

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA



INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE USO EN LA CALIDAD DE SUELO SECTOR
CORA CORA DISTRITO LUYANDO, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

Presentado por:

JHONNEY HANDER HUAMAN MENDOZA

TINGO MARÍA - PERÚ

2021



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 040-2021-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 02 de noviembre de 2021, a horas 07:00 p.m. en la Sala virtual Microsoft Teams de la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua para calificar la Tesis titulada:

“INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE USO EN LA CALIDAD DE SUELO SECTOR CORA CORA DISTRITO LUYANDO, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO”

Presentado por el Bachiller: **HUAMAN MENDOZA, Jhonney Hander**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **“BUENO”**

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

Tingo María, 01 de Diciembre de 2021

Ing. M. Sc. SANDRO JUNIOR RUIZ CASTRE
PRESIDENTE

Dr. ROBERTO OBREGON PEÑA
MIEMBRO

Ing. M. Sc. JOSE VICTOR QUIROZ RAMIREZ
MIEMBRO



Ing. M. Sc. JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFECIONAL DE INVESTIGACION DE
CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA



INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE USO EN LA CALIDAD DE SUELO SECTOR
CORA CORA DISTRITO LUYANDO, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO

Autor : HUAMAN MENDOZA, Jhonney Hander
Asesor : Ing. M.Sc. RENGIFO TRIGOZO, Juan Pablo
Programa de Investigación : Ciencias Básicas
Línea (S) de Investigación : Física y química de suelos
Eje temático de Investigación: Prácticas y uso de manejo que mejoren la calidad del suelo
Lugar de Ejecución : Pumahuasi - DDAR
Duración : 06 meses
Financiamiento : S/. 4,544.70
FEDU : No
Propio : Si
Otros : No

Tingo María – Perú

DEDICATORIA

A Dios por todo lo que me ha dado,
refugio e inspiración, por ser guía y
camino de mi formación profesional.

A mis padres, Crobet Huamán Rojas y
Zadith Mendoza Lachuma, pilares
importantes que me dieron educación que
necesitaba, un hogar para crecer y los
valores por los que me guio mi vida.

A mi hermana Marbell Shirley Huamán
Mendoza, la bendición de mi vida y mi
fortaleza.

A mis abuelos Pedro Huamán, Patricia
Rojas, Nancy Lachuma. Por su gran amor
y consejos brindados. Y a mi abuelito
Cecilio Mendoza que desde el cielo me
guía por el camino correcto.

A mi pareja Andrea Panaifo Gómez, por
su amor, palabras de aliento y apoyo
incondicional brindado día a día

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por mi fe y devoción, por la fortaleza física y mental que me brindo en mi día a día para guiarme por un buen camino en mi formación profesional, desde los cielos, Dios nos protege y ayuda a que cada día sea especial, único y sobre todo lleno de bendiciones.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi alma mater, por albergarme en sus aulas durante mi formación profesional.
- A la Facultad de Recursos Naturales Renovables, en especial a la escuela profesional de ingeniería en Conservación de Suelos y Agua por haberme permitido formarme en ella, gracias a sus docentes por inculcarme sus sabios conocimientos, experiencia, facilidades de aprendizaje para la culminación de mi carrera profesional y todas las personas que fueron participes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.
- A los miembros integrantes del jurado de tesis: Ing. M.Sc. Sandro Junior Ruíz Castre; Ing. M.Sc. José Víctor Quiroz Ramírez; Dr. Roberto Obregón Peña, por el tiempo tomado para la evaluación de mi tesis.
- Al Ing. M.Sc. Rengifo Trigozo Juan Pablo, asesor del presente trabajo de investigación, por su amistad, sus consejos y desinteresada asistencia en la presente tesis.
- A mi tío Segundo Regner Huamán Rojas y esposa, por los consejos y apoyo brindado.
- A la familia Panaifo Gómez por su apoyo y paciencia brindada.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Definición del suelo	3
2.2. Factores de formación del suelo	3
2.3. Calidad del suelo.....	4
2.4. Indicadores de calidad del suelo	4
2.5. Indicadores físicos	5
2.6. Indicadores químicos	9
2.7. Subíndice de uso sustentable del suelo SUSS.....	16
2.8. Antecedentes de trabajos relacionados con la investigación	17
III. MATERIALES Y METODOS	19
3.1. Características de la zona de estudio.....	19
3.1.1. Ubicación política	19
3.1.2. Ubicación geográfica	19
3.1.3. Clima	19
3.1.4. Zona de vida.....	20
3.1.5. Flora	20
3.1.6. Fauna	20
3.1.7. Suelos	20
3.1.8. Fisiografía	20
3.1.9. Hidrografía	20
3.1.10. Accesibilidad.....	20
3.2. Materiales y equipos	21
3.2.1. Materiales	21
3.2.2. Equipos de campo	21
3.2.3. Materiales de laboratorio.....	21
3.2.4. Equipos de laboratorio	21
3.3. Generalidades de la investigación.....	22
3.3.1. Tipo de estudio	22
3.3.2. Nivel de estudio.....	22
3.3.3. Variables en estudio	22
3.4. Metodología	23

3.4.1. Determinar los indicadores físicos y químicos del suelo en tres sistemas de uso (sistema agroforestal, coca y bosque) sector Cora Cora, distrito Luyando	23
3.4.2. Determinar la calidad del suelo mediante la metodología del Subíndice de Uso Sustentable del Suelo (SUSS) en tres sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque) sector Cora Cora, distrito Luyando.....	24
3.4.3. Representar cartográficamente la distribución espacial de la calidad del suelo en tres sistemas de uso (sistema agroforestal, coca y bosque) sector Cora Cora, distrito Luyando	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1. Determinar los indicadores físicos y químicos del suelo en tres sistemas de uso (sistema agroforestal, coca y bosque) sector Cora Cora, distrito Luyando.....	28
4.1.1. De los indicadores físicos.....	28
4.1.2. De los indicadores químicos	31
4.2. Determinación de la calidad del suelo mediante la metodología del subíndice de uso sustentable del suelo (SUSS) en tres sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque) sector Cora Cora distrito Luyando	38
4.3. Representar cartográficamente la distribución espacial de la calidad del suelo en tres sistemas de uso (sistema agroforestal, coca y bosque) sector Cora Cora distrito Luyando	39
V. CONCLUSIONES.....	42
VI. RECOMENDACIONES	43
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	44
ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1. Propiedades físicas del suelo.....	5
Tabla 2. Agrupación de la diseminación del ancho de la molécula	6
Tabla 3. Rangos interpretativos para densidad aparente y crecimiento radicular, en base a la textura del suelo.....	7
Tabla 4. Velocidades y clasificación de infiltración.....	8
Tabla 5. Niveles de resistencia a la penetración del suelo.....	9
Tabla 6. Propiedades químicas de los indicadores de la calidad del suelo.....	9
Tabla 7. Rangos interpretativos para el pH (relación 2:1).....	10
Tabla 8. Rangos interpretativos para el contenido de materia orgánica (%).....	11
Tabla 9. Rangos interpretativos para el nitrógeno total.....	11
Tabla 10. Rangos interpretativos para el fósforo total.....	11
Tabla 11. Rangos interpretativos para potasio (K ₂ O).....	12
Tabla 12. Rangos interpretativo para la CIC de los suelos con pH mayor de 5.5.....	12
Tabla 13. Rangos interpretativo para la CIC de los suelos con pH menor de 5.5.....	12
Tabla 14. Rangos interpretativos para el calcio (Ca ²⁺) intercambiable.....	13
Tabla 15. Rangos interpretativos para el Magnesio (Mg ²⁺) intercambiable.....	13
Tabla 16. Rangos interpretativos para el potasio (K ⁺) intercambiable.....	14
Tabla 17. Rangos interpretativos para sodio intercambiable.....	14
Tabla 18. Rangos interpretativo para la CIC	15
Tabla 19. Rangos interpretativo para la Conductividad eléctrica.....	16
Tabla 20. Parámetros edáficos, valores deseables y de corte para evaluar el estado actual de los suelos	17
Tabla 21. Coordenadas UTM de los tres sistemas de uso	19
Tabla 22. Indicadores físicos del suelo a evaluar en campo.....	24
Tabla 23. Límites edáficos, unidades de estimación, cualidades más extremas y mínimas caracterizadas para evaluar el estado actual de la tierra.	26
Tabla 24. Rangos interpretativo del SUSS	26
Tabla 25. Textura del suelo	28
Tabla 26. Densidad aparente y temperatura del suelo.....	30
Tabla 27. pH del suelo.....	32
Tabla 28. Materia orgánica del suelo.....	33
Tabla 29. Nitrógeno del suelo.....	34

Tabla 30. Fósforo del suelo	35
Tabla 31. Potasio del suelo	36
Tabla 32. Capacidad de intercambio catiónico del suelo	47
Tabla 33. Subíndice de calidad de Uso Sustentable del suelo SUSS	38
Tabla 34. Distribución espacial de la calidad del suelo por sistema de uso	40
Tabla 35. Datos de los indicadores físicos del suelo	48
Tabla 36. Datos de los indicadores químicos del suelo	49
Tabla 37. Normalización de indicadores fisicoquímicos para el cálculo del SUSS de los cultivos de cacao en 10, 8 y 15 años	51
Tabla 38. Datos del Subíndice de Uso Sustentable del Suelo (SUSS) y calificación de la calidad de los sistemas de uso con edades de 10, 8 y 15 años	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Clase textural de los tres sistemas de uso del suelo de diferentes edades.....	29
Figura 2. Densidad aparente del suelo.....	30
Figura 3. Temperatura de los tres sistemas de uso del suelo.....	31
Figura 4. pH del suelo.....	32
Figura 5. Materia orgánica de los tres sistemas de uso del suelo	33
Figura 6. Nitrógeno de los tres sistemas de uso del suelo	34
Figura 7. Fósforo de los tres sistemas de uso del suelo.....	35
Figura 8. Potasio de los tres sistemas de uso del suelo	36
Figura 9. Capacidad de intercambio catiónico de los tres sistemas de uso del suelo.....	37
Figura 10. Calidad del suelo.....	39
Figura 11. Porcentajes de distribución de calidad del suelo.....	41
Figura 12. Georreferenciación parcela con cultivo de coca de 8 años	53
Figura 13. Georreferenciación del sistema agroforestal de 10 años.....	53
Figura 14. Georreferenciación del sistema bosque secundario de 15 años.....	54
Figura 15. Muestra de suelo sistema agroforestal de 10 años	54
Figura 16. Muestra de suelo sistema de bosque secundario de 15 años.....	55
Figura 17. Muestra de suelo sistema cultivo de coca de 8 años.....	55
Figura 18. Toma de muestra del suelo cultivo de coca de 8 años.....	56
Figura 19. Toma de muestra de suelo del sistema bosque secundario de 15 años	56
Figura 20. Toma de muestra de suelo de un sistema agroforestal de 10 años.....	57
Figura 21. Chequeo del sistema cultivo de coca de 8 años	57
Figura 22. Análisis de suelo de los tres sistemas de uso del suelo distrito Luyando	58
Figura 23. Mapa de distribución espacial de los tres sistemas de uso del suelo, distrito Luyando.....	59

RESUMEN

La investigación busca determinar la influencia de los sistemas de uso de diferentes edades en la calidad del suelo en el sector Cora Cora, distrito Luyando, provincia de Leoncio Prado, para ello formuló los objetivos específicos, determinando los indicadores físicos y químicos, así como la calidad del suelo mediante el subíndice de uso sustentable del suelo (SUSS) y representar cartográficamente su distribución espacial del suelo en tres sistemas de uso (sistema agroforestal, coca y bosque). Se realizó el muestreo del suelo y se evaluaron los indicadores físicos y químicos, con la finalidad de determinar la calidad del suelo utilizando la metodología del SUSS, para representarlo en un plano. Los resultados fueron que los indicadores físicos presentan clases texturales de franco arcillo limoso en el sistema coca y franco arcilloso en el sistema agroforestal y bosque, densidad aparente todas se encuentran en un rango ideal y temperatura favorables para el normal crecimiento de los sistemas establecidos; los indicadores químicos presentan niveles pH de fuertemente ácido a neutro, materia orgánica, nitrógeno, fósforo; potasio y capacidad de intercambio catiónico en el suelo son de niveles bajos en todos los sistemas. La calidad del suelo en el sistema agroforestal presenta una calidad sensible, mientras que el sistema coca y bosque presentan una calidad pobre. Cartográfica la distribución espacial de la calidad del suelo en los tres sistemas de uso en un área de 3.61 ha presenta una calidad pobre.

Palabras clave: Sistemas de uso, calidad del suelo, distribución espacial, indicadores

ABSTRACT

The research seeks to determine the influence of the use systems of different ages on the quality of the soil in the Cora Cora sector, Luyando district, Leoncio Prado province, for which it formulated the specific objectives, determining the physical and chemical indicators, as well as the soil quality through the sustainable soil use sub-index (SUSS) and mapping its spatial distribution of soil in three use systems (agroforestry system, coca and forest). Soil sampling was carried out and the physical and chemical indicators were evaluated, in order to determine the quality of the soil using the SUSS methodology, to represent it on a plane. The results were that the physical indicators present textural classes of silty clay loam in the coca system and clay loam in the agroforestry and forest system, apparent density all are in an ideal range and favorable temperatures for the normal growth of the established systems; the chemical indicators present pH levels from strongly acidic to neutral, organic matter, nitrogen, phosphorus; potassium and cation exchange capacity in the soil are low in all systems. The quality of the soil in the agroforestry system presents a sensitive quality, while the coca and forest system present a poor quality. Cartographic the spatial distribution of soil quality in the three use systems in an area of 3.61 ha shows poor quality.

Keywords: Systems of use, soil quality, spatial distribution, indicators

I. INTRODUCCION

Se ajusta un marco característico para fomentar actividades agrícolas donde los mejores cambios ocurren en las propiedades de la tierra y su biota. El grupo de personas presente será dictado por el poder del cambio actuado como para el sistema biológico regular y por la capacidad de las formas de vida para adaptarse a estos cambios. (Lavelle y Spain, 2001).

La tesis se justifica por la necesidad de identificar aquellos sistemas de uso que presentan un efecto negativo en la calidad del suelo. Los indicadores de calidad del suelo de la naturaleza en la parte física y sintética darán datos significativos de la comprensión en la utilidad de la sociedad por el momento y el rubro del sistema biológico en caso de que se coordine para su recuperación, salvaguarda o corrupción; porque el activo de la tierra es fundamental para la manejabilidad de los agroecosistemas ya que satisface tres capacidades fundamentales: actúa como método para el desarrollo de las plantas y el avance del movimiento orgánico, dirige la retención y el chorro de agua, degrada las mezclas contaminantes por el clima.

El activo de tierra es fundamental para la mantenibilidad de los agroecosistemas, ya que satisface tres capacidades fundamentales: actúa como mecanismo para el desarrollo de las plantas y el avance de la acción natural, gestiona el agua y el caudal de agua, y corrompe mezclas contaminantes para el clima (Larson y Pearce 1991 referidos por Campos, 2019).

A la luz de lo anterior, es necesario evaluar las posibles consecuencias positivas o adversas que los distintos marcos de utilización pueden ocasionar sobre este activo, básicamente aquellas que no se ajustan a su ocupación habitual. En este sentido, decidiendo la naturaleza de la sociedad y abordando cartográficamente, lo que se busca es que se convierta en un aparato crucial tanto para evaluar el estado actual de las propiedades físicas, sintéticas y orgánicas, como para relevar su impacto en los marcos; ya que esto es de importancia fundamental para apostar por opciones centradas en preservar y asegurar la manejabilidad y utilidad de la sociedad y de los marcos útiles. En vista de esto, surge la pregunta adjunta: ¿Cómo impactan los marcos de utilización en la naturaleza de la tierra en el área de Cora, localidad de Luyando, territorio de Leoncio Prado? también, como teorías: Ho: Los marcos de utilización impactan la calidad de la tierra en el área de Cora Región de Cora Luyando, Región de Leoncio Prado Ha: Los marcos de uso no impactan la calidad de la tierra en el área de Cora Cora locale Luyando, territorio por Leoncio Prado, a la luz de lo propuesto, se plantearon los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

Determinar la influencia de los sistemas de uso en la calidad del suelo en el sector Cora Cora, distrito Luyando, provincia de Leoncio Prado

1.2. Objetivos específicos

- Determinar los indicadores físicos y químicos del suelo en tres sistemas de uso (sistema agroforestal, coca y bosque) sector Cora Cora, distrito Luyando.
- Determinar la calidad del suelo mediante la metodología del sub índice de uso sustentable del suelo (SUSS) en tres sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque) sector Cora Cora, distrito Luyando.
- Representar cartográficamente la distribución espacial de la calidad del suelo en tres sistemas de uso (sistema agroforestal, coca y bosque) sector Cora Cora, distrito Luyando.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Definición del suelo

Para Foth (1985), son mezclas porosas inorgánicas, sustancias orgánicas, aire y agua. Los agricultores ciertamente tienen una definición más práctica de suelo y lo consideran un medio para el crecimiento de los cultivos. Por otro lado, los ingenieros civiles definen el suelo como el material que soporta edificios y carreteras. Henríquez (1999) es un sistema dinámico en el que se producen cambios y transformaciones debido a la interacción de procesos físicos, químicos y biológicos; estos procesos ocurren simultáneamente y finalmente producen un sustrato que proporciona nutrientes, agua y soporte a las plantas y otros organismos.

2.2. Factores de formación del suelo

Intagri (2017) hace referencia a que los investigadores de la ciencia de la suiedad dividen los cinco factores que enmarcan el suelo en variables dinámicas y componentes latentes. El medio ambiente y la biota se distinguen como variables dinámicas en la disposición del suelo a la luz del hecho de que su efecto sobre el avance del suelo puede notarse directamente; por ejemplo: aguacero, temperaturas altas y bajas, viento, microorganismos (crecimientos verdes y parásitos), gusanos y criaturas que hacen túneles. Por otra parte, las variables latentes son el tiempo, la geología y el material de la estructura, ya que su impacto no se nota directamente.

El suelo es una combinación de cinco factores llamados "formadores de suelo": roca, clima, biología, topografía y tiempo. Estos factores a su vez dieron lugar al proceso de conformación del suelo (Quintero, 1980).

- El material parental: El material geológico que produce el suelo o también llamado roca madre.
- El clima: que va alterando las propiedades del suelo.
- La topografía: analiza el suelo con una representación gráfica de la superficie terrestre.
- Los organismos vivos: que interactúan con el suelo.
- El tiempo.

2.3. Calidad del suelo

Las implicaciones más contemporáneas de la calidad del suelo dependen de una parte de sus capacidades y no simplemente de un uso específico, aunque este pensamiento sigue impulsando (Singer y Ewing, 2000). El Comité de Salud del Suelo de la Soil Science Society of America se unió a esta definición como la capacidad de la tierra para trabajar dentro de los requisitos de una marca comercial o clima gestionado, apoyar la competencia de plantas y animales, estar al tanto o trabajar en la calidad. aire y agua, y respaldar la prosperidad y el dominio humanos (Doran y Parkin, 1994).

Jiménez y González (2006) advierten que la calidad se conoce como el mejor instrumento para reconocer o saber en qué estado de contaminación trabaja el suelo en un segundo determinado, así como qué medidas son indispensables para el trabajo predominante, ya que da información sobre el territorio real, atributos compuestos y naturales de la tierra y que la utilización de limas son marcadores tempranos y exitosos de cambios en la calidad del suelo dados por la estructura de creación.

Básicamente, la calidad del suelo es la capacidad de trabajar dentro de los límites de los marcos orgánicos y de que el marco natural se conecte de manera inequívoca con el entorno externo, prescribiendo formas de lidiar con evaluar los cambios de calidad debido a la suciedad que está probando la junta. (Larson y Pierce, 1991)

2.4. Indicadores de calidad del suelo

Los marcadores de calidad del suelo se consideran un instrumento de estimación que debe dar datos sobre propiedades, ciclos y atributos. Estos se estiman para filtrar los impactos de los ejecutivos en el trabajo de la tierra en un período determinado (Astier et al., 2002).

Los marcadores de calidad del suelo implican propiedades cuantificables de la tierra que influyen en la capacidad de completar los límites de creación rural o biológica Arshad, (2002), aludido por Jiménez y González (2006). La señal de marcadores apropiados para concentrarse en la calidad del suelo depende de la capacidad de ciertos enfoques para avanzar hacia la contemplación de las diferentes partes de la calidad del suelo (habilidades del suelo), la utilidad explícita y las excelentes condiciones climáticas (Doran y Parkin, 1994).

De esta forma, la naturaleza de la suciedad ha sido un tema laborioso, un tema más destacable es la prueba reconocible de marcadores y la valoración se acerca, como resultado de

la gran cantidad de factores físicos, compuestos y orgánicos que controlan las medidas biogeoquímicas, apenas como la variedad en la realidad (Sagarpa, 2012).

2.5. Indicadores físicos

Los verdaderos adjudicatarios de la tierra son una pieza fundamental del levantamiento de la idea de este recurso, ya que no se pueden mejorar fácilmente (Singer y Ewing, 2000); La genuina idea de tierra se identifica con el aprovechamiento efectivo del agua, las mejoras y los pesticidas, lo que disminuye el efecto del vivero e impulsa la expansión de la creación agraria. El plano, el espesor del claro, la solidez de las sumas, la entrada, la profundidad del suelo poco profundo, el límite de agregación de agua y la conductividad impulsada por el factor de presión reducido son los créditos genuinos del suelo que se han propuesto como marcadores de su calidad Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades físicas del suelo

Propiedad	Relación con la condición y función del suelo	Valores o unidades relevantes ecológicamente; comparaciones para evaluación
Textura	Retención y transporte de agua y compuestos químicos; erosión del suelo	% de arena, limo y arcilla; pérdida del sitio o posición del paisaje
Profundidad del suelo	suelo superficial y raíces	Estima la productividad potencial y la erosión cm o m
Infiltración y densidad aparente	Potencial de lavado; productividad y <u>erosividad</u>	minutos/2.5 cm de agua y g/cm ³
Capacidad de retención de agua	Relación con la retención de agua, transporte, y <u>erosividad</u> ; humedad aprovechable, textura y materia orgánica	% (cm ³ /cm ³), cm de humedad aprovechable/30 cm; intensidad de precipitación

Fuente: Conjunto de indicadores físicos, químicos y biológicos propuesto para monitorear los cambios que ocurren en el suelo (Larson y Pierce, 1991; Doran y Parkin, 1994; Seybold et al., 1997).

2.5.1. Textura

La superficie del suelo alude al grado general de arena (a), acumulación (l) y tierra (a) que existe en los suelos; Este curso de acción alude a partículas de menos de 2 mm. La superficie es una propiedad crítica ya que impacta como factor de madurez y límite de mantenimiento de agua, flujo de aire, derroche, sustancia de materia regular y diversas propiedades (Fao, 2015). El triángulo de textura del suelo de la FAO se utiliza como un dispositivo para recolectar la superficie.

Tabla 2. Agrupación de la diseminación del ancho de la molécula

Fracción del suelo	Diámetros límites (mm)
Arena muy gruesa	2.00 a 1.00
Arena gruesa	1.00 a 0.50
Arena media	0.50 a 0.25
Arena muy fina	0.25 a 0.10
Limos	0.05 a 0.002
Arcilla	Menor de 0.002

Fuente: Ortiz (1990).

2.5.2. Densidad aparente

Taboada & Alvarez (2008) indican que es un método para evaluar la obstrucción de la suciedad al estiramiento de las raíces. Además, se utiliza para cambiar la información comunicada en enfoques a masa o volumen, cálculos ampliamente utilizados en la madurez y preparación de rendimientos amplios y esto difiere con la superficie de la suciedad y la sustancia de la materia natural; Puede cambiar ocasionalmente debido al cultivo y la humedad, particularmente en suelos con arcillas Tabla 3.

Tabla 3. Rangos interpretativos para densidad aparente y crecimiento radicular, en base a la textura del suelo.

Textura	Ideal (g cm ⁻³)	Aceptable (g cm ⁻³)	Puede afectar el crecimiento radicular (g cm ⁻³)	Restringe el crecimient o radicular (g cm ⁻³)
Arena, franco	Dap < 1.6	1.6 ≤ Dap <1.69	1.69 ≤ Dap <1.80	Dap >1.80
Franco-arenosa, franco	Dap < 1.4	1.4 ≤ Dap <1.63	1.63 ≤ Dap <1.80	<u>Dap >1.80</u>
Franco-arcilla-arenosa, franco-arcillosa	Dap < 1.4	1.4 ≤ Dap <1.60	1.60 ≤ Dap <1.75	Dap >1.70
Limosa	Dap < 1.3	1.3 ≤ Dap <1.60	1.60 ≤ Dap <1.75	Dap >1.75
Franco-limosa, franco-arcillo-limosa	Dap < 1.4	1.4 ≤ Dap <1.55	1.55 ≤ Dap <1.65	Dap >1.65
Arcillo-Arenosa, arcillo-limosa	Dap < 1.1	1.1 ≤ Dap <1.39	1.39 ≤ Dap <1.58	Dap >1.58
Arcillosa (>45% arcilla)	Dap < 1.1	1.1 ≤ Dap <1.39	1.39 ≤ Dap <1.47	Dap >1.47

Fuente: Sagarpa (2012).

2.5.3. Infiltración

La infiltración se caracteriza como la interacción por la cual el agua se infiltra en la superficie de la suculidad y llega a sus capas inferiores. Muchos factores del suelo influyen en el control de la penetración, al igual que administran el desarrollo del agua dentro de la tierra, incluida su diseminación durante y después de la invasión. (Vélez y Vélez, 2002). Los suelos con una construcción muy creada o con un acabado grueso (suelo arenoso y arenoso) permiten el paso libre del agua, mientras que los suelos terrestres son esencialmente impermeables. Además, Aoki y Sereno (2006), a los que hace referencia Palomino (2015), sostienen que el límite de invasión depende de muchos componentes; una tierra y un suelo mínimo tienen una tasa de penetración más baja, generalmente los suelos arenosos tienen sistemas de penetración rápida Tabla 4.

Tabla 4. Velocidades y clases de infiltración

Velocidad de infiltración (cm/h)	Clase de infiltración
< 0.004	Impermeable
0.004 - 0.15	Muy lenta
0.15 - 0.51	Lenta
0.51 - 1.52	Moderadamente lenta
1.52 - 5.08	Moderada
5.08 - 15.24	Moderadamente rápida
15.24 - 50.80	Rápida
> 50.80	Muy rápida

Fuente: Usda (1999)

2.5.4. Resistencia a la penetración

Wolkowski (1990), citado por Palomino (2015) afirma que el suelo compactado tiene un límite disminuido con respecto al desarrollo de aire y agua y ofrece una protección extraordinaria contra la entrada de raíces, ampliando el ritmo de diseminación de los suplementos debido a la metodología entre las partículas. La compactación provoca cambios en las propiedades reales de la suculidad, ampliando la protección de entrada y espesor evidente, disminuyendo la porosidad (Mendoza, 2011).

Jiménez y González (2006) notan que la tierra a raíz de pasar por algún lugar alrededor de 5 años de cultivo, requiere más de 5 años para recuperar un poco la construcción perdida, sin embargo, llaman la atención que es innegable que es un desafío para la tierra dar forma a un diseñar como era antes de ser mediado. El valor de protección contra la infiltración más destacable lo adquirió el relativo a la tierra con 20 años de cultivo, que muestra que el cultivo influye en las propiedades reales de la tierra, haciendo más prominente la protección contra la entrada y actuando con el espesor claro como un marcador de compactación cuando hay más cultivo Tabla 5.

Tabla 5. Niveles de resistencia a la penetración del suelo

K/cm²	Nivel de resistencia
< 1	Suelos muy suaves
1 - 2	Suelos suaves
2 - 3	Suelos duros
3 - 4	Suelos muy duros
> 4	Suelos extremadamente duros

Fuente: Bazán (1996)

2.5.5. Temperatura del suelo

La temperatura del suelo es un factor básico para el ganadero. La temperatura es una propiedad que afecta esencialmente a los seres vivos y los patrones de cambio de sustancias en la parte mineral del suelo. Cada especie creada tiene su propio rango de inclinación para la germinación de semillas. Una gran parte de la energía nuclear que obtiene el suelo proviene de la energía solar.

2.6. Indicadores químicos

Los marcadores para evaluar la naturaleza del compuesto consideran las condiciones que impactan la relación entre la tierra y la planta, la naturaleza del agua, el límite de soporte del suelo, la apertura del agua y las mejoras para las plantas y los microorganismos. Estos fusibles complementan la apertura, todo el carbono regular, el carbono normal lábil, el pH, la conductividad eléctrica, el límite de absorción de fosfato, el límite de intercambio catiónico, los cambios regulares de materia, el nitrógeno completo. Asimismo, nitrógeno mineralizable (Sqi, 1996).

Tabla 6. Propiedades químicas de los indicadores de la calidad del suelo

Propiedad	Relación con la condición y función del suelo
Materia orgánica (N y C Total)	Define la fertilidad del suelo; estabilidad; erosión
Ph	Define la actividad química y biológica
Conductividad eléctrica	Define la actividad vegetal y microbiana
P, N, y K extractables	Nutrientes disponibles para la planta, pérdida potencial de N; productividad e indicadores de la calidad ambiental

Fuente: Sagarpa (2012).

2.6.1. Potencial de hidrogeno (pH)

PH es el logaritmo negativo de la acción de H⁺, que influye directamente en la solvencia, accesibilidad e ingestión de los suplementos vitales para el desarrollo, la mejora de las plantas, los ciclos orgánicos y el movimiento microbiano (Sánchez, 2007).

El pH puede fluctuar dependiendo del material de origen, la vegetación, el medio ambiente, la geografía, la época del año, las cosechas y el suelo que los ejecutivos ensayan, la utilización de sales aromáticas, abonos, materia natural, movimiento orgánico, etc. los bosques hasta las regiones de socavación semiseca tienen valores de pH entre 4.0 y 8.0 (Doran y Parkin, 1996).

Tabla 7. Rangos interpretativos para el pH (relación 2:1)

Clasificación	pH
Fuertemente ácido	$\text{pH} < 5.0$
Moderadamente ácido	$5.0 \leq \text{pH} < 6.5$
Neutro	$6.5 \leq \text{pH} < 7.3$
Medianamente alcalino	$7.3 \leq \text{pH} < 8.5$
Fuertemente alcalino	$\text{pH} \geq 8.5$

Fuente: Sagarpa (2012).

2.6.2. Materia orgánica

La materia natural es una disposición desconcertante de sustancias compuestas por restos de plantas y criaturas, que están expuestos a un curso constante de cambio y unión, presentes regularmente en cantidades mucho más bajas que la porción mineral; su trabajo es tan significativo o más prominente para el desarrollo y las propiedades de los suelos (Sagarpa, 2012).

La expansión de materia normal del suelo además potencia una población microbiana más grande y desalojada que crece, de esta manera el control natural de enfermedades y alteraciones de la cubierta vegetal, la materia regular también impacta el deterioro del agua y el aseguramiento del suelo (Stevenson, 1994).

Tabla 8. Rangos interpretativos para el contenido de materia orgánica (%)

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

Fuente: Porta et al. (1999)

2.6.3. Nitrógeno total

La fuente principal de N es el clima, donde se encuentra el gas abrumador. Este N ambiental se hace accesible a las plantas a través de la medida de obsesión natural completada por microorganismos específicos. Se encuentra que la mayor parte del nitrógeno en la tierra forma mezclas naturales, permaneciendo accesibles a las plantas durante el ciclo de mineralización. Los depósitos de nitrógeno en la tierra se componen de materia natural de rápido deterioro (Sánchez, 2007).

Tabla 9. Rangos interpretativos para el nitrógeno total

Nivel	Rango (%)
Bajo	Menor de 0.1
Medio	0.1 – 0.2
Alto	Mayor de 0.2

Fuente: Porta et al (1999).

2.6.4. Fósforo total

El fósforo es razonablemente estable en los suelos; No presenta combinaciones inorgánicas volatilizables y separadas. Esta alta calidad inquebrantable se debe a una baja capacidad de disolución, que en algunos casos provoca una apertura deficiente de fósforo para las plantas, a pesar de la mineralización constante de mezclas regulares en la tierra (Fassbender, 1984).

Tabla 10. Rangos interpretativos para el fósforo total

Nivel	Fósforo (ppm)
Muy Bajo	menos de 5
Bajo	5.1 - 15
Normal	15.1 - 30
Alto	30.1 - 40

Fuente: Porta et al (1999).

2.6.5. Potasio intercambiable

El potasio contenido en la disposición de la suculidad se dirige a una pequeña parte del potasio completo (Fassbender, 1984). El potasio en la tierra se encuentra generalmente en grandes cantidades. Su sustancia como K_2O se basa en su superficie. La porción arcillosa es la que tiene la sustancia más notable, razón por la cual los suelos arcillosos y limosos-arcillosos son más extravagantes que los suelos limoso-arenosos y arenosos. (Bazelet, 1988).

Tabla 11. Rangos interpretativos para potasio (K_2O)

Nivel	Rango (Kg/ha)
Bajo	Menor de 300
Medio	300 – 600
Alto	Mayor de 600

Fuente: Laboratorio de suelos de la UNAS

2.6.6. Capacidad de intercambio catiónico

El nivel de CIC muestra el límite de la suculidad para retener cationes, la apertura y la cantidad de mejoras a la planta, su pH concebible, entre otros. Un suelo con una CIC baja muestra una baja capacidad para retener mejoras, arenosas o pobres en materia normal (Fao, 2015).

Tabla 12. Rangos interpretativos para la CIC de suelos con pH mayor de 5.5.

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

Fuente: Porta et al. (1999).

Cuadro 13. Rangos interpretativos para la CIC de suelos con pH menor de 5.5.

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

Fuente: Porta et al. (1999).

2.6.7. Calcio intercambiable

Sagarpa (2012) muestra que este es un componente algo abundante, especialmente en suelos de distritos semisecos. No obstante, generalmente está presente en tipos de sustancias de baja disolubilidad, por lo que su accesibilidad en la disposición de la sustrato termina siendo baja.

Tabla 14. Rangos interpretativos para calcio (Ca^{2+}) intercambiable

Clase	Ca ($\text{Cmol}^{(+)} \text{kg}^{-1}$)
Muy bajo	$\text{Ca} < 2$
Bajo	$2 \leq \text{Ca} < 5$
Medio	$5 \leq \text{Ca} < 10$
Alta	$\text{Ca} \geq 10$

Fuente: Sagarpa (2012).

2.6.8. Magnesio intercambiable

Sagarpa (2012) demuestra que este componente es específicamente convincente ya que es importante para el átomo de clorofila, razón por la cual está relacionado con la fotosíntesis. Es excepcionalmente normal descubrir deficiencias de Mg en suelos arenosos con un límite de comercio de cationes bajo (CIC).

Tabla 15. Rangos interpretativos para Magnesio (Mg^{2+}) intercambiable.

Clase	Mg ($\text{Cmol}^{(+)} \text{kg}^{-1}$) Muy baja
Muy bajo	$\text{Mg} < 0.5$
Bajo	$0.5 \leq \text{Mg} < 1.3$
Medio	$1.3 \leq \text{Mg} < 3.0$
Alta	$\text{Mg} \geq 3.0$

Fuente: Sagarpa (2012).

2.6.9. Potasio intercambiable

El potasio contenido en la disposición del suelo se dirige a una pequeña parte del potasio absoluto (Fassbender, 1984). El potasio en la tierra se encuentra en cantidades moderadamente enormes. Su sustancia como K_2O se basa en su superficie. La parte arcillosa es la que tiene la

sustancia más elevada, razón por la cual los suelos arcillosos y limosos-arcillosos son más extravagantes que los suelos limoso-arenosos y arenosos (Bazelet, 1988).

Tabla 16. Rangos interpretativos para potasio (K^+) intercambiable

Clase	K ($Cmol^{(+)} \cdot kg^{-1}$)
Muy bajo	$K < 0.2$
Bajo	$0.2 \leq K < 0.3$
Medio	$0.3 \leq K < 0.6$
Alto	$K \geq 0.6$

Fuente: Sagarpa (2012).

2.6.10. Sodio intercambiable

Se comprende que el sodio, a pesar de que no se ha demostrado que sea un complemento fundamental, en ocasiones puede suplantar al potasio. Muchas especies de plantas tienen sistemas que disminuyen la retención y el movimiento del sodio hacia las hojas, por lo que no presentan efectos secundarios de veneno, ya que se acumula en tallos, troncos y raíces. Las indicaciones de la nocividad del sodio en las hojas son las manchas necróticas entre las nervaduras. En cualquier caso, la abundancia de sodio puede provocar insuficiencias de diferentes cationes como potasio, calcio y magnesio, (Sagarpa 2012).

Tabla 17. Rangos interpretativos para sodio intercambiable.

Clase	Na ($Cmol^{+}/kg$)
Muy Baja	$0.0 \leq Na < 0.3$
Baja	$0.3 \leq Na < 0.6$
Normal	$0.6 \leq Na < 1$
Alto	$1 \leq Na < 1.5$
Muy Alto	$Na \geq 1.5$

2.6.11. Porcentaje de saturación de bases

Se comprende que el sodio, a pesar de que no se ha demostrado que sea un complemento fundamental, en ocasiones puede suplantar al potasio. Muchas especies de plantas tienen

sistemas que disminuyen la retención y el movimiento del sodio hacia las hojas, por lo que no presentan efectos secundarios de veneno (Fao, 2015).

2.6.12. Capacidad de intercambio catiónico

Se percibe que el comercio de cationes son los ciclos reversibles mediante los cuales las partículas fuertes del suelo adsorben partículas de la etapa fluida y desorben simultáneamente medidas idénticas de diferentes cationes y establecen un equilibrio entre las dos etapas (Fassbender, 1975).

Sánchez (1981) hace referencia a que el límite del comercio de cationes se identifica con una mejora en la construcción de tierra, lo que favorece la circulación del aire, el mantenimiento del agua, el movimiento microbiano y la riqueza del suelo. Por lo tanto, se espera que una CIC de alrededor de 7 Cmol (+) kg⁻¹ mantenga una gran parte de los cationes contra el filtrado.

El límite del comercio de cationes se identifica con una mejora en la construcción de tierra, lo que favorece la circulación del aire, el mantenimiento del agua, el movimiento microbiano y la fertilidad del suelo. En la Tabla 18, se introducen los alcances interpretativos para el CIC (Sagarpa, 2012).

Tabla 18. Rangos interpretativos para la CIC.

Clase	CIC (Cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)
Muy Alta	CIC ≥ 40
Alta	25 ≤ CIC < 40
Medio	15 ≤ CIC < 25 Baja
Baja	5 ≤ CIC < 15
Muy baja	CIC < 5

Fuente: Sagarpa (2012).

2.6.13. Conductividad eléctrica

Usda (1999) menciona que todos los suelos contienen algunas sales, fundamentales para el desarrollo de las plantas. Sea como fuere, una sobreabundancia de sales dificulta el desarrollo de las plantas al influir en el equilibrio hídrico del suelo. Los suelos que contienen sales de

sobreabundancia aparecen normalmente y además por el aprovechamiento y la acumulación del suelo.

Tabla 19. Rangos interpretativos para la Conductividad eléctrica

CE ($\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$) a 25°C	Efectos sobre el suelo
CE < 1.0	Efectos despreciables de la salinidad
$1.0 \leq \text{CE} < 2.0$	Suelo muy ligeramente salino
$2.0 \leq \text{CE} < 4.0$	Suelo moderadamente salino
$4.0 \leq \text{CE} < 8.0$	Suelo salino
$8.0 \leq \text{CE} < 16$	Suelo fuertemente salino
CE ≥ 16	Suelo muy fuertemente salino

Fuente: Sagarpa (2012).

2.7. Subíndice de uso sustentable del suelo SUSS

El registro de manejabilidad de las regiones provinciales y pesqueras acumula los niveles de mantenibilidad de cinco secciones (suelos, agua, clima, pesquerías y biodiversidad), dando una fijación mundial a los resultados. Posteriormente, el cómputo del expediente recomienda el avance de cinco subdocumentos que reflejen el avance de cada una de las partes, construyendo niveles de practicidad. (Sagarpa 2012).

Para evaluar el estado actual de los terrenos, considerando aquellos límites edáficos que impactan en su calidad, se pensó en un número base de propiedades desarmadas, consideradas las más relevantes para el uso de los países a nivel mundial, tanto en condiciones marco sumergidas como en estados de tempestad. (Doran y Parkin, 1994).

Para cada propiedad de suciedad examinada, la mayor y la menor realmente no grabada en piedra, a partir de la cual se estandarizaron los marcadores de calidad para llevarlos a valores en algún lugar en el rango de nada y uno, donde 1 se refiere al estado de mejor calidad y cero al más extremadamente terrible. . A partir de la información estandarizada, se determinó una norma básica (adenda de uso factible del suelo) y esta se ordenó por los alcances de calidad caracterizados. (Sagarpa, 2012).

2.7.1. Valores deseables y valores de corte utilizados en la normalización de los indicadores implicados en el SUSS

Los alcances de las cualidades positivas para cada límite considerado en la evaluación del SUSS se presentan en la Tabla 20. Estos son según la NOM 021, sobre detalles de madurez, salinidad y disposición del suelo. De manera similar, se pensó en las referencias electivas a las que se hace referencia en la representación de los punteros inferidos.

Tabla 20. Parámetros edáficos, valores deseables y de corte para evaluar el estado actual de los suelos.

Indicadores	Valor deseable	Valor de corte
Materia Orgánica	5.00	0.50
Densidad Aparente	1.00	1.47
pH	6.30	5.20
Fosforo	8.00	0.00
Magnesio	3.00	0.00
Calcio	5.00	0.00
CIC	15.10	5.00
Nitrógeno	0.30	0.05

Fuente: Sagarpa (2012).

2.8. Antecedentes de trabajos relacionados con la investigación

Obregón (2017) evaluó el parque público Tingo María en una región de uso excepcional con la mediación del hombre a lo largo del largo plazo donde realizó una modificación de la, no grabó en piedra los marcadores físico-compuestos y la naturaleza de la tierra por el sub - Técnica de lista. de uso manejable de la tierra (SUSS). Haciendo la lectura de 4 pozos caracterizados por la taxonomía de suelos, muestreos de suelo en 10 marcas de la región de revisión que fueron examinados en el laboratorio de suelos de la UNAS; Según las disecciones de laboratorio, la suciedad no se asentó realmente utilizando la técnica SUSS. Los efectos secundarios de los indicadores actuales presentan diversas clases de textura que cambian de suelo arenoso a tierra superficial, su temperatura base es de 22.8 ° C, presentan un pH increíblemente ácido en los ejemplos (2,3,7, 9 y 10), nivel bajo de MO en el ejemplo 5 Puente Pérez (PP), N nivel bajo en el ejemplo 5 (PP), nivel de fósforo extremadamente bajo en los ejemplos (1 RO, 3 RO, 4 B (Bella), 10 (JSA) Juan Santos Atahualpa), K nivel medio en los

ejemplos (2 RO y 9 TM) y CIC bajo nivel en el ejemplo 5 (PP). Baja calidad aún en el aire en la zona de RO. Finalmente, se infiere que la zona de aprovechamiento extraordinario del PNTM según el enfoque SUCSS presenta suelos de baja calidad (2 y 3), periféricos (4, 7 y 10), delicados (1, 5, 8 y 9) y adecuado (6).

Yaros (2017) evaluó la naturaleza de la suciedad a través de la sublista de usos manejables del SUSS, en varios marcos de uso en el área de Padre Felipe Luyando - Leoncio Prado. Las consecuencias de los marcadores reales en los marcos de bosques opcionales hasta la coca y la coca anteriores en un orden específico muestran un patrón de expansión evidente del espesor, la temperatura y la protección de entrada (1.05 a 1.35 g/cm³, de 24.1 a 26.2 ° C y 2.10). a 2,95 kg/cm²) y una disminución en la tasa de penetración (29,3 cm/ha 16,7 cm/ h). Los indicadores de sustancia registran una disminución del pH, la materia natural y la CIC (de 7 a 4,75, de 3,5 a 1,1% y de 9,13 a 6,84 Cmol (+) • kg⁻¹). Confirmando que el marco de cacao tiene un SUSS delicado (0,65), el bosque de banano, opcional y cítrico con un mínimo de SUSS (0,59, 0,56 y 0,50) y el cocal y cocal anterior con un pobre SUSS (0,41 y 0,38). Estos resultados muestran que los diversos marcos de uso de la tierra impactan en su calidad y que el marco de uso de la coca es el marco que tiene la mejor consecuencia adversa en cada uno de los marcadores que se han evaluado en esta exploración.

Campos (2019) determinó que se han asentado realmente los marcadores físicos, compuestos y naturales, que deciden la naturaleza de la suciedad y la abordan cartográficamente. Recopiló pruebas de suelo del cultivo de cacao en varias edades en 6 enfoques clave, las investigaciones de tierra permitieron decidir la naturaleza de la tierra utilizando el enfoque SUSS y luego se expusieron guías utilizando el programa ArcGis. Las secuelas de la parcela de 3 años están esparcidas espacialmente en calidad pobre y mínima, presenta clases de textura de suelo arenoso limoso, suelo arenoso, pH tolerablemente básico e imparcial, nivel medio de MO, nivel medio y bajo de N, P y nivel bajo de CIC. , K nivel medio; la parcela de 6 años muestra solo calidad menor, clases de textura de suelo de tierra, suelo de barro arenoso, pH no partidista, nivel bajo de MO, nivel bajo de N, nivel bajo de P y CIC, nivel medio de K; y la parcela de 10 años se transporta en mala y despreciable calidad, presenta una clase de textura de tierra limosa, pH razonablemente soluble, grados bajos de MO, N, P y CIC y grado medio de K, para lo cual está prescrito para completar los ensayos de administración, con la utilización de composts naturales en las parcelas en estudio para desarrollar aún más la calidad del suelo.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Características de la zona de estudio

La investigación se realizó en el sector Cora Cora distrito Luyando en tres sistemas de uso, el sistema agroforestal es de propiedad del señor **Wilter Espíritu Vásquez**, de 1.5 ha asociada con plantaciones de bolaina, pino chuncho, cacao y plátano, terreno plano con una altitud de 641 msnm. El cultivo de coca es de propiedad de **Teodoro Aquino Espinoza**, con un área de 0.5 ha en producción con una pendiente de 30% y se encuentra a una altitud de 647 msnm; el bosque tiene un área de 1.5 ha en un terreno con pendiente de 20% ligeramente inclinada de propiedad del señor **Víctor Pérez Rojas**.

3.1.1. Ubicación política

Políticamente el sector Cora Cora pertenece al distrito Luyando, perteneciente a la provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco.

3.1.2. Ubicación geográfica

La ubicación geográfica de los tres sistemas de uso donde se realizó la investigación presenta las coordenadas UTM (Zona 18 L, Datum WGS84) del empalme 18 S, Tabla 21.

Tabla 21. Coordenada UTM de los tres sistemas de uso

Sistemas de uso	Edad del cultivo años	Coordenadas UTM		
		Este	Norte	Altitud
Sistema agroforestal	10	392488	8977537	641
Coca	8	392994	8977699	647
Bosque	15	392858	8977191	682

3.1.3. Clima

El área de Cora Cora se considera una calma semicálida o pegajosa con una pegajosidad general del 80-90% y una precipitación anual normal de 3250 mm, con la precipitación más notable entre los largos períodos de noviembre y mayo, la temperatura normal anual es de 25°C. los sistemas de uso se encuentran a una altura aproximada entre 582 y 971 m.s.n.m. (Senamhi, 2013).

3.1.4. Zona de vida

Según el Mapa Ecológico del Perú, el sector Cora Cora, específicamente el distrito Luyando se encuentra dentro de Bosque muy húmedo Premontano tropical (bmh – PT) y Bosque muy húmedo montano bajo tropical (bmh- MBT) (Holdridge, 1987).

3.1.5. Flora

La vegetación está conformada por especies pioneras, típicas de la zona encontrándose especies como *Cecropia* sp. (cetico), *Ficus trigona* (renaco), *Gynerium sagittatum* (caña brava), y herbáceas como ciperáceas y gramíneas.

3.1.6. Fauna

Estas zonas se constituyen como hábitat y refugio de mamíferos como Agouti paca (picuro), *Dasyprocta fuliginosa* (añuje), *Dasyopus novemcinctus* (carachupa), *Aotus nancymae* (musmuqui), *Callicebus cupreus* (tocón colorado).

3.1.7. Suelos

Respecto al tipo de suelo, básicamente, son profundos de textura franca arcillosa, propios de la zona con drenaje pobre y escaso desarrollo.

3.1.8. Fisiografía

Presenta una fisiografía de terraza baja, colina media terraza alta no inundable con pendientes de 8% a 30% aproximadamente y una altitud aproximada de 650 a 680 msnm (Huamani y Mansilla, 1995).

3.1.9. Hidrografía

El río principal lo constituye el río Supte que es tributario del río Huallaga, que viene a ser el eje del Sistema Hidrológico, teniendo entre su nacimiento y su desembocadura diversas fuentes de agua que conforman la cuenca del río Supte.

3.1.10. Accesibilidad

La principal vía de comunicación es la carretera central Fernando Terry, que cruza transversalmente el distrito y que llega a su capital Naranjillo, en un tramo de 10 km. El tiempo

de llegada es de 10 minutos aproximadamente y la vía de acceso es asfaltada hacia el distrito Luyando.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

- Plumón indeleble
- Plástico
- Bolsas
- Machete
- Pala

3.2.2. Equipos de campo

- Laptot
- GPS
- Cámara digital

3.2.3. Materiales de laboratorio

- Tubos de ensayo
- Pipetas
- Probeta
- Tamiz de 2 y 0.25 mm

3.2.4. Equipos de laboratorio

- Estufa
- Espectrofotómetro de absorción atómica
- pH metro
- Balanza de precisión

3.3. Generalidades de la investigación

3.3.1. Tipo de estudio

De acuerdo a la intervención Supo (2014) indica que, la investigación es de tipo observacional por la ausencia de intervención, debido a que los sistemas de uso se encuentran establecidas por los propietarios de los predios.

3.3.2. Nivel de estudio

La investigación es del nivel descriptivo (Supo, 2014) debido a que se realizaron muestreos de suelos en los tres sistemas de uso y los resultados fueron analizados mediante la estadística descriptiva.

3.3.3. Variables en estudio

Para la investigación se consideraron las siguientes variables dependientes e independientes:

– Variable dependiente

Y = Calidad del suelo de los tres sistemas de uso

Y1 Calidad del suelo sistema agroforestal de 10 años

Y2 Calidad del suelo cultivo de coca 8 años

Y3 Calidad del suelo con Bosque de 15 años.

– Variable independiente

X = indicadores físicos, químicos

X1 Conductividad eléctrica = dSm^{-1} X2 pH = pH

X3 Densidad aparente = g/cm^3

X4 Resistencia a la penetración = kg/cm^2

X5 Materia orgánica del suelo (MO) = %

X6 Fósforo disponible = mg kg^{-1}

X7 Magnesio disponible = $\text{Cmol}^{(+)} \text{kg}^{-1}$

X8 Calcio disponible = $\text{Cmol}^{(+)} \text{kg}^{-1}$

X9 Potasio disponible = $\text{Cmol}^{(+)} \text{kg}^{-1}$

X10 Capacidad de intercambio catiónico = $\text{Cmol}^{(+)} \text{kg}^{-1}$

X11 Nitrógeno = %

X12 velocidad de infiltración = cm/h

3.4. Metodología

La investigación se realizó de forma descriptiva – comparativo, debido a que se describe y realiza una comparación de los tres sistemas de uso de diferentes edades (10, 8 y 15 años).

3.4.1. Determinar los indicadores físicos y químicos del suelo en tres sistemas de uso (sistema agroforestal, coca y bosque) sector Cora Cora, distrito Luyando

- Ubicación y reconocimiento de los sistemas de uso

Se hizo una acumulación de todos los datos importantes de los tres marcos de utilización; al igual que los datos sobre suelos, la disposición de la utilización y un reconocimiento general de toda la región donde se establecieron los enfoques de examen para su evaluación individual.

- Delimitación y georreferenciación de los tres sistemas de uso

Se identificaron los tres sistemas de uso (sistema agroforestal, coca y bosque) se establecieron en cada una de ellas un transecto de forma sistemática de 50 m x 100 m para la evaluación de los indicadores físicos, químicos y biológicos, las mismas que estuvieron debidamente georreferenciadas.

- Determinación de números de muestras

La cantidad de no grabados realmente en piedra según las cualidades del espacio. de cada sistema de uso, considerando una muestra debido a la homogeneidad del terreno de los tres sistemas de uso

- Muestreo de suelo para el análisis físico químico

A raíz de la delimitación de las 3 parcelas, para lo cual se tomaron quince ejemplos transportados por una línea entrecruzada a lo largo y ancho de cada parcela, reunidos en un saco

que se homogeneizó. Cada unidad de inspección constaba de una abertura de 30 cm de profundidad, de la cual se retiraba la sujeción hasta adquirir aproximadamente 1 kg de ejemplar homogéneo por cada disposición de utilización, para su posterior intercambio al laboratorio de sujeción de la Facultad de Agronomía.

- **Determinación de los parámetros físicos del suelo**

La determinación de los indicadores físicos del suelo se tomó la metodología descrita por el Usda (1999) y Moscatelli et al. (2000) citado por Sagarpa (2012) y la Tabla 22.

Tabla 22. Indicadores físico y químico del suelo a evaluar en campo

Indicadores físicos	Método de su determinación
Estructura del suelo	Método directo
Textura del suelo	Método del hidrómetro de Bouyoucos
Densidad aparente	Por volumen, peso húmedo y seco
Temperatura del suelo	Método directo (termómetro)
Indicadores químicos	
Materia orgánica	Método de Walkley y Black
Reacción del suelo	Método del potenciómetro
Nitrógeno total	Método de Kjeldahl
Fósforo disponible	Método de Olsen
Potasio disponible	Método del ácido sulfúrico
Capacidad de intercambio Catiónico	Método del acetato

Fuente: Conjunto de indicadores físicos, químicos y biológicos propuesto para monitorear los cambios que ocurren en el suelo (Larson y Pierce, 1991; Doran y Parkin, 1994; Seybold et al., 1997).

3.4.2. Determinar la calidad del suelo mediante la metodología del Subíndice de Uso Sustentable del Suelo (SUSS) en tres sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque) sector Cora Cora, distrito Luyando

Para evaluar la calidad del suelo se utilizó el Subíndice de Uso Sostenible del Suelo (SUSS), que reunió las propiedades fisicoquímicas identificadas con la calidad del suelo, a través de la normalidad de las ventajas estandarizadas de cada marcador (I), ambos a nivel público como por sustancia gubernamental y por sistema de agua.

$$SUSS = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:

P: es el promedio del valor de los parámetros normalizados,

i: es cada indicador o parámetro analizado, y

n: es el número total de parámetros analizados.

$$P = \frac{\sum_{j=1}^m Rn_j}{m} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

Rn: es el valor resultante del parámetro normalizado

m: es el número de muestras de suelo analizadas, y

j: es cada muestra de suelo.

La ecuación de cálculo de la normalización de los indicadores es la siguiente:

$$Rn_j = 1 - \left(\frac{Vr_j - d_j}{c_j - d_j} \right) \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

Rn: es el resultado normalizado,

Vr: es el valor del parámetro fisicoquímico (indicador),

d: es el valor deseable en el indicador,

c: es el valor de corte en el indicador, y

j: es cada muestra de suelo.

Los alcances de las cualidades positivas para cada límite considerado en la evaluación SUSS se presentan en la Tabla 23.

Tabla 23. Límites edáficos, unidades de estimación, cualidades más extremas y mínimas caracterizadas para evaluar el estado actual de la tierra

Indicador	Unidad de medida	Rango o valor deseable (d)	Valor de corte ©
Materia orgánica (MO)	%	MO > 5	0.5
Densidad aparente (Dap)	g/cm ³	Dap < 1.1	1.47
Conductividad eléctrica (CE)	dSm ⁻¹	CE < 1	4.1
pH	pH	6 < pH < 7	5 < pH > 8.5
Fósforo (P)	mg kg ⁻¹	P > 5.5	0
Magnesio (Mg)	Cmol(+) kg ⁻¹	Mg > 0.3	0
Calcio (Ca)	Cmol(+) kg ⁻¹	ca > 5	0
RAS	RAS	< 2.5	4
CIC	Cmol(+) kg ⁻¹	CIC > 15	5
Nitrógeno total	%	N > 0.2	0.05

Fuente: Sagarpa (2012).

La interpretación de los índices se realizó tomando en cuenta el SUSS del Cuadro 24.

Tabla 24. Rangos interpretativos del SUSS.

Calidad del suelo	Buena	Descripción
Buena (0.95 < SUSS ≤ 1.0)	(1.0)	Las condiciones de calidad del suelo son las deseables para llevar a cabo la actividad agrícola.
Aceptable < SUSS ≤ 0.95)	(0.80)	La calidad del suelo está cercana a las condiciones deseables. Las variables analizadas poco se alejan de los valores adecuados.
Sensible < SUSS ≤ 0.78)	(0.65)	Los parámetros medidos ocasionalmente se alejan de los valores óptimos.
Marginal < SUSS ≤ 0.65)	(0.45)	Los indicadores de calidad a son distantes de los valores deseables.
Pobre < SUSS ≤ 0.45)	(0)	La calidad del suelo para fines agrícolas se encuentra amenazada o afectada. Los indicadores se alejan completamente de los niveles deseables.

Fuente: Sagarpa (2012).

3.4.3. Representar cartográficamente la distribución espacial de la calidad del suelo en tres sistemas de uso (sistema agroforestal, coca y bosque) sector Cora Cora, distrito Luyando

Para configurar las guías, se realizaron proyecciones al Sistema Universal Transversal Mercator (UTM), en el Datum WGS 84 región 18 S Hemisferio Sur, utilizando el programa ArcGis y para el control de la información, se completó la interacción de introducción utilizando el dispositivo Kriging.

En el programa ArcGis se incrustaron las direcciones de la región de revisión y se expuso la guía de circulación de la calidad de la suciedad de cada uno de los tres marcos de uso, para ello se utilizó la información que se organizó para computar el SUSS (suelo de calidad) y a través de La introducción del aparato de kringin, nos permitió concentrarnos en los atributos de las suciedades y trazar la conducta de su calidad. Por lo tanto, se explicó una capa ráster de la apropiación de la calidad de la suciedad y luego se cambió a una configuración de archivo de forma que se abordará en la guía a una escala razonable.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinar los indicadores físicos y químicos del suelo en tres sistemas de uso (sistema agroforestal, coca y bosque) sector Cora Cora, distrito Luyando

4.1.1. De los indicadores físicos

- Textura

Los tres sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque) muestran la clase textural para el sistema agroforestal de 10 años de edad y el bosque de 15 años de edad presentan una textura (Franco Arcilloso), mientras que la coca de 8 años de edad presenta una textura (Franco Arcillo Limoso) Tabla 25. Para la FAO (2015) la textura del suelo alude a la extensión de partes inorgánicas de diversas formas y tamaños como arena, sedimentos y suciedad, es una propiedad significativa que impacta como factor de riqueza y la capacidad de retener agua, circulación de aire, desechos, sustancia de materia natural y diferentes propiedades.

Tabla 25. Textura del suelo

Sistema de uso del suelo	Edad	Textura	Partículas de suelo		
			Arena	Arcilla	Limo
Sistema agroforestal	10 años	Franco Arcilloso	37	32	31
Coca	8 años	Franco Arcillo Limoso	23	34	43
Bosque	15 Años	Franco Arcilloso	39	38	23

Fuente: Elaboración propia (2021).

La Figura 1, muestra las clases texturales de los tres sistemas de uso, donde el sistema agroforestal de 10 años y el bosque de 15 años de edad presentan suelos Franco Arcilloso, la coca de 8 años suelos presenta una textura de Franco Arcillo Limoso, en todas las muestras las partículas que predominan son la arcilla.

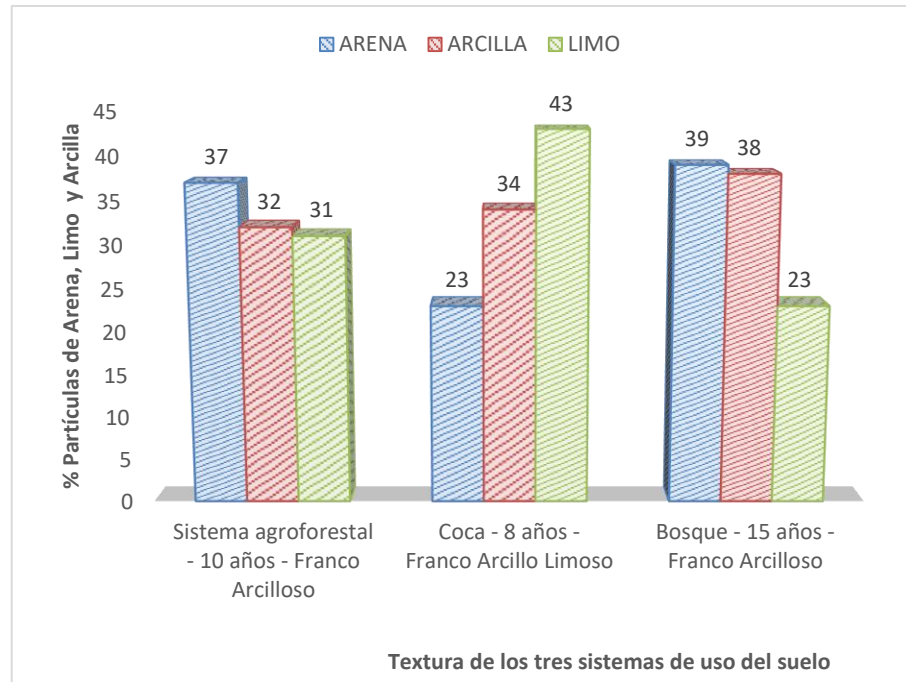


Figura 1. Clase textural de los tres sistemas de uso del suelo de diferentes edades

- Temperatura y densidad aparente

El grosor obvio de los tres marcos de uso de la tierra (marco agroforestal, coca y bosques) de 10, 8 y 15 años están todos dentro del alcance ideal, ya que están por debajo del alcance de $Dap < 1,4 \text{ g/cm}^3$ Cuadro 26. Para Keller y Håkansson, (2010) lo caracterizan como la masa de suelo por unidad de volumen (g. Cm^{-3} o t^3). Represente la compactación de la sociedad, abordando la conexión entre los sólidos y el espacio poroso. Mientras que para Taboada y Álvarez (2008) es un método para evaluar la obstrucción de la tierra a la extensión de las raíces. Se utiliza para cambiar información comunicada en focos a masa o volumen, estimaciones generalmente utilizadas en fecundidad y preparación de rendimientos amplios y esto difiere con la superficie de la tierra y la sustancia de la materia natural; Puede cambiar ocasionalmente debido al cultivo y la adherencia, particularmente en suelos con lodos, que para el caso de la investigación todos los suelos de los sistemas presentan un suelo de franco arcilloso a franco arcillo limosos.

Las temperaturas introducidas por los tres marcos de ordenamiento territorial (marco agroforestal, coca y arbolado) de 10, 8 y 15 años están dentro de las grandes temperaturas para el desarrollo típico de los marcos establecidos. Para Sagardoy y Mandolesi, (2005) la temperatura es una propiedad que tiene un impacto vital en las criaturas y en los ciclos de cambio de sustancia de la parte mineral de la sociedad. Cada especie desarrollada tiene su propio alcance de aptitud para la germinación de semillas. La mayor parte de la energía térmica

que recibe la suciedad proviene de la energía solar que recibe la planta. El nivel de calentamiento que atraviesa una suciedad por unidad de energía se reconoce como el límite de calor particular (CCE) de un suelo.

Tabla 26. Densidad aparente y temperatura del suelo

Sistemas de uso del suelo	Edad años	Análisis físico	
		DA (g/cc)	Temperatura °C
Sistema agroforestal	10	1.14	26.20
Coca	8	1.14	26.50
Bosque	15	1.00	23.20

Fuente: Elaboración propia (2021)

En la Figura 2 se muestran que se encuentran dentro de los rangos ideal de densidad aparente de las 3 muestras evaluadas de los sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque) de diferentes edades.

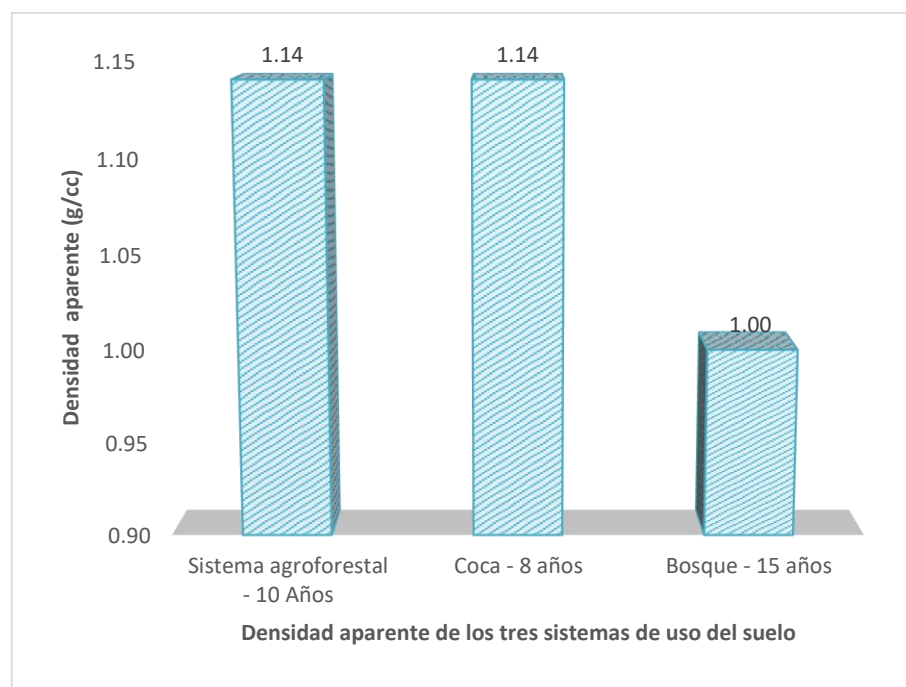


Figura 2. Densidad aparente del suelo

Referente a la temperatura los sistemas de uso de sistemas cada uno de ellas poseen un rango propio, donde la mayor parte de la energía calorífica que recibe el suelo procede de la energía solar que esta se manifiestan en sus temperaturas Figura 3.

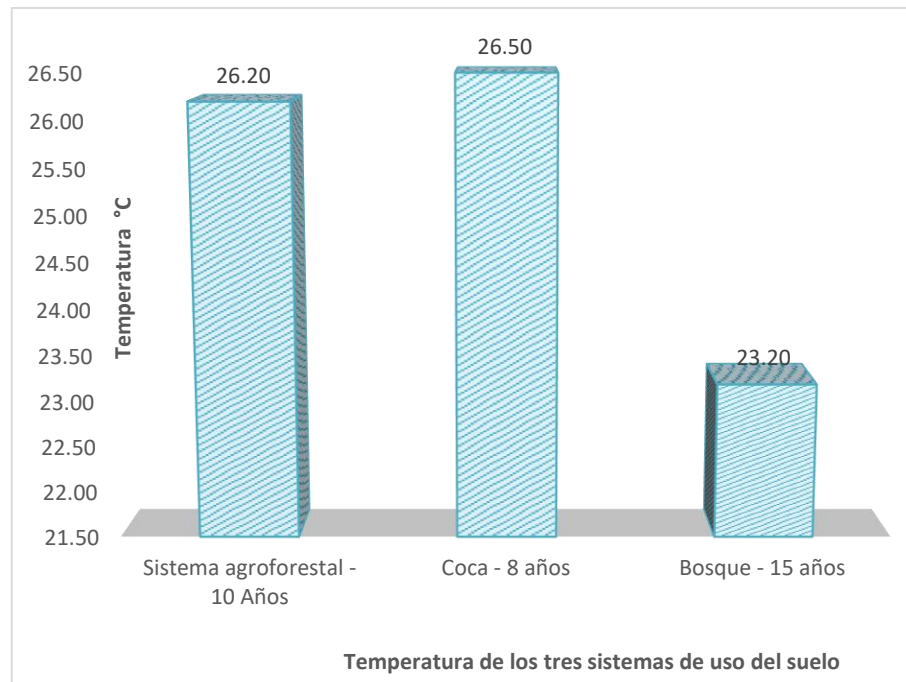


Figura 3. Temperatura de los tres sistemas de uso del suelo

4.1.2. De los indicadores químicos

- pH en el suelo

En la Tabla 27 se visualiza el pH del suelo, donde los sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque) de 10, 8 y 15 años de edad presentan pH de Fuertemente ácido a Neutro. Para Sánchez (2007) El pH es el logaritmo negativo del movimiento H^+ , que influye directamente en la solvencia, accesibilidad e ingestión de los suplementos fundamentales para el desarrollo, el avance de las plantas, los ciclos naturales y la acción microbiana. puede cambiar dependiendo del material de origen, la vegetación, el medio ambiente, la geología, la época del año, las cosechas y el suelo que ensayan los ejecutivos, la utilización de sales aromáticas, abonos, materia natural, movimiento orgánico. Mientras que para Doran y Parkin (1996), la mayoría de los suelos bajo maderas húmedas y sub-pegajosas hasta regiones limpias semi-resecas tienen valores de pH en algún lugar en el rango de 4.0 y 8.0; Los valores por encima y por debajo de este alcance se deben en general a la abundancia de sales de Ca y Na o partículas de H^+ y Al^{3+} individualmente en la disposición de la suciedad. Concordando con el autor ya los resultados de la investigación se encuentran dentro de esos rangos.

Tabla 27. pH del suelo

Sistema de uso del suelo	Edad años	pH	Descripción
		1:1	
Sistema agroforestal	10	6.97	Neutro
Coca	8	4.60	Fuertemente ácido
Bosque	15	4.01	

Fuente: Elaboración propia (2021).

La Figura 4, muestran los rangos de pH de los tres sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque) de 4,8 y 15 años de edad que varían de fuertemente ácido a neutro.

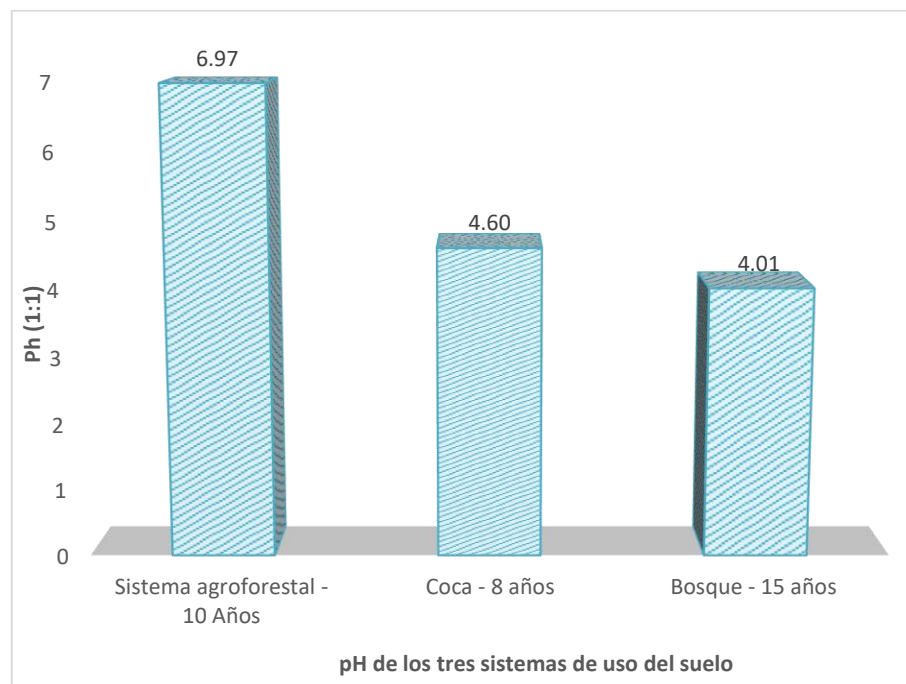


Figura 4. pH del suelo

- **Materia orgánica del suelo**

La Materia orgánica en el suelo de los tres sistemas de uso del suelo de 10, 8 y 13 años edad presenta niveles Bajos de materia orgánica. Para Sagarpa (2012) La materia natural es una disposición complicada de sustancias compuestas por restos de plantas y criaturas, que están expuestos a un curso constante de cambio y unión, normalmente presentes en cantidades mucho más bajas que la porción mineral; su trabajo es tan significativo o más notable para el avance y las propiedades de los suelos, prefiriendo la penetración del agua y la circulación del

aire del suelo, avanzando en el mantenimiento del agua, disminuyendo la desintegración y controlando el destino de los pesticidas aplicados (Gregorich, 1991). mientras que para Stevenson (1994) funciona como una instalación de almacenamiento de suplementos vegetales y carbono, que se entregan gradualmente y ayudan a la solubilización de estos suplementos a partir de minerales insolubles presentes en la tierra.

Tabla 28. Materia orgánica del suelo

N° de muestra	Edad años	M.O.	Nivel
		%	
Sistema agroforestal	10	1.68	
Coca	8	1.23	Bajo
Bosque	15	1.39	

Fuente: Elaboración propia (2021)

La Figura 5, muestra el porcentaje de materia orgánica, los tres sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque) de 10, 8 y 15 años de edad presentan niveles bajos en materia orgánica.

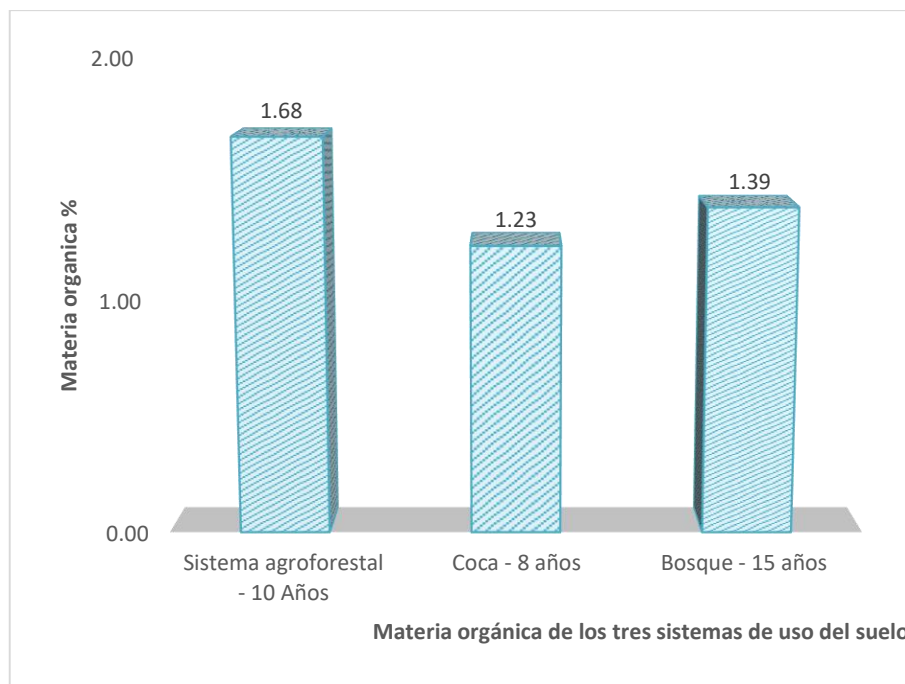


Figura 5. Materia orgánica de los tres sistemas de uso del suelo

- Nitrógeno del suelo

En la Tabla 29, se observa el nitrógeno (N) presente en el suelo de los tres sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque) de 10, 8 y 15 años de edad el nivel de

nitrógeno es Bajo. Sanchez (2007) manifiesta que la fuente fundamental de N es el aire, donde es el gas abrumador. Este N climático se hace accesible a las plantas a través de la medida de obsesión natural que hacen los microorganismos específicos; mientras que las reservas de N en la tierra se componen de una rápida descomposición de la materia natural, mezclas húmicas con una mineralización más lenta y una pequeña división se encuentra en mezclas inorgánicas como NH^{+4} y NO^{-3} . Para Sagarpa (2012) en muchos suelos y en el horizonte superficial, más del 90% del N se encuentra en estructuras naturales y el resto como $\text{NH} + 4$ retenido por las suciedades, coincidiendo con el creador.

Tabla 29. Nitrógeno del suelo

N° de muestra	Edad años	N	
		%	Nivel
Sistema agroforestal	10	0.08	
Coca	8	0.06	Bajo
Bosque	15	0.07	

Fuente: Elaboración propia (2021)

En la Figura 6, los porcentajes de Nitrógeno (N) en relación a las 3 muestras analizadas en los tres sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque), presentan niveles Bajos.

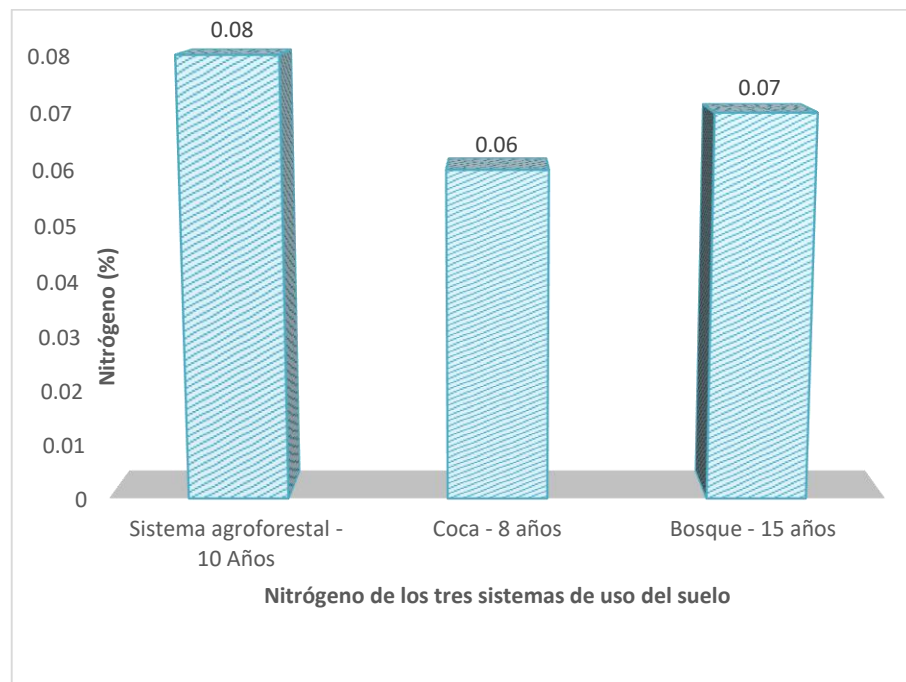


Figura 6. Nitrógeno de los tres sistemas de uso del suelo

- Fósforo del suelo

En la Tabla 30, se visualizan los resultados del fósforo (P) presente en el suelo en los tres sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque) de 10, 8 y 15 años presentan niveles de muy bajo a bajo. Para Fassbender (1984) el contenido de fósforo total en los suelos parece estar ligado con el contenido de materia orgánica y con su evolución pedológica, concordando con el autor ya que la materia orgánica presenta niveles bajos en los tres sistemas.

Tabla 30. Fósforo del suelo

N° de muestra	Edad años	P	Nivel
		ppm	
Sistema agroforestal	10	6.56	Bajo
Coca	8	2.95	
Bosque	15	3.20	Muy bajo

Fuente: Elaboración propia (2021).

La Figura 7, muestran los rangos de fósforo (P) en ppm en relación al muestreo realizados en suelos de los tres sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque) de diferentes edades de 10, 8 y 15 años presentan niveles muy bajo a bajo.

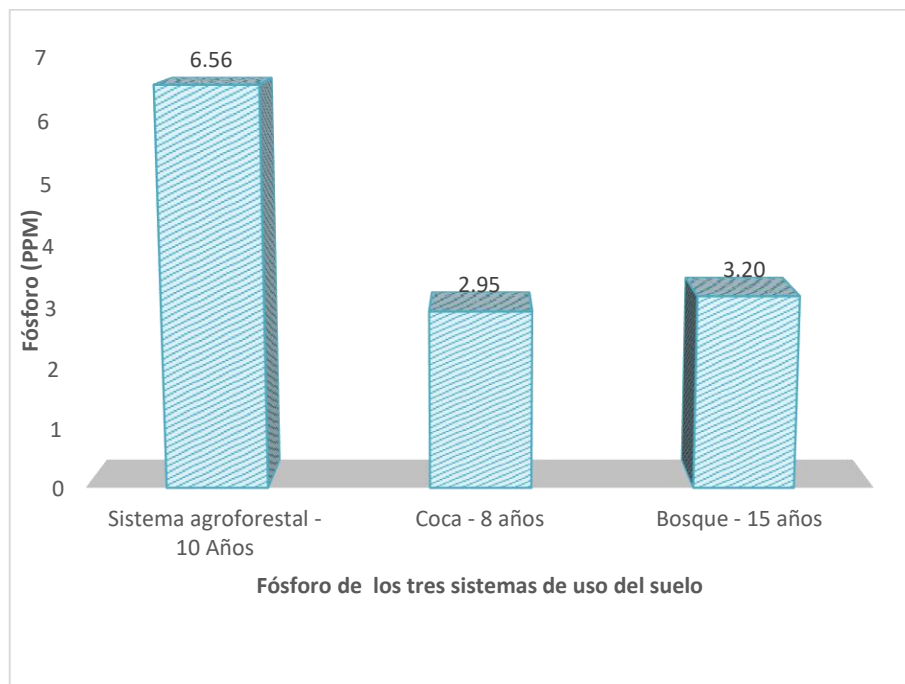


Figura 7. Fósforo de los tres sistemas de uso del suelo

- Potasio del suelo

En la Tabla 31 Se muestra el potasio (K) en la tierra de los tres marcos de uso del suelo (marco agroforestal, coca y monte bajo) de 10, 8 y 15 años, presente niveles bajos. Bazelet (1998) afirma que el potasio contenido en la disposición de la suciedad se dirige a una pequeña parte de todo el potasio, su sustancia como K_2O se basa en su superficie, la porción arcillosa es la que tiene la sustancia más elevada, por lo que los suelos terrestres y los residuos arcillosos son más extravagantes que los sedimentos arenosos y arenosos, no impartiendo al creador lo que se ha referenciado ya que en la exploración las clases texturales son tierra vegetal fangosa y capa superficial fangosa limosa y presentan bajos grados de potasio en los tres marcos de uso.

Tabla 31. Potasio del suelo

N° de muestra	Edad años	K	Nivel
		Kg. K_2O/ha	
Sistema agroforestal	10	83.71	Bajo
Coca	8	68.82	
Bosque	15	62.07	

Fuente: Elaboración propia (2021)

La Figura 8, se muestra el potasio en $kg.KO_2/ha$ de las muestras de suelos de los tres sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque) de diferentes edades de 10, 8 y 15 presentan niveles Bajos de potasio en el suelo.

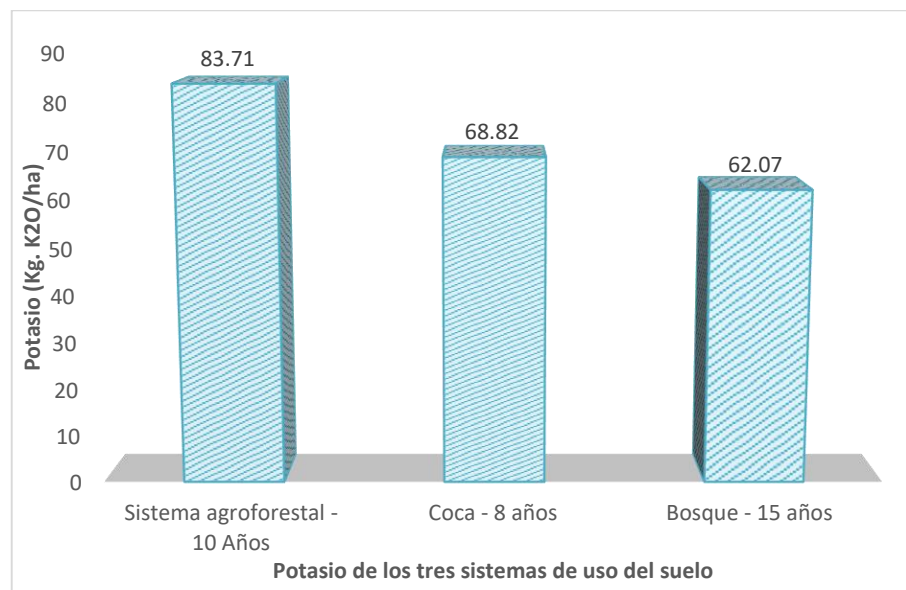


Figura 8. Potasio de los tres sistemas de uso del suelo

- Capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo

En la Tabla 32, las secuelas del límite de comercio de cationes (CEC) presentes en la sucesión de los tres marcos de uso de suelo (marco agroforestal, coca y bosques) de 10, 8 y 15 años se ven con niveles bajos de CIC. Para Fao (2015) una tierra con una CIC baja demuestra una baja capacidad para contener suplementos, arenosos o pobres en materia natural, para la exploración presentan grados bajos o indefensos de materia natural.

Tabla 32. Capacidad de intercambio catiónico del suelo

N° de muestra	Edad años	CIC	Nivel
		Cmol(+)/kg	
Sistema agroforestal	10	7.78	
Coca	8	0.00	Bajo
Bosque	15	0.00	

Fuente: Elaboración propia (2021).

La Figura 9, muestran los rangos de capacidad de intercambio catiónico (CIC) en relación al muestreo realizado en los tres sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque) de diferentes edades de 10, 8 y 15 años de edad presentan niveles bajo.

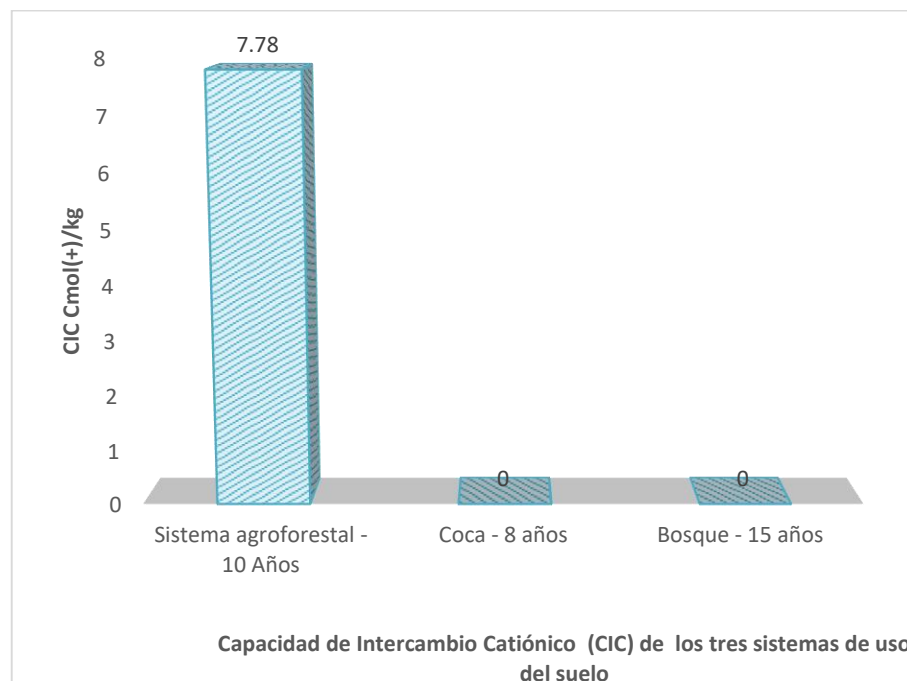


Figura 9. Capacidad de intercambio catiónico de los tres sistemas de uso del suelo

4.2. Determinación de la calidad del suelo mediante la metodología del subíndice de uso sustentable del suelo (SUSS) en tres sistemas de uso del suelo (sistema agroforestal, coca y bosque) sector Cora Cora distrito Luyando

En la Tabla 33, se visualiza la calidad de suelo en los tres sistemas de uso muestreadas en el sector Cora Cora distrito Luyando; el sistema agroforestal de 10 años de edad presenta una calidad Sensible, mientras que los sistemas de coca de 8 años y bosque de 15 años de edad presentan una calidad Pobre. Para Doran y Parkin (1994) Evaluar el estado actual de las suiedades, considerando aquellos límites edáficos que influyen en su calidad, se pensó en un número base de propiedades examinadas, consideradas las más pertinentes para el uso hortícola mundial, tanto en condiciones de sistema hídrico como en estados breves, para el examen. La naturaleza de la suiedad de los tres marcos de utilización se realizó en condiciones impermanentes. Sagarpa (2012) afirma que a partir de la información estandarizada se determinó un simple normal (apéndice de uso sustentable de la tierra) y este se caracterizó por los alcances de calidad caracterizados, para cada propiedad edáfica considerada, más extrema y menos no realmente grabada en piedra, de en el que los marcadores de calidad se estandarizaron para llevarlo a valores entre cero y uno, donde 1 se refiere al estado de mejor calidad y cero al más terrible. Aún en el aire, el SAF y el cocal introdujeron una superficie de suelo de barro arenoso y la capa de tierra arenosa opcional. El marco que introdujo el grosor claro más destacable fue la cocaína (1,49 g / cc). La estimación de conductividad eléctrica más destacable fue la introducida por el SAF (1,84 dS • m-1). Si bien Obregón (2017) evaluó en el parque público Tingo María en un espacio de uso especial con la intercesión del hombre a lo largo del largo plazo donde hizo un cambio de la, no grabó en piedra los punteros físico-sustancia y la naturaleza de la suiedad por la estrategia de sublista de uso factible de la tierra (SUSS). Los efectos secundarios de los indicadores reales presentan clases de textura distintivas que difieren del suelo arenoso a la tierra superficial del suelo.

Tabla 33. Sub índice de calidad de uso sustentable del suelo SUSS

EDAD	SUSS	CALIDAD
Sistema agroforestal de 10 años	0.68	Sensible
Coca de 8 años	0.16	Pobre
Bosque de 15 años	0.12	

Fuente: Elaboración propia (2021)

En la Figura 10, se visualiza que el sistema agroforestal de 10 años de edad presenta suelos de calidad Sensible, el sistema de coca de 8 años y el sistema de Bosque de 15 años edad presentan suelos de calidad Pobre.

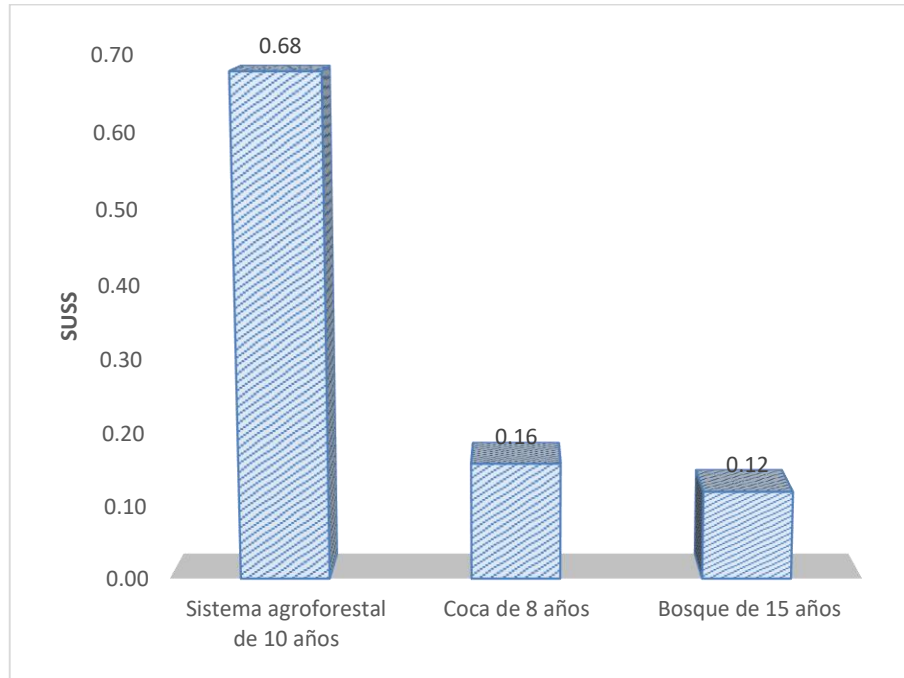


Figura 10. Calidad de suelos

4.3. Representar cartográficamente la distribución espacial de la calidad del suelo en tres sistemas de uso (sistema agroforestal, coca y bosque) sector Cora Cora distrito Luyando

En la Tabla 34, se observan la distribución espacial de la calidad del suelo en tres sistemas de uso (sistema agroforestal, coca y bosque) con diferentes edades en el sector Cora Cora distrito Luyando, donde el sistema agroforestal de 10 años de edad presenta un área de 1.60 ha, donde su calidad está distribuida 0.56 ha con calidad pobre y 1.04 ha con calidad sensible, mientras que el sistema con cultivo de coca de 8 años con 0.52 ha y el sistema de Bosque secundario de 15 años de edad con 1.49 ha presentan una calidad de suelo Pobre. Azañero (2016) determinó marcadores reales del suelo, indicadores de sustancias, calidad del suelo a través del sub-registro de uso razonable del suelo (SUSS) y los marcadores más poderosos sobre la calidad del suelo en tres marcos de uso (SAF, bosque y coca) ubicados en el territorio Desde Río Espino - Monzón, el Las calidades obtenidas de cada puntero fueron dictadas por el SUSS de cada marco, disponiendo el SAF, maderas auxiliares y ex-maderables

de coco con calidad OK, delicada y periférica individualmente, siendo el SAF la persona que obtuvo la mejor calidad.

Obregón (2017) evaluó el parque público Tingo María en una región de uso excepcional con la mediación del hombre a lo largo del largo plazo donde hizo un ajuste de los, no grabados en piedra los punteros físico-sustancia y la naturaleza de la suciedad por el sub - Técnica de archivo. de uso factible de la tierra (SUSS). Completar la lectura de 4 pozos agrupados por taxonomía de suelos, muestreos de suelos en 10 lugares de la región de revisión que fueron examinados en el laboratorio de suelos de la UNAS; Con base en las disecciones de laboratorio, la suciedad aún en el aire utilizando el enfoque SUSS, infiriendo que la zona de uso poco común del PNTM según la estrategia SUCSS presenta suelos de baja calidad (2 y 3) insignificantes (4, 7 y 10) , delicado (1, 5, 8 y 9) y adecuado (6).

Campos (2019) marcadores reales del suelo, indicadores de sustancias, calidad del suelo a través del sub-registro de uso razonable del suelo (SUSS) y los marcadores más poderosos sobre la calidad del suelo en tres marcos de uso (SAF, bosque y coca) ubicados en el territorio Desde Río Espino - Monzón, el Las calidades obtenidas de cada puntero fueron dictadas por el SUSS de cada marco, disponiendo el SAF, maderas auxiliares y ex-maderables de coco con calidad OK, delicada y periférica individualmente, siendo el SAF la persona que obtuvo la mejor calidad.

Obregón (2017) evaluó el parque público Tingo María en una región de uso excepcional con la mediación del hombre a lo largo del largo plazo donde hizo un ajuste de los, no grabados en piedra los punteros físico-sustancia y la naturaleza de la suciedad por el sub -Técnica de archivo. de uso factible de la tierra (SUSS). Completar la lectura de 4 pozos agrupados por taxonomía de suelos, muestreos de suelos en 10 lugares de la región de revisión que fueron examinados en el laboratorio de suelos de la UNAS; Con base en las disecciones de laboratorio, la suciedad aún en el aire utilizando el enfoque SUSS, infiriendo que la zona de uso poco común del PNTM según la estrategia SUCSS presenta suelos de baja calidad (2 y 3) insignificantes (4, 7 y 10) , delicado (1, 5, 8 y 9) y adecuado.

Tabla 34. Distribución espacial de la calidad del suelo por sistema de us

Distribución espacial de calidad suelo					
USO	Área por parcela (ha)	Calidad de suelo	Rango (SUSS)	Área por calidad (ha)	Porc.(%)

Sistema agroforestal	1.60	Pobre	0 - 0.45	0.56	15.51
		Sensible	0.65 - 0.80	1.04	28.81
Coca	0.52	Pobre	0 - 0.45	0.52	14.40
Bosque secundario	1.49	Pobre	0 - 0.45	1.49	41.27
Total				3.61	100.00

Fuente: Elaboración propia (2021)

En la Figura 11, y plano se observa que en un área de 3.61 ha se ubican tres sistemas de uso de diferentes edades de los cuales el sistema agroforestal de 10 años de edad con un área de 1.60 ha predomina en mayor hectárea un suelo de calidad sensible con 1.04 ha, mientras que en menor hectárea se presenta un suelo de calidad pobre, en el sistema coca de 8 años de edad toda el área de 0.52 ha son suelos de calidad pobre y el sistema de bosque secundario de 15 años presenta un área de 1.49 ha, es considerado como suelo de calidad pobre.

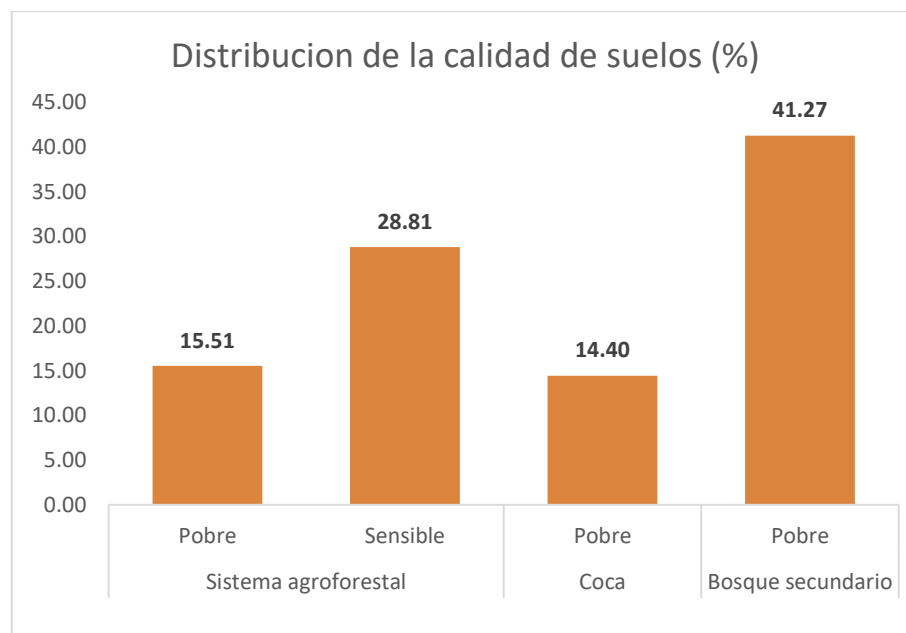


Figura 11. Porcentajes de distribución de calidad del suelo

V. CONCLUSIONES

1. Los indicadores físicos y químicos de los tres sistemas de uso (sistema agroforestal, coca y bosque) con edades de 10, 8 y 15 años de edad fueron:
 - Los indicadores físicos presentan clases texturales de franco arcillo limoso en el sistema coca y franco arcilloso en el sistema agroforestal y bosque, densidad aparente todas se encuentran en un rango ideal y temperatura favorables para el normal crecimiento de los sistemas establecidos.
 - Los indicadores químicos; presentan niveles pH (4.01 – 4.60) fuertemente ácido, (6.97) neutro, en cuanto a materia orgánica (1.23% – 1.68%), nitrógeno (0.06% – 0.08%), fósforo (2.95 ppm – 6.56 ppm); potasio (62.07 Kg.K₂O/ha – 83.71 Kg.K₂O/ha) y capacidad de intercambio catiónico en el suelo (0.00 Cmol(+)/Kg – 7.78 Cmol(+)/Kg) bajos en todos los sistemas.
2. La calidad del suelo en los tres sistemas con diferentes edades; el sistema agroforestal presenta una calidad sensible (0.68), mientras que el sistema coca (0.16) y bosque (0.12) presentan una calidad pobre.
3. La representación cartográfica mediante la distribución espacial de la calidad del suelo en los tres sistemas de uso dentro de un área de 3.61 ha presenta una calidad pobre.

VI. RECOMENDACIONES

1. En base a los análisis de suelos se deberá realizar un plan de manejo de suelos, debido a que son factores que influyen en la calidad del suelo.
2. Realizar acciones de recuperación de los suelos mediante la aplicación de abonos orgánicos con la finalidad de mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adriaanse, A (1993). Environmental policy performance indicators. A study on the development of indicators for environmental policy in the Netherlands. Sdu Uitgeverij Koninginnergrach, The Netherlands. 1993
- Astier, M. et al. (2002). Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*. 36 (5):605. 2002.
- Bazán, R. (1996). Manual para el Análisis Químico Suelos Aguas Plantas. Universidad Nacional Agraria la Molina. Fundación para el Desarrollo Agrario. 54 p.
- Cairo, P. (1995). La fertilidad física de suelos y la agricultura orgánica en el trópico. Universidad Nacional Agraria, Managua. 228 pp.
- Campos, M. (2019). Calidad de suelo del cultivo de cacao de diferentes edades sector ventejeve distrito y provincia de Tocache – San Martín. Tesis para otra el título de Ingeniero en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 102 p.
- Doran, J.W. y Parkin, B.T. (1994). Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Soil Science Society of America, Inc. Special Publication. Number 35. Madison, Wisconsin, USA.
- Fao. (2015). Organización de las Naciones Anidadas para la Alimentación y la Agricultura Propiedades físicas químicas y biológicas del suelo. [En Línea]: (<http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/es/>).
- Fassbender, H. (1975). Química de suelos con énfasis en Suelos de América Latina. 2ed. IICA. San José, Costa Rica. 404 p.
- Fassbender, H. W. (1984). Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Cuarta edición. Editorial IICA, San José. 398 pp.
- Foth, H. D. (1985). Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Editorial Continental, S. A. México. 433 p.
- Gregorich, E.G., (1991). Turnover of carbon through the microbial biomass in soils with different textures. *Soil Biol. Biochem.* 23: 799-805.
- Henríquez, H. & Cabalceta, G. (1999). Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola. 1ra Edición. San José, Costa Rica. ACC. 111 p.
- Holdridge. (1987). Ecología basada en zonas de vida. 3 ed. San José, Costa Rica. Servicio Editorial IICA. 216 p.

- Huamani, H., Mansilla, L. (1995). Caracterización del estado nutricional de los suelos degradados del alto Huallaga. En *tropicultura*. Tingo María, Perú. Vol. 1(2). 7-17 p.
- Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura. (INTAGRI). (2017). Propiedades físicas del suelo y el crecimiento de las plantas. Serie Suelos. Núm. 29. *Artículos Técnicos de INTAGRI*. México. (<https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>). pdf.
- Jiménez, R. y González, V. (2006). La calidad de suelos como medida para su conservación. *Edafología*. Universidad Autónoma de Madrid. Dpto. de Geología y Geoquímica. Madrid, España, vol 13, 125-138 p.
- Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F., Schuman, G.E., (1997). Calidad del suelo: un concepto, definición y marco para la evaluación. *Soil Science Society of America Journal* 61, 4– 10.
- Larson, W.E. y Pierce, F.J., (1991). Conservación y mejora de la calidad del suelo. En: Dumanski, J. (Ed.), *Evaluación para el manejo sostenible de la tierra en el mundo en desarrollo*. Actas del Taller Internacional.
- Mendoza, R. (2011). *Manejo de suelos utilizando indicadores de calidad de suelo*. Nicaragua. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, Universidad Nacional Agraria. Managua. Guía técnica.
- Moscattelli, G., Sobral, R., Nakawa, V. (2005). Nueva tendencia para conocer el estado de los suelos. [En línea]: (<http://www.inta.gov.ar/Articulo>, 13 Jun. 2021).
- Obregón, S. (2017). Clasificación Taxonómica y calidad de suelo en la zona de uso especial del Parque Nacional de Tingo María (PNTM). [Tesis de grado]. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú.
- Ortiz, B. & Ortiz, C. (1990). *Edafología*. Editora V. Gómez Cueva, Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. 394 p.
- Palomino, T. (2015). *Calidad de los suelos en vegetación de diferentes edades en la localidad Caracol - distrito Chinchao- Huánuco*. [Tesis de grado]. Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- Pritchett, W. (1990). *Suelos forestales*. Editorial Limusa, México D.F. 364 pp.
- Quintero G. (1980). *Suelos*. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Sagarpa. (2012). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Subíndice de Uso Sustentable del Suelo – Metodología de Cálculo. [En Línea]: SMYE, ([http://smye.info/rn/ind_fin/suelos/Documento metodologico_suelos.pdf](http://smye.info/rn/ind_fin/suelos/Documento%20metodologico_suelos.pdf), 02 junio 2021).

- Sagardoy, M. y Mandolesi, M. (2005). *Biología del suelo. Guía de estudio*. Universidad Nacional del Sur. Ediciones UNS. 127 p.
- Sánchez, J. 2007. *Fertilidad de suelos y nutrición mineral de plantas*. FERTITEC S.A. 19 p.
- Senamhi. (2013). *Boletín Regional*. Huánuco, Perú. 30 p.
- Singer, M.J. y Ewing, S. (2000). *Soil Quality*. En *Handbook of Soil Science*. Chapter 11 (ed. Sumner, M. E.), 271-298, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- SQI-Instituto de Calidad del Suelo. (1996). *Indicadores para la Evaluación de la Calidad del Suelo*. Servicio de Conservación de Recursos Naturales del USDA. Preparado por el Centro Nacional de Encuesta de Suelos en cooperación con el Instituto de Calidad del Suelo, NRCS, USDA y el Laboratorio de Tierras de Suelo, Servicio de Investigación Agrícola. Estados Unidos.
- Stevenson, F.J. (1994). *Humus Chemistry: Genesis, composition, reactions*. Wiley, New York.
- Taboada, M.A.; Álvarez, C.R. (2008). *Fertilidad física de los suelos*. 2da Ed. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- United States Department of Agriculture. [Usda]. (1999). *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo*. Departamento de agricultura de los Estados Unidos.
- Vélez, M., Vélez, J. (2002). *Infiltración*. Universidad Nacional de Colombia, Unidad de Hidráulica.
- Yaros, P.M. (2017). *Calidad de suelo del cultivo a través del sub índice de uso sustentable SUSS, en diferentes sistemas de uso en el distrito de Padre Flipe Luyando*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables mención Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 108 p.

ANEXO

Anexo 1. Tabulación de datos

Tabla 35. Datos de los indicadores físicos del suelo

Área de estudio	Años	Densidad aparente	Resistencia a la penetración	Temperatura del suelo	Velocidad de Infiltración	Textura del suelo
		g/cm ³	Kg/cm ²	°C	cm/h	
Sistema agroforestal	10	1.14	2.30	26.20	20.50	Franco Arcilloso
Cultivo de coca	8	1.14	2.50	26.50	21.40	Franco Arcillo Limoso
Bosque	15	1.00	2.40	23.20	20.30	Franco Arcilloso

Fuente: Elaboración propia (2021).

Tabla 36. Datos de los indicadores químicos del suelo

Área de estudio	Años	Potasio disponible K(ppm)	Potencial de hidrógeno (pH)	Fósforo disponible P (ppm)	Materia Orgánica MO (%)	Nitrógeno Total N (%)	Calcio intercambiable Ca (Cmol(+)/kg)	Magnesio intercambiable Mg (Cmol(+)/kg)	Capacidad de Intercambio Catiónico CIC (Cmol(+)/kg)
Sistema agroforestal	10	83.71	6.97	6.56	1.68	0.05	5.95	1.30	7.78
Cultivo de coca	8	68.82	4.6	2.95	1.23	0.06	3.65	0.80	0.00
Bosque	15	62.07	4.01	3.20	1.39	0.07	3.43	0.60	0.00

Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo 2. Calculo del SUSS

Para determinar el SUSS primero es necesario encontrar Rn de cada indicador (j) de cada muestra.

La materia orgánica del sistema agroforestal de 10 años es (1.68), se establece el valor de corte (0.5) y el valor deseable (5.1) según la Tabla 20 de parámetros edáficos, unidades de medida, valores máximos y mínimos definidos para evaluar el estado actual del suelo y se calcula de la siguiente manera:

$$Rn_j = 1 - \left(\frac{Vr_j - d_j}{c_j - d_j} \right) \quad Rn_j = 1 - [1.68 - 5.1/0.5 - 5.1] = 14.62$$

Entonces encontramos el Rn de todos los indicadores evaluados en los tres sistemas de uso del suelo distrito Luyando (sistema agroforestal de 10 años, cultivo de coca de 8 años y Bosque de 15 años) y aplicamos, directamente la fórmula del SUSS.

Siempre que se esté trabajando con una muestra compuesta en este caso el $Rn = P$.

Pero si se tiene más de una muestra analizada por caserío se calcula

$$P = \frac{\sum_{j=1}^m Rn_j}{m}$$

Rn de cada indicador de cada muestra y se obtiene el promedio de los Rn , de cada indicador de cada muestra y luego este promedio es P y este último se aplica en la formula final del SUSS.

$$SUSS = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

Tabla 37. Normalización de indicadores fisicoquímicos para el cálculo del SUSS de los sistemas de uso en 10, 8, 15 años

Área de estudio	Años	Densidad aparente DA (g/cm ³)	Potencial de hidrógeno (pH del suelo)	Fósforo disponible P (mg/kg)	Materia orgánica MO (%)	Nitrógeno total N (%)	Calcio intercambiable Ca (Cmol(+)/kg)	Magnesio intercambiable Mg (Cmol(+)/kg)	Capacidad de Intercambio Cationico CIC (Cmol(+)/kg)
Sistema agroforestal	10	1.14	0.00	6.56	1.68	0.05	5.95	1.30	7.78
Cultivo de coca	8	1.14	0.23	2.95	1.23	0.06	3.65	0.80	0.00
Bosque	15	1.00	0.27	3.20	1.39	0.07	3.43	0.60	0.00

Fuente: Elaboración propia (2021).

Para determinar el SUSS se realiza la sumatoria de todos los parámetros de cada sistema de estudio (MO, Da, pH, P, Mg, Ca, CIC y N) obteniendo un promedio de 0.80 para el sistema agroforestal de 10 años, 0.52 para el cultivo de coca de 8 años y 1.49 para el sistema bosque de 15 años de edad.

Tabla 38. Datos del Subíndice de uso sustentable del suelo y clasificación de la calidad de los sistemas de uso con edades de 10, 8, 15 años

Área de estudio	Años	SUSS	Calidad
Sistema agroforestal	10	0.56	Pobre
		1.04	Sensible
Cultivo de coca	8	0.52	Pobre
Bosque	15	1.49	

Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo 3. Panel fotográfico



Figura 12. Georreferenciación parcela con cultivo de coca de 8 años



Figura 13. Georreferenciación del sistema agroforestal de 10 años



Figura 14. Georreferenciación del sistema bosque secundario de 15 años

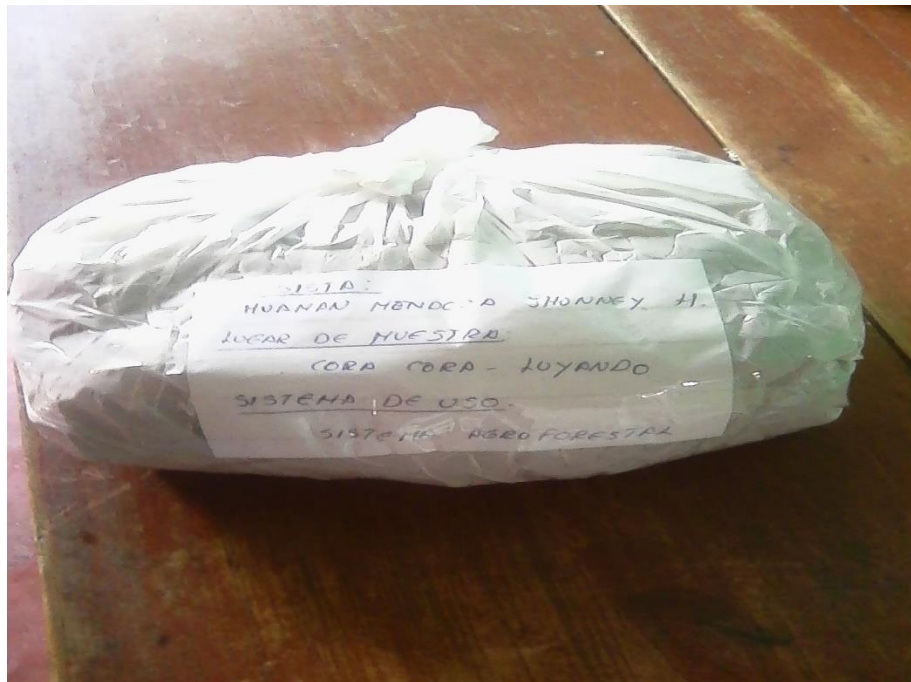


Figura 15. Muestra de suelo sistema agroforestal de 10 años.

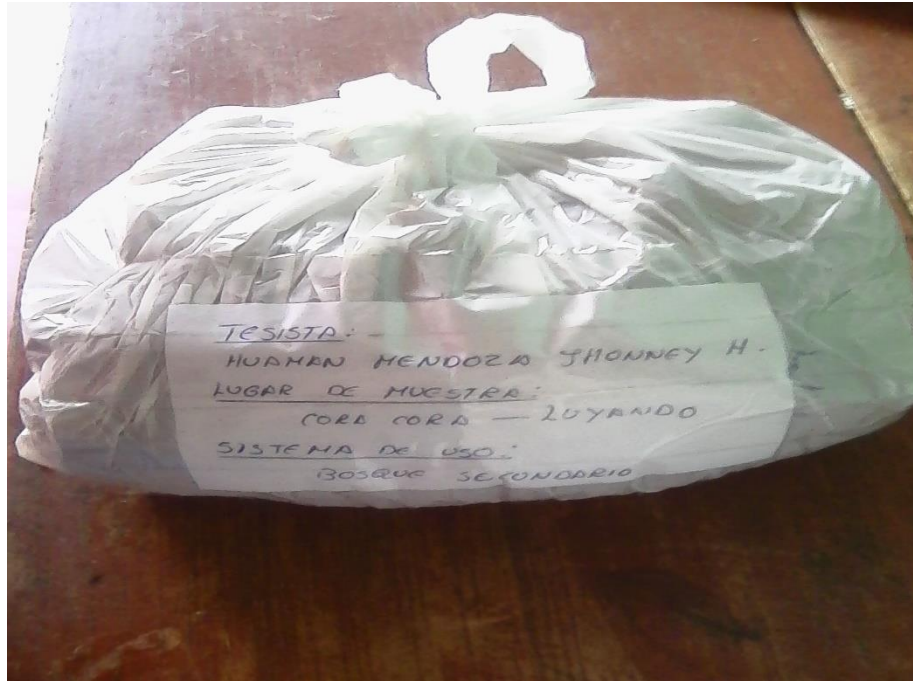


Figura 16. Muestra de suelo sistema bosque secundario de 15 años

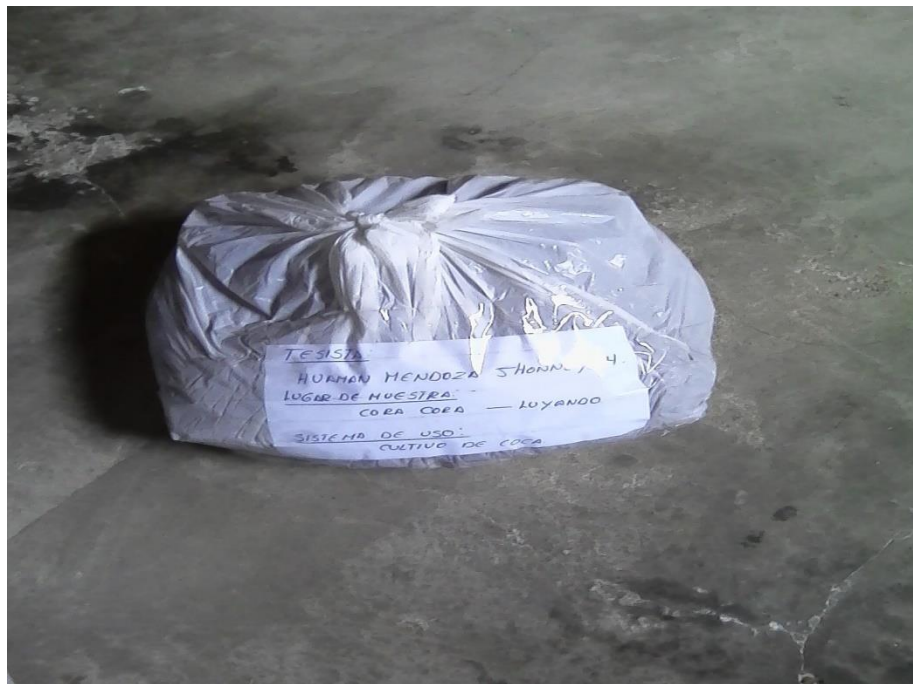


Figura 17. Muestra de suelo sistema cultivo de coca de 8 años.



Figura 18. Toma de muestra del suelo cultivo de coca de 8 años.

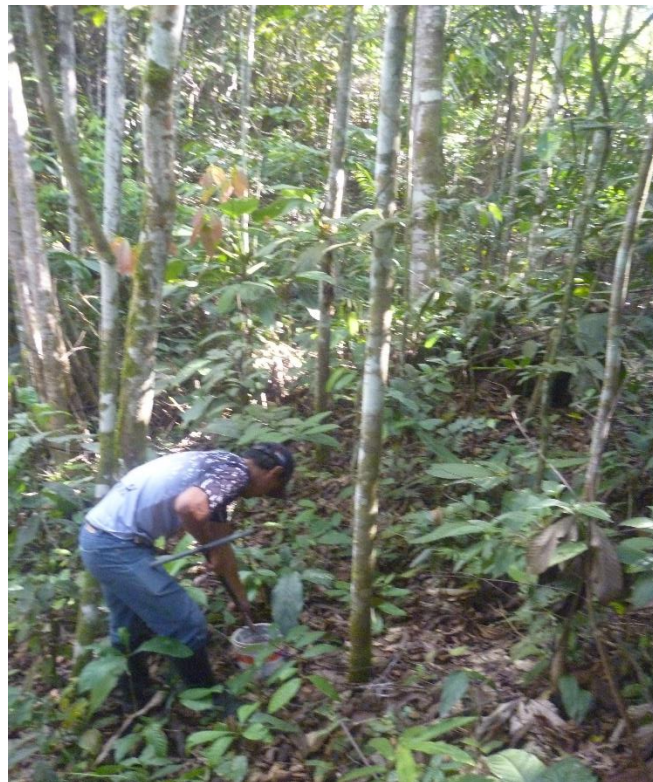


Figura 19. Toma de muestra de suelo del sistema bosque secundario de 15 años.



Figura 20. Toma de muestra de suelo de un sistema agroforestal de 10 años.



Figura 21. Chequeo del sistema cultivo de coca de 8 años.

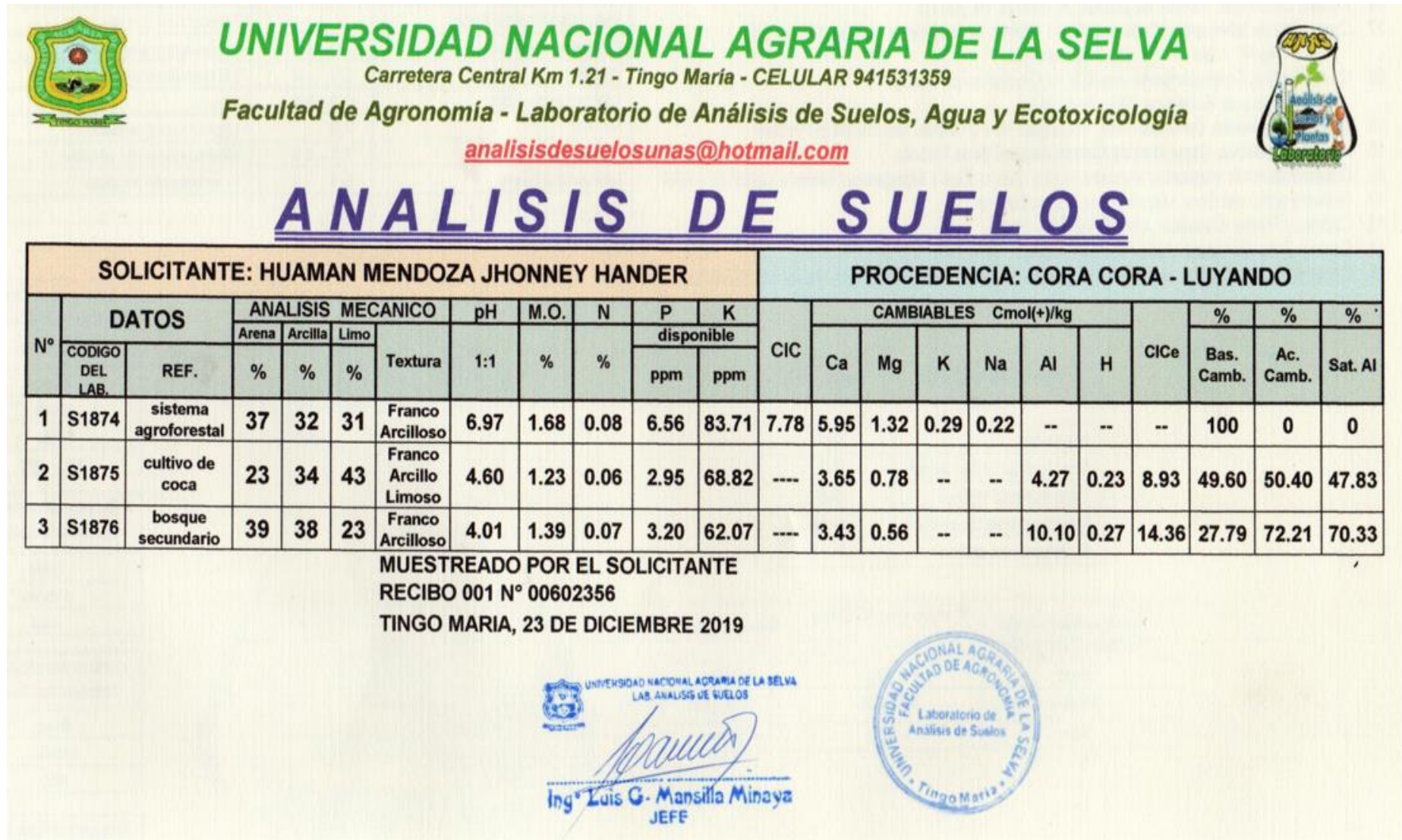


Figura 22. Análisis de suelo de los tres sistemas de uso del suelo distrito Luyando

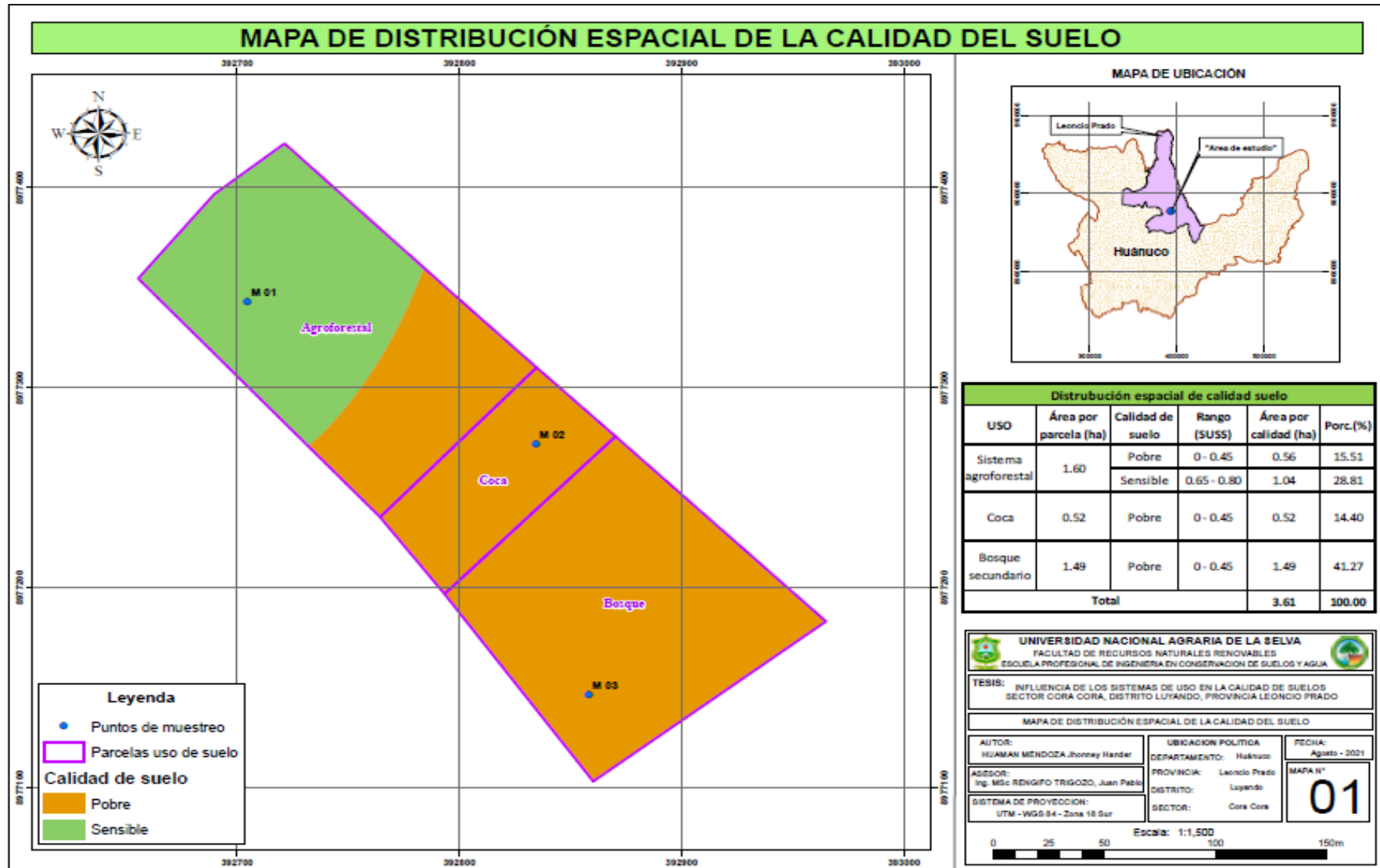


Figura 23. Mapa de distribución espacial de los tres sistemas de uso del suelo, distrito Luyando