeno (N)

Considerado como un macronutriente, presente en todos los cuerpos orgánicos y vegetales. Es muy dinámico, se halla en seres vivos, atmósfera y suelo, además, es considerado como el elemento indispensable para el desarrollo vegetal (Benimeli *et al.*, 2019). Debido a la importancia de este macronutriente existen múltiples formas de incorporarlo a través de abonos orgánicos, de microorganismos fijadores, fertilización química, que en ocasiones puede ser muy costoso; además que, bajo condiciones normales el nitrógeno no se produce por degradación de la roca madre.

- Fósforo (P) en el sistema suelo-cultivo

Las plantas consumen el fósforo en forma de fosfato, para que este elemento sea adecuadamente absorbido es necesario que el pH del suelo se encuentre entre 6 a 6,8. Su importancia radica en el desarrollo radicular, el desarrollo de la vigorosidad de las plantas y adelantar la maduración de los frutos. Además, es un elemento con poca movilidad, pero muy asimilable si existe adecuado contenido de materia orgánica, es de tener en consideración que, en suelos ácidos puede encontrarse en elevadas concentraciones.

Sela (2020), detalla que el fósforo al igual que el nitrógeno es un macro nutriente esencial en el crecimiento de las plantas. Según estudios por parte de Fernández (2007), en la mayoría de suelos es necesaria la aplicación de fertilizantes fosforados debido a que, el fósforo

contenido en dichos suelos se encuentra en forma no asimilable para nutrir adecuadamente a las plantas, también menciona que suele interactuar con otras moléculas que se encuentran en el suelo, siendo un elemento de gran importancia para almacenamiento y transferencia de energía.

- **Potasio (K) en el sistema suelo-planta**

Es un macroelemento absorbido en forma iónica a través de procesos de difusión, resulta necesario que, para facilitar su absorción, los niveles de Ca y Mg sean ligeramente altos. Es un elemento de rápida asimilación, de existir en grandes concentraciones (más de 250 ppm) puede generar diferencias funcionales puesto que no es posible que el potasio se mezcle con otras moléculas. Existen cuatro formas presentes de este elemento en el suelo: potasio mineral, fijado, soluble e intercambiable; permitiendo su rol activador de enzimas en la célula, la intervención acumulación de proteínas y carbohidratos (Andrades y Martínez, 2014). Entre los beneficios tenemos la resistencia de la planta frente a: enfermedades, plagas, sequías y permite el aumento del peso de frutos. Es preciso recalcar que, la absorción del potasio contenido en el suelo depende del adecuado contenido de materia orgánica en el suelo.

- **Calcio (Ca)**

Es uno de los nutrientes más utilizados en suelos ácidos, además de ser uno de los elementos más abundantes en la mayoría de los suelos, en zonas de altas precipitaciones las concentraciones de Ca son bajas, ya que incorporaciones elevadas de agua provoca lixiviación de este elemento hacia zonas inferiores. El Ca es una molécula que influye en las paredes y membranas de la célula, interviene en el funcionamiento de las hormonas (Sela, 2020).

- **Magnesio (Mg)**

Se sabe que este nutriente es componente básico de la clorofila y su estado en el suelo depende de su dinámica química controlada por varios factores como el clima, el pH del suelo, la temperatura, la humedad y su interacción con otros cationes. Es un elemento de disponibilidad limitada, por ello es incorporado con fertilizantes industriales, comúnmente

es fijado por arcillas como cloritas e illita. Es el elemento que facilita el transporte del fósforo por toda la planta (Bayon, 2012).

Micronutrientes

- Sodio (Na)

Es un elemento utilizado en cantidades pequeñas por las plantas, pero puede ser nocivo en altas concentraciones (sodicidad). El sodio es característico en zonas áridas, en zonas donde la evaporación es mayor que la incorporación de agua, por tal motivo se encuentra en muy bajos niveles. Suele asociarse con facilidad al cloro. En otras investigaciones, manifiesta que, el sodio permite el alargamiento de células, activa ciertas funciones fisiológicas de las plantas y tiene potencial para remplazar al potasio (Sela, 2020).

- Aluminio (Al)

El aluminio es un elemento que tiende a reducir o limitar el normal desarrollo de plantas en suelos ácidos. Este elemento al encontrarse en suelos ácidos influye en las concentraciones de molibdeno y de fósforo. El hidrógeno contenido en el suelo se le llama “acidez activa” y la interacción del aluminio con el hidrógeno se le llama “acidez intercambiable”. Es común que en suelos cuyo pH es de 6 las concentraciones de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ y Na^+ se vea limitado, lo que genera el incremento de elementos como molibdeno, Al y Fe. En algunos casos, es posible encontrar aluminio en algunos de los horizontes del perfil, generando efectos negativos en el desarrollo radicular, provocando la aparición de raíces gruesas, lo que genera que las raíces exploren un volumen de tierra muy reducido (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2016).

e) Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

FAO (2020) describe a CIC como una medida expresada en cmol/kg de suelo, además de:

Medir de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas), y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K,

NH₄, etc.). Estos serán intercambiados por otros cationes o iones de hidrógeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces. Los niveles de CIC de un suelo dependen directamente de los niveles de materia orgánica y arcilla. (p. 1)

1.2.7. Impacto de la variación de las propiedades químicas del suelo por el cambio de uso de bosques a producción agropecuaria

En la relación suelo-planta, las propiedades químicas como son pH, CIC, contenido de materia orgánica, juegan un papel muy importante en la calidad del suelo, además de ello, las actividades realizadas por el hombre suelen modificar las reservas nutritivas. Si bien es cierto, el cambio de uso de suelo es importante puesto que puede ayudar a la economía local, este cambio implica que la localidad tenga que asumir costos no monetarios, como la degradación de los suelos (Yáñez *et al.*, 2018). Di Gerónimo *et al.* (2018) manifiestan que, estos cambios afectan la productividad de los suelos, una de las principales propiedades es el carbono total, el cual, al verse limitado este elemento conlleva a la disminución de la capacidad de abastecimiento de nutrientes, además de la disminución del potencial de mineralización del nitrógeno. Frente a ello Jacobo (2017) responsabiliza el cambio de uso de suelos al incremento de CO₂ a la atmósfera, además, el cambio de uso de suelo conlleva al uso de agua de riego, mecanización de la agricultura, a cambios que son imperceptibles en el corto plazo, pero a largo plazo puede implicar la erosión del suelo.

Según Cresco *et al.* (2004), existe una relación vinculante entre los suelos destinados a pastizales y suelos con plantaciones agrícolas, con el contenido de fósforo presente, a diferencia de las zonas forestales donde presentan valores bajos. En cuanto a los cambios del potasio, Funes (1975, como se citó en Jacobo, 2017) manifiesta que, hay mayores contenidos de este elemento en suelos destinados a pastoreo y ello debido a los excesivos niveles de orina de los animales. Para Miretti *et al.* (2012), microelementos como Boro (B), Fe y Zn presentan los valores más reducidos en suelos agrícolas o en suelos que presentan actividades antrópicas, ello debido al constante uso en actividades extractivas sin la adecuada reincorporación de dichos elementos, además, cada micronutriente presenta comportamientos distintos, por lo que resulta inadecuado generalizar a todos, puesto que algunos se encuentran relacionados con parámetros como el pH, CIC, CE, entre otros.

Por otro lado, Hansen *et al.* (2009) indican que el impacto del cambio de zona boscosa a silvopastoril está relacionado a la carga ganadera, puesto que el ramoneo y pastoreo impiden la regeneración natural del bosque, si bien es cierto el ganado es selectivo pero el constante ingreso de animales provoca compactación de suelos, el proceso de alimentación genera extracción y rompimiento de hojas en especies vegetales. Por lo tanto, hay una relación inversa entre la disponibilidad de forraje y la regeneración de especies arbóreas.

Según Sacchi (2002), cualquier tipo de alteración de suelos de bosques a sistema agroforestal, agrícola y/o pastoril genera erosión hídrica, pérdida del carbono orgánico alojado en el suelo, puesto que los sistemas mencionados tienden a ser intensivos y exigentes de recursos lo cual conlleva a la aceleración de la mineralización.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación tuvo un enfoque comparativo y cuantitativo puesto que fueron recolectados datos numéricos y posterior a ello fueron procesados y analizados usando el *software* o paquete estadístico Infostat. Presentó un alcance explicativo ya que se buscó establecer un sentido de entendimiento del comportamiento de cada variable estudiada. El diseño planteado fue no experimental puesto que no se manipularon las variables independientes (factor cambio de uso y factor profundidad) y se midió el efecto sobre las variables dependientes (parámetros químicos del suelo) (Hernández *et al.*, 2014).

2.2. Lugar y fecha

El área donde se llevó a cabo el estudio de investigación tiene una extensión de 67 hectáreas, está ubicada en el distrito de Calzada, situado al suroeste a 13 km de distancia de la provincia de Moyobamba, geográficamente está ubicada entre las coordenadas latitud 6° 01' 58,09" sur y longitud 77° 04' 34,92" oeste, a una altitud de 855 m s.n.m. El terreno presenta una terraza baja de pendiente ligeramente inclinada.

La temperatura promedio anual en este distrito es de 22,9 °C, con una precipitación pluvial anual de 1428 mm al año (Climate-data.org, 2019), los suelos son mayormente ácidos (acrisoles) dado que dentro de su territorio alberga un bosque pluvial húmedo de montañas presentes en el Morro de Calzada. La vía de acceso principal desde Moyobamba es la Carretera Fernando Belaunde Terry.

2.3. Materiales empleados en el experimento

- Bolsas plásticas oscuras
- Palanas
- Barretas
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica digital
- Etiquetas
- Cinta adhesiva
- Plumones

2.4. Población y muestra

Debido a la naturaleza de la investigación, la población estuvo conformada por el área de la granja ganadera de Calzada, cuya extensión abarco 67 hectáreas, la muestra estuvo conformada por el número de puntos considerados en las zonas boscosa, zona agroforestal, zona pastoril y zona agrícola, en cada punto de muestreo se consideraron dos profundidades: 0 – 10 cm y 10 – 30 cm. Fueron un total de 24 muestras las cuales fueron enviadas al laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo.

2.5. Técnica e Instrumentos

La presente investigación consideró la técnica de la observación directa, la cual se aplicó con la finalidad de obtener la mayor cantidad de información posible de la granja ganadera, de esa forma comprender y explicar las diferencias que puedan existir en campo (Hernández *et al.*, 2014).

Los instrumentos utilizados para el presente estudio fueron: el procedimiento establecido en la Guía de muestreo de suelos (MINAM, 2014), así como los resultados del análisis de suelo procedente del laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo.

2.6. Descripción de la investigación

a. Etapa preliminar

- Envío de solicitud de autorización para la extracción de muestras al área administrativa de la Granja Ganadera de Calzada.
- Reconocimiento e identificación del área de estudio: una vez obtenido el permiso por parte del área administrativa, fue necesario la inspección *in-situ* para verificar las condiciones del área de estudio.
- Recolección de información referente al área de estudio.

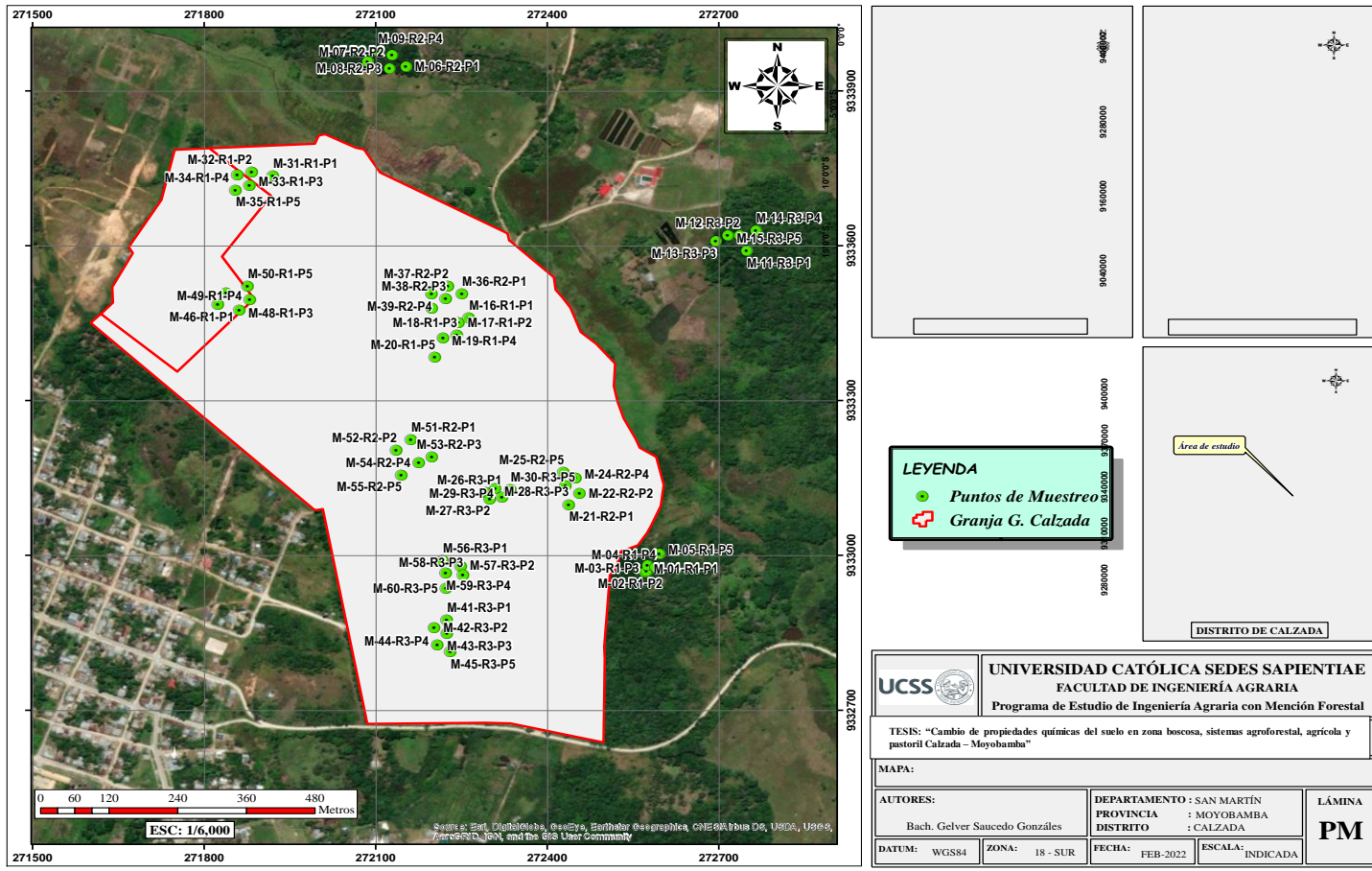
b. Etapa de campo:

Siguiendo la metodología establecida por la Guía de muestreo de suelos (MINAM, 2014) y Bazán (2017), fue considerado el siguiente procedimiento:

- Delimitación de la superficie de muestreo: se construyó un mapa o croquis a través de la georreferenciación mediante el uso de un GPS, considerando que esta investigación establece 4 áreas con diferentes usos de tierra, el cual se muestra en la Figura 2.

Figura 2

Delimitación del área de muestreo



- Profundidad de muestreo: esta investigación contempló la selección de dos profundidades, que se consideraron dentro de la capa arable: 0-10 cm y de 10-30 cm (Figura 3).

Figura 3

Profundidad de muestreo



Nota. La figura presenta profundidades de 0-10 cm (lado izquierdo) y 10-30 cm (lado derecho).

- Forma de muestreo: Una vez realizado el mapa o croquis se diseñó el recorrido en Zig-zag, que consistió en establecer un camino cruzado que diste aproximadamente 30 pasos entre cada punto de toma de muestra (Figura 4), la Figura 5 y Tabla 1 muestran los usos de suelo considerados. En cada punto de toma de muestra se extrajo una sub muestra por cada profundidad (0 – 10 cm y de 10 – 30 cm), cada muestra peso aproximadamente 500 gr. Las sub muestras extraídas a diferentes profundidades, fueron mezcladas en un balde con el objeto de uniformizar y obtener una muestra representativa por cada sector, al finalizar se obtuvieron dos muestras por cada zona.

Figura 4

Representación de la forma de muestreo

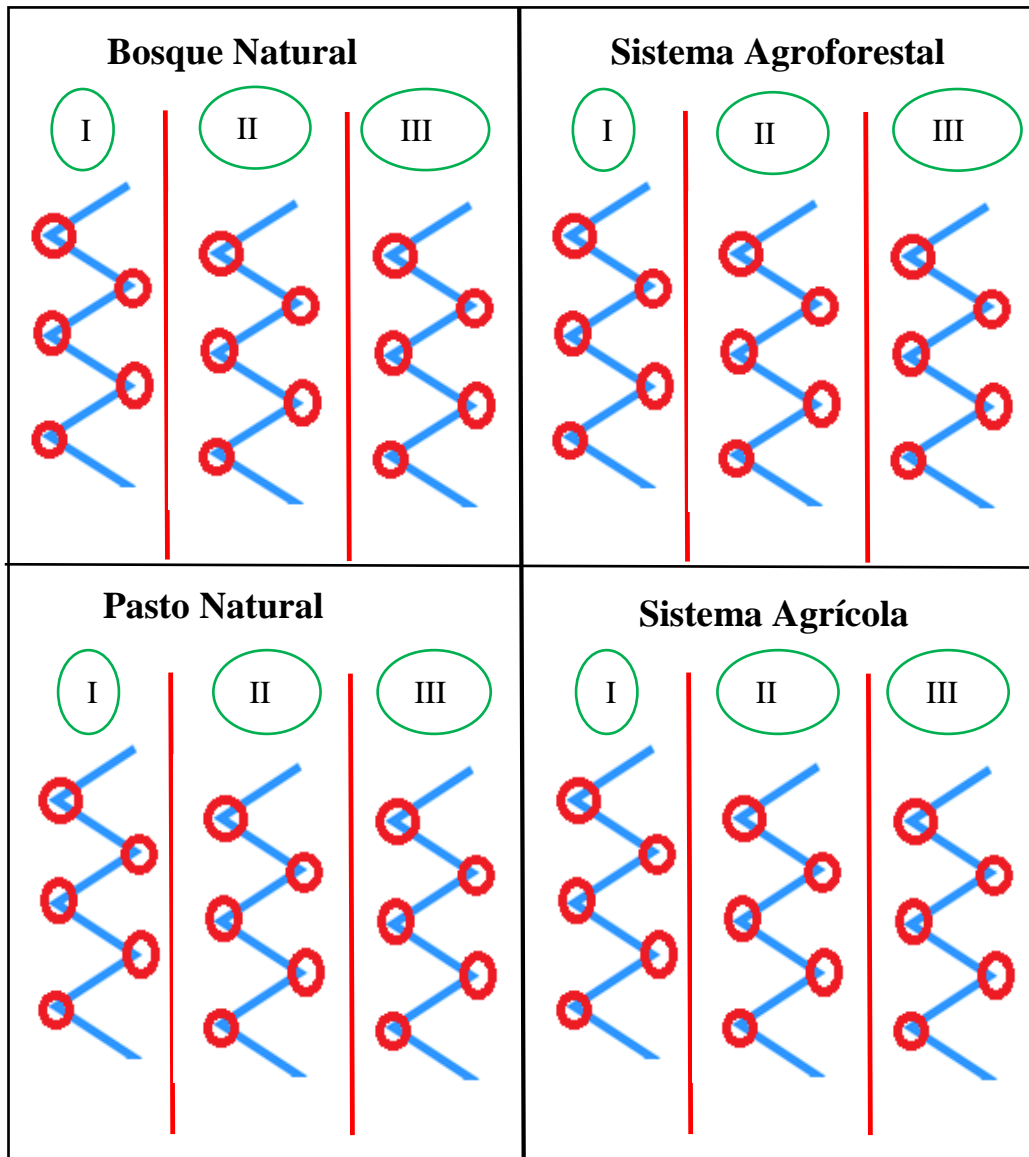
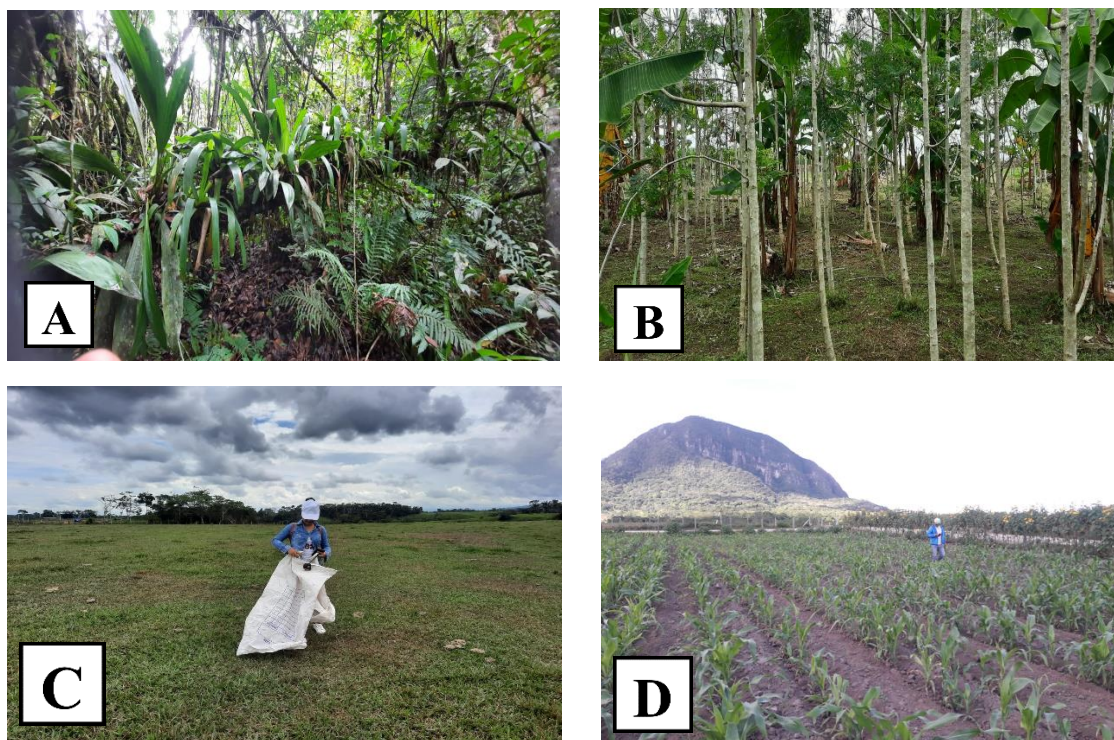


Figura 5

Usos del suelo en la granja ganadera de Calzada



Nota. Bosque Natural (A), Sistema Agroforestal (B), Pasto Natural (C), Sistema Agrícola (D)

Tabla 1

Uso del suelo en la Granja Ganadera de Calzada

Niveles	
Zonas con diferentes usos de tierra	Bosque natural
	Sistema agroforestal (“Moringa” con “Plátano”)
	Pasto natural
	Sistema agrícola (“Maíz”)

2.7. Identificación de las variables y su mensuración

En esta investigación fueron consideradas las siguientes variables:

VARIABLES INDEPENDIENTES

a) Tipo de uso de la tierra: Para efectos de esta investigación fueron divididos cuatro grupos, que especifican el uso que se le asignó al área dentro de la granja ganadera de Calzada:

- Bosque natural: según información de los pobladores, indicaron que estos bosques no han sido intervenidos debido a que se encuentran aledaños al Morro de Calzada y por tener características pantanosas no se han desarrollado ningún tipo de actividad agrícola.
- Sistema agroforestal: hace referencia a la asociación de cultivos agrícolas con especies forestales. Los que se encontraron en la granja fueron: “manchinga” asociado con “plátano” y “frijol”; “moringa” asociado con “plátano” y “frijol”.
- Pasto natural: la especie encontrada y conservada en la granja es “torurco” *Paspalum conjugatum*, siendo una de las más representativas del trópico; es netamente destinado para pastoreo del ganado presente en el lugar ya que cuenta con alta resistencia a la compactación producida por los animales.
- Sistema agrícola: área destinada a la producción de especies agrícolas como “maíz”, “frijol” y “piña”.

b) Profundidades: Fue el segundo factor considerado en esta investigación, Bazán (2017) considera que, la capa arable se encuentra desde la superficie hasta una profundidad de 30 cm. Es así que los niveles de este factor fueron:

- 0 – 10 cm
- 10 – 30 cm

Variables dependientes

Las muestras fueron enviados al laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM) para su posterior análisis, las variables dependientes para esta investigación fueron escogidas en función a los parámetros analizados según (Bazán, 2017).

- pH: cuyo valor oscilan entre 5 y 8 (método potenciométrico).
- Capacidad de intercambio catiónico: está expresado en mEq/100 g de suelo
- Contenido de elementos disponibles: Entre estos elementos tenemos: nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, aluminio y sodio, estos elementos están expresados en mEq/100 g de suelo
- Carbono orgánico e inorgánico: El carbono orgánico hace referencia al contenido de materia orgánica, esta expresado en términos porcentuales

2.8. Análisis estadístico de los datos

Se realizó la estadística descriptiva con el programa estadístico Infostat y la realización de tablas resumen con Microsoft office Excel 2003.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. pH y capacidad de intercambio catiónico

El resumen de los resultados del análisis de suelo para las variables pH y conductividad eléctrica, están expuestos en la Tabla 2.

Tabla 2

Niveles de pH y conductividad eléctrica según uso de la tierra

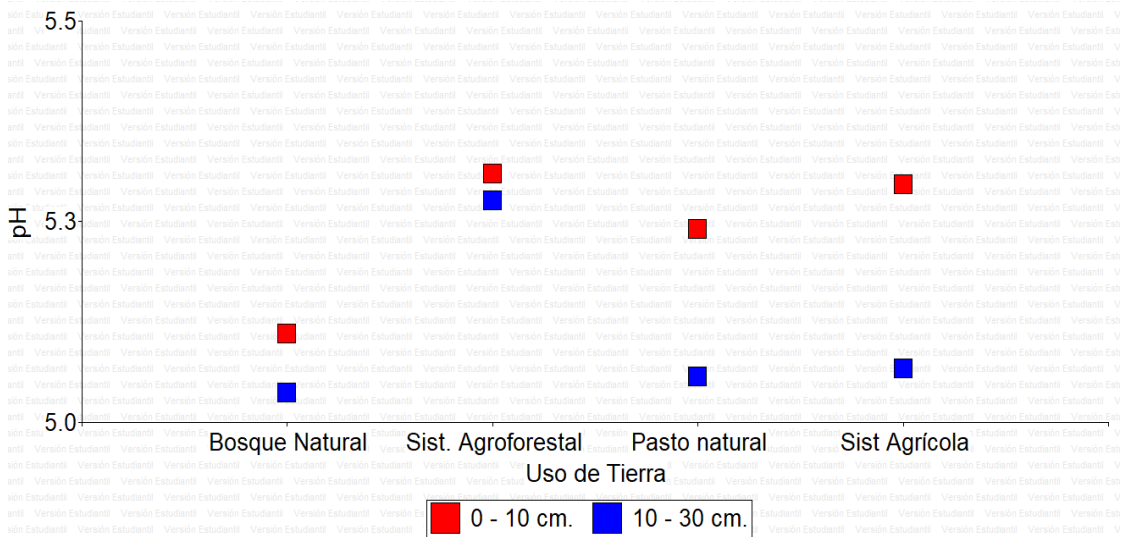
Uso de suelo	Profundidad	pH	CIC (mEq/100 g suelo)
Bosque natural	0 - 10	5,11	6,57
	10 - 30	5,04	6,5
Sistema agroforestal	0 - 10	5,31	5,56
	10 - 30	5,28	5,96
Pasto natural	0 - 10	5,24	5,89
	10 - 30	5,06	6,87
Sistema agrícola	0 - 10	5,3	7,68
	10 - 30	5,07	6,7

- **pH**

La Figura 6 muestra el comportamiento del pH del suelo en las 4 formas de uso de uso del suelo en la granja ganadera de Calzada, el pH está situado en un rango entre 5,1 y 5,4. Los mayores niveles están en la profundidad de 0 a 10 cm. De manera práctica, es adecuado afirmar que no existen diferencias en el pH del suelo (Apéndice 2).

Figura 6

Influencia del cambio de uso de suelo en el pH

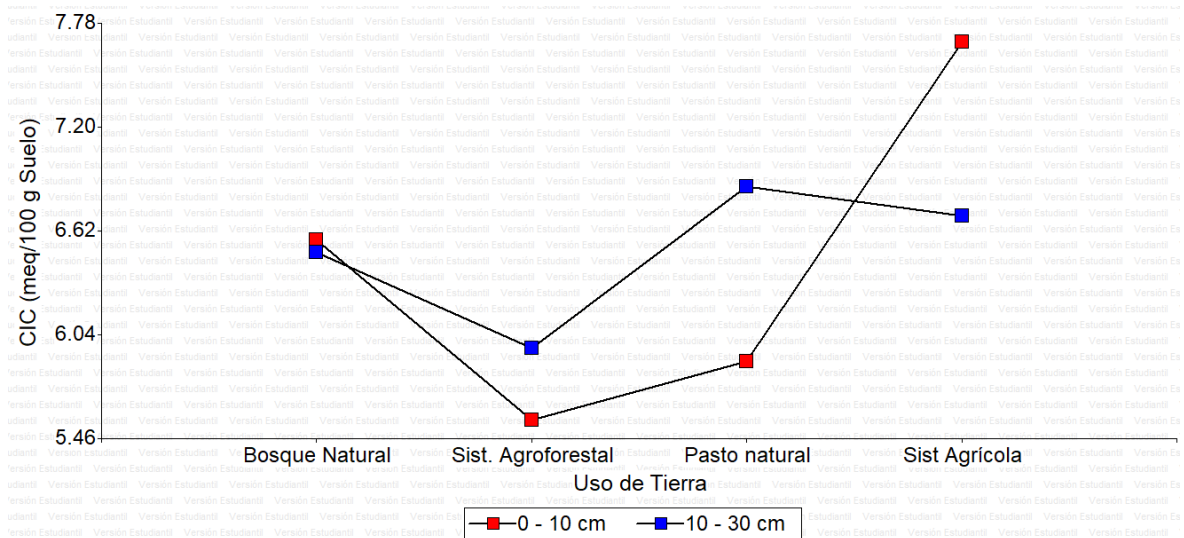


- **Capacidad de intercambio catiónico**

La Figura 7 muestra la comparación de los cambios de la capacidad de intercambio catiónico en las diferentes formas de uso del suelo, de acuerdo a los resultados promedios, el sistema agrícola obtuvo los niveles más altos para esta variable, los valores obtenidos estuvieron entre 5,5 y 7,7 (Apéndice 3).

Figura 7

Influencia del cambio de uso de suelo en la CIC



3.2. Macro y micronutrientes

La Tabla 3 están expuestos los valores promedios obtenidos el efecto del cambio del uso de suelo a diferentes profundidades en los macro y micronutrientes.

Tabla 3

Efecto del cambio de uso del suelo en los macro y micronutrientes

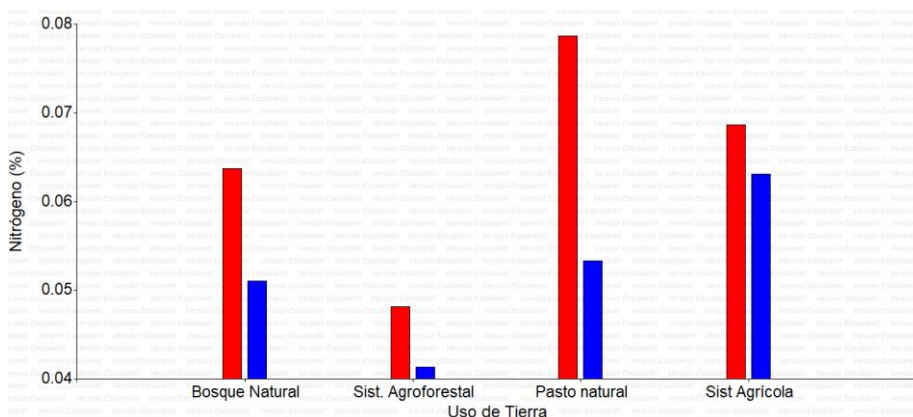
Uso de suelo	Prof.	Nitrógeno (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)	Calcio Magnesio Sodio Aluminio (mEq/100 g suelo)			
Bosque natural	0 - 10	0,06	5,11	83,32	3,2	0,47	0,25	2,43
	10 - 30	0,05	4,72	80,97	3,2	0,47	0,23	2,4
Sistema agroforestal	0 - 10	0,04	10,07	77,22	2,53	0,36	0,24	2,23
	10 - 30	0,04	8,83	73,81	2,53	0,37	0,21	2,67
Pasto natural	0 - 10	0,08	5,08	78,88	2,67	0,39	0,2	2,43
	10 - 30	0,05	4,87	75,02	2,4	0,35	0,16	3,77
Sistema agrícola	0 - 10	0,07	16,06	60,38	3,2	0,48	0,34	3,5
	10 - 30	0,06	13,6	54,16	2,13	0,33	0,27	3,83

- **Nitrógeno**

La Figura 8 representa la variación del contenido de nitrógeno por efecto del cambio de los suelos en la granja ganadera de Calzada, dicho resultados demuestran que el mayor contenido de nitrógeno estuvo en el pasto natural y el menor contenido en el sistema agroforestal, por otro lado, el nitrógeno está presente en mayor concentración en los primeros 10 cm, el pasto natural fue estadísticamente superior al pasto natural (Apéndice 4).

Figura 8

Influencia del cambio de uso de suelo en el contenido de nitrógeno

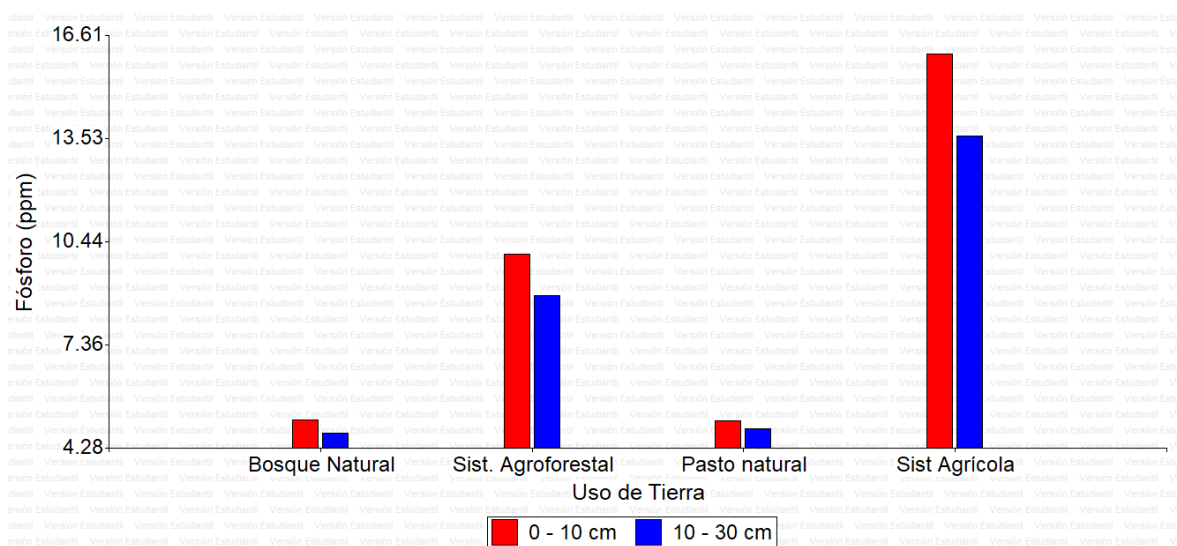


- **Fósforo**

La Figura 9 muestra los efectos del cambio de uso de suelo en el contenido de fósforo disponible para las plantas, el mayor contenido fosfórico está presente en el sistema agrícola, en segundo lugar, está el sistema agroforestal y en tercer y cuarto lugar el pasto natural y bosque natural, preciso recalcar que el mayor contenido está presente en la capa superficial del suelo, el sistema agrícola fue estadísticamente superior al pasto natural y bosque natural (Apéndice 5).

Figura 9

Influencia del cambio de uso de suelo en el contenido de fósforo

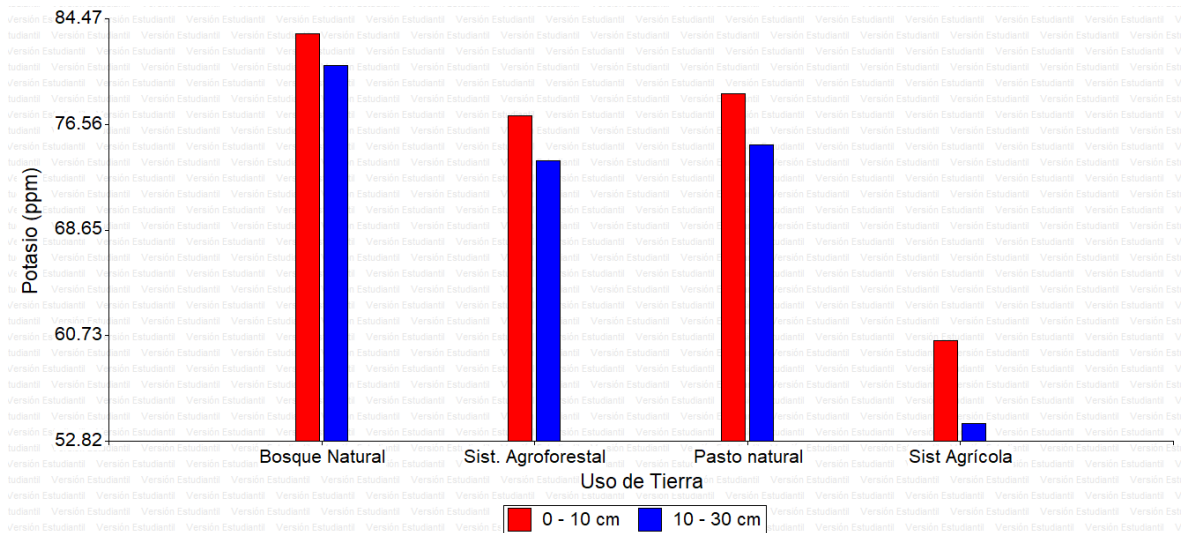


- **Potasio**

La Figura 10 muestra el efecto del cambio de uso del suelo en el contenido de potasio del suelo, los valores reflejan que el mayor contenido de potasio está presente en bosque natural seguido del pasto natural y sistema agroforestal, el sistema agrícola presento el menor contenido de potasio, por otro lado, es adecuado afirmar que la diferencia del contenido de potasio entre los 0-10 cm y 10-30 cm fue mínima, solo el sistema agrícola fue diferente al sistema agroforestal (Apéndice 6).

Figura 10

Influencia del cambio de uso de suelo en el contenido de potasio

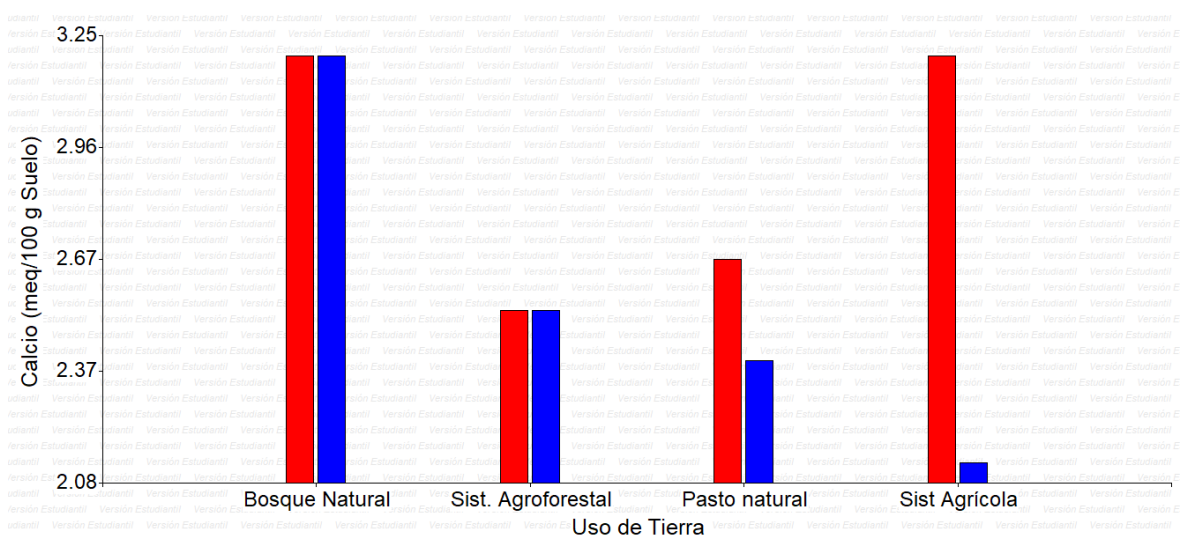


- **Calcio**

La Figura 11 expone los resultados del efecto de los cambios del uso del suelo en el contenido de calcio, los cuales demuestran que el mayor contenido de calcio está en el sistema agrícola y el bosque natural, el menor contenido está presente en el sistema agroforestal. El rango de este elemento esta entre 2 – 3,2 mEq/100 g. de suelo, no existieron diferencias estadísticas según los cambios de uso del suelo (apéndice 7).

Figura 11

Influencia del cambio de uso de suelo en el contenido de calcio

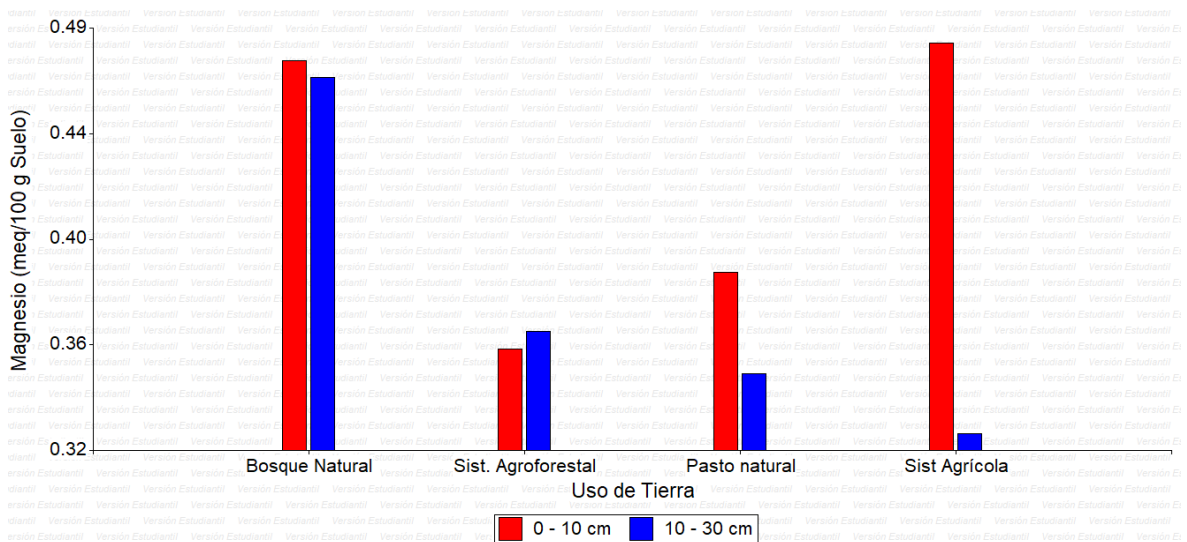


- **Magnesio**

La Figura 12 presenta el efecto del cambio de uso del suelo en el contenido de magnesio, los mayores contenidos están presentes en el sistema agrícola y el bosque natural, el menor contenido de este elemento está presente en el sistema agroforestal, a pesar de ello, el rango entre de contenido esta entre 0,32 a 0,49 mEq/100 g de suelo, no existieron diferencias estadísticas según cambio de uso del suelo (Apéndice 8).

Figura 12

Influencia del cambio de uso de suelo en el contenido de magnesio

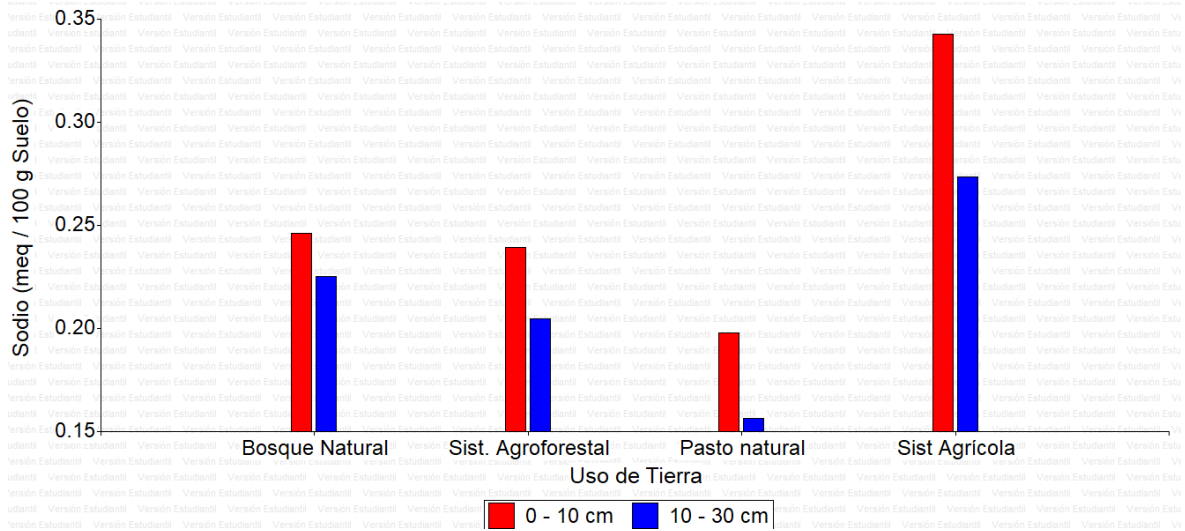


- **Sodio**

La Figura 13 presenta el efecto del cambio de uso del suelo en el contenido de sodio, el mayor contenido de sodio está presente el sistema agrícola, dicho contenido fue superior al obtenido en el bosque natural, sistema agroforestal y al pasto natural. El rango estuvo entre 0,15 y 0,35 mEq/100 g. de suelo, el bosque natural y el sistema agrícola fueron estadísticamente superiores al pasto natural (Apéndice 9).

Figura 13

Influencia del cambio de uso de suelo en el contenido de sodio

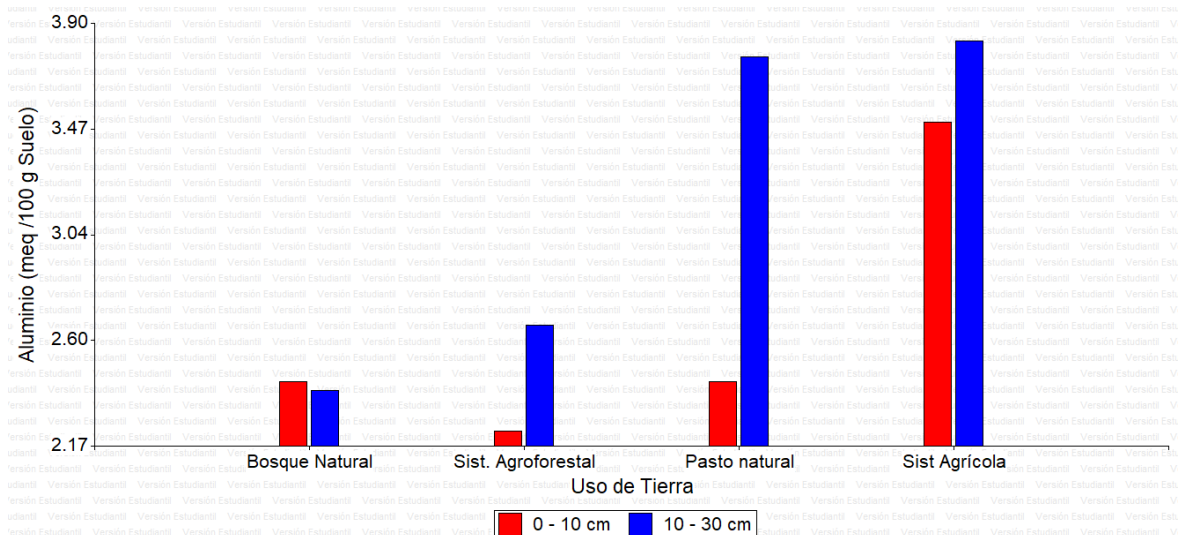


- **Aluminio**

La Figura 14 presenta el efecto del cambio de uso del suelo en el contenido de aluminio, de acuerdo a los resultados, el mayor contenido de este elemento se encuentra concentrado entre los 10 – 30 cm de profundidad, sobre todo el en pasto natural y sistema agrícola. El rango de este elemento estuvo entre los 2,15 y 3,85 mEq/100 g. de suelo, no existieron diferencias estadísticas en los cambios de uso del suelo (Apéndice 10).

Figura 14

Influencia del cambio de uso de suelo en el contenido de aluminio



3.3. Contenido de carbono

El contenido de carbono esta expresado en el porcentaje de materia orgánica resultante del análisis de suelo. En la Tabla 4 y Figura 15 están expuestos los valores porcentuales promedios obtenidos para esta variable. El mayor contenido están en los primeros 10 cm de profundidad, el uso de suelo que presenta mayor contenido de materia orgánica es el pasto natural, seguido del bosque agrícola y pasto natural, en último lugar está el sistema agroforestal, no existieron diferencias estadísticas según el cambio de uso del suelo (Apéndice 11).

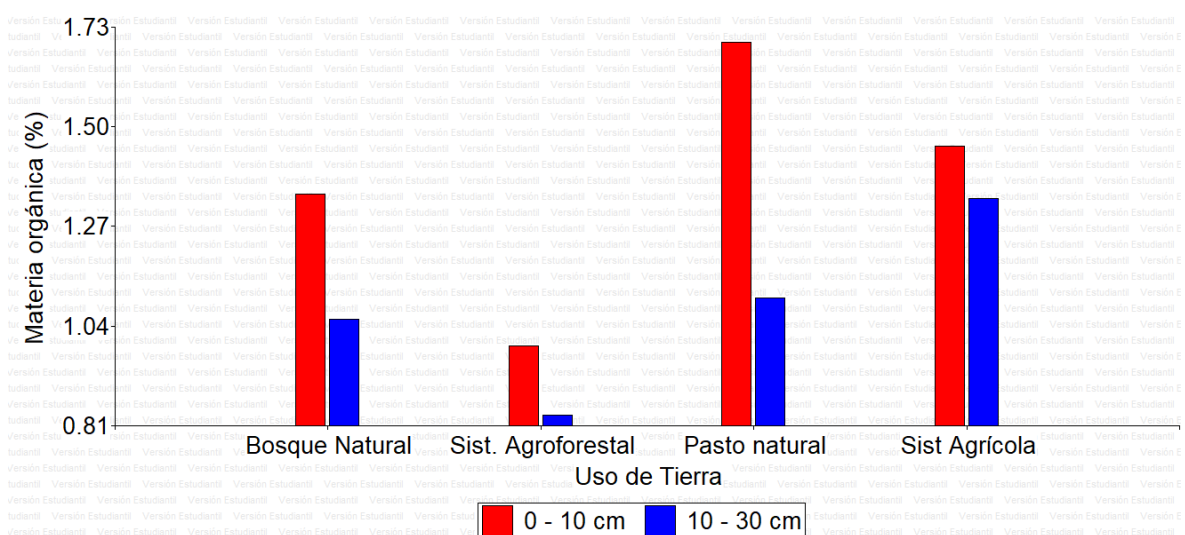
Tabla 4

Efecto del cambio de uso del suelo en el contenido de materia orgánica

Uso de suelo	Prof.	Materia orgánica (%)
Bosque natural	0 - 10	1,34
	10 - 30	1,05
Sistema agroforestal	0 - 10	0,99
	10 - 30	0,83
Pasto natural	0 - 10	1,69
	10 - 30	1,1
Sistema agrícola	0 - 10	1,45
	10 - 30	1,33

Figura 15

Efecto del cambio de uso del suelo en el contenido de materia orgánica



CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

4.1. Potencial de hidrógeno (pH) y capacidad de intercambio catiónico (CIC)

- **pH**

De acuerdo al análisis realizado para el nivel de pH en el suelo, no existieron diferencias entre los tratamientos evaluados, a pesar de ello el promedio general está en un rango de 5,17 (moderadamente ácido), la mayor variabilidad estuvo en el sistema agrícola, así mismo, el mayor valor de pH estuvo en el mismo suelo (5,34).

El valor del pH en el suelo agrícola estuvo entre 5,1 a 5,3, estos valores fueron similares a los reportados por Alejandro *et al.* (2019), quienes obtuvieron valores entre 5,3 a 5,55 en promedio. El pH del bosque natural fue 5,1, del sistema agroforestal fue 5,3 y del pasto natural fue 5,1, dichos valores difieren con los resultados expuestos por Yáñez *et al.* (2018), quien encontró valores de pH de 7,71 (suelo agrícola), 7,61(Matorral), 7,59 (“eucalipto) y agrícola (7,71), ello debido a que el área de estudio fue en una zona de clima subtropical y semiárido, en cambio el Departamento San Martín se caracteriza por tener un clima tropical húmedo, además, la altitud en dicho estudio fue a 350 m s.n.m. y Moyobamba se encuentra a una altitud de 855 m s.n.m. Por otro lado, los resultados de Jacobo (2017) determinaron valores como: 5,4 (Bosque), 5,8 (Plantación), 6,1 (Pastizal), los cuales están clasificados como suelos moderadamente ácidos al igual que los suelos en esta investigación, debido a la fuerte presencia de precipitaciones provocando que los cationes tiendan a moverse a las capas bajas de los suelos.

Los valores de pH determinados por Valdiviezo *et al.* (2012) para el bosque fue 5,9, para el maizal fue 5,65 y potrero/pastoreo fue 6,3, estos rangos de pH están clasificados como moderadamente ácidos, pero difieren ligeramente con los resultados en esta investigación, esto puede deberse a la topografía del lugar de dicha investigación, la cual está clasificada como una zona montañosa y los suelos son arenosos con diferente grado de susceptibilidad a erosión. Además, el valor de pH en el sistema agroforestal fue ligeramente un poco más alto que en el pasto natural, ello posiblemente debido a las actividades agrícolas donde se requiere que el nivel del pH se acerque al neutro con la finalidad que los elementos químicos estén disponibles (Ginés y Mariscal, 2012).

- **Capacidad de intercambio catiónico**

Conforme a los resultados, los cambios de uso del suelo no provocaron cambios en la capacidad de intercambio catiónico, es importante mencionar que los niveles de este parámetro fueron muy bajos, para Andrades y Martínez (2014), este es un indicador de presencia de cationes en los suelos y que están relacionados con el contenido de materia orgánica, también menciona que los suelos cuyos valores oscilen entre 5 – 10, suelen ser suelos arenosos que no tienen la capacidad de almacenar nutrientes; es decir, son infértiles.

De esa forma, en comparación entre los cuatro tipos de uso de suelo, el mayor nivel de CIC lo tuvo el sistema agrícola (7,19 mEq/100 g de suelo), el segundo lugar el bosque natural con un promedio de (6,6 mEq/100 g de suelo), en tercer lugar, el pasto natural (6,4 mEq/100 g de suelo) y en último lugar el sistema agroforestal (5,7 mEq/100 g de suelo), estos valores fueron bajos sin existir diferencias significativas.

Los resultados obtenidos en esta investigación para el sistema forestal fueron similares al resultado obtenido por Combatt *et al.* (2005), quien obtuvo un valor promedio de 5,5 mEq/100 g de suelo, puesto que las condiciones climáticas en dicha zona fueron: precipitaciones entre 2000 – 3500 mm y humedad relativa del 85 %, el autor atribuye este comportamiento a que la zona tiene altos niveles de precipitación y además señala que, en suelos agroforestales, existe alta heterogeneidad de características químicas, bajo estas condiciones la concentración de nutrientes es temporal. Por otro lado, los resultados de esta

investigación difieren con Espinoza (2021) quien también evaluó CIC en bosques y obtuvo valores 42 y 44 mEq/100 g suelo, en suelo con pastizal obtuvo 17, 49 mEq/100 g suelo; sin embargo, en suelo agrícola obtuvo valores entre 9,42 y 4,81 mEq/100 g suelo, los cuales fueron valores cercanos a los obtenidos en este estudio.

Los resultados de Yáñez *et al.* (2018) fueron: Pastizal 57 mEq/100 g de suelo, Matorral 56,5 mEq/100 g, “eucalipto” 39 mEq/100 g de suelo y agrícola 35 mEq/100 g de suelo, estos valores fueron superiores a los encontrados en esta investigación, debido a que este parámetro está relacionado directamente con el contenido de materia orgánica y la textura del suelo. Asimismo, los valores hallados por Jacobo (2017) fueron: Bosque 24,7 mEq/100 g. de suelo, Pastizal 24,5 mEq/100 g de suelo, plantación agrícola 23,1 mEq/100 g. de suelo y bosque perturbado 37,1, estos valores permiten clasificar suelo con adecuada disponibilidad de nutrientes para las plantas.

4.2. Macro y micro nutrientes

- **Nitrógeno**

De acuerdo a los resultados encontrados, no existen diferencias significativas entre los cambios de uso del suelo y las profundidades, el bosque natural obtuvo 0,05 %, el sistema agroforestal 0,04 %, en pasto natural 0,065 % y el sistema agrícola fue 0,065 %. Estos valores fueron bajos aún para el sistema agrícola, ello debido a que esta molécula es volátil y fácilmente lavable, esto significa que, por acción de las lluvias el nitrógeno se traslada hacia las capas inferiores y a diluirse en aguas subterráneas (Garrido, 1994), el resultado obtenido por Alejandro *et al.* (2019) para el contenido de nitrógeno en suelo agrícola y pastizal (0,20 %) fue mayor al obtenido en esta investigación, debido a que este elemento está relacionado al contenido de materia orgánica.

Por otro lado, Villar y Villar (2016), realizaron una clasificación de suelos según el contenido de nitrógeno, que, según los resultados, estaría clasificado con niveles muy bajos o muy pobres de este elemento, en comparación con los resultados encontrados por Jacobo (2017), quien encontró valores de 0,001 % para bosque sin perturbar, 0,0018 % para

plantación agrícola, 0,00106 % para pastizal y 0,0024 % para suelo agroforestal, ello evidencia que esta investigación presentó valores bajos a pesar que el nivel de precipitaciones al año es similar. Es preciso recalcar que Jacobo (2017) consideró mayores puntos de muestreo y mayor distanciamiento entre los puntos de muestreo, lo que pudo causar un mayor ajuste en los resultados, además, que los suelos fueron franco arenoso; en cambio en esta investigación fueron moderadamente ácidos. Cuando el nivel del pH de los suelos se acerca a un valor neutro, permite aumentar el nivel de acumulación y disponibilidad del nitrógeno para las plantas (Garrido, 1994; Torres, 2008; Ginés y Mariscal, 2012).

Reátegui *et al.* (2019) determinaron que, el contenido de nitrógeno para el suelo boscoso fue 0,15 %, para suelo con pastizal fue 0,17 % y para un suelo agrícola fue 0,16 %, estos resultados fueron caracterizados como “nivel medio”, superiores a los determinados en esta investigación, posiblemente debido a la dinámica de este elemento en los suelos y a la relación que existe entre el pH y la disponibilidad de nutrientes minerales.

- **Fósforo**

De acuerdo a los valores determinados para el nivel de fósforo, el sistema agrícola tuvo en mayor nivel de contenido de este elemento (14,83 ppm en promedio), en segundo lugar, estuvo el sistema agroforestal (9 ppm en promedio), finalmente el bosque natural y el pasto natural tuvieron niveles de fósforo muy cercanos (5,1 ppm en promedio). Estos resultados pueden explicarse debido al hecho de la incorporación de enmiendas orgánicas e inorgánicas ricas en este mineral. Alejandro *et al.* (2009) determinaron que, el suelo con pastizal alcanzó las 6,8 ppm de fósforo y suelo agrícola alcanzó un nivel promedio de 7,4 ppm de fósforo, estos resultados se acercan a los obtenidos en esta investigación. Por su parte Yáñez *et al.* (2018), encontraron que, el suelo con pastizal alcanzó un valor de 6,47 ppm, el suelo con plantaciones de eucalipto alcanzó un nivel 5,78 ppm, el suelo agrícola un nivel de 7,82 ppm y el matorral alcanzó 4 ppm, estos resultados en los niveles de fósforo fueron similares a los descritos en esta investigación. De acuerdo con Agroecología Tornos (2018), los niveles de fósforo disponible varían de acuerdo al contenido de humedad, nivel de pH, zona geográfica, por lo que su análisis es complejo a pesar de ello, según información referencial este suelo presentó un nivel bajo de este elemento.

Jacobo (2017) encontró que, el suelo boscoso alcanzó un nivel 4 ppm, la plantación agrícola 4,73, el suelo con pastizal alcanzó las 4,77 ppm, dichos valores se acercan a lo determinado en esta investigación, el autor menciona que el suelo con pastizal pudo haber tenido un nivel mayor debido a la materia orgánica arrastrada del bosque hacia las zonas más bajas. Sin embargo, en la investigación de Reátegui *et al.* (2019), el contenido de fósforo en el suelo boscoso alcanzó las 10 ppm y en suelo agrícola alcanzó en promedio las 8 ppm de este elemento, el autor considera que estos valores se encuentran en un “nivel medio”.

- **Potasio**

De acuerdo al análisis de varianza para esta variable, no existen diferencias significativas a nivel de factores ni a nivel de la interacción, resultó evidente que el nivel más bajo del contenido de potasio fue en el sistema agrícola (57,27 ppm), en segundo lugar los valores fueron muy similares entre el sistema agroforestal (75 ppm) y el pasto natural (76,5 ppm); el nivel más alto fue en el bosque (82,15 ppm), a pesar de ello y tomando en consideración la clasificación realizada por Andrades y Martínez (2014), por ser suelo con un tipo de riego bajo seco de característica textural arenoso contiene un nivel potásico bajo (<95 ppm), el mismo autor rescata que este elemento es poco movable teniendo en cuenta que hay una alta proporción de arenas, ello provoca que el potasio se pierda por lixiviación, esta argumentación tiene validez puesto que el contenido de materia orgánica es bajo para este suelo, limitando al potasio de adherirse y haciendo que se convierte en un elemento que se pierda con facilidad.

Por tal motivo, resulta prudente comparar estos resultados con los obtenidos por Reátegui *et al.* (2019) quienes manifiestan que, el nivel potásico en suelo boscoso alcanzó las 86 ppm, en suelos agrícolas el valor se redujo hasta un promedio de 68 ppm de este elemento, los niveles potásicos fueron bajos en los suelos en el Huallaga, siendo esta última una provincia del mismo departamento que se encuentra a una menor altitud, esto justificaría la presencia de suelos arenosos a mayor altitud. Por otro lado, los resultados de esta investigación difieren con los resultados obtenidos por Yáñez *et al.* (2018), cuyo valor para un suelo con pastizal alcanzó un promedio de 537 ppm, suelo de matorral alcanzó un promedio de 610 ppm y la plantación agrícola alcanzó un promedio de 305 ppm, dicha investigación caracterizó suelos

mucho más compactos en una zona elevada, un elevado contenido de materia orgánica (en comparación con estos resultados), influyó notablemente en la retención de este elemento.

- **Calcio**

De acuerdo a los resultados, el valor para suelo de bosque natural fue 3,2 mEq /100 g de suelo, el sistema agroforestal obtuvo 2,53 mEq /100 g de suelo, el pasto natural 2,5 mEq /100 g de suelo y el sistema agrícola un promedio de 2,6 mEq /100 g de suelo, para AgroLab (2016) estos valores están en un rango que caracterizan al suelo como pobre en este elemento, Molina (2008) argumenta que este elemento junto al magnesio y al potasio define el nivel de fertilidad de los suelos; es decir, al existir niveles considerables de estos elementos la fertilidad será mayor, además relaciona de forma directa el nivel de pH con la presencia de estos elementos, lo cual cumple en la presente investigación.

Este contenido bajo de calcio es similar al reportado en los suelos investigados por Alejandro *et al.* (2019) quienes obtuvieron: 1,96 mEq /100 g de suelo pastizal, 2,25 mEq /100 g de suelo agrícola, esto puede ser atribuible a la alta acidificación, es decir que el calcio es reemplazado por los iones hidrógeno, es preciso recalcar que el régimen de precipitación en dicha investigación estuvo entre 2 000 a 3 000 mm, lo que demuestra que el contenido de calcio tiende a lavarse con facilidad, relacionando este elemento con el pH de los suelos. Sin embargo, los resultados de Reátegui *et al.* (2019) fueron superiores: 10,95 mEq /100 g de suelo boscoso, 10,95 mEq /100 g de suelo pastizal y 10,5 mEq /100 g de suelo agrícola, los cuales fueron categorizados como niveles medios de este elemento.

Jacobo (2017) obtuvo: Bosque sin perturbar 9,521 mEq /100 g de suelo, pastizal 9,831 mEq /100 g de suelo, plantación agrícola 9,267 mEq /100 g de suelo, dichos valores fueron caracterizados como “nivel medio”, el autor lo atribuye a la relación que existe entre CIC y el contenido de calcio en el suelo, lo cual es un indicador de buena fertilidad del suelo, estos valores fueron superiores a los determinados en esta investigación.

- **Magnesio**

De acuerdo a los resultados, el mayor contenido de magnesio estuvo en el bosque natural (0,47 mEq/100 g de suelo), seguido del sistema agrícola (0,42 mEq /100 g de suelo), el pasto natural y el sistema agroforestal presentaron valores muy similares (0,36 mEq /100 g de suelo). De acuerdo al contenido de magnesio obtenido, AgroLab (2016) categoriza este suelo como: suelo con bajo nivel de magnesio (<0,5 mEq/100 g suelo). Por otro lado, Jacobo (2017) obtuvo 7 mEq /100 g de suelo de bosque, 6,287 mEq /100 g de suelo de plantación agrícola, 6,7 mEq /100 g de suelo pastizal, el autor menciona que, entre más elevado sea el nivel de magnesio mejor será su fertilidad, niveles bajos de magnesio describe un suelo con bajo nivel de fertilidad, esto se corrobora en los demás indicadores como los macronutrientes. Por otro lado, el mismo autor relata que los bosques tienden a demostrar mayores niveles de magnesio a diferencia de suelos con pastizales, este también es otra particularidad resaltante, el bosque (0,47 mEq/100 g) tiene en promedio mayor contenido de magnesio que el pastizal (0,37 mEq/100 g), sin embargo, no existe diferencia entre estos valores.

Alejandro *et al.* (2019) encontraron que, el contenido de magnesio entre el suelo con pastizal (0,04 mEq/100 g de suelo) y el suelo agrícola (0,06 mEq /100 g de suelo) no tuvo diferencia significativa, pero sus valores fueron cercanos, lo que significa que no hay mucha diferencia entre el contenido en estos dos tipos de suelos, los autores relacionaron este bajo contenido con el bajo nivel del pH del suelo, a su vez lo relacionaron con las constantes precipitaciones que existieron en la zona de estudio.

- **Sodio**

El mayor contenido de sodio estuvo en el sistema agrícola con 0,31 mEq/100 g de suelo, el bosque natural obtuvo un valor promedio de 0,24 mEq /100 g de suelo, el sistema agroforestal obtuvo un valor promedio de 0,22 mEq /100 g de suelo y el menor contenido estuvo en el pasto natural con un promedio de 0,18 mEq/100 g de suelo, estos valores fueron similares entre sí. AgroLab (2016) menciona que, el sodio no es considerado un micronutriente como tal, pero es necesario en mínimas cantidades pues mide el nivel de presencia de cloruro de sodio en la fracción sólida del suelo.

Los resultados de Yáñez *et al.* (2018) demostraron que los niveles de sodio fueron similares para esta investigación: 0,16 mEq /100 g de suelo pastizal, 0,16 mEq /100 g de suelo plantaciones con “eucalipto” y 0,23 mEq /100 g de suelo agrícola. Toledo (2016) afirma que este elemento es importante para plantas C4 (cereales como el maíz o caña), puesto que tiene la capacidad de sustituir al potasio. Ribón *et al.* (2003) evaluaron suelos con plantación agrícola con un nivel de sodio promedio de 0,35 mEq /100 g de suelo, los niveles reportados por dicho autor fueron cercanos a los valores reportados en esta investigación, la posible razón por la cual los niveles de sodio son un tanto mayores en suelo agrícola que en un suelo boscoso, pueda ser al uso de agroquímicos que puedan contener esta sal.

- **Aluminio**

El nivel más alto estuvo en el suelo agrícola con 3,67 mEq/100 g de suelo, el contenido para el pasto natural fue 3,1 mEq /100 g de suelo, el contenido para el sistema agroforestal fue 2,5 mEq /100 g de suelo, el nivel más bajo estuvo en el suelo boscoso con 2,42 mEq/100 g de suelo. AgroLab (2016) menciona que este elemento no genera un impacto significativo en la nutrición vegetal; sin embargo, el nivel de este elemento está en concentraciones muy bajas, esto debido a la textura del suelo, la cual está caracterizado entre arenoso y franco arenoso, por otro lado, Toledo (2016) afirma que este elemento es característico de suelos tropicales, este ión posee carga positiva, debido a la presencia de lluvias o precipitaciones las partículas del suelo no tienen capacidad de retener cationes positivos, por lo tanto son lavados.

4.3. Contenido de carbono

El análisis del carbono orgánico fue analizado con el contenido de materia orgánica, de acuerdo a los resultados, el valor más alto fue 1,40 % en el pasto natural, seguido del sistema agrícola con un 1,37 %, el bosque natural obtuvo 1,15 % y el valor más bajo fue 0,91 % en el sistema agroforestal. Los resultados obtenidos por Alejandro *et al.* (2019) demostraron que, el suelo con pastizal obtuvo 3,75 % y el suelo agrícola en promedio generó 3,8 %, dicho valores fueron similares, pero valores superiores a los encontrados en la granja ganadera de Calzada, el mismo autor señala que, el bajo contenido de materia orgánica provoca la pérdida de la estructura del suelo.

Los valores encontrados en la granja ganadera de Calzada difieren con los resultados de Jacobo (2017), quien demostró que el bosque natural tuvo un valor del 13,9 %, suelo con pastizal un 13 % y la plantación agrícola 6,7 %, lo cual permite afirmar que, la actividad agrícola provoca la disminución del contenido de materia orgánica, el autor atribuye estos niveles elevados a la lenta descomposición del material vegetal, ocasionando su acumulación en el suelo. Además de ello, Para Andrades y Martínez (2014) el material vegetal, el pH y la textura del suelo determinan el contenido de materia orgánica, teniendo en cuenta que, el suelo de esta investigación presenta textura franco-arenosa, la clasificación está en un nivel bajo y muy bajo.

Por otro lado, Reátegui *et al.* (2019) determinaron que, el suelo agrícola obtuvo un valor 3,5 %, el suelo boscoso 3,36 % y el pasto natural 2,34 %, estos valores fueron superiores a los encontrados en la granja ganadera de Calzada, ello puede ser debido a que existe una relación directa entre materia orgánica y el CIC. Por otro lado, en los suelos cercanos a los ríos, es posible encontrar gran concentración de materia orgánica en capas profundas, tal como refleja los resultados en el presente estudio, la CIC presenta valores bajos, demostrando la baja retentividad de este suelo.

Según Muñoz *et al.* (2013), los cambios de uso generan cambios en las propiedades físicas y químicas de los suelos, pero si la vegetación es baja o escasa, puede provocar la erosión de los suelos debido a la pérdida del material orgánico, por otro lado, la erosión en suelos agrícolas esta explicada en el exceso de labores agrícolas.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- Los valores del pH fueron: 5,07 (bosque natural), 5,15 (pasto natural), 5,18 (sistema agrícola) y 5,29 (sistema agroforestal). Los valores de CIC fueron: 5,76 (sistema agroforestal), 6,38 (pasto natural), 6,54 (bosque natural), y 7,19 (sistema agrícola). El cambio de zona boscosa a sistemas agroforestal, agrícola y pastoril no influyó en modificaciones del pH y la capacidad de intercambio catiónico.
- Los valores de nitrógeno (%) fueron: 0,04 (sistema agroforestal), 0,05 (bosque natural), y 0,06 (pasto natural, sistema agrícola). Los valores de fósforo (ppm) fueron: 4,92 (bosque natural), 4,97 (pasto natural), 9,45 (sistema agroforestal), y 14,83 (sistema agrícola). Los valores del potasio (ppm) fueron: 57,27 (sistema agrícola), 75,51 (sistema agroforestal), 76,95 (pasto natural), y 82,15 (bosque natural). Los valores de calcio (mEq /100 g suelo) fueron: 2,53 (pasto natural y sistema agroforestal), 2,67 (sistema agrícola), y 3,20 (bosque natural). Los valores de magnesio (mEq /100 g suelo) fueron: 0,36 (sistema agroforestal), 0,37 (pasto natural), 0,40 (sistema agrícola), y 0,47 (bosque natural). Los valores para sodio (mEq /100 g suelo) fueron: 0,18 (pasto natural), 0,22 (sistema agroforestal), 0,24 (bosque natural), y 0,31 (sistema agrícola). Los valores del aluminio (mEq /100 g suelo) fueron: 2,42(bosque natural), 2,45 (sistema agroforestal), 3,10 (pasto natural), y 3,67 (sistema agrícola). El cambio de zona boscosa a sistema agroforestal, agrícola y/o silvopastoril no influyo en cambios significativos para macro y micronutrientes.
- Los valores de materia orgánica (%) fueron: 0,91(sistema agroforestal), 1,20 (bosque natural), 1,39 (sistema agrícola) y 1,40 (pasto natural). El cambio de zona boscosa a sistemas agroforestal, agrícola y pastoril no generó cambios significativos en el contenido de carbono orgánico.
- Los cambios de uso de suelo no han provocado cambios en las propiedades químicas de los suelos en la Granja Ganadera de Calzada.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones que incorporen el efecto del cambio de uso del suelo en diferentes pisos altitudinales.
- Realizar investigaciones que evalúen el cambio de uso en la microfauna del suelo.
- Esta investigación consideró una profundidad máxima de 30 centímetros, en tal sentido se sugiere evaluar las diferencias que existan en profundidades de 40, 50 hasta 60 centímetros, puesto que existen especies vegetales cuyas raíces sobrepasan los 30 centímetros de profundidad.

REFERENCIAS

- Agroecología Tornos (2018). Cómo realizar un buen análisis del suelo para el cultivo. <https://www.agroecologiatornos.com/como-realizar-un-buen-analisis-del-suelo-para-el-cultivo/>
- AgroLab (2016). Guía de referencia para la interpretación de análisis de suelos agrolab. http://www.agrolab.com.mx/sitev002/sitev001/assets/interpretacion_fertsuel.pdf
- Alcalde, S. (2015). Impulso y difusión de la Ciencia del Suelo en el 2015, Año Internacional de los Suelos (AIS2015). *Enseñanza de las ciencias de la tierra*, 23 (3) 330-342. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/306541/396521>
- Alcántara, G (2014). Análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra. Perú, Gobierno Regional de Cajamarca. https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/EE_CUT_primera_version_julio_2014.pdf
- Alejandro, P; De la Cruz, M; Palma, D; Megia, H y Palma, D (2019) Efecto del cambio de uso de suelo sobre las propiedades edáficas en la sabana, Huimanguillo, Tabasco, México. *Agro Productividad*, 12(7). <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1476>
- Andrades y Martínez (2014) Fertilidad del suelo y los parámetros que la definen. Universidad de la Rioja. <https://dialnet.unirioja.es/download/libro/267902.pdf>
- Arias, A (2012) Suelos Tropicales. EUNED. Primera edición, segunda reimpresión San José, Costa Rica. ISBN 9968310921
- Bayon, C. (2012). El magnesio, un macroelemento a redescubrir para su aplicación en cereales. *Vida Rural*, (340), 62-63.
- Bazán, R. (2017). *Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego*. Lima- Perú. Primera edición. Instituto Nacional de Innovación Agraria. http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/504/1/Bazan-Manual_de_procedimientos_de_los.pdf
- Benimeli, M; Plascencia, A; Corbella, R; Andina, D; Sanzano, A; Sosa, F y Fernández, J (2019) El Nitrógeno del suelo. Universidad Nacional de Tucumán. <https://s9a0d11af78cd478d.jimcontent.com/download/version/1563476239/module/7953478176/name/El%20nitrogeno%20del%20suelo%202019.pdf>

- Blanco, J (2017). Bosques, suelo y agua: explorando sus interacciones. *Revista Ecosistemas*, 26(2) 1-9.
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1476/1052>
- Brenes, P (2021). Introducción al manejo de los suelos tropicales. Universidad Estatal a Distancia
- Chu, H. J., Lin, Y. P., Huang, C. W., Hsu, C. Y., y Chen, H. Y. (2010). Modelling the hydrologic effects of dynamic land- use change using a distributed hydrologic model and a spatial land- use allocation model [Modelización de los efectos hidrológicos del cambio dinámico del uso del suelo utilizando un modelo hidrológico distribuido y un modelo de asignación espacial del uso del suelo]. *Hydrological Processes*, 24(18), 2538-2554.
- Ciampitti, I. A. (2009). Dinámica del fósforo del suelo en rotaciones agrícolas en ensayos de nutrición a largo plazo. IPNI NET.
[http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/7310afb32c62918a032579030053e4a5/\\$FILE/Ciampitti2009-MasterScience.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/7310afb32c62918a032579030053e4a5/$FILE/Ciampitti2009-MasterScience.pdf)
- Climate-data.org (2019). Datos climatológicos del Distrito Calzada. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/san-martin/calzada-37520/>
- Combatt, E; Martínez, G y Polo, J (2005) Caracterización química y física de los suelos agroforestales de la zona alta de Córdoba. *Temas agrarios* 10 (2) 5-14.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5002404>
- Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. [CONCYTEC] (24 de mayo de 2022). Componente Intangible de un Recurso Genético. <https://vinculate.concytec.gob.pe/encyclopedia/componente-intangible-de-un-recurso-genetico/#:~:text=Todo%20conocimiento%2C%20innovaci%C3%B3n%20o%20pr%C3%A1ctica,por%20reg%C3%ADmenes%20de%20propiedad%20intelectual>
- Cresco, G; Lok, S y Rodríguez, I (2004). Producción de hojarasca y retorno de N, P y K en dos pastizales que difieren en la composición de especies. *Revista cubana de Ciencia Agrícola* , 38(1) 97-101. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017870016>
- Di Gerónimo, P; Videla, C; Fernández, M; Zamuner, E y Laclau, P. (2018). Cambios en propiedades químicas y bioquímicas del suelo asociados al reemplazo de pastizales naturales por *Pinus radiata* d. don y rotaciones agrícolas. *Chilean journal of*

agricultural & animal sciences, 34(2), 89-101. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902018005000302>

Díaz, A; Cayón, G, y Mira, J. (2007). Metabolismo del calcio y su relación con la "mancha de madurez" del fruto de banano. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 280-287

Espinoza, J (2021). *Caracterización de suelos con relación al cambio de uso de la tierra en las comunidades nativas de santa rey y balta del distrito de Purús, Ucayali* [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio Institucional UNU <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4833>

Fernández, M. T. (2007). Fósforo: amigo o enemigo. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 41(2), 51-57. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223114970009.pdf>

Gaetano, S. (2020). Suelos sódicos y su manejo. Smart Fertilizer Management. <https://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/sodic-soils/>

Galantini, J. A. e, Iglesias, J. O. (2018). Las fracciones orgánicas del suelo: ¿ Por qué y cómo separarlas?. Siembra Directa en el SO Bonaerense Buenos Aires. https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/8731/11746_8731.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

García, G. y Navarro, S. (2013). Química agrícola: química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas. Mundi-Prensa Libros.

Garitacelaya, J; Gómez, N; López, M. y Avilés, C. (2014). Teoría y práctica del transecto como método de inventario para el sabinar (*Juniperus thurifera*). España: Grupo Basarte. http://www.nemoris.net/uploads/Transectos_sabinares.pdf

Garrido, S (1994). Interpretación de análisis de suelos. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. Madrid. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf

Gavilanes, M y Landi, E (2012). *Efectos del cambio de uso de la tierra sobre las propiedades físicas y químicas en la microcuenca del río Zhurucay*. [Trabajo de grado, Universidad de Cuenca – Ecuador]. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/388/1/TESIS.pdf>

- Ginés, I y Mariscal, I (2012) Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo. Monografía (Artículo de Discusión). Universidad Politécnica de Madrid. <https://oa.upm.es/3176/>
- Gual, M y Rendón, A (2017). Los bosques mesófilos de montaña de México. *Agroproductividad*, 10(1), 3-9. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/download/930/789>
- Hansen, N., Fertig, M., y Tejera, L. (2009). Componentes de los sistemas silvopastoriles en bosques de ñire. *Sitio Argentino de Producción Animal*, (17), 1-4
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista M. (2014). Metodología de la investigación. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Huerta, E., Rodríguez, J., Evia, I., Montejo, E., Cruz, M. y García, R. (2008). Relación entre la fertilidad del suelo y su población de macroinvertebrados. *Terra Latinoamericana*, 26(2), 171-181. 1
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2016). Manejo de suelos ácidos de las zonas altas de Honduras. Repositorio IICA. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3108/BVE17069071e.pdf;jsessionid=406FA3C984FA24E5121352AFD618F16F?sequence=1>
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (2000). Mapa de deforestación de la Amazonía Peruana. Perú, Lima. <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/39519>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2019). Especies nativas forestales, su importancia en el paisaje urbano y rural santafesino. <https://inta.gob.ar/noticias/especies-nativas-forestales-su-importancia-en-el-paisaje-urbano-y-rural-santafesino>
- Intagri (2018). Plantas C3, C4 y CAM. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/plantas-c3-c4-y-cam>
- Jacobo, D (2017). *Alteraciones Físicas, Químicas y Biológicas en suelos fragmentados de bosque mesófilo de montaña por actividades de cambio de uso de suelo*. [Trabajo de maestría, División de ciencias forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. México] Repositorio Universidad Autónoma Chapingo. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/items/5dd9a433-dd7e-43ef-87d2-40edc6cfb77f>

- Jiménez, L. S., Mezquida, E. T., Benito, M., y Rubio, A. (2007). Cambio en las propiedades del suelo por transformación de áreas boscosas en pastizales en Zamora-Chinchipe (Ecuador). *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 22, 65-70. <https://oa.upm.es/48545/>
- Juan, J (2021). Estudio de los procesos de cambio de uso del suelo en México. Fundamentos teóricos y metodológicos. CLAVE Editorial. <https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/109937/LIBRO%20PUBLICADO%20ESTUDIO%20DE%20LOS%20PROCESOS%20AM%20EDITORES%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, V; Balderas, M; Chávez, M, Juan, J y Gutiérrez, J (2014). Cambio de uso de suelo e implicaciones socioeconómicas en un área mazahua del altiplano mexicano. *Ciencia Ergo Sum*. 22 (2) 136-144. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/38249>
- Mendoza, M. E., Bocco, G., López, E., y Bravo, M. (2010). Hydrological implications of land use and land cover change: Spatial analytical approach at regional scale in the closed basin of the Cuitzeo Lake, Michoacan, Mexico [Implicaciones hidrológicas del cambio de uso y cobertura del suelo: enfoque analítico espacial a escala regional en la cuenca cerrada del lago de Cuitzeo, Michoacán, México] *Singapore Journal of Tropical Geography*, 31(2), 197-214.
- Ministerio de Agricultura y Riego (2011). Cadena agroproductiva de papa - Manejo y fertilidad de suelos. Perú, Lima. <https://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/MINAGRI/627/1/Guia%20de%20orientaci%C3%B3n%20Fertilidad%20de%20Suelos%2011.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas (2015). Modificación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto “Mejoras a la Seguridad Energética del País y Desarrollo del Gasoducto Sur Peruano -Componentes Auxiliares”. Gaseoducto Sur Peruano. <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/DGGAE/ARCHIVOS/estudios/EIAS%20-%20hidrocarburos/EIA/MODI-%20EIA-2015/5.1.1.6%20Uso%20Actual%20de%20la%20Tierra.pdf>
- Ministerio del Ambiente (2014) Guía para el muestreo de Suelos. Primera edición. Mavet Impresiones. http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.pdf
- Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (2022). Microcuencas. <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/microcuencas/#:~:text=Considerando%20el%20tama%C3%B1o%20se%20puede,y%20manejo%20de%20cuencas%20hidrogr%C3%A1ficas.>

- Miretti, M; Pilatti, M; Lavado, R e Imhoff, S (2012). Historia del uso del suelo y contenido de micronutrientes en Argiudoles del centro de la provincia de Santa Fe (Argentina). *Ciencia del Suelo* 30(1) 67-73. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/84811/CONICET_Digital_Nro.e383da37-654e-40b1-9414-eb38249b35d9_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Molina, E (2008). Análisis de suelo y su interpretación. <http://www.infoagro.gov.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Suelos/SUELOS-AMINOGROWanalisisinterpretacion.pdf>
- Muñoz, F.A; Pérez, E.H. y Galicia, L. (2018). Agricultura migratoria conductor del cambio de uso del suelo de ecosistemas alto-andinos de Colombia. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 16 (1) 15-25.
- Muñoz, D. J., Ferreira, M., Escalante, I. B., y Lopez, J. (2013). Relación entre la cobertura del terreno y la degradación física y biológica de un suelo aluvial en una región semiárida. *Terra Latinoamericana*, 31(3), 201–210.
- Muro, E. (2011). Lixiviación. CONICET MENDOZA. <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/Lixiviac.htm>
- Nájera, A, Carrillo, F, Morales, J. y Nájera, O. (2021). Cambio de cobertura y uso de suelo en la llanura costera asociados a procesos antropogénicos: caso San Blas, Nayarit. *Madera y bosques* 27(1).
- Nené, A; González, G; Mendoza, M y Silva, F (2017). Cambio de cobertura y uso de suelo en cuencas tropicales costeras del Pacífico central mexicano. *Investigaciones geográficas*, (94), 0-0. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188461118300062>
- Oliva, D. (2009). Determinación de la acidez intercambiable ($Al^{+3} + H^{+}$) a partir del pH para la estimación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en suelos de la cuenca del Pacífico en el Salvador, Honduras y Nicaragua. [Trabajo de grado, Universidad de Zamorano] <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/386/1/T2804.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020). Propiedades Químicas. Portal de Suelos de la FAO. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>

- Pineda, O (2011). Análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de valle de Santiago [Trabajo de maestría, Centro de investigación en geografía y geomática Ing. Jorge L. Tamayo.] CentroGeo Repositorio. <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1012/41>
- Porta, J; López, M y Poch, R (2014). Edafología. Uso y protección de suelos. Ediciones Mundi-Prensa. ISBN 9788484767503
- Reátegui, M., Rengifo, J. P y Rengifo, A. R. (2019). Calidad de suelos en diferentes sistemas de uso de la tierra, distrito el eslabón, provincia de Huallaga-San Martín. *RevIA*, 9(7), 11-12
- Reátegui, S y Arce, J. (2016). Cambio de uso actual de la tierra en la Amazonía peruana. https://issuu.com/educ007/docs/cambio_de_uso_de_suelo
- Ribón, M; Salgado, S; Palma, D y Lagunes, L (2003). Propiedades químicas y físicas de un vertisol cultivado con caña de azúcar. *Interciencia*. 28(3) 154-159 <https://www.redalyc.org/pdf/339/33907805.pdf>
- Sacchi, G. (2002). Evaluación de los cambios en las propiedades físicas y químicas de un argiustol udico por procesos de degradación. *Revista Agrociencia*.5(2):37 - 46.
- Sela, G. (2020). Fertilización y riego-teoría y mejores prácticas. ISBN 979-8756945706
- Stadler, N (2011). El uso sostenible del suelo con Sistemas Agroforestales. Espacio compartido con sistemas agroforestales. http://www.ecosaf.org/experiencias/El_uso_sostenible_del_suelo.pdf
- Statista (2021). Evolución de la población mundial desde 1950 a 2050. [Enlace de datos]. <https://es.statista.com/estadisticas/635122/evolucion-de-la-poblacion-mundial/>
- Tarrillo, D (2020). Cambio de cobertura y uso de la tierra por actividades antrópicas en el distrito de Chota, periodo 2003/2019. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 4(2), 14-24.
- Toledo, M (2016). Manejo de suelos ácidos de las zonas altas de Honduras: conceptos y métodos / Milton Toledo. – Honduras. ISBN: 978-92-9248-663-1. <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/3108/1/BVE17069071e.pdf>

- Torres, M. (2008). ¿Qué es la Fertilidad del Suelo?: Fertilidad Física, Química y Biológica. Madrid Blogs. <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/01/29/83481>
- Valdiviezo, I; García, L; Solís, D y Nahed, J (2012). De maizales a potreros: cambio en la calidad del suelo. *Terra Latinoamericana*, 30(4), 363-374. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792012000400363&lng=es&tlng=es.
- Vásquez, P. (2018). *Análisis de cambios de cobertura y uso de la tierra con imágenes satelitales del distrito de Chugur periodo 1999 - 2016*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Universidad Nacional de Cajamarca <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3163>
- Villacorta, M. (2016). Caracterización de suelos con relación al cambio de uso de la tierra de laderas en la zona de Aguaytía, provincia de Padre Abad, Ucayali - Perú. [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio UNU <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3284>
- Villar, J y Villar, P. (2016). Guía de la fertilidad de los suelos y la nutrición vegetal en producción integrada. Primera edición. Concejo Catalán de la producción integrada.
- Yáñez, M; Cantú, I y González, H. (2018). Efecto del cambio de uso de suelo en las propiedades químicas de un vertisol. *Terra Latinoamericana* 36(4). <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v36n4/2395-8030-tl-36-04-369.pdf>
- Zerbino, S y Altier, N (2008). La biodiversidad del suelo y su importancia para el funcionamiento de los ecosistemas. http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara_186.pdf

TERMINOLOGÍA

Acidez activa. Es la concentración de iones de hidrógeno (H^+) en la fase de una solución del suelo y es medida por el pH, pero no es la acidez total (Oliva, 2009).

Actividades antropogénicas. Este término hace referencia a todas aquellas actividades que tienen por resultado materiales o residuos humanos, que generan impacto sobre el suelo y el ambiente, incluye la minería, agricultura, construcción, entre otras (Nájera *et al.*, 2021).

Bosque mesófilo de montaña. También llamados bosque de neblina, presentan tolerancia ambiental muy amplia, debido a las condiciones geográficas resulta difícil tipificar formaciones vegetales. La precipitación promedio anual oscila entre los 1000 a 3000 mm (Gual y Rendón, 2017).

Efecto invernadero. Gavilanes y Landi (2012) definen al efecto invernadero como un fenómeno natural en donde una parte de la energía solar que entra a la tierra es reflejada al espacio, la otra parte se queda en la tierra debido al bloqueo que generan los gases de efecto invernadero.

Erosión de suelos. Se le conoce como deslizamiento y/o destrucción de las capas superficiales del suelo por acción de factores ambientales (viento, lluvias) o por acción de hombre (labranza, riego u otras actividades), por lo general el acelerado proceso erosivo de suelos se debe a actividades agrícolas (Porta *et al.*, 2014).

Especies nativas. Son todas aquellas especies que forman parte de la comunidad biológica en un área determinada y están adaptadas a las condiciones climáticas de dicha zona (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2019).

Intangible. Todo aquello que, debido a su naturaleza, no posee un cuerpo físico, sin embargo, cuenta con un valor real intrínseco (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, 2022).

Lixiviación. Proceso que conlleva al lavado y/o desplazamiento de sustancias que se encuentran en capas arables superficiales y por acción del agua y la gravedad, son trasladadas a horizontes más profundo (Muro, 2011).

Macro y microfauna. Macrofauna son todos aquellos organismos de tamaño entre 2 – 20 mm (hormigas, insectos, termitas, milpiés, etc.). La Microfauna son organismos cuyo tamaño es menor a 100 micras, se mueven dentro de los poros de los suelos modificando su estructura (Zerbino y Altier, 2008).

Microcuenca. Son pequeñas fuentes de agua que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

Plantas C4. Plantas que en su proceso de fotosíntesis producen 4 tipos de carbono, siendo altamente eficientes en la acumulación de CO₂ y agua, se adaptan en zonas áridas, conservan el nivel de agua presente en los suelos (Intagri, 2018).

Sodicidad. Se refiere a suelos con altas acumulaciones de sodio en forma de sales que provocan el deterioro de las propiedades fisicoquímicas. Esta condición es característica en zonas áridas (Gaetano, 2020).

APÉNDICES

Apéndice 1

Resultados del análisis de laboratorio



LABORATORIO DE ANÁLISIS AGRÍCOLAS DE SUELOS - ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE NUEVA CAJAMARCA

San Martín

GOBIERNO REGIONAL
El pueblo está primero

Av. Cajamarca Norte N° 1151, Los Olivos IV Etapa - Distrito de Nueva Cajamarca
Provincia de Rioja, San Martín. Teléfono 556443

RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO - CARACTERIZACION



NOMBRE : LADY DI ARENAS Y GELVER SAUCEDO
PROCEDENCIA : Granja Ganadera de Calzada, Calzada - Moyobamba
FECHA DE INGRESO : 7-Set-21
1

PROFUNDIDAD : 0 - 30 cm
FECHA DE REPORTE : 7-Oct-21
CULTIVO : Varios
ATENCIÓN :

Nro	CLAVE LABORATORIO	CLAVE	DESCRIPCION	Análisis Físico						Análisis Químico												
				Textura			Clase Textural	Densidad Aparente	pH	Conductividad Eléctrica dS / m	Carbonatos	Materia Orgánica	Elementos Disponibles			Capac. de Intercambio Catiónico	Elementos Cambiables					
				Arena %	Arcilla %	Limo %							N %	P ppm	K ppm		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ⁺⁺⁺	Saturación de Al %
1	ASC21-UCSS-001	1.1.1	Bosque 1 00_10	37.26	16.62	46.12	Franco	1.43	6.08	0.01600	-	1.380	0.062	4.22	123.32	7.58	6.00	0.90	0.26	0.32	0.10	1.3%
2	ASC21-UCSS-002	1.1.2	Bosque 1 10_30	35.26	22.55	42.19	Franco	1.38	6.02	0.00158	-	1.170	0.053	4.08	116.65	7.08	5.60	0.84	0.24	0.30	0.10	1.4%
3	ASC21-UCSS-003	1.2.1	Bosque 2 00_10	67.33	12.62	20.05	Franco Arenoso	1.53	4.83	0.00126	-	0.990	0.045	5.47	56.66	6.81	2.00	0.28	0.28	0.15	4.10	60.2%
4	ASC21-UCSS-004	1.2.2	Bosque 2 10_30	61.33	16.48	22.19	Franco Arenoso	1.48	4.71	0.00049	-	0.840	0.038	5.10	54.12	7.06	2.00	0.30	0.22	0.14	4.40	62.3%
5	ASC21-UCSS-005	1.3.1	Bosque 3 00_10	83.26	0.01	16.73	Areno Franco	2.61	4.42	0.00098	-	1.650	0.074	5.64	69.99	5.32	1.60	0.24	0.20	0.18	3.10	58.3%
6	ASC21-UCSS-006	1.3.2	Bosque 3 10_30	81.26	10.48	8.26	Areno Franco	1.58	4.38	0.00065	-	1.140	0.051	4.98	72.14	5.36	2.00	0.26	0.22	0.18	2.70	50.4%
7	ASC21-UCSS-007	2.1.1	Pasturas 1 00_10	43.19	18.48	38.33	Franco	1.42	5.19	0.00057	-	1.920	0.086	4.22	63.33	7.98	3.20	0.48	0.24	0.16	3.90	48.9%
8	ASC21-UCSS-008	2.1.2	Pasturas 1 10_30	41.19	26.55	32.26	Franco	1.37	5.00	0.00035	-	1.590	0.072	4.08	66.16	7.59	2.00	0.28	0.14	0.17	5.00	65.9%
9	ASC21-UCSS-009	2.2.1	Pasturas 2 00_10	54.98	10.48	34.54	Franco Arenoso	1.53	5.25	0.00091	-	1.410	0.063	5.24	106.66	5.17	2.40	0.36	0.14	0.27	2.00	38.7%
10	ASC21-UCSS-010	2.2.2	Pasturas 2 10_30	50.97	22.48	26.55	Franco Arcillo Arenoso	1.41	5.00	0.00033	-	0.870	0.039	5.36	94.76	6.52	2.00	0.32	0.16	0.24	3.80	58.3%

METODOLOGIA EMPLEADA EN LOS ANALISIS (Anexo de la Disposición Complementaria Transitoria del Decreto Supremo N° 013-2010-AG del 20 de noviembre del 2010):

Textura	: Hidrómetro de Bouyoucos	Materia Orgánica	: Walkley y Black	Sodio y Potasio	: Fotometría de Llama
pH	: Potenciómetro en suspensión suelo	Nitrógeno	: Micro Kjeldahl	Calcio y Magnesio	: Versenato E.D.T.A
Conductividad Eléctrica	: Extracto acuoso en la relación suelo: agu	Fósforo	: Olsen Modificado	Aluminio cambiabile	: Yuan, extracción con KCl 1N
Carbonatos	: Gasovolumétrico con calcimetro de Berr	Capacidad de Intercambio Catiónico	: Suma de Bases cambiiables	Acidez Activa	: Yuan, extracción con KCl 1N

VºBº Ing. Carlos Egoávil De la Cruz
C.I.P. N° 32743



Giboder Ruiz Flores
Laboratorista de Suelos



LABORATORIO DE ANÁLISIS AGRÍCOLAS DE SUELOS - ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE NUEVA CAJAMARCA

San Martín

GOBIERNO REGIONAL
¡El pueblo está primero!

Av. Cajamarca Norte N° 1151, Los Olivos IV Etapa - Distrito de Nueva Cajamarca
Provincia de Rioja, San Martín. Teléfono 556443

RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO - CARACTERIZACION



NOMBRE : LADY DI ARENAS Y GELVER SAUCEDO
PROCEDENCIA : Granja Ganadera de Calzada, Calzada - Moyobamba
FECHA DE INGRESO : 7-Set-21
2

PROFUNDIDAD : 0 - 30 cm
FECHA DE REPORTE : 7-Oct-21
CULTIVO : Varios
ATENCIÓN :

Nro	CLAVE LABORATORIO	CLAVE	DESCRIPCION	Análisis Físico					Análisis Químico													
				Textura			Clase Textural	Densidad Aparente	pH	Conductividad Eléctrica	Carbonatos	Materia Orgánica	Elementos Disponibles			Capac. de Intercambio Catiónico	Elementos Cambiables					
				Arena	Arcilla	Limo							N	P	K		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ⁺⁺⁺	Saturación de Al
%	%	%	%	%	%	%	ds/m	%	%	%	ppm	ppm	meq / 100 gr de suelo	meq / 100 gr de suelo	meq / 100 gr de suelo	meq / 100 gr de suelo	meq / 100 gr de suelo	%				
11	ASC21-UCSS-011	2.3.1	Pasturas 3 00_10	54.90	10.41	34.69	Franco Arenoso	1.53	5.28	0.00059	-	1.740	0.078	5.78	66.66	4.52	2.40	0.33	0.22	0.17	1.40	31.0%
12	ASC21-UCSS-012	2.3.2	Pasturas 3 10_30	53.05	18.40	28.55	Franco Arenoso	1.44	5.17	0.00029	-	0.840	0.038	5.16	64.14	6.49	3.20	0.45	0.18	0.16	2.50	38.5%
13	ASC21-UCSS-013	3.1.1	Silvopastoril 1 00_10	46.97	18.48	34.55	Franco	1.43	4.92	0.00158	-	1.380	0.062	5.54	89.99	6.69	1.60	0.22	0.34	0.23	4.30	64.3%
14	ASC21-UCSS-014	3.1.2	Silvopastoril 1 10_30	44.90	26.55	28.55	Franco Arcillo Arenoso	1.37	4.88	0.00057	-	1.140	0.051	5.76	84.14	9.44	2.80	0.42	0.30	0.22	5.70	60.4%
15	ASC21-UCSS-015	3.2.1	Silvopastoril 2 00_10	54.97	20.48	24.55	Franco Arenoso	1.43	5.11	0.00076	-	0.540	0.024	5.30	73.33	5.37	2.40	0.36	0.22	0.19	2.20	41.0%
16	ASC21-UCSS-016	3.2.2	Silvopastoril 2 10_30	51.05	14.48	34.47	Franco / Franco Arenoso	1.48	5.50	0.00037	-	0.600	0.027	6.12	79.16	4.02	2.40	0.34	0.18	0.20	0.90	22.4%
17	ASC21-UCSS-017	3.3.1	Silvopastoril 3 00_10	56.47	12.97	30.56	Franco Arenoso	1.50	5.90	0.00099	-	1.050	0.047	19.38	68.33	4.63	3.60	0.50	0.16	0.17	0.20	4.3%
18	ASC21-UCSS-018	3.3.2	Silvopastoril 3 10_30	58.54	17.04	24.42	Franco Arenoso	1.47	5.45	0.00060	-	0.750	0.034	14.60	58.12	4.43	2.40	0.34	0.14	0.15	1.40	31.6%
19	ASC21-UCSS-019	4.1.1	Agrícola 1 00_10	36.47	30.89	32.64	Franco Arcilloso	1.34	4.70	0.00239	-	2.070	0.093	7.24	46.14	11.22	2.40	0.36	0.44	0.12	7.90	70.4%
20	ASC21-UCSS-020	4.1.2	Agrícola 1 10_30	38.62	30.82	30.56	Franco Arcilloso	1.34	4.75	0.00187	-	1.890	0.085	7.10	40.16	11.18	2.00	0.28	0.40	0.10	8.40	75.1%

METODOLOGÍA EMPLEADA EN LOS ANALISIS (Anexo de la Disposición Complementaria Transitoria del Decreto Supremo N° 013-2010-AG del 20 de noviembre del 2010):

Textura	: Hidrómetro de Bouyoucos	Materia Orgánica	: Walkley y Black	Sodio y Potasio	: Fotometría de Llama
pH	: Potenciómetro en suspensión suelo: agu	Nitrógeno	: Micro Kjeldahl	Calcio y Magnesio	: Versenato E.D.T.A
Conductividad Eléctrica	: Extracto acuoso en la relación suelo: agu	Fósforo	: Olsen Modificado	Aluminio cambiante	: Yuan, extracción con KCl 1N
Carbonatos	: Gasovolumétrico con calcímetro de Berr	Capacidad de Intercambio Catiónico	: Suma de Bases cambiables	Acidez Activa	: Yuan, extracción con KCl 1N

VºBº Ing. Carlos Egoávil De la Cruz
C.I.P. N° 32743



Gleoder Ruiz Flores
Laboratorista de Suelos



LABORATORIO DE ANÁLISIS AGRÍCOLAS DE SUELOS - ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE NUEVA CAJAMARCA

San Martín

GOBIERNO REGIONAL
¡El pueblo está primero!

Av. Cajamarca Norte N° 1151, Los Olivos IV Etapa - Distrito de Nueva Cajamarca
Provincia de Rioja, San Martín. Teléfono 556443

RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO - CARACTERIZACION



NOMBRE : LADY DI ARENAS Y GELVER SAUCEDO
PROCEDENCIA : Granja Ganadera de Calzada, Calzada - Moyobamba
FECHA DE INGRESO : 7-Set-21
3

PROFUNDIDAD : 0 - 30 cm
FECHA DE REPORTE : 7-Oct-21
CULTIVO : Varios
ATENCION :

Nro	CLAVE LABORA_TORIO	CLAVE	DESCRIPCION	Análisis Físico							Análisis Químico											
				Textura			Clase Textural	Densidad Aparente	pH	Conduc-tividad Eléctrica	Carbonatos	Materia Orgánica	Elementos Disponibles			Capac. de Intercambio Catiónico	Elementos Cambiables					
				Arena %	Arcilla %	Limo %							N %	P ppm	K ppm		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ⁺⁺⁺	Saturación de Al %
											meq / 100 gr de suelo											
21	ASC21-UCSS-021	4.2.1	Agrícola 2 00_10	52.62	16.82	30.56	Franco Arenoso	1.46	5.36	0.00137	-	1.290	0.058	19.04	61.66	6.88	3.60	0.54	0.38	0.16	2.20	32.0%
22	ASC21-UCSS-022	4.2.2	Agrícola 2 10_30	54.54	14.75	30.71	Franco Arenoso	1.48	5.49	0.00077	-	1.050	0.047	14.10	56.14	3.94	2.40	0.36	0.24	0.14	0.80	20.3%
23	ASC21-UCSS-023	4.3.1	Agrícola 3 00_10	56.62	16.75	26.63	Franco Arenoso	1.47	5.83	0.00092	-	0.990	0.045	21.90	73.33	4.93	3.60	0.54	0.20	0.19	0.40	8.1%
24	ASC21-UCSS-024	4.3.2	Agrícola 3 10_30	48.62	24.82	26.56	Franco Arcillo Arenoso	1.39	4.96	0.00069	-	1.050	0.047	19.60	66.18	4.99	2.00	0.34	0.18	0.17	2.30	46.1%

METODOLOGIA EMPLEADA EN LOS ANALISIS (Anexo de la Disposición Complementaria Transitoria del Decreto Supremo N° 013-2010-AG del 20 de noviembre del 2010):

Textura	Hidrómetro de Bouyoucos	Materia Orgánica	Walkley y Black	Sodio y Potasio	Fotometría de Llama
pH	Potenciómetro en suspensión suelo	ag: Nitrógeno	Micro Kjeldahl	Calcio y Magnesio	Versenato E.D.T.A
Conductividad Eléctrica	Extracto acuoso en la relación suelo: ag: Fósforo		Olsen Modificado	Aluminio cambiante	Yuan, extracción con KCl 1N
Carbonatos	Gasovolumétrico con calcímetro de Berr	Capacidad de Intercambio Catiónico	Suma de Bases cambiabiles	Acidez Activa	Yuan, extracción con KCl 1N

VºBº Ing. Carlos Egoávil De la Cruz
C.I.P. N° 32743



Godofredo Ruiz Flores
Laboratorista de Suelos

Apéndice 2

Prueba de T para comparación de medias: pH

Variable:pH - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Pasto natural
Media	5,07	5,15
pHomVar	0,0009	
<u>p-valor</u>	<u>0,8243</u>	

Variable:pH - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist Agrícola
Media	5,07	5,18
pHomVar	0,2581	
<u>p-valor</u>	<u>0,7734</u>	

Variable:pH - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist, Agroforestal
Media	5,07	5,29
pHomVar	0,1645	
<u>p-valor</u>	<u>0,5497</u>	

Variable:pH - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist Agrícola
Media	5,15	5,18
pHomVar	0,0121	
<u>p-valor</u>	<u>0,8668</u>	

Variable:pH - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist, Agroforestal
Media	5,15	5,29
pHomVar	0,0218	
<u>p-valor</u>	<u>0,4229</u>	

Variable:pH - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Sist Agrícola	Sist, Agroforestal
Media	5,18	5,29
pHomVar	0,7790	
<u>p-valor</u>	<u>0,6577</u>	

Apéndice 3

Prueba de T para comparación de medias: CIC

Variable:CIC - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Pasto natural
Media	6,54	6,38
pHomVar	0,4801	
p-valor	<u>0,8205</u>	

Variable:CIC - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist Agrícola
Media	6,54	7,19
pHomVar	0,0181	
p-valor	<u>0,6525</u>	

Variable:CIC - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist, Agroforestal
Media	6,54	5,76
pHomVar	0,1250	
p-valor	<u>0,4198</u>	

Variable:CIC - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist Agrícola
Media	6,38	7,19
pHomVar	0,0744	
p-valor	<u>0,5840</u>	

Variable:CIC - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist, Agroforestal
Media	6,38	5,76
pHomVar	0,3824	
p-valor	<u>0,5497</u>	

Variable: CIC - Clasific: Uso de Tierra - prueba: Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Sist Agrícola	Sist, Agroforestal
Media	7,19	5,76
pHomVar	0,3259	
<u>p-valor</u>	<u>0,3832</u>	

Apéndice 4

Prueba de T para comparación de medias: nitrógeno

Variable:Nitrógeno - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Pasto natural
Media	0,05	0,06
pHomVar	0,3353	
<u>p-valor</u>	<u>0,3858</u>	

Variable:Nitrógeno - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist Agrícola
Media	0,05	0,06
pHomVar	0,2883	
<u>p-valor</u>	<u>0,4105</u>	

Variable:Nitrógeno - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist, Agroforestal
Media	0,05	0,04
pHomVar	0,7382	
<u>p-valor</u>	<u>0,1354</u>	

Variable:Nitrógeno - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist Agrícola
Media	0,06	0,06
pHomVar	0,9175	
<u>p-valor</u>	<u>0,9891</u>	

Variable:Nitrógeno - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist, Agroforestal
Media	0,06	0,04
pHomVar	0,5224	
<u>p-valor</u>	<u>0,0588</u>	

Variable:Nitrógeno - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Sist Agrícola	Sist, Agroforestal
Media	0,06	0,04
pHomVar	0,4589	
<u>p-valor</u>	<u>0,0676</u>	

Apéndice 5

Prueba de T para comparación de medias: fósforo

Variable:Fósforo - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Pasto natural
Media	4,92	4,97
pHomVar	0,9140	
<u>p-valor</u>	<u>0,8809</u>	

Variable:Fósforo - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist Agrícola
Media	4,92	14,83
pHomVar	0,0001	
<u>p-valor</u>	<u>0,0134</u>	

Variable:Fósforo - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist, Agroforestal
Media	4,92	9,45
pHomVar	0,0001	
<u>p-valor</u>	<u>0,1269</u>	

Variable:Fósforo - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist Agrícola
Media	4,97	14,83
pHomVar	0,0001	
<u>p-valor</u>	<u>0,0137</u>	

Variable:Fósforo - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist, Agroforestal
Media	4,97	9,45
pHomVar	0,0002	
<u>p-valor</u>	<u>0,1310</u>	

Variable:Fósforo - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Sist Agrícola	Sist, Agroforestal
Media	14,83	9,45
pHomVar	0,8872	
<u>p-valor</u>	<u>0,1669</u>	

Apéndice 6

Prueba de T para comparación de medias: potasio

Variable:Potasio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Pasto natural
Media	82,15	76,95
pHomVar	0,3218	
<u>p-valor</u>	<u>0,7283</u>	

Variable:Potasio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist Agrícola
Media	82,15	57,27
pHomVar	0,0738	
<u>p-valor</u>	<u>0,0919</u>	

Variable:Potasio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist, Agroforestal
Media	82,15	75,51
pHomVar	0,0528	
<u>p-valor</u>	<u>0,6260</u>	

Variable:Potasio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist Agrícola
Media	76,95	57,27
pHomVar	0,3849	
<u>p-valor</u>	<u>0,0584</u>	

Variable:Potasio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist, Agroforestal
Media	76,95	75,51
pHomVar	0,2996	
<u>p-valor</u>	<u>0,8760</u>	

Variable:Potasio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Sist Agrícola	Sist, Agroforestal
Media	57,27	75,51
pHomVar	0,8601	
<u>p-valor</u>	<u>0,0247</u>	

Apéndice 7

Prueba de T para comparación de medias: calcio

Variable: Calcio - Clasific: Uso de Tierra - prueba: Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Pasto natural
Media	3,20	2,53
pHomVar	0,0121	
<u>p-valor</u>	<u>0,4656</u>	

Variable: Calcio - Clasific: Uso de Tierra - prueba: Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist Agrícola
Media	3,20	2,67
pHomVar	0,0467	
<u>p-valor</u>	<u>0,5669</u>	

Variable: Calcio - Clasific: Uso de Tierra - prueba: Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist, Agroforestal
Media	3,20	2,53
pHomVar	0,0268	
<u>p-valor</u>	<u>0,4717</u>	

Variable: Calcio - Clasific: Uso de Tierra - prueba: Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist Agrícola
Media	2,53	2,67
pHomVar	0,5133	
<u>p-valor</u>	<u>0,7310</u>	

Variable: Calcio - Clasific: Uso de Tierra - prueba: Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist, Agroforestal
Media	2,53	2,53
pHomVar	0,7051	
<u>p-valor</u>	<u>>0,9999</u>	

Variable: Calcio - Clasific: Uso de Tierra - prueba: Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Sist Agrícola	Sist, Agroforestal
Media	2,67	2,53
pHomVar	0,7804	
<u>p-valor</u>	<u>0,7484</u>	

Apéndice 8

Prueba de T para comparación de medias: magnesio

Variable:Magnesio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Pasto natural
Media	0,47	0,37
pHomVar	0,0089	
<u>p-valor</u>	<u>0,4796</u>	

Variable:Magnesio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist Agrícola
Media	0,47	0,40
pHomVar	0,0393	
<u>p-valor</u>	<u>0,6382</u>	

Variable:Magnesio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist, Agroforestal
Media	0,47	0,36
pHomVar	0,0194	
<u>p-valor</u>	<u>0,4518</u>	

Variable:Magnesio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist Agrícola
Media	0,37	0,40
pHomVar	0,4783	
<u>p-valor</u>	<u>0,5588</u>	

Variable:Magnesio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist, Agroforestal
Media	0,37	0,36
pHomVar	0,7134	
<u>p-valor</u>	<u>0,8961</u>	

Variable:Magnesio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Sist Agrícola	Sist, Agroforestal
Media	0,40	0,36
pHomVar	0,7290	
<u>p-valor</u>	<u>0,5121</u>	

Apéndice 9

Prueba de T para comparación de medias: sodio

Variable:Sodio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Pasto natural
Media	0,24	0,18
pHomVar	0,4554	
<u>p-valor</u>	<u>0,0220</u>	

Variable:Sodio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist Agrícola
Media	0,24	0,31
pHomVar	0,0104	
<u>p-valor</u>	<u>0,2016</u>	

Variable:Sodio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist, Agroforestal
Media	0,24	0,22
pHomVar	0,0457	
<u>p-valor</u>	<u>0,7161</u>	

Variable:Sodio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist Agrícola
Media	0,18	0,31
pHomVar	0,0486	
<u>p-valor</u>	<u>0,0420</u>	

Variable:Sodio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist, Agroforestal
Media	0,18	0,22
pHomVar	0,1796	
<u>p-valor</u>	<u>0,2690</u>	

Variable:Sodio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Sist Agrícola	Sist, Agroforestal
Media	0,31	0,22
pHomVar	0,4743	
<u>p-valor</u>	<u>0,1716</u>	

Apéndice 10

Prueba de T para comparación de medias: aluminio

Variable:Aluminio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Pasto natural
Media	2,42	3,10
pHomVar	0,4773	
<u>p-valor</u>	<u>0,4898</u>	

Variable:Aluminio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist Agrícola
Media	2,42	3,67
pHomVar	0,1951	
<u>p-valor</u>	<u>0,4651</u>	

Variable:Aluminio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist, Agroforestal
Media	2,42	2,45
pHomVar	0,8105	
<u>p-valor</u>	<u>0,9777</u>	

Variable:Aluminio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist Agrícola
Media	3,10	3,67
pHomVar	0,0542	
<u>p-valor</u>	<u>0,7229</u>	

Variable:Aluminio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist, Agroforestal
Media	3,10	2,45
pHomVar	0,3461	
<u>p-valor</u>	<u>0,5421</u>	

Variable:Aluminio - Clasific:Uso de Tierra - prueba:Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Sist Agrícola	Sist, Agroforestal
Media	3,67	2,45
pHomVar	0,2836	
<u>p-valor</u>	<u>0,4885</u>	

Apéndice 11

Prueba de T para comparación de medias: materia orgánica (carbono)

Variable: M, O (Carbono orgánico) - Clasific: Uso de Tierra - prueba: Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Pasto natural
Media	1,20	1,40
pHomVar	0,3453	
<u>p-valor</u>	<u>0,3811</u>	

Variable: M, O (Carbono orgánico) - Clasific: Uso de Tierra - prueba: Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist Agrícola
Media	1,20	1,39
pHomVar	0,3002	
<u>p-valor</u>	<u>0,4076</u>	

Variable: M, O (Carbono orgánico) - Clasific: Uso de Tierra - prueba: Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Bosque Natural	Sist, Agroforestal
Media	1,20	0,91
pHomVar	0,7579	
<u>p-valor</u>	<u>0,1431</u>	

Variable: M, O (Carbono orgánico) - Clasific: Uso de Tierra - prueba: Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist Agrícola
Media	1,40	1,39
pHomVar	0,9227	
<u>p-valor</u>	<u>0,9854</u>	

Variable: M, O (Carbono orgánico) - Clasific: Uso de Tierra - prueba: Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Pasto natural	Sist, Agroforestal
Media	1,40	0,91
pHomVar	0,5190	
<u>p-valor</u>	<u>0,0599</u>	

Variable: M, O (Carbono orgánico) - Clasific: Uso de Tierra - prueba: Bilateral

	<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>
	Sist Agrícola	Sist, Agroforestal
Media	1,39	0,91
pHomVar	0,4596	
<u>p-valor</u>	<u>0,0690</u>	

Apéndice 12

Registro fotográfico

a) Uso de suelos aledaños al bosque



b) Sistema agroforestal



c) Vegetación presente en el bosque



d) Presencia de agua retenida



e) Procedimiento del análisis de laboratorio



d) Ganado existente en la granja (caprino, vacuno y equino)

