UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

SISTEMAS DE USO DE LA TIERRA CON COBERTURA DE BOSQUE Y PASTO PARA USO GANADERO EN SELVA ALTA TINGO MARÍA

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

Presentado por:

EVELYN ESTRADA ARRIETA

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María – Perú

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 008-2021-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 12 de enero de 2021, a horas 06:00 p.m. en la en la Sala Virtual de Conferencias Microsoft Teams de la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la Tesis titulada:

"SISTEMAS DE USO DE LA TIERRA CON COBERTURA DE BOSQUE Y PASTO PARA USO GANADERO EN SELVA ALTA TINGO MARÍA"

Presentado por la Bachiller: **ESTRADA ARRIETA Evelyn,** después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **"MUY BUENA"**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 18 de Marzo de 2021

Dr. ROBERTO OBREGON PEÑA
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO
MIEMBRO

Ing. ERLE O. J. BUSTAMANTE SCAGLIONI
MIEMBRO

Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

SISTEMAS DE USO DE LA TIERRA CON COBERTURA DE BOSQUE Y PASTO PARA USO GANADERO EN SELVA ALTA TINGO MARÍA

Autor : **Br. Evelyn Estrada Arrieta**

Asesor : **Dr. Lucio Manrique de Lara Suarez**

Programa de Investigación : **Ciencias básicas**

Línea (s) de Investigación : **Física y química de Suelos**

Eje Temático de Investigación : **Indicadores físicos y químicos de suelos**

Lugar de Ejecución : **Supte San Jorge – Tingo María**

Duración **Fecha de Inicio** : **25/08/2018**

Término : **30/10/2020**

Financiamiento : **s/. 3,019.50**

FEDU : **NO**

Propio : **SI**

Otros : **NO**

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi fortaleza y mi protección y con ello terminar la investigación.

A mis padres, Flumencio Estrada Villanueva y Ortencia Arrieta Santos por el amor que siempre me han brindado, por sus sabios consejos y esfuerzos que hicieron posible mi formación como persona y profesional.

A mis hermanos Adrián y Cynthia, por todo su amor y sus consejos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables que contribuyeron a mi formación profesional.

Al Dr. Lucio Manrique de Lara Suarez; por su valiosa colaboración y supervisión de la tesis.

A los miembros del jurado de tesis, Ing. MSc. Roberto Obregón Peña, Ing. MSc. Juan Pablo Rengifo Trigozo, Ing. Erle O. Bustamante Scaglioni, Ing. MSc. Sandro Junior Ruiz Castre por su colaboración en el presente trabajo.

Al Ing. Lévano Crisóstomo José. por su gran apoyo en mi formación profesional.

A mis familiares Estrada y Arrieta, quienes confiaron en mi persona y me apoyaron en el desarrollo de mi carrera profesional.

ÍNDICE

Página

I. INTRODUCCIÓN 1

II. REVISION DE LITERATURA 4

2.1. Selva alta 4

2.1.1. Fertilidad del suelo 4

2.2. Propiedades físicas del suelo 5

2.2.1. La textura del suelo 5

2.2.2. Estructura 5

2.2.3. Las arcillas 6

2.2.4. Densidad aparente y real 6

2.2.5. Conductividad hidráulica 8

2.2.6. Resistencia de suelo a la penetración 8

2.2.7. Estabilidad de los agregados del suelo 9

2.2.8. Granulometría 9

2.2.9. Temperatura del suelo 9

2.3. Propiedades químicas del suelo 10

2.3.1. Reacción del suelo (pH) 10

2.3.2. Materia orgánica 11

2.3.3. Capacidad de intercambio catiónico 11

2.4. Nutrientes en el suelo 13

2.4.1. El fósforo en el suelo 13

2.4.2. El potasio en el suelo 13

2.4.3. El nitrógeno en el suelo 14

2.5. Investigaciones realizadas referentes al tema 14

III. MATERIALES Y MÉTODOS 17

3.1. Descripción de la zona donde se realizó la investigación 17

3.1.1. Lugar de ejecución 17

3.1.2. Ubicación política 17

3.1.3. Ubicación geográfica 18

3.1.4. Características climáticas 18

3.1.5. Suelos 18

3.1.6. Zonas de vida 19

3.1.7. Vegetación 19

3.1.8. Fisiografía 19

3.1.9. Hidrografía 19

3.1.10. Pendiente 20

3.1.11. Accesibilidad 20

3.2. Descripción de los sitios donde se realizó el muestreo 20

3.2.1. Parcela con cobertura de bosque 20

3.2.2. Parcela con cobertura pasto 20

3.3. Materiales y equipos 21

3.3.1. Materiales de campo 21

3.3.2. Materiales de laboratorio 21

3.3.3. Equipos 21

3.3.4. Herramientas 21

3.4. Tipo de investigación 22

3.5. Nivel de investigación 22

3.6. Método de la investigación 22

3.7. Diseño de la investigación 22

3.8. Metodología 22

3.8.1. Determinación de indicadores fisicoquímicos de un suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero 22

3.8.2. Establecer la correlación de los indicadores fisicoquímicos del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero 25

3.8.3. Establecer la fertilidad de los suelos que van en función al tipo de cobertura de bosque y pasto para uso ganadero 26

3.8.4. Parámetros de estudio 26

3.8.5. Variables 27

3.8.5.1. Variable dependiente (Y) 27

3.8.5.2. Variable independiente (X) 27

3.8.6. Análisis e interpretación de datos 27

IV. RESULTADOS 30

4.1. De las propiedades físicas y químicas de suelos con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero 30

4.1.1. Características físicas del suelo 30

4.1.2. Características químicas del suelo 37

4.2. Correlación entre indicadores físicos y químicos del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero 49

4.3. Establecer la fertilidad de los suelos que van en función al tipo de cobertura 51

V. DISCUSIÓN 53

VI. CONCLUSIONES 60

VII. RECOMENDACIONES 61

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 63

ANEXO 67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro Página

1. Parámetros físicos y químicos del suelo (variables)..... 25

2. Clases de textura del suelo de los sistemas de uso en estudio 30

3. Densidad aparente del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero. 31

4. Densidad real del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero. 33

5. Valores de resistencia a la penetración del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero..... 34

6. Valores de temperatura del suelo encontrado en dos sistemas de uso de la tierra en estudio 36

7. pH del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero .. 37

8. Materia orgánica del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero. 38

9. Nitrógeno del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero. 39

10. Fósforo (ppm) del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero. 41

11. Potasio (kg/ha) del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero 42

12. Características químicas del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero..... 43

13. Valores de bases cambiables del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero..... 45

14. Acidez cambiable del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero. 46

15. Saturación de aluminio del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero..... 48

16. Valores de indicadores para obtener un índice de calidad del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero..... 51

17. Agrupamiento de partículas por el sistema USDA..... 71

18. Agrupamiento general de las clases texturales 71

19. Clase o tamaño del agregado 72

20. Relación textura/ densidad aparente y porosidad del suelo 72

21. Niveles de pH del suelo 72

22. Niveles de la materia orgánica 73

23. Capacidad de cabio de algunas arcillas y humus. 73

24. Niveles de la capacidad de intercambio catiónico (pH > 5.5) 73

25. Niveles de la capacidad de intercambio catiónico (pH < 5.5) 74

26. Niveles de contenido de fósforo (Método de Olsen) 74

27. Niveles de contenido de potasio 74

28. Niveles de contenido de nitrógeno 74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Página

1. Toma de muestra de suelo en Zigzag.....24

2. Distribución de fracción de textura del suelo.....31

3. Valores de densidad aparente del suelo de los sistemas de uso 32

4. Densidad real del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero. 33

5. Valores de resistencia a la penetración del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.....35

6. Valores de temperatura del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.....36

7. Valores de pH del suelo con cobertura de bosque y pasto 37

8. Valores de materia orgánica del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.....39

9. Valores de nitrógeno del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.....40

10. Fósforo del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero 41

11. Potasio del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero. 42

12. Capacidad de intercambio catiónico del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero. 44

13. Bases cambiables del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero. 45

14. Valores de acidez cambiable del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.....47

15. Valores de saturación de aluminio del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero. 48

16. Correlación lineal densidad aparente y el % de materia orgánica. 50

17. Correlación lineal Capacidad de Intercambio Catiónico efectiva y la cantidad de arcilla.....49

18. Sistema de referencia de un suelo ideal con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero 50

19. Suelo con cobertura de pasto 68

20. Preparando las muestras de suelos en laboratorio de suelos 68

RESUMEN

La investigación se desarrolló con la finalidad de evaluar los sistemas de uso de la tierra con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero en selva alta Tingo María; los objetivos específicos fueron: determinar, establecer la correlación entre las propiedades físicas, así como la fertilidad de los suelos que van en función al tipo de cobertura de bosque y pasto para uso ganadero en el centro poblado Supte San Jorge. Los resultados obtenidos, los suelos con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero presentan textura franca y arcillosa, la densidad aparente y real se encuentran en los rangos aceptables, la resistencia a la penetración es alto en el suelo con bosque y bajo en pasto y la temperatura de 22.9 °C a 23.1 °C. Las propiedades químicas para el suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero presentan un pH moderadamente ácido a moderadamente alcalino, materia orgánica de medio a bajo, N de alto a bajo, P y K es bajo, CICe moderado, bajos porcentajes de bases cambiable, valores máximos para la acidez cambiable y alto porcentaje de saturación de aluminio para ambos suelos. Se encontró una relación entre las propiedades físicas del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero y las propiedades químicas del suelo, obteniendo relación entre la densidad aparente y la materia orgánica y la relación directa entre la capacidad de intercambio catiónico efectiva con la cantidad de arcilla en el suelo y el índice de la fertilidad del suelo con cobertura de bosque es más semejante a un suelo ideal.

I. INTRODUCCIÓN

Las grandes extensiones de bosques a lo largo del tiempo han sufrido cambios significativos, causado por el desmedido aprovechamiento de tierras con fines de uso ganadero. Los estudios realizados durante todo este tiempo, aún no han precisado las consecuencias de estas transformaciones sobre el suelo, por lo que, aun se tiene un vacío de poder evaluar la sostenibilidad del tal aprovechamiento.

La amazonia peruana, alberga una gran riqueza natural (forestal, fauna y flora). Sin embargo, en la actualidad nos permite observar como la frontera agrícola a través de prácticas no conservacionistas, sumada a la expansión demográfica van disminuyendo su extensión. Por ello, se evidencia que, la tasa de deforestación ha ido incrementando a través de las décadas. Asimismo, a pesar de existir proyectos de reforestación impulsados por gobiernos, locales, regionales, y nacional e inclusive extranjeros, con la finalidad de mermar estas consecuencias, en la actualidad, no se ha logrado un impacto significativo de esta actividad.

Las investigaciones realizadas en estos ecosistemas (bosques) indican que la mayoría de nutrientes se localizan en los árboles y que solo una pequeña parte está situada en el suelo. Por ello, actividades como la tala y quema de bosques no permiten la recuperación del suelo a través de la

incorporación de minerales (ceniza). Por el contrario, causa perdida de fertilidad del suelo (química y biológica). Siendo más notorio en los primeros 20 cm de profundidad (horizontes superficiales). Por lo antes mencionado, en la presente investigación, se pretendió exponer los cambios que experimentan los indicadores fisicoquímicos de suelos con bosque a uso con fin ganadero.

La finalidad de la investigación es realizar un análisis de componentes principales para evaluar las propiedades físicas químicas que más varían según su uso, con el fin de definir técnicamente mediante el análisis los valores de los indicadores del suelo. Por lo antes mencionado se formula la interrogante: ¿los suelos con bosque y pastizal influirán significativamente en la fertilidad del suelo en circunstancias de Selva Alta? para responder a esta interrogante, se plantea como hipótesis de investigación: “La fertilidad de los sistemas de uso de la tierra influyen significativamente en un bosque y pastizal para uso ganadero”.

1.1. Objetivo General

Evaluar los suelos de uso con bosque y pastizal en el centro poblado de Supte San Jorge en condiciones de selva alta en Tingo María.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar los indicadores fisicoquímicos de un suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.
- Establecer la correlación entre los indicadores fisicoquímicos del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

- Establecer la fertilidad de los suelos que van en función al tipo de cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Selva alta

La selva alta, se caracteriza por albergar una amplia y exuberante vegetación, propia de zona calidad y húmedas, con precipitaciones medias que fluctúan en el rango de 1,500 mm a 3,000 mm. Situado en altitudes que van de 0 a 900 m sobre el nivel del mar (FAO, 2000) La vegetación se distingue por albergar arboles con fuste oscilantes en los 25 a 40 m con follaje durante el año. A excepción de algunos que pierden el follaje en épocas de floración o estiaje. Caracterizando a este ecosistema con la apariencia verdosa durante todo el año (GARCIA, 2012).

2.1.1. Fertilidad del suelo

Entiéndase por fertilidad del suelo a la cualidad resultante de interacciones entre los indicadores fisicoquímicos y biológicos del suelo. Asimismo, por su capacidad de poder brindar condiciones óptimas para el buen crecimiento y óptimo desarrollo de las plantas. Las condiciones óptimas de fijación de las plantas no actúan independientemente, mas al contrario, son una interrelación armónica, siendo un conjunto que define la fertilidad del suelo. Un ejemplo claro puede ser, considerar un suelo con provisto de nutrientes suficientes de minerales y fertilidad químicas, pero que, no brinda condiciones físicas o viceversa (SANCHEZ, 2007).

2.2. Propiedades físicas del suelo

2.2.1. La textura del suelo

Entendemos por textura del suelo, a las proporciones en porcentaje de las fracciones de limo, arena y arcilla. Estas fracciones minerales son de interés edafológico precisamente por las partículas menores a 2 mm de diámetro. Mayores a estas son denominados “modificadores texturales” incluyendo a carbonatos, materia orgánica, saturación de sales. Por tanto, la textura del suelo es un indicador físico que guarda relación con la capacidad de intercambio, estructura, permeabilidad, retención del agua, porosidad, aireación, densidad aparente y real (USDA, 1999).

Asimismo, las clases texturales son basadas en las diferentes agregaciones de las fracciones arena, arcilla y limo. Es por ello, que estas presentan combinaciones infinitas. Sin embargo, en términos de caracterización de suelos, se han considerado doce clases texturales, enumeradas en orden de incremento de la fracción fina (ZAVALETA, 1992).

2.2.2. Estructura

La estructura del suelo es la agrupación de las partículas de arcila, limo y arena, en definitiva para formar agregados. Sin embargo, no puede confundirse el término agregado por terrón. Siendo este último el resultado de actividades de arado o labranza del suelo y no se caracteriza de presentar estabilidad que presente un agregado. La conformación de un agregado requiere de un material cementante, como lo brinda la materia organica y la arcilla.

Asimismo, el calcio favorece en la formación de agregados, por al contrario del sodio, quien se caracteriza por su efecto dispersante. Entre los tipos de agregados se tienen: laminar, prismática, columnar, bloque cúbico angular, bloque cúbico subangular, granular, migajosa.

2.2.3. Las arcillas

Las arcillas con fracción minerales constituyentes del suelo. Por su tamaño menor a los 2 mm de diámetro adoptan ese nombre. Inmerso a sus características, presenta una estructura cristalina, debido a que están ordenados repetidamente por átomos del que están compuestos. Es por ello, la forma tetraédrica. Presentan un comportamiento coloidal debido a su carga negativa, absorbiendo cationes que constituyen reservas de nutrientes como el calcio). Se originan de minerales primarios como feldespatos, micas, minerales ferromagnesianos, es por ello, del nombre de minerales secundarios (BAUTISTA, 2004)

2.2.4. Densidad aparente y real

La densidad aparente (DA) y la densidad real (DR) se expresan así:

$$DA = Ms/Vt \qquad DR = Ms/Vs$$

Donde:

Ms: masa o peso de solidos

Ms: volumen de solidos

Vt: volumen total

Los suelos presentan una composición mineral más o menos constante, por ello, la densidad aparente es estimada en el rango de 2.6 a 2.7 g/cc para todo tipo de suelo. Por tanto, la densidad aparente del suelo está directamente relacionada al grado de soltura o porosidad. En consecuencia, su valor es muy variable y está ligado al tipo de textura del suelo. Los suelos arenosos y arcillosos presentan densidades aparentes enmarcados en el rango de <1.0 a >1.7 g/cm^3, mientras que, los suelos francos de 1.5 a 1.7 g/cm^3 (USDA, 1999).

El grado de compactación de un suelo es determinado por la densidad real, habiendo siendo sometido a trabajos constantes de maquinaria pesada, compactando la capa arable del suelo. Por tanto, la densidad real es un valor estable a diferencia que la densidad aparente, el primero no puede modificarse el volumen de los sólidos, mientras que el segundo es más variable a consecuencia de la inestabilidad de los suelos. Por ello, un suelo recientemente arado presentara valores bajos de densidad aparente más bajos. Por el contrario, al finalizar la cosecha mostrara valores altos de densidad aparente del suelo, siendo más significativo si inmerso a la práctica agrícola se utilizó maquinaria pesada. En definitiva, la densidad aparente es dinámica y varia dependiente de la condición estructural del suelo. Asimismo, esta variabilidad es atribuida a factores como pisoteo de animales; maquinaría agrícola; y el clima (Arskead *et al.,* 1996; citado por USDA, 1999).

2.2.5. Conductividad hidráulica

Llamamos conductividad hidráulica a la capacidad de un medio poroso que permite el paso del agua. FILGUEIRA *et al*. (2006) refiere que, en su investigación observo que los tipos de manejo intervienen en el movimiento de agua en el suelo, siendo altamente dependiente, para el mismo tipo de suelo.

2.2.6. Resistencia de suelo a la penetración

Los suelos con pérdidas de carbono orgánico y reducción de la estabilidad estructural aumentan la compactación del suelo. Mientras que, aquellos suelos con mejores características de estructuración y menor resistencia a la penetración presentan mejores características frente a factores que inciden en la degradación del suelo. Por ello, los suelos con instabilidad estructural de agregados son aquellos suelos compactados (FERRERAS *et al.,* 2006).

Incrementos de los valores de densidad aparente del suelo tienden a incrementar la resistencia a la penetración del suelo, mientras que la porosidad tiende a disminuir. Estas condiciones limitan el óptimo desarrollo de las raíces. USDA (1999) con un incremento de la densidad aparente, la resistencia mecánica tiende a aumentar y la porosidad del suelo tiende a disminuir, estos cambios limitan el crecimiento de las raíces a valores críticos. Los valores de resistencia a la penetración del suelo se encuentran entre los rangos bajo > 2 kg/cm^2, medio 2 kg/cm^2 y alto o adecuado < 2 kg/cm^2.

2.2.7. Estabilidad de los agregados del suelo

La estabilidad de agregados o porcentaje de agregados estables son los indicadores de fertilidad más sensibles de las propiedades físicas del suelo a los pre tratamientos con agua y etanol (FERRERAS *et al.,* 2006). por tanto, aquellos suelos con mayor inestabilidad estructural son aquellos suelos muy compactos. En definitiva, un sinnúmero de autores ha investigado el efecto del grado de estructuración del suelo relacionado a la erosión del mismo. Si bien no existe una relación entre ambos, el valor de cambio en el diámetro medio ponderado, muestra buena correlación con la resistencia de suelos a la erosión (FASSBENDER, 1975).

2.2.8. Granulometría

DE AGUIAR (2008) manifiesta que la textura arcillosa permite una verdadera estructuración del suelo, igual que los efectos de uso y manejo.

2.2.9. Temperatura del suelo

Los valores de temperatura de suelo dependen de la cantidad de radiación neta que llegue a la superficie del mismo. Estos valores dependen de factores como el tipo de cubierta vegetal, quien disminuye la cantidad de radiación, nos solo por disminuir la radiación directa, sino también al cambiar el albedo. Es preciso indicar que, la temperatura influye directamente en la formación de materia orgánica, involucrándose en el proceso metabólico de los macro y micro organismos del suelo, sino también acelerando el proceso de degradación del material senescente. Por lo antes mencionado, los ecosistemas

característicos como un bosque en verano un suelo puede llegar a estar 10 ºC más frío que un suelo sin cubierta vegetal (USDA, 1999).

2.3. Propiedades químicas del suelo

Las propiedades químicas del suelo se refieren a las condiciones que afectan a la capacidad amortiguadora del suelo, calidad y disponibilidad del agua, nutrientes para plantas y organismos (BAUTISTA, 2004).

2.3.1. Reacción del suelo (pH)

Es una propiedad del suelo con influencia indirecta en los procesos de absorción de nutrientes en la planta, siendo una escala de medición de los suelos. Se clasifica en acido, básico y neutro. El rango de pH de los suelos varía entre 3.5 a 9.0, la razón por la que no se alcanza valores extremos de 0 o 14. La mayoría de cultivos agrícolas prosperan entre valores de pH situados en el rango de 5.5. a 7.5, sin embargo, esto va depender de la especie vegetal y variedad. Lo que se busca con los abonos es acabar con la acidez hasta volverla neutra. Un suelo fértil y apto para el cultivo seria aquel que tenga el pH neutro. Estos valores Influye en los procesos biológicos y actividad microbiana (BAUTISTA, 2004).

Aquellos valores pH menores o igual a 5.0, son indicadores que el suelo presentan deficiencia en elementos como: calcio ($Ca2^+$), magensio ($Mg2^+$), hidrogeno (H^+) o por el contrario es referente del que el suelo sufre de elementos tóxicos como: $Zn2^+$, $Al3^+$, $Ni2^+$, etc. (FASSBENDER y BORNEMISZA, 1987).

2.3.2. Materia orgánica

La materia orgánica o humus cumplen un rol importante en las características del suelo. Sin embargo, no existe un concepto claro para humus. En general, se asigna a aquellas sustancias orgánicas de color pardo o negruzco, producto de la descomposición de materiales orgánicos, con conteniendo un 5% de nitrógeno, por lo que, el valor de la materia orgánica se puede calcular multiplicando por 20 el valor del nitrógeno total (GUERRERO, 2000).

Los niveles de materia orgánica en el suelo son muy variables, por lo que su valor tendría una característica a nivel regional. Asimismo, como referencia se plantea que un valle aluvial de la zona costa de Perú presenta un 2% de materia orgánica, siendo de características altas, sin embargo, este mismo valor en zonas de la sierra de nuestro país pasaría a rangos con características de niveles bajos. En este sentido, los tenores o niveles de este nutriente son de características bajo, medio alto y muy alto (GUERRERO, 1996).

2.3.3. Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio del suelo es aquella propiedad química que caracteriza al suelo por su capacidad de adsorción de cationes debido al complejo de cambio de la solución del suelo. Asimismo, la liberación de cationes desde el complejo de cambio hacia la solución suelo. Por tanto, la capacidad de absorción es atribuida a los componentes de arcilla y al humus como material

orgánico. Por lo que es influenciada directamente por el tipo y la cantidad de arcilla, la cantidad de humus y el pH del suelo.

La capacidad de intercambio del suelo es suma importancia para el crecimiento de las plantas, dentro los cationes tenemos el calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), amonio (NH4+), estos cuatro nutrientes están directamente involucrados en el desarrollo de las plantas, mientras que, el sodio (Na) e hidrógeno (H) se enmarcan en el efecto de disponibilidad de nutrientes y la humedad. Por su naturaleza, los suelos ácidos presentan mayores cationes de hidrógeno y aluminio en diversas formas.

Entre otros factores importantes de la capacidad de absorción, influyen en las clases, cantidad y combinaciones de arcillas y predisponen en las cantidades y del estado de descomponían de la materia orgánica del suelo. Asimismo, entre las características de las arcillas con gran capacidad de cambio tienden a enlazar cationes bivalentes como Ca^{2+} y el Mg^{2+}, con más energía que el K^{+} afectando directamente en la disponibilidad de los nutrientes en las plantas.

Se llama a una capacidad de cambio neutro a aquel suelo que se encuentra saturado de calcio, magnesio, potasio y sodio. Sin embargo, en suelos acido, a causa de las precipitaciones o lixiviado de cationes básicos, el suelo se encuentra bajo saturación de bases o alto en saturación ácida (CEPEDA, 1991). Entre los factores de importancia de la capacidad de intercambio catiónico en el suelo tenemos: ayuda en el control de la disponibilidad de nutrientes para las plantas (K^{+}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, entre otros); interviene en los procesos de floculación, dispersando las partículas de arcilla, causando el desarrollo de la estructura y

estabilidad de agregados, finalmente, es un depurador natural del suelo, permitiendo la retención de elementos contaminantes.

2.4. Nutrientes en el suelo

Se encuentran disueltos en la humedad del suelo, son sustancias químicas de naturaleza, siendo indispensables para el desarrollo de las plantas. Entre los nutrientes elementales tenemos a 13 minerales, siendo estos imprescindibles. Por tanto, un cultivo está directamente relacionado a la proporción o nivel de fertilidad del suelo y la disponibilidad de los nutrientes. Asimismo, se debe tener en cuenta factores como el clima, estructura del suelo, antecedentes de cultivos en el predio, macro y micro fauna, etc (ZAVALA, 1999).

2.4.1. El fósforo en el suelo

Es un macro nutriente indispensable para la óptima producción de cultivos, seguido del nitrógeno, es el nutriente que se requiere con mayor medida para el rendimiento del cultivo. Interviene en procesos bioquímicos a nivel celular y es considerado como nutriente elemental para las plantas. Se encuentra en el suelo por la meteorización de la roca madre, por lo que, su entrada en el suelo proviene de fertilizantes fosfóricos. Su salida del suelo se da mediante la extracción de granos de los cultivos, lixiviación, erosión (GUERRERO, 2000).

2.4.2. El potasio en el suelo

Al igual que el fosforo, su incorporación en el suelo es a través de enmiendas potásicas, es de nutritivo para todo organismo viviente. Los cultivos

requieren de este elemento en cantidades elevadas, semejando al requerimiento del nitrógeno en la planta. Asimismo, el dióxido de potasio participa en la activación de un gran número de enzimas que actúan en procesos metabólicos (fotosíntesis, síntesis de proteínas y carbohidratos); asimismo, participan en el balance del agua y en el crecimiento meristemático. Por tanto, el potasio participa en el crecimiento vegetativo, fructificación, maduración y calidad del cultivo (GUERRERO, 2000).

2.4.3. El nitrógeno en el suelo

En su mayoría, el nitrógeno presente en el suelo se encuentra formando parte de la materia orgánica, depositado a la muerte de organismos, microorganismos y de las plantas que se benefician de este. Sin embargo, de esta manera el nitrógeno no puede ser aprovechado por las plantas. Asimismo, el nitrógeno varia en cantidad en el suelo, a diferencia de otros elementos esenciales (GUERRERO, 2000).

La cantidad de nitrógeno en el suelo es variable, en muchos suelos llega a ser escaso, debido a su dinámica y al proceso biogeoquímico que lo caracteriza. Este nutriente llega al suelo gracias al aporte de materia orgánica fijación bacteriana (FERNANDEZ, 2006).

2.5. Investigaciones realizadas referentes al tema

REATEGUI (2009) en su investigación sobre el comportamiento de indicadores fisicoquímicos y biológicos en cuatro parcelas con diferentes

sistemas de uso; concluyo que el sistema de uso con cafetal presentó una textura franca arcillo limosa, densidad aparente (0.9 g/cm^3), resistencia de 2.5 kg/cm^2, pH moderadamente ácido (5.58), materia orgánica de nivel medio (2.75%) y nitrógeno nivel medio (0.12%), bajo en fósforo (2.21 ppm) y potasio (283.56 kg/h). Asimismo, los sistemas de uso con bosque secundario tuvieron densidad aparente de 1.1 g/cm^3, textura franco arcillosa, 1.5 kg/cm^2 de resistencia a la penetración, moderadamente ácido, bajo contenido de materia orgánica (1.19%) y nitrógeno (0.07%), contenido medio de fósforo (7.85 ppm) y potasio (351.14 kg/ha). Mientras que, el suelo del sistema de uso de suelo con pastizal fue franca arcillosa, baja densidad aparente de 1.0 g/cm^3, alta resistencia a la compactación (2.9 kg/cm^2), pH fuertemente ácido (5.36), bajo contenido de materia orgánica (1.97%) y nitrógeno (0.09%), contenido medio de fósforo (7.94 ppm) y potasio (339.22 kg/ha). Los suelos de maizal presentaron: textura franca arcillo limosa, baja densidad aparente (1.0 g/cm^3), resistencia de (1.7 kg/cm^2), pH fuertemente ácido (5.01), contenido medio de materia orgánica (2.15%) y nitrógeno (0.10%), bajo contenido de fósforo (0.98 ppm) y potasio (209.36). La correlación entre indicadores fisicoquímicos y macrofauna del suelo manifesto disminución de la temperatura del suelo, con una fuerte relación positiva con respecto a la abundancia, distribución y la actividad de la macrofauna en el suelo.

PORTOCARRERO (2013) en su evaluación sobre el efecto de tres sistemas de uso de la tierra sobre indicadores físicos, químicos y biológicos del suelo en el caserío de Puerto Rico, sus resultados indicadores que, el sistema agroforestal tuvo una textura franco limoso, el pH de los sistemas bosque primario y sistema agroforestal tuvieron valores cercanos a neutro. Mientras que,

la disponibilidad del fosforo para ambos sistemas fue muy alta, atribuida al fósforo orgánico proveniente de la materia orgánica.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la zona donde se realizó la investigación

3.1.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en los suelos del predio Carlos Mavy, en dos parcelas diferenciadas por el tipo sistemas de uso de la tierra. Los suelos de la zona de estudio están clasificados de formación Inceptisol de un suelo joven con un pH ácido (Typic Dystrodepts), colectados de 0 - 30 cm de profundidad, ubicado políticamente en el Centro Poblado Menor Supte San Jorge, específicamente en el sector Vista Alegre, distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, Región Huánuco. Las parcelas en estudio, se encuentra aproximadamente a tres kilómetros y medio de la ciudad de Tingo María, a la margen derecha de la carretera Tingo María – Pucallpa, desviándose a la altura del pueblo joven 9 de octubre.

3.1.2. Ubicación política

Políticamente los suelos del predio Carlos Mavy se ubican en:

Departamento: Huánuco

Provincia : Leoncio Prado

Distrito : Rupa Rupa

Sector : Vista Alegre Supte San Jorge

3.1.3. Ubicación geográfica

Geográficamente el predio Carlos Mavy se encuentra en las coordenadas UTM de la zona 18L, del datum WGS 84: 392330 Este y 8986083 Norte, con una altitud de 645 m.s.n.m.

3.1.4. Características climáticas

SENAMHI (2010) citado por GRANDEZ (2017) menciona que el área donde se desarrolló la investigación pertenece a la región natural Rupa Rupa o Selva Alta, con un clima cálido húmedo – lluvioso, presenta una precipitación anual de 3250 mm, con 38 °C de temperatura máxima, una media anual de 24 ºC y una mínima de 18 °C, la humedad Relativa fluctúa entre los 80% y 90% y el mensual promedio es de 85.67% y una altitud de 645 msnm.

3.1.5. Suelos

Los suelos de la zona de estudio son aptos para cultivos temporales o en limpio como; arroz, plátano, frutales, pastos y cultivos permanentes como el cacao, así como especies forestales y nativas, presentan niveles altos de materia orgánica, una capacidad de intercambio catiónico de 11,5% propicios para el buen

desarrollo de cultivo permanentes, con una distribución promedio N-P-K de 8-10-12, con un pH de 6.0.

3.1.6. Zonas de vida

Ecológicamente, de acuerdo a la clasificación de zonas de vida y el diagrama bioclimático, Tingo María se encuentra en la formación vegetal de Bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PT).

3.1.7. Vegetación

El área de estudio se caracteriza por presentar una flora particular de epifitas, sin embargo, con algunas especies vegetales del llano, característico de zona de selva alta.

3.1.8. Fisiografía

La superficie en estudio enmarca dos extensas áreas: un área montañosa colinosa, con pendientes muy disectadas, relieves suaves y ondulados con predominio de la planicie aluvial.

3.1.9. Hidrografía

La hidrografía de la zona presenta quebradas y riachuelos sin nombre que cruzan el predio y que desembocan al rio Supte, esta a su vez desemboca a la altura del centro poblado Santa Rosa de Shapajilla en el rio Huallaga.

3.1.10. Pendiente

El área de estudio comprende pendientes de planas a moderadamente empinada, relieves suaves y ondulados (planicie aluvial).

3.1.11. Accesibilidad

La accesibilidad al predio Carlos Maby es por una carretera asfaltada con dirección desde la ciudad de Tingo María con destino hacia el distrito Daniel Alomia Robles, desviándonos a la altura del pueblo joven 9 de octubre con destino al centro poblado de Sute San Jorge, alrededor de 12 kilómetros de la ciudad de Tingo María.

3.2. Descripción de los sitios donde se realizó el muestreo

3.2.1. Parcela con cobertura de bosque

Es un área de bosque natural con una extensión de 5 ha de terreno aproximadamente, esta pequeña cobertura boscosa parece un lunar en medio de una zona deforestada ya que por sus características alberga una reserva de especies de flora y fauna propias del lugar y presenta una pendiente del terreno de 25%.

3.2.2. Parcela con cobertura pasto

Es una parcela de 5 años de edad aproximadamente, con una extensión de 3 ha de terreno aproximadamente, con pasto natural que sirve para pastoreo de los ganados vacunos, caprinos y porcinos del propietario y presenta una pendiente del terreno de 8%.

3.3. Materiales y equipos

3.3.1. Materiales de campo

Para los trabajos de campo se utilizaron cinta masking tape, botas y para la colección y muestreo del suelo, etiquetas adhesivas y un lápiz de grafito.

3.3.2. Materiales de laboratorio

Cintas masking, rotulas, guardapolvo, probetas graduada de 250 mL, tubos Durkam de 10 a 75 mm, tubos de ensayo, matraz de 250 mL, pipetas, guantes.

3.3.3. Equipos

Estufas, autoclave, incubadora y cámara fotográfica.

3.3.4. Herramientas

Gradillas, tijeras, guantes, cintas y pitas; balanza analítica, palas, picos, cinta métrica, bolsas de polietileno de 1 kg de capacidad, 1 balde de plástico limpio.

3.4. Tipo de investigación

Descriptivo, correlacional - causal

3.5. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es probabilístico, debido a que se explica un muestreo con la finalidad de obtener datos representativos.

3.6. Método de la investigación

El método de la investigación fue descriptivo – comparativo y explicativo. Debido a que mediante la investigación se describe y realiza una comparación de dos sistemas de usos de la tierra y es de carácter explicativo porque se detalla la relación de causa – efecto.

3.7. Diseño de la investigación

Para la investigación se utilizó el diseño transversal (HERNÁNDEZ *et al.,* 2006). Debido a que los datos son recolectados en momento determinado, mediante el muestreo y análisis de suelos, asimismo, se realizó la evaluación de la compactación y densidad aparente en un periodo de seis meses.

3.8. Metodología

3.8.1. De los indicadores fisicoquímicos de un suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero

- **Recopilación de la información**

Consistió en la recopilar de toda la información necesaria de las dos áreas con coberturas de bosque y pasto para uso ganadero; así como información específica de suelos, entrevista con los propietarios de las parcelas en estudio, elaboración de mapa base del área, y un pre reconocimiento de toda el área donde se fijaron los puntos de muestreo para su respectiva evaluación; por otra parte, se consideró la clasificación de indicadores que se analizaron in situ y en laboratorio.

- **Georreferenciación de las dos áreas con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero**

Se ubicó y georreferenció las dos áreas de cobertura con bosque y pasto para uso ganadero, con la finalidad de realizar el muestreo de suelos correspondiente. Los suelos se muestrearon con la ayuda de una pala recta a una profundidad de 30 cm.

- **Muestreo de suelos de las dos áreas con cobertura e bosque y pasto para uso ganadero**

Se realizó el muestreo de suelos en forma de zig zag en las dos áreas con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero con un distanciamiento de 25 metros, recolectando de estas un promedio 20 sub muestras que fueron depositados en un costal de polietileno que fueron mezcladas y homogenizadas y de esta se sacó en promedio 1 kg en una bolsa plástica que fue etiquetada por cada

área de muestreo para ser identificada, se secaron las muestras de suelo bajo sombra para posteriormente ser tamizado y luego se llevó al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Figura 1).

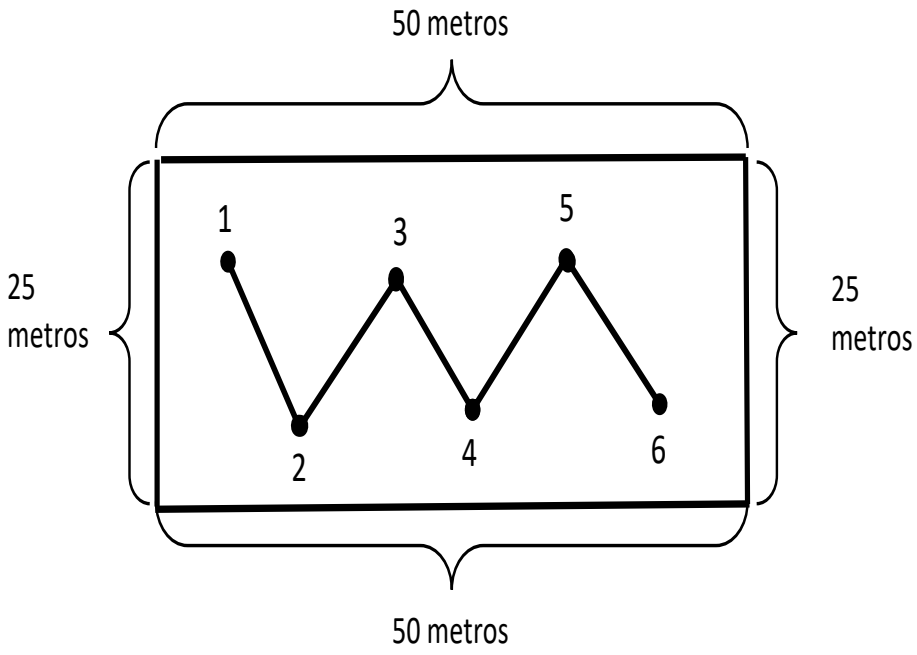


Figura 1. Toma de muestra de suelo en Zigzag

En la Figura 1, se muestra la mitología empleada para la toma de muestras de suelos para la determinación de las propiedades físicas y químicas de los suelos en estudio.

- Propiedades fisicoquímicas a evaluar de los suelos de dos áreas con cobertura e bosque y pasto para uso ganadero

Los indicadores fisicoquímicos del suelo fueron determinados en el Laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía, para su análisis o determinación de niveles de cada indicador se realizó mediante las siguientes metodologías (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros físicos y químicos del suelo (variables)

Indicadores físicos del suelo	Método
Textura	Método del hidrómetro de bouyoucos
Densidad aparente	Por volumen, peso húmedo y seco
Porosidad	Por volumen, peso húmedo y seco
Resistencia a la penetración	Método directo (penetrómetro)
Indicadores químicos	
Materia orgánica	Método de Walkley y Blakc
Reacción del suelo	Método del potenciómetro
Nitrógeno total	Método de Kjeldahl
Fósforo disponible	Método de Olsen
Potasio disponible	Método del ácido sulfúrico

3.8.2. Establecer la correlación de los indicadores fisicoquímicos del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero

Una vez muestreado, la sub muestra de suelo se pesó 10 g luego se utilizó el método de WALKEY & BLACK, para las evaluaciones correspondientes a los indicadores de fertilidad de suelos como el N, P, K, calcio, magnesio, entre otros elementos como aluminio y magnesio.

El método WALKEY & BLACK reside en la oxidación húmeda del suelo con dicromato de potasio en medio ácido. Producto del proceso anterior, el calor desprendido, durante la incorporación del ácido sulfúrico, permitió la oxidación parcial del carbono. En este proceso se produce una reducción del dicromato, equivalente al contenido de C que es oxidado (SOIL SURVEY STAFF, 1993).

Como la variabilidad del suelo en el campo es vertical y horizontal, y puede ser natural o inducida, para colectar muestras de suelo representativas, se extrajo utilizando el sistema zigzag, a una profundidad de hasta 30 cm, evitando todo tipo de contaminación de la muestra.

3.8.3. Establecer la fertilidad de los suelos que van en función al tipo de cobertura de bosque y pasto para uso ganadero

Para el desarrollo del requerimiento edafoclimatico de los dos sistemas en evaluación de bosque y de pasto, el objeto de este trabajo, se utilizó información mensual de los indicadores descritos como temperatura (máxima, media y mínima), precipitación, entre otros donde se generará datos históricos para el cultivo.

3.8.4. Parámetros de estudio

Se evaluó los indicadores fisicoquímicos de los suelos de dos parcelas situadas en el sector Vista Alegre en Supte-Tingo María, para ello se tomará tres muestras de suelo de bosque secundario y tres muestras de suelo con cobertura de pasto.

3.8.5. Variables

3.8.5.1. Variable dependiente (Y)

Y1 = suelo de bosque

Y2 = suelo de pasto

3.8.5.2. Variable independiente (X)

La variabilidad y distribución espacial Indicadores de la variable X:

X1 = parámetros físicos

X2 = parámetros químicos

3.8.6. Análisis e interpretación de datos

Consistió en el análisis de los valores de los indicadores recolectados en campo y laboratorio, se procedió a ordenar y procesar los datos para la obtener los cuadros mediante el programa Microsoft Excel 2013. Para establecer la relación

entre propiedades físicas y químicas, fue necesario el uso de la prueba del coeficiente de Pearson (HERNÁNDEZ *et al*., 2006).

Para establecer relación entre los indicadores químicos y el sistema de uso de la tierra, se realizó el análisis de regresión y correlación simple, basado en los siguientes modelos matemáticos (CALZADA, 1996).

Ecuación de regresión

$$Y_i = a + bX_i + \varepsilon_i$$

Coeficiente de correlación

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}\sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

Por otra parte, se fue necesario el uso de la prueba estadística r para el análisis de relación entre dos variables medidas en un nivel por intervalos o de razón (HERNÁNDEZ et al., 2006). Respecto a los valores de “r” de Pearson obtenidos, estos pudieron varias a escala de -1.00 a + 1.00; siendo -1.00 = correlación negativa perfecta. Para mayor detalla, a continuación, se explica los valores respecto a la escala categorizada:

Dónde:

-0.90 = Correlación negativa muy fuerte.

-0.75 = Correlación negativa considerable.

-0.50 = Correlación negativa media.

-0.25 = Correlación negativa débil.

0.00 = No existe correlación alguna entre las variables.

+0.10 = Correlación positiva muy débil.

+0.25 = Correlación positiva débil.

+0.50 = Correlación positiva media.

+0.75 = Correlación positiva considerable.

+0.90 = Correlación positiva muy fuerte.

+1.00 = Correlación positiva perfecta.

IV. RESULTADOS

4.1. De las propiedades físicas y químicas de suelos con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero

4.1.1. Características físicas del suelo

- **Textura del suelo**

La textura de los suelos con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, en su mayoría se encuentran dominados por la fracción arcilla, el suelo con cobertura de bosque presenta una textura Franca, mientras que el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero presenta un suelo de textura Arcilloso, como se observa Cuadro 2.

Cuadro 2. Clases de textura del suelo de los sistemas de uso en estudio

Cobertura del suelo	% de Partículas			Textura
	Arena	Arcilla	Limo	
Bosque	38	42	20	Franco
Pasto	09	67	24	Arcilloso

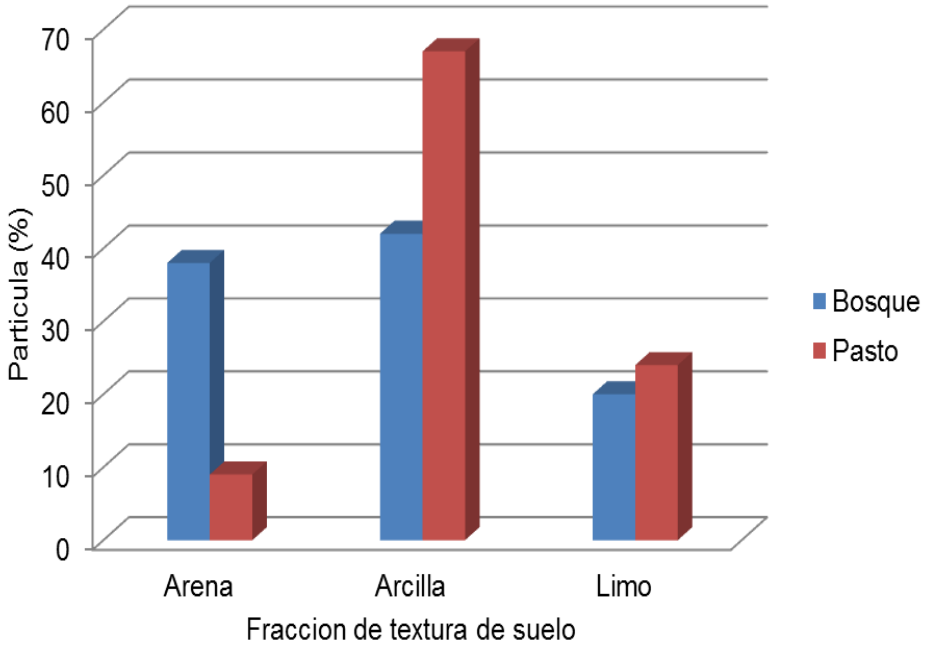


Figura 2. Distribución de fracción de textura del suelo

- **Densidad aparente (g/cm^3)**

El Cuadro 3, muestra los valores de densidad aparente del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, encontrándose estos valores dentro de una textura arcillosa.

Cuadro 3. Densidad aparente del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

Cobertura del suelo	Densidad Aparente g/cm³
Bosque	1.38
Pasto	1.19

En la Figura 3, se muestra la densidad aparente del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, mayor densidad aparente presenta la cobertura de bosque con 1.38 g/cm^3, mientras que el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero 1.19 g/cm^3, encontrándose ambos suelos dentro de los rangos aceptables de un suelo de textura franca y arcilloso.

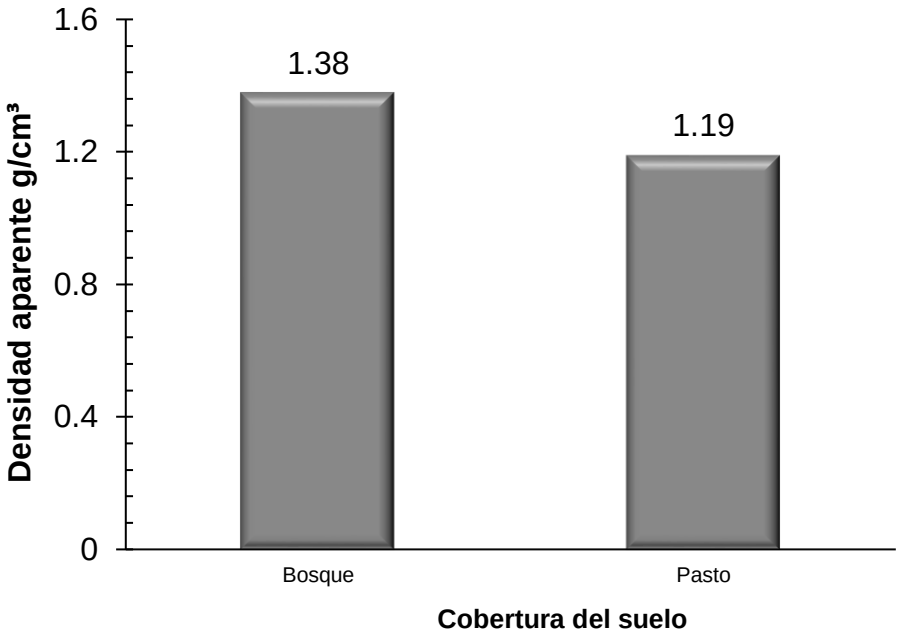


Figura 3. Valores de densidad aparente del suelo de los sistemas de uso

- **Densidad Real**

El Cuadro 4, muestra la densidad real del suelo de los sistemas de uso en estudio, definiéndose que, mayor densidad real presenta el suelo con cobertura

de pasto para uso ganadero 2.63 g/cm^3, el suelo con cobertura de bosque 2.61 g/cm^3, encontrándose ambos suelos dentro de los rangos aceptables.

Cuadro 4. Densidad real del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

Cobertura del suelo	Densidad Real g/cm³
Bosque	2.61
Pasto	2.63

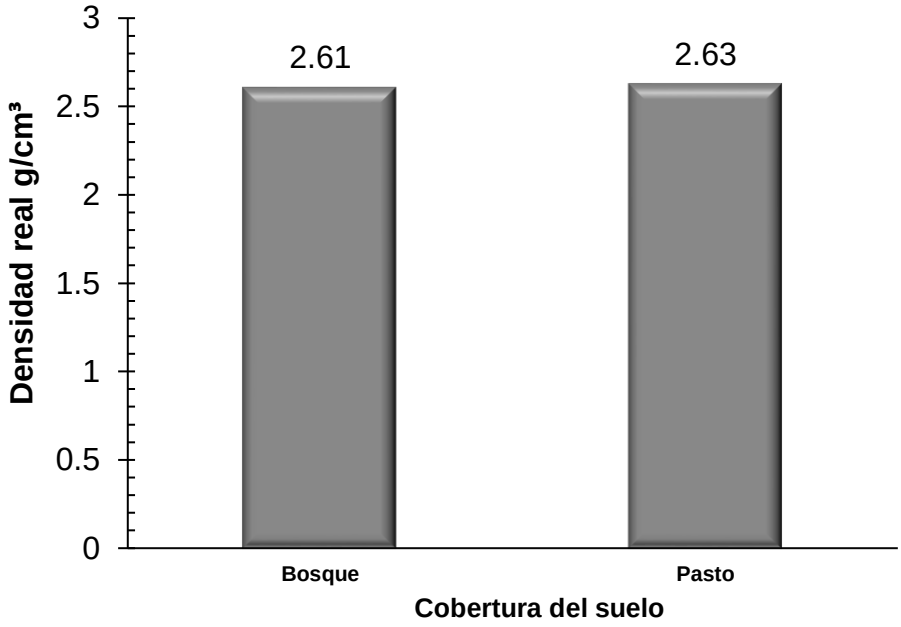


Figura 4. Densidad real del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

La Figura 4, muestra la densidad real del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, mayor densidad real presenta el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero 2.63 g/cm^3, el suelo con cobertura de bosque 2.61 g/cm^3, encontrándose ambos suelos dentro de los rangos aceptables de un suelo de textura franca y textura arcilloso.

- **Resistencia a la penetración**

El Cuadro 5, muestra los valores de resistencia a la penetración del suelo, en sistemas de uso de la tierra con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, mayor resistencia a la penetración presenta el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero 2.89 kg/cm^2, por ser un suelo de textura arcillosa, el suelo con cobertura de bosque 1.73 kg/cm^2, encontrándose el suelo con cobertura de pasto en un rango bajo mientras que el suelo con cobertura de bosque se encuentra en el rango de alto o adecuado.

Cuadro 5. Valores de resistencia a la penetración del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

Cobertura del suelo	Resistencia a la penetración kg/cm^2
Bosque	1.73
Pasto	2.89

La Figura 5 muestra los valores de resistencia a la penetración del suelo de los sistemas de uso de la tierra con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, encontrándose el suelo con cobertura de pasto en un rango bajo, mientras que el suelo con cobertura de bosque se encuentra en el rango de alto o adecuado.

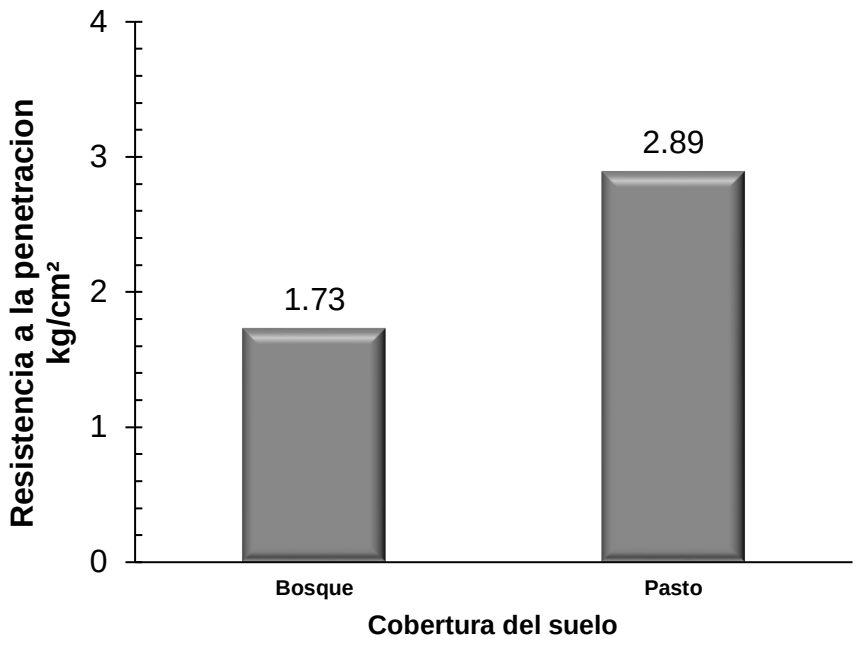


Figura 5. Valores de resistencia a la penetración del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

- **Temperatura del suelo**

El Cuadro 6 muestra los valores de la temperatura del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, presentando el suelo con cobertura

de bosque una temperatura de 22.9 °C, seguido el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero con 23.1 °C.

Cuadro 6. Valores de temperatura del suelo encontrado en dos sistemas de uso de la tierra en estudio

Cobertura del suelo	Temperatura °C
Bosque	22.9
Pasto	23.1

La Figura 6, muestra la temperatura del suelo con cobertura de bosque 22.9 °C y el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero, presenta una temperatura de 23.1 °C.

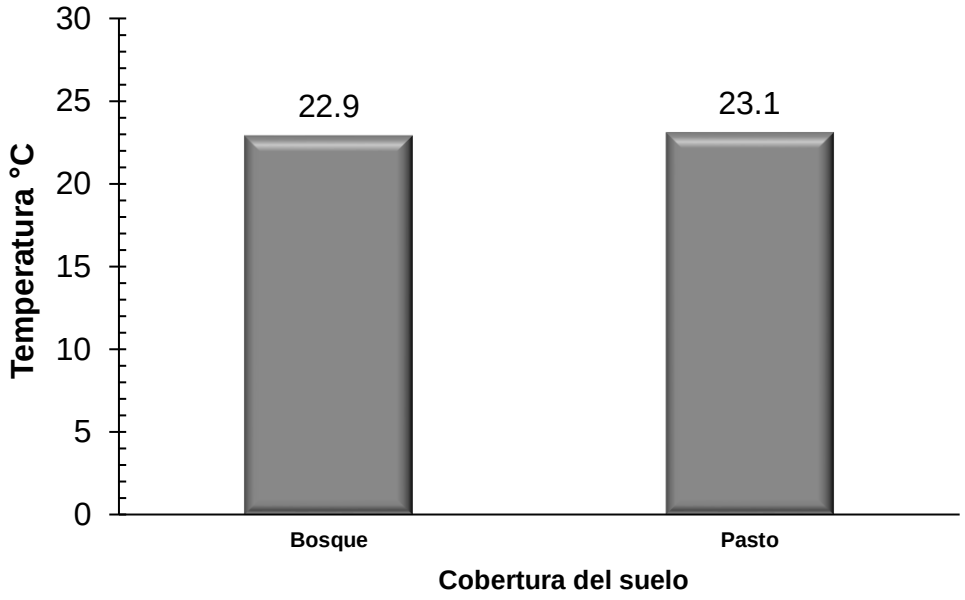


Figura 6. Valores de temperatura del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

4.1.2. Características químicas del suelo

- **pH**

El Cuadro 7, muestra los valores de pH del suelo con sistemas de uso de la tierra con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

Cuadro 7. pH del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero

Cobertura del suelo	pH
Bosque	6
Pasto	8

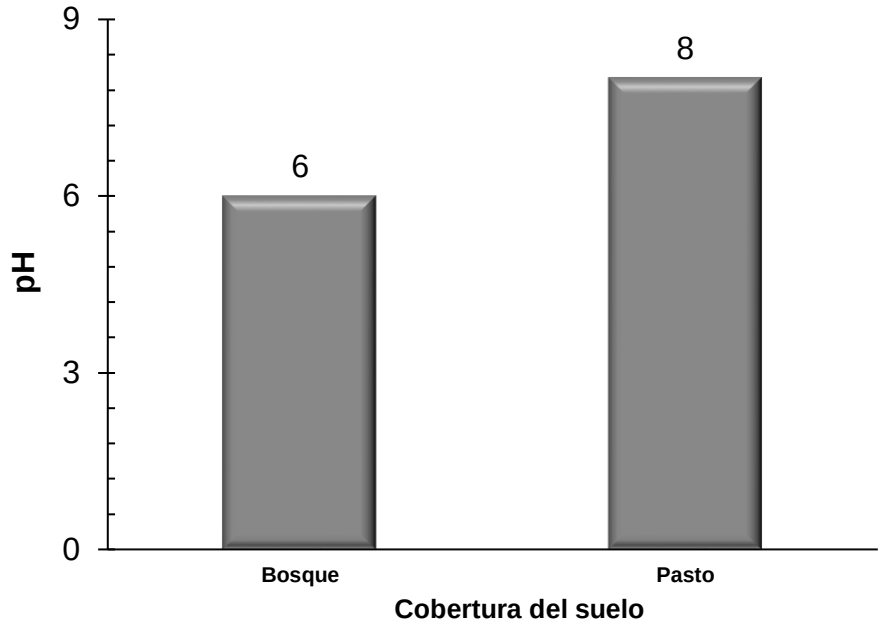


Figura 7. Valores de pH del suelo con cobertura de bosque y pasto

La Figura 7, muestra el pH del suelo con cobertura de bosque presenta un pH moderadamente ácido, mientras que el suelo de cobertura con pasto para uso ganadero presenta un pH moderadamente alcalino.

- **Materia orgánica**

El Cuadro 8, muestra los valores de materia orgánica del suelo de los sistemas de uso de la tierra con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, el suelo con cobertura de bosque presenta un contenido medio con (2.50%), mientras que el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero presenta un contenido bajo con (1.96%).

Cuadro 8. Materia orgánica del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

Cobertura del suelo	Materia orgánica (%)
Bosque	2.50
Pasto	1.96

La Figura 8, muestra los valores de niveles de materia orgánica del suelo de los sistemas de uso de la tierra con cobertura de bosque presenta un nivel medio, mientras que el suelo de cobertura con pasto para uso ganadero presenta un nivel bajo de materia orgánica.

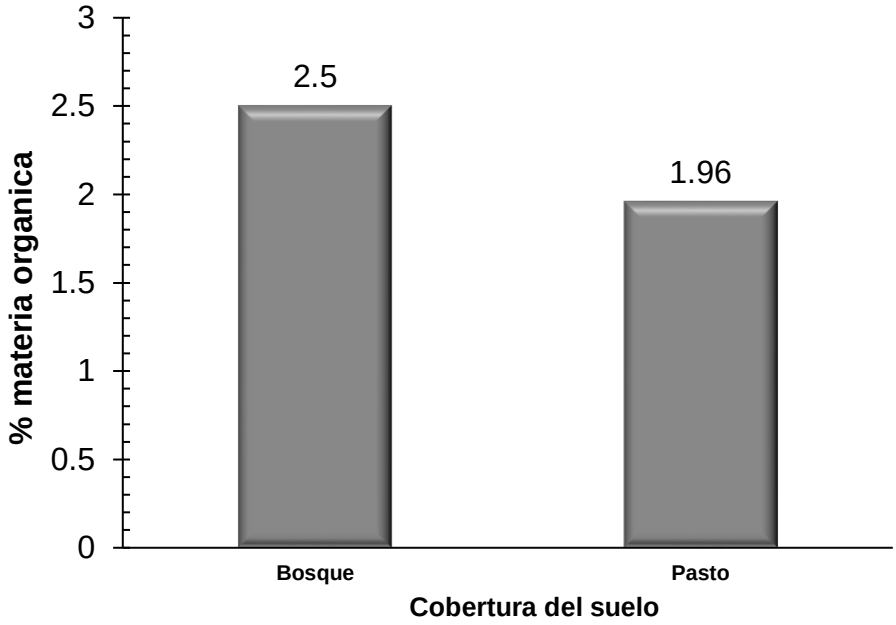


Figura 8. Valores de materia orgánica del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

- **Nitrógeno en el suelo**

El Cuadro 9, muestra el porcentaje de nitrógeno del suelo con sistemas de uso de la tierra con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

Cuadro 9. Nitrógeno del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

Cobertura del suelo	Nitrógeno (%)
Bosque	0.22
Pasto	0.10

La Figura 9, muestra un alto contenido de nitrógeno del suelo con cobertura de bosque con (0.22%) y un bajo contenido de nitrógeno en el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero con (0.10%).

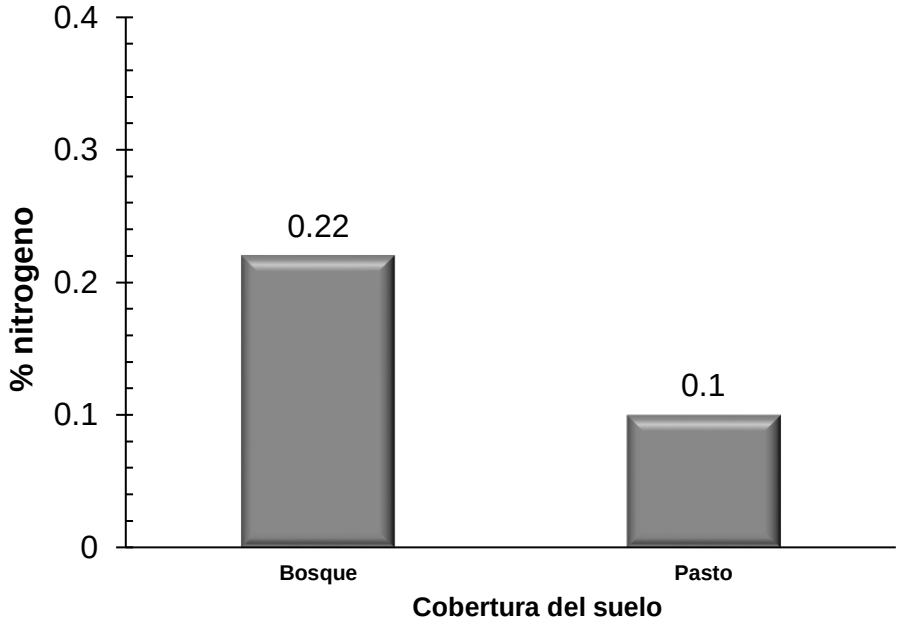


Figura 9. Valores de nitrógeno del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

- **Fósforo**

El Cuadro 10, muestra los valores de fósforo del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, para ambas coberturas el nivel del fósforo del suelo es muy bajo con (3.95 ppm) y (3.92 ppm).

Cuadro 10. Fósforo (ppm) del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

Cobertura del suelo	Fosforo (ppm)
Bosque	3.95
Pasto	3.92

La Figura 10, muestra el fósforo del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, donde el nivel del fósforo en el suelo es muy bajo.

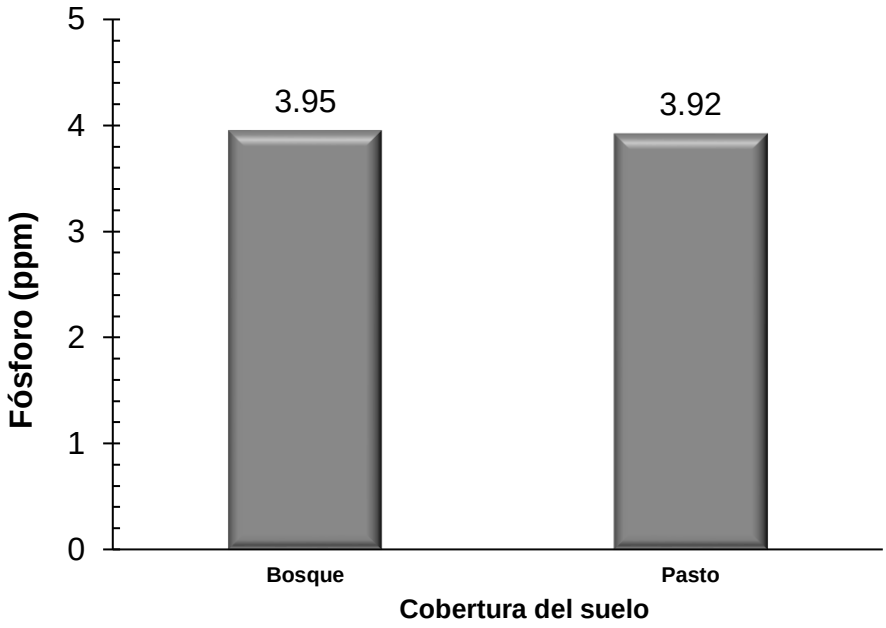


Figura 10. Fósforo del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero

- **Potasio**

El Cuadro 11, muestra el potasio presente en el suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, para ambas coberturas el nivel de potasio del suelo es muy bajo con (250.33 kg/ha) y (230.99 kg/ha).

Cuadro 11. Potasio (kg/ha) del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero

Cobertura del suelo	Potasio (kg/ha)

Bosque	250.33
Pasto	230.99

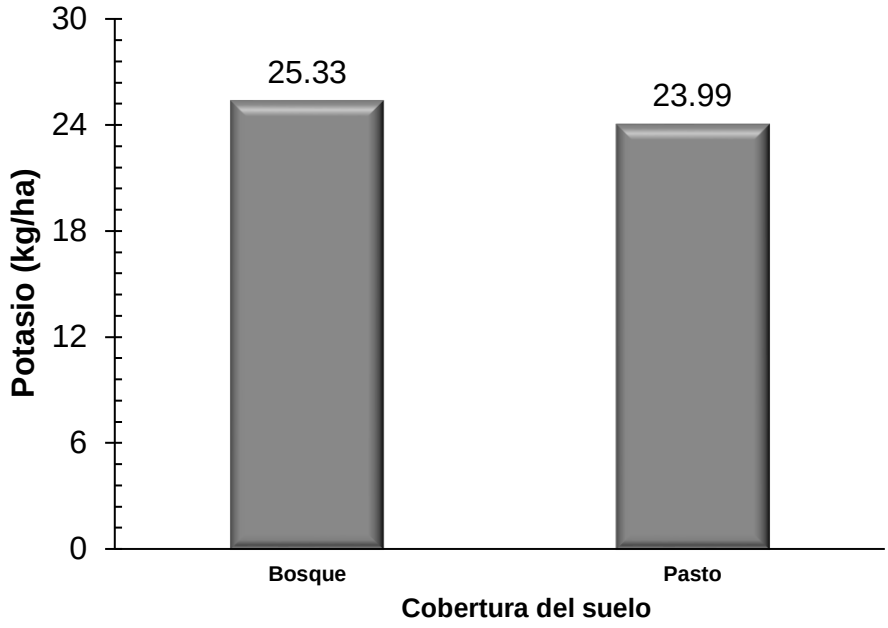


Figura 11. Potasio del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

La Figura 11, muestra el potasio presente en el suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, para ambas coberturas el nivel de potasio del suelo es muy bajo.

- **Capacidad de intercambio catiónico efectiva cmol(+)/kg**

El Cuadro 12, muestra el análisis químico del suelo con cobertura de los sistemas de uso de la tierra con bosque y pasto para uso ganadero

Cuadro 12. Características químicas del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

Plantación	Cmol(+)/kg				
	Ca	Mg	Al	H	CICe
Bosque	3.20	1.98	9.20	0.99	15.50
Pasto	2.93	2.00	8.54	0.98	14.45

En cuanto a la capacidad de intercambio catiónico efectiva (cationes del suelo Ca^{2+}, Mg^{2+}, Al^{3+} y H^{+}), detallándose en los siguientes párrafos:

- El suelo con cobertura de bosque presenta un contenido de Calcio 3.20, Magnesio 1.98, Aluminio 9.20, Hidrogeno 0.99, siendo el contenido de CICe 15.50 cmol (+)/kg, la fertilidad del suelo de acuerdo a la CICe es moderada.

- El suelo con cobertura de pasto para uso ganadero presenta un contenido de Calcio 2.93, Magnesio 2.00, Aluminio 8.54, Hidrogeno 0.98, siendo el contenido de CICe 14.45 cmol (+)/kg, la fertilidad del suelo de acuerdo a la CICe es moderada.

La Figura 12, muestra el análisis químico del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, en cuanto a la capacidad de intercambio

catiónico efectiva (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Al^{3+} y H^{+}), ambos suelos presentan una fertilidad moderada de acuerdo a la CICe.

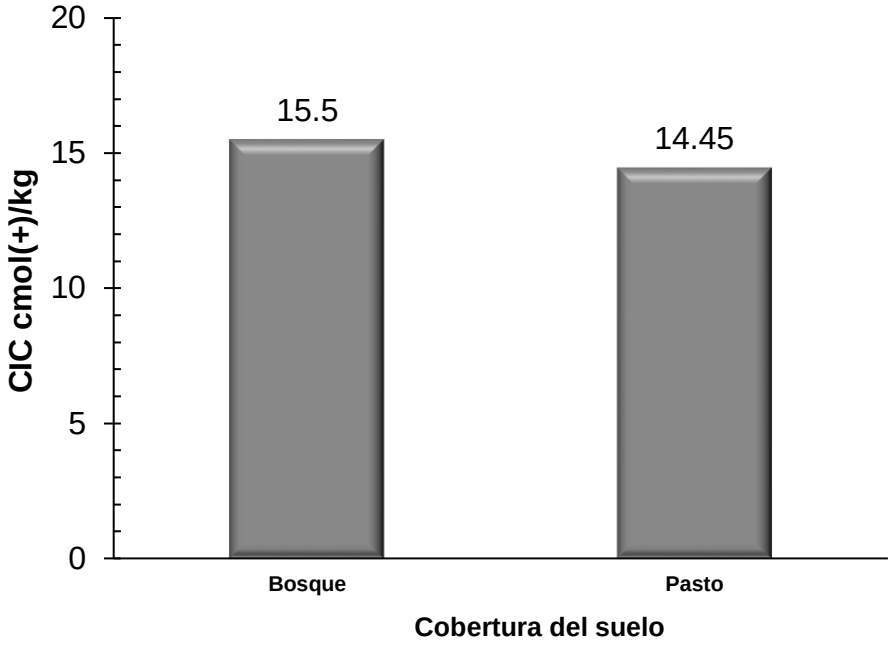


Figura 12. Capacidad de intercambio catiónico del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

- **Bases cambiables**

El Cuadro 13, muestra el porcentaje de bases cambiables del suelo de los sistemas de uso de la tierra con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero

Cuadro 13. Valores de bases cambiables del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

obertura del suelo	% de bases cambiables

Bosque	36.70
Pasto	34.14

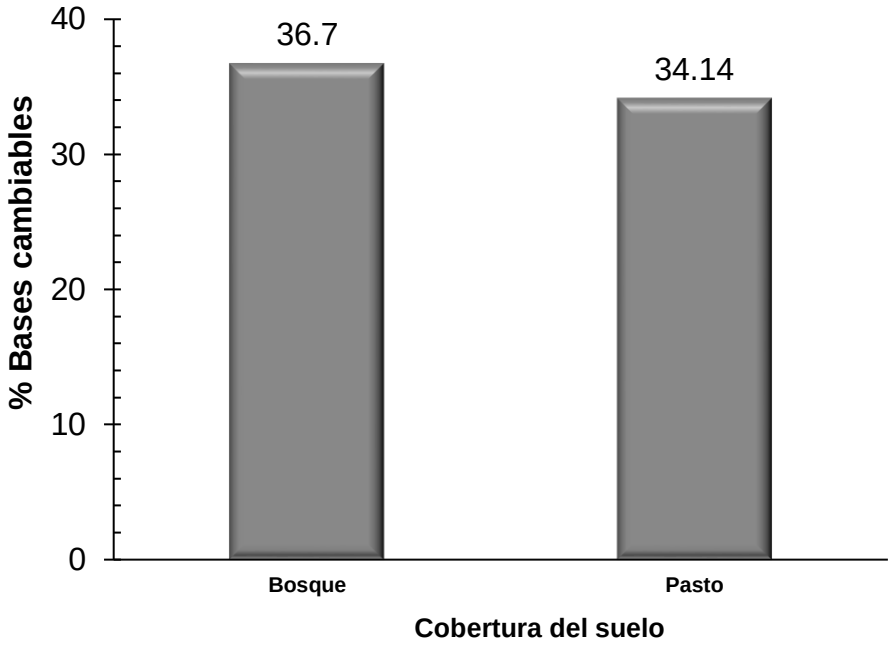


Figura 13. Bases cambiables del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

La Figura 13, muestra que el suelo con cobertura de bosque presenta mayor porcentaje con (36.70%), mientras que el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero fue inferior con (34.17%), el porcentaje de bases cambiables es relativamente baja para ambos suelos con cobertura.

- **Acidez cambiable**

El Cuadro 14, muestra los valores en porcentaje de acidez cambiable del suelo de los sistemas de uso de la tierra con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, el suelo con cobertura de bosque presenta mayor acidez con (70.90%) en un suelo con textura franca, mientras que el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero fue inferior con (65.86%) en un suelo de textura arcillosa, considerando a ambos valores como el máximo para especies tolerantes a la acidez del suelo.

Cuadro 14. Acidez cambiable del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

Cobertura del suelo	% de acidez cambiable
Bosque	70.90
Pasto	65.86

La Figura 14, muestra el porcentaje de acidez cambiable del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, donde ambos suelos con cobertura presentan valores como el máximo para especies tolerantes a la acidez del suelo.

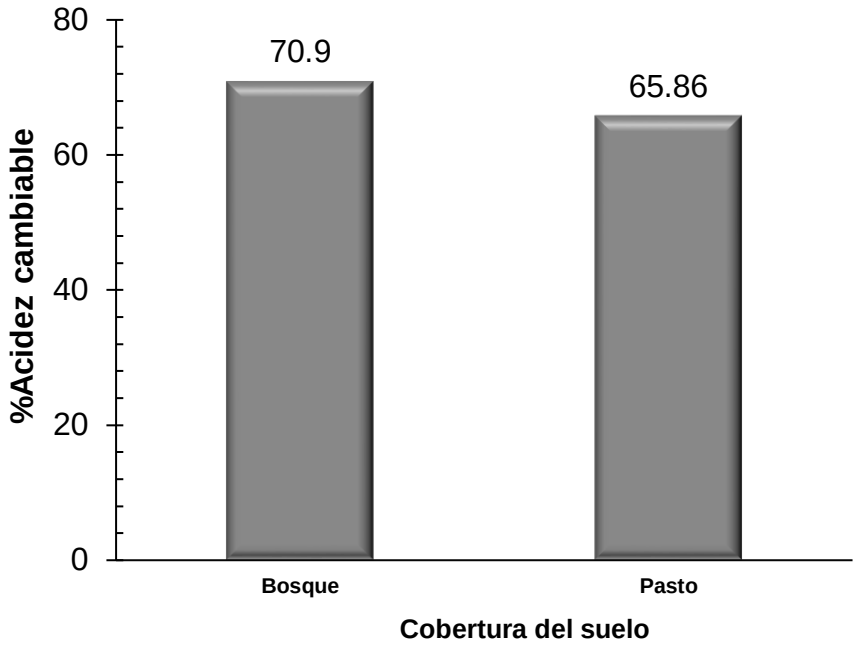


Figura 14. Valores de acidez cambiable del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

- **Saturación de aluminio**

El Cuadro 15, muestra el porcentaje de saturación de aluminio del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, el suelo con cobertura de bosque presenta mayor porcentaje de saturación de aluminio con (64.64%) en un suelo con textura franca, mientras que el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero fue inferior con (59.08%) en un suelo de textura arcillosa, considerando a ambos valores como muy alto en porcentaje de aluminio del suelo.

Cuadro 15. Saturación de aluminio del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

Cobertura del suelo	% de saturación de aluminio
Bosque	64.64
Pasto	59.08

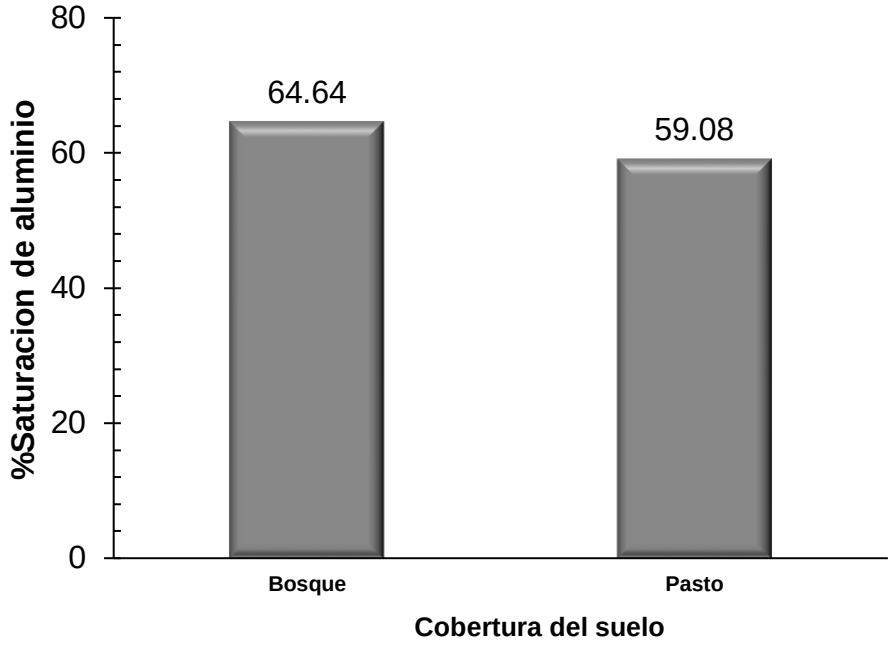


Figura 15. Valores de saturación de aluminio del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero.

4.2. Correlación entre indicadores físicos y químicos del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero

Según el modelo matemático; % de materia orgánica = 2.8421 (densidad aparente) – 1.4221, el porcentaje de materia orgánica de los suelos con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero están en función a la densidad

aparente del suelo, donde por cada incremento unitario en este parámetro, habrá una disminución en la densidad aparente; esto nos dice que a medida que tiende a incrementar la materia orgánica disminuye la densidad aparente y viceversa en los suelos con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero en un 100%.

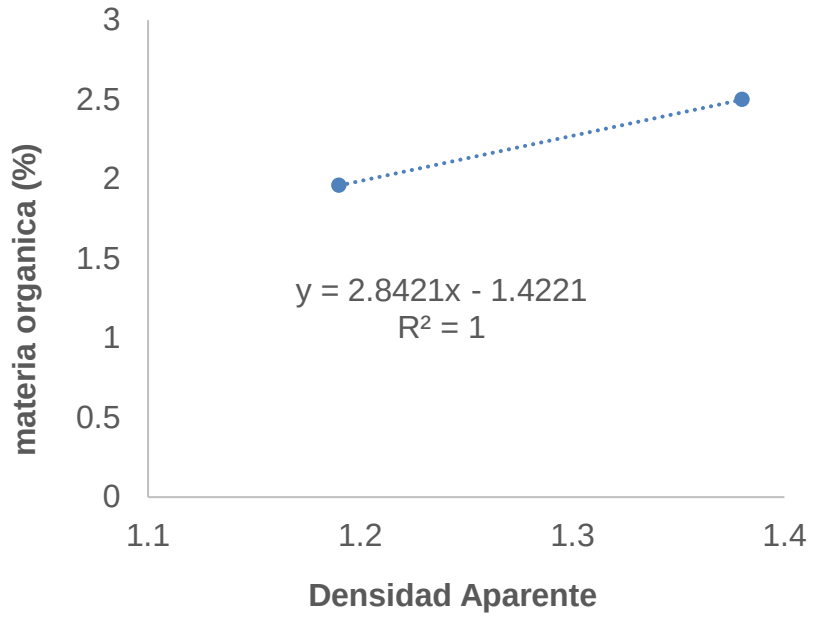


Figura 16. Correlación lineal densidad aparente y el % de materia orgánica.

Según el modelo matemático; Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva = -0.042 (cantidad o valores de arcillas) + 17.264, la Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva de los suelos de bosque y pasto para uso ganadero depende de la cantidad y tipo de arcillas presentes en el suelo en un 100 %.

Un tipo de suelo con alto contenido de arcillas puede retener cationes intercambiables en mayor proporción que un suelo bajo contenido de arcillas.

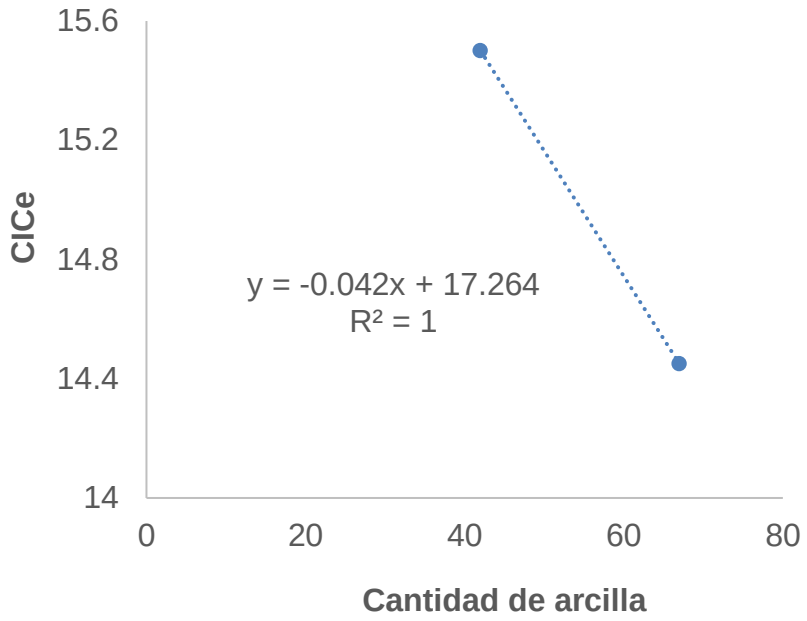


Figura 17. Correlación lineal Capacidad de Intercambio Catiónico efectiva y la cantidad de arcilla

4.3. Establecer la fertilidad de los suelos que van en función al tipo de cobertura

Propio a los resultados obtenidos sobre los suelos con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero en el predio Carlos Mavy, situado en el sector

Vista Alegre (Cuadro 28), los valores de cada indicador del suelo fueron relacionados con un suelo ideal para determinar el índice de calidad de estos. Los porcentajes relativos de los diversos indicadores para los suelos sistemas de uso de la tierra con cobertura de bosques y pasto para uso ganadero.

Cuadro 16. Valores de indicadores para obtener un índice de calidad del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero

Indicador	Suelo Ideal	Bosque	Pasto
Densidad aparente (g/cm^3)	1.5	1.38	1.19
	100%	92.00%	90.00%
Resis. penetración (kg/cm^2)	1.5	1.73	2.89
	100%	115.33%	192.67%
%Materia orgánica	3.6	2.5	1.96
	100%	69.54%	54.44%
pH	6.8	6	8
	100%	88.24%	117.65%
%Nitrógeno total	0.2	0.22	0.1
	100%	110%	50%
Fósforo disponible (ppm)	11	3.95	3.92
	100%	35.91%	35.64%
Potasio disp. (Kg-K_2O/ha)	350	25.33	23.99
	100%	7.24%	6.85%

En la figura 18, se plantea como sistema de referencia o suelo ideal a la línea azul, apreciándose que el suelo que se asemeja más a los valores planteados o suelo ideal es el sistema de uso de la tierra con cobertura de bosque necesitando a su vez compensar algunas cualidades para convertirlo en el suelo ideal.

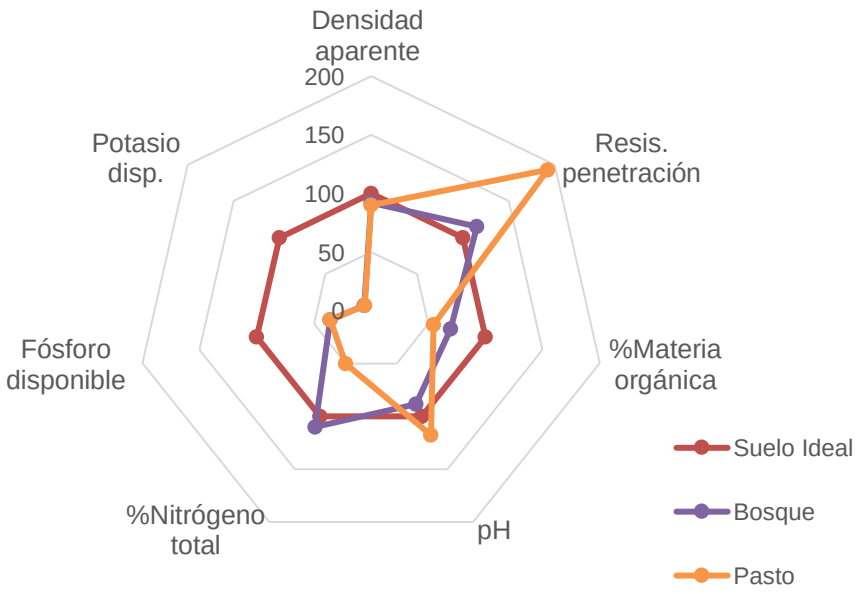


Figura 18. Sistema de referencia de un suelo ideal con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero

V. DISCUSIÓN

Los análisis físicos del suelo muestran que los suelos con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero en su mayoría se encuentran dominados por la fracción de arcilla donde el suelo con cobertura de bosque presenta una textura Franca, mientras que el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero presenta un suelo de textura Arcilloso (Cuadro 14). USDA (1999) menciona que el término textura es la proporción en porcentaje de las fracciones de arena, limo y arcilla, por tanto, es una propiedad que guarda relación directa con la permeabilidad, capacidad de intercambio catiónico, la estructura, retención del agua, porosidad, aireación, densidades real y aparente. Mientras que ZAVALETA (1992) manifiesta el tipo de textura se enfoca en las diferentes combinaciones de las fracciones de arena limo y arcilla.

USDA (1999) manifiesta que la densidad aparente está directamente relacionada con la porosidad del suelo, presentando valores variables que están relacionados con el tipo de textura, estructura y contenido de materia orgánica. Por lo que, los suelos arenosos, arcillosos se encuentran en el rango de <1.0 a >1.7 g/cm^3; mientras que los suelos franco arcillosos fluctúan en el rango de 1.0 a 1.5 g/cm^3 y finalmente, los suelos de características francos presentan valores

enmarcados en el 1.5 a 1.7 g/cm^3; de nuestros resultados, coincidimos con el autor ya que la densidad aparente del suelo con cobertura de bosque y suelo con cobertura de pasto para uso ganadero se encuentran dentro de los rangos (Cuadro 4).

La densidad real, corresponde al grado de compactación de un suelo cuando ha sido sujeto a trabajos constantes de maquinaria pesada, por tanto, se estima que los valores de esta propiedad física bajo estas condiciones varían en el rango de 2.6 a 2.7 g/cc (USDA, 1999); encontrándose el suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero dentro de los rangos que menciona el autor Cuadro 16.

La resistencia del suelo se encuentra entre los rangos bajo > 2 kg/cm^2, medio 2 kg/cm^2 y alto o adecuado < 2 kg/cm^2; para el caso de la investigación (Cuadro 17) la resistencia a la penetración del suelo con cobertura de bosque se encuentra en un rango alto o adecuado con 1.73 kg/cm^2, mientras que el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero se encuentra en el rango bajo con 2.89 kg/cm^2, por encontrase en un suelo de textura arcillosa. Al respecto, FERRERAS *et al.* (2006) refiere que, los suelos con pérdidas de carbono orgánico y reducción de la estabilidad estructural aumentan la compactación del suelo. Mientras que, aquellos suelos con mejores características de estructuración y menor resistencia a la penetración presentan mejores características frente a factores que inciden en la degradación del suelo. Por ello, los suelos con instabilidad estructural de agregados

son aquellos suelos compactados. Asimismo, los incrementos de los valores de densidad aparente del suelo tienden a acrecentar la resistencia a la penetración del suelo, mientras que la porosidad tiende a disminuir. Mientras que, USDA (1999) establece que, con un incremento de la densidad aparente, la resistencia mecánica tiende a aumentar y la porosidad del suelo tiende a disminuir, estos cambios limitan el crecimiento de las raíces a valores críticos.

En la investigación se observa que en el (Cuadro 18) muestra la temperatura del suelo con cobertura de bosque 22.9°C y en el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero, presenta una temperatura de 23.1 °C. al respecto, USDA (1999) refiere que los valores de temperatura de suelo dependen de la cantidad de radiación neta que llegue a la superficie del mismo. Estos valores dependen de factores como el tipo de cubierta vegetal, quien disminuye la cantidad de radiación, nos solo por disminuir la radiación directa, sino también al cambiar el albedo.

En la investigación el Cuadro 19, presenta el suelo con cobertura de bosque presenta un pH moderadamente acido con (6.00), mientras que el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero presenta un pH moderadamente alcalino con (8.00) encontrándose dentro de los rangos que menciona el autor. BAUTISTA (2004) refiere que, el pH es de influencia indirecta en los procesos de absorción de nutrientes en la planta, Y, que la mayoría de cultivos agrícolas prosperan entre valores de pH situados en el rango de 5.5. a 7.5, sin embargo, esto va depender de

la especie vegetal y variedad. Por lo que, un suelo fértil y apto para el cultivo seria aquel que tenga el pH neutro. Asimismo, estos valores Influye en los procesos biológicos y actividad microbiana

En la investigación nos muestra que el porcentaje de materia orgánica del suelo con cobertura de bosque presenta un nivel medio, mientras que el suelo de cobertura con pasto para uso ganadero presenta un nivel bajo de materia orgánica Cuadro 20, ya que estos niveles estuvieron interpretados en base a los resultados del análisis del laboratorio. Los resultados en la presente investigación coinciden con los reportados por GUERRERO (2000) quien aduce que los niveles de materia orgánica en el suelo son muy variables, por lo que su valor tendría una característica a nivel regional (GUERRERO, 1996).

En la investigación el suelo con cobertura de bosque presenta un alto contenido de nitrógeno con (0.22%), mientras que el suelo con cobertura de pasto para uso ganadero presenta un bajo contenido de nitrógeno con (0.10%), debido a su propia dinámica del suelo. Al respecto, GUERRERO (1996) refiere que, en su mayoría, el nitrógeno presente en el suelo se encuentra formando parte de la materia orgánica, depositado a la muerte de organismos, microorganismos y de las plantas que se benefician de este. Sin embargo, de esta manera el nitrógeno no puede ser aprovechado por las plantas. Asimismo, FERNANDEZ (2006) manifiesta que la cantidad de nitrógeno en el suelo es variable, en muchos suelos llega a ser escaso, debido a su dinámica y al proceso biogeoquímico que lo caracteriza.

En la presente investigación, el fósforo del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, presentan un nivel muy bajo Cuadro 22, debido a que ningunas de las coberturas mencionadas se presentan en forma natural, nunca fueron fertilizadas. Al respecto, GUERRERO (1996) describe que en el fosforo es un macro nutriente indispensable para la óptima producción de cultivos, Interviene en procesos bioquímicos a nivel celular y es considerado como nutriente elemental para las plantas y que su salida del suelo se da mediante la extracción de granos de los cultivos, lixiviación, erosión. Por otra parte, el comportamiento anterior suscita para el potasio presente en el suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, presentan niveles muy bajo Cuadro 23. Al igual que el fosforo, su incorporación en el suelo es a través de enmiendas potásicas. Los cultivos requieren de este elemento en cantidades elevadas, semejando al requerimiento del nitrógeno en la planta. Asimismo, el dióxido de potasio participa en la activación de un gran número de enzimas que actúan en procesos metabólicos (fotosíntesis, síntesis de proteínas y carbohidratos); asimismo, participan en el balance del agua y en el crecimiento meristemático. Por tanto, el potasio participa en el crecimiento vegetativo, fructificación, maduración y calidad del cultivo (GUERRERO, 2000).

En la investigación el análisis químico del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero, en cuanto a la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICe) (cationes del suelo Ca^{2+}, Mg^{2+}, Al^{3+} y H^{+}), ambos suelos presentan una fertilidad moderada Cuadro 24 y para ambos suelos con cobertura el porcentaje de bases cambiables es relativamente baja Cuadro 25.

La capacidad de intercambio del suelo es aquella propiedad química que caracteriza al suelo por su capacidad de adsorción de cationes debido al complejo de cambio de la solución del suelo. Asimismo, la liberación de cationes desde el complejo de cambio hacia la solución suelo. Por tanto, la capacidad de absorción es atribuida a los componentes de arcilla y al humus como material orgánico. Por lo que es influenciada directamente por el tipo y la cantidad de arcilla, la cantidad de humus y el pH del suelo.

La capacidad de intercambio del suelo es suma importancia para el crecimiento de las plantas, dentro los cationes tenemos el calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), amonio (NH4+), estos cuatro nutrientes están directamente involucrados en el desarrollo de las plantas, mientras que, el sodio (Na) e hidrógeno (H) se enmarcan en el efecto de disponibilidad de nutrientes y la humedad. Entre otros factores importantes de la capacidad de absorción, influyen en las clases, cantidad y combinaciones de arcillas y predisponen en las cantidades y del estado de descomponían de la materia orgánica del suelo. Asimismo, entre las características de la arcilla con gran capacidad de cambio tienden a enlazar cationes bivalentes como Ca^{2+} y el Mg^{2+}, con más energía que el K^{+} afectando directamente en la disponibilidad de los nutrientes en las plantas (CEPEDA, 1991).

De los resultados reportados por REATEGUI (2009) manifiesta que existe una correlación entre propiedades físicas, químicas del suelo y la macrofauna, la oscilación de la temperatura del suelo muestra una fuerte relación

positiva con respecto a la abundancia, distribución y macrofauna del suelo. Según el modelo matemático; % de materia orgánica = 2.8421 (densidad aparente) – 1.4221, el porcentaje de materia orgánica de los suelos con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero están en función a la densidad aparente del suelo, donde por cada incremento unitario en este parámetro, habrá una disminución en la densidad aparente; esto nos dice que a medida que acrecienta la materia orgánica reduce la densidad aparente y contrariamente en los suelos con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero en un 100%.

El modelo matemático para; Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva = -0.042 (cantidad o valores de arcillas) + 17.264, la capacidad de cambio de los suelos con sistemas de uso de tierra con bosque y pasto para uso ganadero depende de la cuantía y tipo de arcillas en el suelo. Un suelo con alto contenido de arcillas retiene más cationes intercambiables que un suelo con bajo contenido.

SANCHEZ (2007) manifiesta que la fertilidad del suelo es característica resultante de la interacción de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Asimismo, reside en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas; los resultados de la presente investigación indican que el sistema de uso de la tierra con cobertura de bosque se asemeja más a un suelo ideal, requiriendo compensar algunas cualidades (Cuadro 28).

VI. CONCLUSIONES

1. Los suelos con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero presentan textura franca y arcillosa, la densidad aparente, densidad real se encuentran en los rangos aceptables, la resistencia a la penetración es alto en el suelo con bosque y bajo en pasto y la temperatura de 22.9 °C a 23.1 °C.

   Las propiedades químicas para el suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero presentan un pH moderadamente ácido a moderadamente alcalino, materia orgánica de medio a bajo, N de alto a bajo, P y K es bajo, CICe moderado, bajos porcentajes de bases cambiable, valores máximos para la acidez cambiable y alto porcentaje de saturación de aluminio para ambos suelos.

2. Se encontró una relación entre las propiedades físicas del suelo con cobertura de bosque y pasto para uso ganadero y las propiedades químicas del suelo, obteniendo relación entre la densidad aparente y la materia orgánica y la relación directa entre la capacidad de intercambio catiónico efectiva con la cantidad de arcilla en el suelo.

3. El índice de la fertilidad del suelo con cobertura de bosque es más semejante a un suelo ideal por las diversas propiedades físicas y químicas que presenta.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar otras investigaciones en con diferentes sistemas de uso tomando en consideración aquellos indicadores que no se evaluaron y compáralos con los resultados de otras investigaciones realizadas.

2. La leucaena por ser una especie forrajera es utilizada como pasto y como sombra para el ganado deberá estar distribuida uniformemente en el pastizal, mientras que en el bosque se deberá realizar una reforestación con especies de largo, mediano y corto crecimiento a través de fajas de enriquecimiento.

3. Realizar un plan de manejo del bosque en función a su pendiente, fisiografía y especies presentes en esta.

LAND USE SYSTEMS WITH FOREST AND PASTA COVERAGE FOR LIVESTOCK USE IN JUNGLE ALTA TINGO MARÍA

VIII. ABSTRACT

The research was carried out with the purpose of evaluating the land use systems with forest and grass cover for livestock use in the Tingo María high forest; the specific objectives were: to determine, to establish the correlation between physical properties, as well as the fertility of the soils that depend on the type of forest and grass cover for livestock use in the town center Supte San Jorge. The results obtained, the soils with forest and grass cover for livestock use have frank and clayey texture, the apparent and real density are in the acceptable ranges, the resistance to penetration is high in the soil with forest and low in grass and the temperature from 22.9 ° C to 23.1 ° C. The chemical properties for the land with forest cover and grass for livestock use have a moderately acidic to moderately alkaline pH, medium to low organic matter, N high to low, P and K is low, CICe moderate, low base percentages changeable, maximum values for changeable acidity and high saturation percentage of aluminum for both floors. A relationship was found between the physical properties of the soil with forest and grass cover for livestock use and the chemical properties of the soil, obtaining a relationship between apparent density and organic matter and the direct relationship between the effective cation exchange capacity with the quantity of clay in the soil and the rate of soil fertility with forest cover is more similar to an ideal soil.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, M., 1994, Introducción a la microbiología del suelo. Edt. AGT, México, DF., México. 491 p.

BAUTISTA CRUZ, A. 2004. La calidad del suelo y sus indicadores. [En línea] (file:///C:/Users/Invitado/Downloads/572-1080-1-SM%20(1).pdf, documentos, abril 2017).

CALZADA, J. 1996. Métodos estadísticos para la investigación. Ed. Jurídica S.A. 3 ed. Lima, Perú. 643 p.

CEPEDA, D. 1991. Química de Suelos. 2 ed. Trillas S.A., México. 167 p.

DE AGUIAR, M. 2008. Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais – Brasil.

ESTRADA, J. 1976. Fertilidad de suelos. Ed. Agronomía. La Molina. Lima, Perú.

FASSBENDER, H. 1975. Química de suelos con énfasis en Suelos de América Latina. 2 ed. IICA. San José, Costa Rica. 404 p.

FASSBENDER, H. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2 ed. IICA, San José, Costa Rica.

FASSBENDER, H., BORNEMISZA, E. 1987. Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2 ed. IICA. San José, Costa Rica. 40 p.

FAO. 2002. Desafíos Y Oportunidades para el Sector Forestal en Virtud Del Protocolo De Kyoto.

FERRERAS L, MAGRA G; BESSON P; KOVALEVSKI E; GARCIA F., 2007. Indicadores de calidad física en suelos de la región pampeana norte de argentina bajo siembra directa. Ci. Suelo (Argentina) 25(2): 159-172.

FERNANDEZ R. 2006. Manual de técnicas de análisis de suelos. Instituto Mexicano del petróleo, México D.F.

FILGUEIRA R, SORACCO CG, SARLI GO, FOURNIER LL. 2006. Estimación de las propiedades hidráulicas de suelos por mediciones a campo y el modelo de flujo estacionario y transitorio. Ci. Suelo (Argentina). 24:0-0.

GARCIA, Y. 2012. Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de avaluar este recurso.

GUERRERO, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi – Prensa. Editorial Grafo S.A. Bilbao, España. 46 p.

GUERRERO, A. 2000. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. 2ª reimpresión. Edit. Aedos S.A. España.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, P. 2006. Metodología de investigación. 4 ed. McGraw-Hill Interamericana. México. 736 p.

HOLDRIDGE, L. R. 1993. Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. (Traducción al inglés por Humberto Jiménez Saa; Ecología Basada en Zonas de Vida. 1ª ed. San José. Costa Rica. IICA, 1982).

PORTA, M., LÓPEZ, A., ROQUERO, C. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2ed. Ediciones Mundi Pren. Bilbao, España. 622 p.

PORTOCARRERO, J. 2013. Evaluación del efecto de tres sistemas de uso de la tierra sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en el caserío de Puerto Rico, distrito Nuevo Progreso. Tesis para optar título de Ing. Recursos Naturales Renovables – Mención Conservación de Suelos y Agua. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 10 p.

REÁTEGUI, H. 2009. Efecto de los sistemas de uso en los macro invertebrados bajo cinco condiciones en el distrito de Rupa Rupa. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 64 p.

SANCHEZ V., J. (s/f.) Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas. [En línea] (http://exa. unne.edu.ar /biologia/ fisiologia. vegetal/ FERTILIDAD%20DEL%20SUELO%20Y%20NUTRICION.pdf. Documento. Mayo 2018).

SÁNCHEZ, J. 2007. Fertilidad de suelos y nutrición mineral de plantas. FERTITEC S.A. 19 p.

SANCHEZ, P. 1981. Suelos del Trópico Características y Manejo. Traducido por Edilberto Camacho, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 634 p.

SOIL SURVEY STAFF. 1993. Soil survey manual. United States Departament of Agriculture. Hnbk no. 18 U.S. Gov. Printing Office, Washington, DC.

USDA.1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Departamento de agricultura de los Estados Unidos. 88 p.

ZAVALA, S. W. 1999. Estudio Morfopedológico Como base para la recuperación de suelo Degradados en Tingo María. Tesis Ms C. UNAM la Molina Perú.

ZAVALETA, G. 1992. Edafología. El suelo en relación con la producción. Consejo Nacional de Concentración y Tecnología. Lima, Perú.

ANEXO

Anexo 1. Panel fotográfico

Figura 19. Suelo con cobertura de pasto

Figura 2019. Preparando las muestras de suelos en laboratorio de suelos

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km1.21 - Tingo María - CELULAR 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

analisisdesuelosunas@hotmail.com

ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:				PROCEDENCIA:																						
ESTRADA ARRIETA, EVELYN				SECTOR: SUPTE SAN JORGE											PROVINCIA								LEONCIO PRADO		
				DISTRITO: LUYANDO											DEPARTAMENTO								HUANUCO		
N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA		ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
				Arena	Arcilla	Limo	Textura	1:1	%	%	disponible			Ca	Mg	K	Na	Al	H		Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
		CULTIVO	REFERENCIA	%	%	%					ppm	ppm													
1	S0862	PASTO	TESIS	9	67	24	ARCILLOSO	8	1.96	0.10	3.92	23.99	----	2.93	2.00	--	--	8.54	0.98	14.45	34.14	65.86	59.08

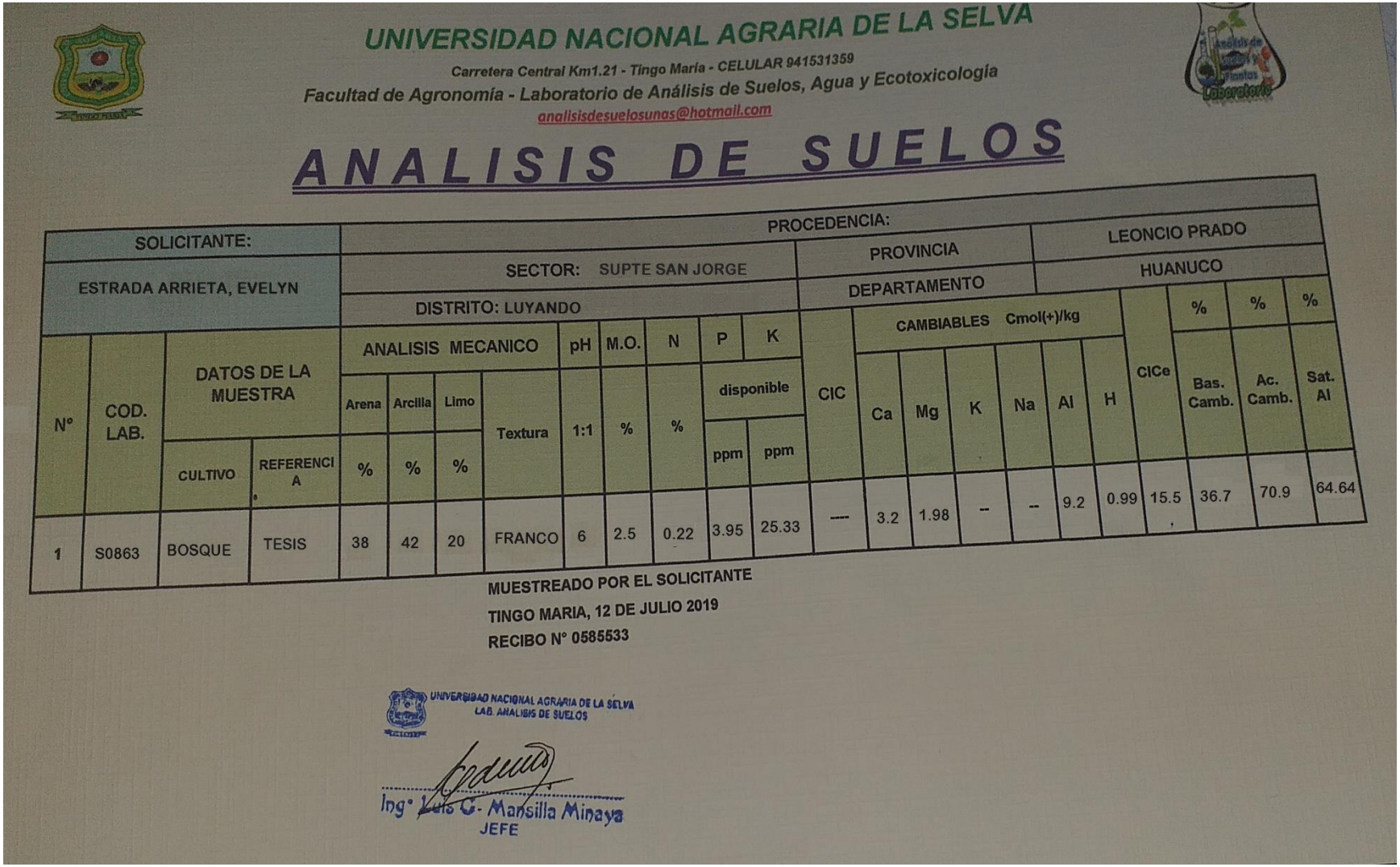
MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 12 DE JULIO 2019

RECIBO N° 0585533

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing° Luis G. Mansilla Minaya
JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km1.21 - Tingo María - CELULAR 941531359
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com

ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:				PROCEDENCIA:																				
ESTRADA ARRIETA, EVELYN				SECTOR: SUPTE SAN JORGE										PROVINCIA							LEONCIO PRADO			
				DISTRITO: LUYANDO										DEPARTAMENTO							HUANUCO			
N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA		ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
											disponible										Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
		CULTIVO	REFERENCIA	Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura	1:1	%	%	ppm	ppm		Ca	Mg	K	Na	Al	H				
1	S0863	BOSQUE	TESIS	38	42	20	FRANCO	6	2.5	0.22	3.95	25.33	----	3.2	1.98	--	--	9.2	0.99	15.5	36.7	70.9	64.64

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 12 DE JULIO 2019

RECIBO N° 0585533

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing° Luis C. Marsilla Minaya
JEFE

Cuadro 17. Agrupamiento de partículas por el sistema USDA

Textura	Diámetro de partículas
Arena muy gruesa	1 - 2 mm
Arena gruesa	0.5 - 1 mm
Arena media	0.25 - 0.5 mm
Arena fina	0.1 - 0.25 mm
Arena muy fina	0.05 – 0.1 mm
Limo	0.002-0.05 mm
Arcilla	< 0.002 mm

Fuente: USDA (1999).

Cuadro 18. Agrupamiento general de las clases texturales

Grupo textural	Denominación empírica	Clases Textural
Arenoso	Suelos de textura gruesa	Arenas
		Arenas Franca
Franco	Suelo de textura moderadamente gruesa	Franco Arenoso
		Franco Arenoso fino
		Franco Arenoso muy fino
	suelos de textura media	Franco
		Franco Limoso
		Limoso
	suelos de textura moderadamente fina	Franco Arcilloso
		Franco Arcillo Arenoso
		Franco Arcillo Limoso
Arcilloso	suelos de textura fina	Arcillo-Arenoso
		Arcillo-Limoso
		Arcilloso

Cuadro 19. Clase o tamaño del agregado

Tamaño o clase	Diámetro gránulos	Espesor de lamina	Diámetro de bloques	Altura de prisma
muy fino	< 1 mm	< 1 mm	< 5 mm	< 10 mm
fino	1-2 mm	1-2 mm	5-10 mm	10-20 mm
medio	2-5 mm	2-5 mm	10-20 mm	20-50 mm
grueso	5-10 mm	5-10 mm	20-50 mm	50-100 mm
muy grueso	> 10mm	> 10 mm	> 50mm	> 100 mm

Fuente: SANCHEZ (s/f.)

Cuadro 20. Relación textura/ densidad aparente y porosidad del suelo

Clase textural	Densidad Aparente	% de porosidad
Arenoso	1.6 – 1.8	30 - 35
Franco Arenoso	1.4 – 1.3	35 - 40
Franco	1.3 – 1.4	40 – 45
Franco Limoso	1.2 – 1.3	45 - 50
Arcilloso	1.0 – 1.2	50 - 60

Cuadro 21. Niveles de pH del suelo

Descripción	Rango
Extremadamente ácido	Menor de 4.5
Fuertemente ácido	4.6-5.4
Moderadamente ácido	5.5-6.5
Neutro	6.6-7.3
Moderadamente alcalino	7.4-8.5
Fuertemente alcalino	Mayor de 8.5

Fuente: Laboratorio análisis de suelos de la UNAS

Cuadro 22. Niveles de la materia orgánica

Nivel	Contenido (%)
Bajo o pobre	menos de 2
Medio	2 – 4
Alto	mayor de 4

Fuente: SOIL SURVEY STAFF (1993)

Cuadro 23. Capacidad de cabio de algunas arcillas y humus.

Tipo de coloide (Arcillas y humus)	CIC meq/100g	
1:1 Caolinita	3	5
Haloisita	5	10
2:1 Momtmorrillonita	80	120
Vermiculita	100	150
Ilita	20	20
2:2 Clorita	10	40
Humus	100	300
Sesquióxidos	<	3

Cuadro 24. Niveles de la capacidad de intercambio catiónico (pH > 5.5)

Nivel	CIC (meq/100 g de suelo)
Bajo	menos de 12
Medio	12 – 20
Alto	mayor de 20

Fuente: SOIL SURVEY STAFF (1993)

Cuadro 25. Niveles de la capacidad de intercambio catiónico (pH < 5.5)

Nivel	CIC (meq/100 g de suelo)
Bajo	menor de 4
Medio	10 - 20
Alto	mayor de 30

Fuente: SOIL SURVEY STAFF (1993)

Cuadro 26. Niveles de contenido de fósforo (Método de Olsen)

Nivel	Fósforo (ppm)
Muy Bajo	< 5
Bajo	5.1 – 15
Normal	15.1 – 30
Alto	30.1 – 40

Fuente: SOIL SURVEY STAFF (1993).

Cuadro 27. Niveles de contenido de potasio

Nivel	Potasio Kg/ha
Muy Bajo	menos de 300
Medio	300 – 600
Alto	más de 600

Fuente: SOIL SURVEY STAFF (1993)

Cuadro 28. Niveles de contenido de nitrógeno

Nivel	Nitrógeno (%)
Bajo	< 0.1
Medio	0.1 – 0.2
Alto	> de 0.2

Fuente: SOIL SURVEY STAFF (1993)