

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



CALIDAD DEL SUELO DE LA ISLA SOTO, DISTRITO PUEBLO NUEVO –
LEONCIO PRADO

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

PRESENTADO POR:

GONZALES DAVILA ARACELI ROSA

Tingo María – Perú

2025



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 052-2025-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 24 marzo de 2025, a horas 5:00 p.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“CALIDAD DEL SUELO DE LA ISLA SOTO, DISTRITO PUEBLO
NUEVO - LEONCIO PRADO”**

Presentado por la Bachiller: **GONZALES DAVILA, ARACELI ROSA**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

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, 07 de mayo de 2025

Dr. JOSE D. LEVANO CRISOSTOMO
PRESIDENTE

Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
MIEMBRO

Ing. JAIME TORRES GARCIA
MIEMBRO



Ing. MSc. JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO
ASESOR



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 164 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CALIDAD DEL SUELO DE LA ISLA SOTO, DISTRITO PUEBLO NUEVO – LEONCIO PRADO	GONZALES DAVILA, ARACELI ROSA	21 % Veintiuno

Tingo María, 30 de mayo de 2025


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomás Menacho Mallqui
JEFE

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



CALIDAD DEL SUELO DE LA ISLA SOTO, DISTRITO PUEBLO NUEVO –
LEONCIO PRADO

Autor : Bach. Araceli Rosa, GONZALES DAVILA
Asesor : Ing. MSc. Juan Pablo, RENGIFO TRIGOZO
Área de investigación : Ciencias básicas
Grupo de Investigación : Físicas y químicas del suelo
Línea de Investigación : Indicadores físicos y químicos del suelo
Lugar de ejecución : San Miguel La Cocha - DPN
Duración : Setiembre 2021 – Marzo 2022
Financiamiento : s/. 4544.70
FEDU : No
Propio : Si
Otros : No

Tingo María – Perú



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad : Facultad de Recursos Naturales Renovables
Escuela Profesional : Escuela Profesional de Ingeniería En Conservación de Suelos y Agua
Título de Tesis : Calidad del suelo de la Isla Soto, distrito Pueblo Nuevo – Leoncio Prado
Objetivo General : Evaluar la calidad del suelo de la Isla Soto, distrito de Pueblo Nuevo – Leoncio Prado
Autor de la Tesis : Araceli Rosa, GONZALES DAVILA
DNI : 73069983
Correo Electrónico : araceli.gonzales@unas.edu.pe
Asesores de Tesis : Ing. MSc. Juan Pablo, RENGIFO TRIGOZO
Área de Investigación : Ciencias Básicas
Grupo de Investigación : Físicas y químicas del suelo
Línea de Investigación : Indicadores físicos y químicos del suelo:
Lugar de Ejecución : San Miguel La Cocha - DPN
Fecha de inicio : 01/09/2021
Fecha de termino : 30/03/2022
Presupuesto : S/. 4 544,70
Financiamiento : Propio (X) FEDU () Externo ()

TINGO MARÍA – PERÚ

2025

.....
Araceli Rosa, Gonzales Davila
Tesisista

.....
Ing. MSc. Juan Pablo, Rengifo Trigozo
Asesor

DEDICATORIA

A Dios por iluminar mi camino y darme la sabiduría necesaria para afrontar con perseverancia y tenacidad cada reto en mi vida

Por acompañarme siempre: a mis abuelos y especialmente a mi madre, sin ustedes no habría sido posible el cumplimiento de todos mis objetivos en la vida, por su paciencia y dedicación. Por todo lo que me han dado y todo lo aprendido, este trabajo es por ustedes.

A mi hermano, por los grandes momentos de felicidad que compartimos, por ser mi cómplice en todo.

A mi abuelita, que desde el cielo me acompaña, gracias por todo lo que me has inculcado lo estoy poniendo en práctica, muchas gracias Ascencita

AGRADECIMIENTOS

La Investigación se terminó gracias a la colaboración de varias personas que a lo largo de mi carrera ofrecieron su apoyo incondicional, al igual de personas que con su experiencia fue posible finalizar y son:

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

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables en especial a los docentes de la carrera profesional de Conservación de Suelos y Agua que quienes entregaron todos sus conocimientos y experiencias en bien de formar buenos profesionales.

Al Ing. MSc. Juan Pablo, Rengifo Trigozo; por la oportunidad ofrecida, paciencia, aporte y colaboración en la dirección de este trabajo de investigación.

A los miembros del jurado de tesis, Dr. José Lévano Crisóstomo, Dr. Lucio Manrique de Lara Suarez y Ing. Jaime Torres Garcia por su colaboración en el presente trabajo.

A mi abuelo y madre, por inculcarme valores y sobre todo el amor, amor por lo que hago. Por su confianza y por mencionar que la mejor herencia que pueden concederme son los estudios.

A mi familia, tíos, tías, primos por sus consejos y ayuda constante, en especial a mi tía Carmen, por su cariño, por sus consejos y por estar siempre para mí en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	1
1.2. Objetivos específicos	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Suelo	2
2.1.1. Color de suelo.....	2
2.1.2. Muestreo del suelo	3
2.1.3. Análisis de suelos	3
2.1.4. Horizontes genéticos	4
2.1.5. Horizonte diagnóstico	5
2.1.6. Temperatura y humedad del suelo	5
2.2. Indicadores de la calidad del suelo	6
2.2.1. Indicadores físicos de la calidad del suelo	6
2.2.2. Indicadores químicos de la calidad del suelo	9
2.3. Subíndice de uso sustentable del suelo (SUSS).....	12
2.4. Antecedentes	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1. Descripción del área de estudio	14
3.1.1. Vías de acceso	14
3.2. Materiales y equipos	15
3.2.1. Materiales y herramientas	15
3.2.2. Software	15
3.2.3. Equipos.....	15
3.3. Metodología	15
3.3.1. Características de los perfiles modales de las unidades de suelos de la Isla Soto del distrito de Pueblo Nuevo	15
3.3.2. Indicadores físicos del suelo de la Isla Soto del distrito Pueblo Nuevo.....	16
3.3.3. Indicadores químicos del suelo de la Isla Soto del distrito Pueblo Nuevo	16
3.3.4. Evaluación de la calidad del suelo de la Isla Soto del distrito Pueblo Nuevo	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19

V. CONCLUSIONES	32
VI. PROPUESTA A FUTURO	33
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Capas principales que forman el suelo.....	4
2. Regímenes de humedad.....	5
3. Clases texturales del suelo	7
4. Categorías de densidad aparente en relación con la textura.....	8
5. Clases de velocidad de la infiltración del suelo.	8
6. Rangos de pH de suelo.....	10
7. Clasificación de CIC en el suelo.	12
8. Características edáficas para evaluar la condición de los suelos - SUSS.	13
9. Análisis químicos del suelo.....	17
10. Valores máximos y mínimos de características para el análisis de la condición del suelo.	18
11. Niveles de calidad del suelo según la interpretación de SUSS	18
12. Perfil modal de la serie plátano – calicata N° 1	19
13. Perfil modal de la serie plátano – calicata N° 2.	20
14. Perfil modal de la serie plátano – calicata N° 3	20
15. Perfil modal de la serie plátano – calicata N° 4	21
16. Perfil modal de la serie plátano – calicata N° 5	21
17. Indicadores físicos del suelo de la Isla Soto del distrito Pueblo Nuevo.....	23
18. Indicadores físicos del suelo de la Isla Soto del distrito Pueblo Nuevo.....	26
19. Calidad del suelo - SUSS de la Isla Soto.	31
20. Coordenadas UTM de ubicación de los sitios de muestreo en campo.....	38
21. Resumen de los horizontes calicata N° 1	39
22. Resumen de los horizontes calicata N° 2	39
23. Resumen de los horizontes calicata N° 3	40
24. Resumen de los horizontes calicata N° 4	40
25. Resumen de los horizontes calicata N° 5	41
26. Datos de análisis químico del suelo de la Isla Soto	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ubicación del área de estudio.....	14
2. Parámetros físicos del suelo de la Isla Soto	24
3. Reacción de suelo de la Isla Soto.....	25
4. Contenido de materia orgánica del suelo de la Isla Soto	25
5. Contenido de nitrógeno total (%) del suelo de la Isla Soto.....	27
6. Contenido de fósforo disponible (ppm) del suelo de la Isla Soto	28
7. Contenido de potasio disponible (ppm) del suelo de la Isla Soto	28
8. Capacidad intercambio catiónico del suelo de la Isla Soto	29
9. Contenido de calcio del suelo de la Isla Soto.....	30
10. Contenido de magnesio del suelo de la Isla Soto.....	30
11. Calidad del suelo de la Isla Soto.	31
12. Análisis físico y químico del suelo de la Isla Soto	43
13. Mapa de ubicación de las calicatas en la Isla Soto.....	44
14. Mapa de distribución espacial de la calidad del suelo de la Isla Soto.....	45
15. Coordinación con una de las propietarias (Sra. Emilia) del terreno de Isla Soto	46
16. Realizando ensayo de infiltración	46
17. Realizando las calicatas en la Isla Soto.....	47
18. Napa freática de la calicata N° 5 (1.30m).....	47
19. Realizando la medición de la calicata N° 2	48
20. Obtención de muestras de suelo por horizontes	48
21. Etiquetado de las muestras de suelo para su respectivo análisis.....	49
22. Realizando la lectura de la coloración de suelos de cada horizonte	49
23. Cultivo de plátano -Isla Soto.....	50
24. Carretera con dirección al Caserío San Miguel La Cocha	50
25. Cruzando el Rio Huallaga hacia la Isla Soto.....	51
26. Vista panorámica de la Isla Soto.....	51

RESUMEN

La investigación se realizó con la finalidad de evaluar la calidad del suelo de la Isla Soto, distrito Pueblo Nuevo – Leoncio Prado. Consistió en determinar el número de calicatas y número de muestras, indicadores físicos químicos y calidad del suelo por la metodología del Subíndice de uso sustentable del suelo (SUSS). Los perfiles modales de las unidades de suelos de la Isla Soto, presentan un perfil definido, de 2 a 5 horizontes, material madre cantos rodados, permeabilidad superficial, escorrentía superficial ligera, profundidad de la napa freática de 0,46 m a 1,30 m, fisiografía terraza plana inundable, drenaje excesivo, pendiente 6%, microrrelieve plano, libre de pedregosidad, presencia de raíces en calicata tres, consistencia suelta, estructura granular, texturas de Franco Arenosa, Franca y Franca Limosa y el Value y Chroma, de 2,5 YR4/4 a un 10YR4/4, densidad aparente es ideal, infiltración moderadamente rápida a muy rápida y los colores de los horizontes en los horizontes fueron marrón, marrón rojizo oscuro, marrón grisáceo oscuro, gris rojizo oscuro, marrón rojizo, marrón amarillento oscuro, marrón grisáceo muy oscuro, y marrón oscuro, el pH de moderadamente ácido a moderadamente alcalino, bajo en materia orgánica y nitrógeno, fósforo de muy bajo a normal, potasio y CIC bajo, calcio de medio a alto y magnesio de medio a bajo y finalmente los suelos de la Isla Soto presentan calidad Marginal, Sensible, y Aceptable.

Palabra clave: Indicadores físicos, indicadores químicos, perfiles modales.

ABSTRACT

The research was done with the purpose of evaluating the quality of the soil of Soto Island in the Pueblo Nuevo district of Leoncio Prado, [Peru]. It consisted in determining the number of test pits and the number of samples, the physicochemical indicators, and the quality of the soil using the subindex of use for sustainable soil (SUSS) methodology. The model profiles of the soil units from Soto Island presented a defined profile of two and five horizons, boulders as the parent material, surface permeability, slight surface runoff, a water table depth of 0.46 m to 1.30 m, a floodable flat terrace physiography, excessive drainage, a slope of 6%, a flat microrelief, free of stoniness, the presence of roots in three test pits, loose consistency, granular structure, loamy sand, loamy and silty loam textures, and the value and chroma of 2.5 YR4/4 to 10YR4/4, an ideal apparent density, a moderately rapid to very rapid infiltration, and the colors of the horizons in the horizons were brown, dark red brown, dark grey brown, dark red grey, red brown, dark yellow brown, very dark grey brown, and dark brown, the pH was moderately acidic to moderately alkaline, the organic matter and nitrogen were low, the phosphorous was very low to normal, the potassium and CEC (CIC in Spanish) were low, the calcium was average to high, the magnesium was average to low, and finally, the soil from Soto Island presented a marginal, sensitive and acceptable quality.

Keywords: physical indicators, chemical indicators, model profile

I. INTRODUCCIÓN

El suelo es uno de los recursos más esenciales para la vida y sostén fundamental para el aprovechamiento agropecuario y forestal, además es un sistema natural y social, cumpliendo funciones primordiales como la naturaleza biológica, alimentaria, purificar y de soporte mecánico.

Asimismo, a nivel global, la agricultura es una de las actividades humanas que más evidentemente sufre el cambio climático, en nuestro país, según el INEI (2015) 2 244 679 habitantes trabajan como productores agropecuarios y la superficie cultivada es 3 790 351 ha, igual a 3% de la superficie total, de acuerdo con INEI (2012), el gobierno peruano está invirtiendo muchos recursos en la lucha al cambio climático, reconociendo este tema como una prioridad en sus políticas.

Los distintos usos del suelo provocan múltiples niveles de inestabilidad, afectando negativamente a las características fisicoquímicas y biológicas del suelo, y con el tiempo generando la degradación temporal o permanente y erosión parcial o total del suelo y así afectar la calidad del suelo. Sin embargo, pese a que es esencial para la vida, el suelo no recibido por parte de los seres humanos la atención que se merece, por lo que urge el reto de enfrentar el desafío de preservar e incrementar su calidad; para tal efecto es necesario conocer la calidad del suelo de la isla Soto en el caserío San Miguel La Cocha, distrito Pueblo Nuevo - Leoncio Prado, por lo que se origina la pregunta: ¿Cuál será la calidad del suelo de la Isla Soto en el caserío San Miguel La Cocha, distrito Pueblo Nuevo - Leoncio Prado? Por consiguiente, se plantea la hipótesis: “La calidad del suelo de la isla Soto en el caserío San Miguel La Cocha, distrito Pueblo Nuevo -Leoncio Prado es buena”.

1.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del suelo de la Isla soto, distrito de Pueblo Nuevo – Leoncio Prado.

1.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar las características de los perfiles modales de las unidades de suelos de la Isla Soto del distrito de Pueblo Nuevo.
- Determinar los indicadores fisicoquímicos de la Isla Soto del distrito Pueblo Nuevo.
- Estimar la calidad del suelo de la Isla Soto del distrito Pueblo Nuevo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Suelo

Es una capa delgada de material terroso, no consolidado que se forma en la interfase atmósfera – biósfera – litósfera; donde interactúan los componentes de la atmósfera e hidrósfera (temperatura, aire, agua, viento, precipitación, etc.), litosfera (sedimentos y rocas) y la biósfera, en cual sucede el traspaso de la materia y energía entre inerte y lo vivo, formado el compuesto ecosistémico (Jiménez y Gonzáles, 2006).

Es un recurso natural con interrelación con el medio ambiente, atmósfera y las capas de la tierra, que influye en el clima y en el ciclo hidrológico e hidrogeológico, el cual ayuda al crecimiento y aparición de variedades de organismos. Además, el suelo juega un papel importante en el ambiente, como conservador biofísico y bioquímico desintegrando residuos y reutilizando, convirtiendo en sustancias nutritivas para la vida en el suelo (Donahue et al., 1981).

2.1.1. Color de suelo

Es un indicador de la fertilidad, % de humedad, tipo de material parental y condiciones de drenaje del suelo; donde los suelos de color negro u oscuros indican mayor presencia de materia orgánica, los rojos presencia de hierro, blanquecinos indican la existencia de carbonatos de calcio y los colores olivos, verdes o grises señalan mal drenaje (Munsell Color, 1994).

El color varía de acuerdo con sus componentes del suelo (físicas, químicas y biológicas), también se puede usar como una medida indirecta para evaluar ciertas características del suelo. Además, se utiliza para distinguir las capas del perfil del suelo, origen de materia parental, estado de drenaje y presencia de materia orgánica, sales y carbonatos (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA], 2014).

a. Lectura de la Tabla Munsell

El color del matiz de los horizontes, primero se caracteriza el nombre de los colores y luego las notaciones de la escala universal para suelos (Munsell soil color charts). Los códigos Munsell, están compuesto por tres componentes:

Matiz (Hue): Identifica la cantidad de color que registra el ojo humano. Se ubica en la parte superior derecha de la hoja y en ella muestra los códigos siguientes: 10R, 2.5R, 5YR, 7,5YR, 10YR, 2,5Y, 5Y; los más comunes de encontrar para los suelos del país, son 10YR, 7,5YR y 5YR.

Intensidad (Value): Indica la claridad del color en relación con una escala de color gris neutral. Se localiza en la parte izquierda de la hoja Munsell, donde los colores más oscuros tienen los valores bajos o cercanos a 0 y los colores cercanos al gris claro (casi blanco) tienen valores más altos o cercanos al 10.

La pureza (Chroma): Indica el grado de dilución por un color gris neutral, el cual se está ubicado en la parte inferior de la hoja. Los números menores (cercanos a 0) se encuentran de lado izquierdo y los mayores valores altos de lado derecho de la hoja de la escala Munsell (Munsell Color, 1994).

2.1.2. Muestreo del suelo

Es una técnica muy delicada que se debe tomar de manera adecuada, ya que depende mucho la calidad del muestreo para obtener un buen análisis, como por ejemplo si las muestras fueron mal ejecutadas de nada servirán, los mejores procedimientos de laboratorio; la obtención de estos ejemplares de suelos debe ser de acuerdo con los cambios según a la topografía, profundidad de cada estrato del suelo y la superficie del terreno (Escobedo, 2007).

Según Moscatelli et al., (2005) las capas u horizontes conforman el perfil del suelo y se diferencian una de la otra por el color, textura, estructura o pedregosidad. Se determina observando bien la variación de color, textura o estructura e identificar cada capa con un número diferente para medir el espesor.

a. Tipo de muestras

Según Guerrero (1996), existe dos tipos de muestras que se pueden realizar de acuerdo con el objetivo del trabajo de investigación, los cuales son:

- La muestra simple es la extracción de una sola muestra, pero los suelos deben ser muy homogéneos. Se recomienda cuatro muestras por hectárea.
- La muestra compuesta es la mezcla de varias muestras simples; son las más usadas para la planificación de la fertilización. Se recomienda 20 - 25 submuestras por parcela.

b. Muestra del suelo

La porción de la muestra puede variar de 0,5 – 1,0 kg, secado a temperatura ambiente, debidamente identificada, con informaciones de la parcela (nombre de cultivos, insumos, labores culturales y ubicación), datos del responsable de la muestra (Guerrero, 1996).

2.1.3. Análisis de suelos

Tiene como finalidad de analizar la productividad del suelo mediante los métodos analíticos fisicoquímicos (Sánchez, 2007). Se debe de realizar de forma inicial para la explotación agrícola (Plaster, 2005).

Asimismo, Guerrero (1996) los resultados de los análisis de los suelos son importantes para la implementar el plan de fertilización, manejo de suelos, permite clasificar en grupos por cada uso potencial, pronostica la viabilidad ante una respuesta positiva por el empleo de fertilizantes, evaluar la fertilidad del suelo y estimar las condiciones actuales del suelo.

Por otro lado, los resultados del análisis de un suelo dependen de la calidad de la muestra recogida por el agricultor al centro de análisis (Guerrero, 1996).

2.1.4. Horizontes genéticos

Según Porta et. (2003) indica que es la nomenclatura usada para nombrar cada horizonte del suelo. Las capas principales se deben diferenciarse por letras mayúsculas y las subdivisiones en letras minúsculas.

Según Porta et al. (2003) lo subdivide en 4 partes:

- Horizontes principales (O, A, E, B, C, R y H y de transición A/B, B/C),
- Proceso edafogénico principal (k, t, w, s, na, m, etc.),
- Secuencia de horizontes (1, 2, 3)
- Horizonte de transición con predominio de uno de ellos (AB, BA, etc.)

Tabla 1. Capas principales que forman el suelo.

Descripción	
H	Estrato orgánico
O	Estrato orgánico en un suelo mineral, que contiene mínimo un 20% de carbono orgánico
A	Estrato orgánico y mineral que se forma en la parte superior del suelo y oscurecido por la presencia de materia orgánica.
E	Es el estrato del suelo mineral empobrecido por pérdida de materia orgánica, hierro, aluminio y arcilla. Contiene relación en arena y limo, color blancuzco y se encuentra debajo del horizonte O o A y arriba de un B.
B	Horizonte mineral formado dentro del suelo, tiene un color distinto al material originario Bw, acumulación de material traslocadas Bt y Bk o con rasgos hidromórficos Bg.
C	Horizonte mineral, no son tan afectadas por los procesos edafogénicos, C, Cg, Ct.
R	Roca subyacente es demasiada dura, presenta grietas y separadas más de 10 cm.

2.1.5. Horizonte diagnóstico

Es un horizonte del suelo es estimado morfométricamente con mayor precisión mediante información de suelos (campo y laboratorio); estos horizontes provienen de procesos edafogénicos que se hayan predominado durante la formación del suelo (Porta et al., 2003). Según, USDA (1999) el horizonte de diagnóstico superficial es un sistema de clasificación sistema de la Soil Taxonomy, que agrupa a los horizontes superficiales (7 epipedones y 19 endopedones) y horizontes subsuperficiales (endopedón).

Del mismo Porta et al., (2003) define a los sub grupos de los horizontes superficiales y subsuperficiales:

- **Epipedón:** Es un horizonte que se forma cerca de la superficie del suelo compuesto de materia orgánica y muestra evidencias de eluviación, pero si existe sobre la superficie del suelo estructuras de rocas, este horizonte permanece debajo de las rocas (enterrados).
- **Endopedón:** Es un horizonte que se forma en el interior del suelo, presenta estructura edáfica, con color diferente al del material originario, acumulación de sustancias translocadas (arcilla, carbonato de calcio, materia orgánica, etc.) o ganadas por aportes (sales solubles).

2.1.6. Temperatura y humedad del suelo

Según, USDA (1999) ambos regímenes ayudan especificar los niveles de clasificación de suelos en grupo y subgrupos. Los regímenes de temperatura media anual del suelo se clasifican en: Mésico ($\Rightarrow 8\text{ }^{\circ}\text{C} < 15\text{ }^{\circ}\text{C}$), Térmico ($\Rightarrow 15\text{ }^{\circ}\text{C} < 22\text{ }^{\circ}\text{C}$), Hipertérmico ($\Rightarrow 22\text{ }^{\circ}\text{C}$), Isofrígido ($< 8\text{ }^{\circ}\text{C}$), Isomésico ($\Rightarrow 8\text{ }^{\circ}\text{C} < 15\text{ }^{\circ}\text{C}$), Isotérmico ($\Rightarrow 15\text{ }^{\circ}\text{C} < 22\text{ }^{\circ}\text{C}$) y Isohipertérmico ($\Rightarrow 22\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Tabla 2. Regímenes de humedad

Regímenes	Características
Ácuico	Libre de oxígeno disuelto (saturado de agua)
Árido	Ubicados en climas áridos y semiáridos
Tórrido	Permanece seca en todas las partes por más de la mitad del año.
Údico	Se encuentra húmedo por partes por un largo periodo.
Ústico	Permanece húmedo durante el crecimiento vegetal.
Xérico	Es típico de climas mediterráneos, en los inviernos son húmedos y frescos, los veranos son cálidos y secos

Fuente: Adaptado de USDA (1999)

2.2. Indicadores de la calidad del suelo

La evaluación es mediante los parámetros de ayudan en la transformación de la capacidad biológica del suelo y su funcionalidad (Hosokay, 2012). Los indicadores del suelo obedecen a la variación del sistema ecológico, el cual estima los parámetros del suelo (físicoquímicas y microbiológicas o biológicas), que sirve como indicadores de la sostenibilidad del suelo; por otro lado, el uso potencial del suelo se puede lograr la evaluación con la estimación del rendimiento de las plantaciones forestales, agrícolas y ganaderos.

Asimismo, Plaster (2005) refiere que las condiciones de calidad del suelo tienen que cumplir con ciertos parámetros:

- Fácilmente medibles
- Medir las transformaciones en los ecosistemas del suelo.
- Abarcar a las propiedades físicoquímicas y microbiológicas del suelo
- Ser accesibles a la evaluación y aplicables.
- Flexible a las variaciones edafoclimáticas y manejo.

De la misma manera, Moscatelli et al. (2005) las variables de las condiciones del suelo son la altura cada estrato, materia orgánica, pH, concentración de fósforo, respiración microbiana, densidad aparente, resistencia a la penetración y la tasa de infiltración; además incluyen a las variables cualitativas (afloramiento del subsuelo, aparición de canalículos de erosión, encharcamiento y entre otros) y cuantitativas (tasa de infiltración, CIC, pH, cantidad de nematodos, etc.)

2.2.1. Indicadores físicos de la calidad del suelo

Para la evaluación de las variables de calidad del recurso suelo, recomienda evaluar los siguientes parámetros:

a. Textura

Es el tamaño de las partículas que constituye de arena, limo y arcilla; por lo tanto, los diámetros límites son: arcilla ($< 0,002$ mm), limo (0,002- 0,05 mm), arena muy fina (0,05-0,10 mm), arena fina (0,10 – 0,25 mm), arena media (0,25 – 0,50 mm), arena gruesa (0,5 -1 mm), arena muy gruesa (1 – 2 mm) (Guerrero, 1996). Pero se excluye a las partículas conocidos como: grava (0,2 – 2 cm), gravilla (2 – 5 cm), guijarros (15 – 25 cm), canto rodado (25 – 50 cm) y los bloque (> 50 cm) (Porta et al., 1999).

Las clases texturales se distinguen por la mezcla de arena, limo y arcilla, pero las mezclas son casi indeterminadas; por lo tanto, se fijó doce principales clases texturales (Tabla 3) ordenados según el incremento de la fracción fina (Fassbender, 1984).

Tabla 3. Clases texturales del suelo

Grupo	Categorías empíricas	Textura
Arenoso	Gruesa	Arenas
		Arenas Franca
Franco	Moderadamente gruesa	Franco Arenoso
		Franco Arenoso fino
		Franco Arenoso muy fino
	Media	Franco
		Franco Limoso
		Limoso
Arcilloso	Moderadamente fina	Franco Arcilloso
		Franco Arcillo Arenoso
	Fina	Franco Arcillo Limoso
		Arcillo-Arenoso
		Arcillo-Limoso
		Arcilloso

Fuente. Laboratorio de suelos UNAS

Según, Alvarez (2008) indica que los suelos arenosos disponen un buen drenaje y aireación; pero la mayoría de este tipo de suelos son poco productivo, debido a la variación de la temperatura (se calientan y se enfrían muy rápido)

b. Densidad aparente

Se refiere a la relación entre la masa del suelo seco y volumen fresco del suelo (in situ) que incluye el volumen neto de las partículas y espacio poroso que existe entre ellas. La típica densidad aparente del suelo fluctúa entre 1 a 1,7 g/cm³ y se incrementan con la profundidad; los suelos arcillosos (<1,0 g/cm³), franco-arcillosos (1,0 a 1,5 g/cm³) y francos (1,5 a 1,7 g/cm³) (USDA, 1999).

Del mismo modo, es una señal de compactación del suelo que limita el desarrollo de las raíces de manera adecuada (MINAG, 2011). La densidad aparente del suelo está vinculada con la textura, donde los suelos arenosos habitualmente reportan valores altos (1,35 a 1,85 kg/dm³) (García et al., 2012).

Por otro lado, Farfán (2014) los sistemas agroforestería presentan mayor potencial para restaurar la densidad de suelo a diferencia de cultivos agrícolas (café) expuestos a la radiación solar. Los rangos de densidad explican mejor el resultado del manejo del suelo y sobre el afecto de la estructura (De Aguiar, 2008).

Tabla 4. Categorías de densidad aparente en relación con la textura.

Textura	Ideal (g cm ⁻³)	Aceptable (g cm ⁻³)	Baja (g cm ⁻³)	Muy bajo (g cm ⁻³)
Arena, areno- franco	< 1,6	1,6 <1,69	1,69 <1,80	>1,80
Franco-arenosa, franco	< 1,4	1,4 <1,63	1,63 <1,80	>1,80
Franco-arcilla- arenosa, Franco- arcillosa	< 1,4	1,4 <1,60	1,60 <1,75	>1,70
Limosa	< 1,3	1,3 <1,60	1,60 <1,75	>1,75
Franco-limosa, franco-Arcillo- limosa	< 1,4	1,4 <1,55	1,55 <1,65	>1,65
Arcillo-arenosa, arcillo-Limosa	< 1,1	1,1 <1,39	1,39 <1,58	>1,58
Arcillosa (>45% arcilla)	< 1,1	1,1 <1,39	1,39 <1,47	>1,47

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], (2012)

c. Infiltración

Es la velocidad del agua que penetra a la superficie del suelo y que varios factores influyen en el control de infiltración, el movimiento del agua dentro del mismo y su distribución durante y después de la infiltración (Ferrerías et al., 2009).

La capacidad de infiltración en los suelos de textura gruesa es rápida y mientras los suelos arcillosos es lenta o prácticamente son impermeables (Filgueira et al., 2006).

Tabla 5. Clases de velocidad de la infiltración del suelo.

Velocidad (cm/h)	Descripción
< 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)

d. Resistencia a la penetración del suelo

Los suelos con disminución de carbono orgánico y equilibrio estructural se incrementan el peligro a la compactación y los suelos con condiciones de mejor estructura y con baja resistencia a la penetración tiene mejor conducta a la defensa de la degradación (FAO, 2016).

Según Bazán (1996), muestra las categorías de resistencia a la penetración los cuales se clasifican en suelos muy suaves ($<1 \text{ kg/cm}^2$), suaves ($1-2 \text{ kg/cm}^2$), duros ($2-3 \text{ kg/cm}^2$), muy duros ($2-4 \text{ kg/cm}^2$) y extremadamente duros ($>4 \text{ kg/cm}^2$).

e. Estabilidad de los agregados

Los sistemas reportan diferencias significativas en la distribución de clases de agregados, donde los bosques secundarios es mejor la estabilidad de agregados a mayores profundidades en relación con áreas agrícolas (Ferrerías et al., 2007). Los suelos compactos presentan inestabilidad estructural de agregados y los suelos estables con agregados grandes tienen mayor aguante a la erosión, en virtud que no afecta rápidamente ante la caída de la lluvia (García et al., 2012).

El reporte de la asignación de tamaño de agregados y su equilibrio depende de tipo de sistemas de manejo, ya que influyen en el proceso de la descomposición de la materia orgánica, formación y estabilidad de macro- agregados (Fassbender, 1984).

f. Temperatura

Es la cantidad de radiación neta que llega a la superficie del suelo depende de factores externos al mismo. La presencia de cubierta vegetal disminuye la cantidad de radiación global; donde el bosque es más eficaz que la gramilla y en épocas de verano el suelo con bosque frondoso puede alcanzar a $10 \text{ }^\circ\text{C}$ más frío, que un suelo desnudo (USDA, 1999).

2.2.2. Indicadores químicos de la calidad del suelo

Para estimar las condiciones del suelo, se tiene que evaluar principalmente la relación suelo – planta, calidad y disponibilidad del agua, capacidad amortiguadora y los nutrientes para la flora y fauna edáfica (Acevedo et al., 2005).

Además, Chen (2000) los indicadores deben reflejar estándares de productividad del suelo que son importantes para la agricultura, forestal y la agroforestería, los indicadores químicos se definen a continuación:

a. pH del suelo

Es la medida de la actividad de los iones H^+ en la solución del suelo, los iones H^+ activos agregan a todos los medios de separación de los ácidos solubles y la desintegración de partículas (Alvarez, 2008). Además, es el elemento químico más valioso del suelo, este influye de manera directa e indirectamente en la existencia de la mayoría de las nutrientes esenciales (Fassbender, 1984).

Lo niveles de pH del suelo varían de 0 a 14 (Tabla 6), pero el pH apropiado para los cultivos fluctúa entre 5,6 a 7,3, ya que dentro de este rango se presentan mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas (Zavaleta, 1992).

Tabla 6. Rangos de pH de suelo.

Detalle	Rango
Extremadamente ácido	< 4,5
Fuertemente ácido	4,5 – 5,5
Moderadamente ácido	5,5 – 6,5
Neutro	6,5 - 7.5
Moderadamente alcalino	7,5 – 8,5
Fuertemente alcalino	> 8,5

Fuente. Laboratorio de suelos UNAS

b. Materia orgánica

Es un conjunto de especímenes vivos, hojarascas y restos de origen animal descompuestos y cumple un rol importante como almacenar diferentes elementos principales que estimula la estructura del suelo, favorece la capacidad de intercambio catiónico (CIC), regula la variabilidad de pH, depósito de carbono y favorece relación entre aire y agua en el suelo (Bohn et al., 1993). Del mismo modo, Instituto de la Potasa y el Fósforo (1988) indica que mejora las condiciones físicas, incrementa la infiltración del agua, mejora la temperatura del suelo, recorta las pérdidas de erosión y brinda nutrientes a las plantas.

La porción de materia orgánica en los suelos es muy versátil y está condicionado por factores edafoclimáticos y sistemas de manejo; las temperaturas mínimas y altitudes altas retrasan la desintegración y mientras las temperaturas mayores (25 - 28°C) y elevaciones bajas aceleran la desintegración de los residuos vegetales (mineralización y humificación) (Zavaleta, 1992).

Además, se indica los rangos de contenido de materia orgánica en porcentaje (%), son: Bajo (< 2), medio (2 - 4) y alto (> 4).

c. Nitrógeno total

La mayor parte de este elemento existente en suelo se localiza conformando parte de la materia orgánica, pero de esta forma no es aprovechable por la planta (Alvarez, 2008). Este elemento es muy variable en el suelo a diferencia de otros, fuente de nutrientes para los microorganismos y ayuda a la desintegración de la materia orgánica; por otro lado, el amonio es chupado por las superficies de las arcillas y humus, pero en forma de nitrato es fácilmente lixiviado (Zavaleta, 1992).

Por lo tanto, el nitrógeno total localizados en suelo se distribuyen en los siguientes niveles: Bajo (< 0,1%), medio (0,1 – 0,2 %) y alto (>0,2%).

d. Fósforo disponible (P)

El fósforo en la capa arable se reduce según el incremento de grado de meteorización (Sánchez, 1981). Las plantas absorben fósforo en forma iónica, H_2PO_4^- , los coloides retienen sólo pequeñas porciones de fósforo en su forma aniónica y en los suelos ácidos en forma fosfato de fierro, aluminio y en abundancia de calcáreo se forma fosfato tricálcico $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, ambos procesos se llaman fijación del fósforo, el fosfato no se pierde por lixiviación, el fósforo es absorbido en forma del ion primario ortofosfato H_2PO_4^- (Zavaleta, 1992).

El fósforo no tiene ayuda microbiana a diferencia del nitrógeno, solo proviene de la desintegración de la roca madre provocado a lo largo de transcurso de la meteorización, así solo el 0.1% se encuentra en la corteza terrestre (Alvarez, 2008).

Asimismo, la cantidad de fósforo disponible hallados en suelo se clasifican en cuatro niveles: Muy bajo (< 5 ppm), bajo (5,1-15,0 ppm), medio (15,1 -30,0 ppm) y alto (30,1 - 40,0 ppm).

e. Potasio

Proviene de disgregación de las rocas que comprende minerales potásicos (feldespatos potásicos) (Alvarez, 2008).

El potasio existe ligeramente bastante en las mayorías de los suelos, el contenido en forma K_2O varía de 0,5 a 3% y depende de la textura del suelo, es decir que suelos arcillosos es mayor y los arenosos suceden lo contrario (Bohn et al., 1993). La cantidad de potasio (K_2O) encontrados en el suelo se distribuyen en tres niveles: Muy bajo (< 300 kg/ha^{-1}), bajo (300 - 600 kg/ha^{-1}), (> 600 kg/ha^{-1}).

f. Calcio intercambiable

Esta influenciado directamente con la variación del deterioro del suelo por suceso de salinización, este elemento es rico en suelos de zonas semiáridas, pero suele estar presente en forma química de menos soluble, entonces la disponibilidad es baja (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2012).

La clasificación de calcio (Ca^{2+}) intercambiable según su contenido en $\text{Cmol}^{(+)} \text{kg}^{-1}$ son: Muy bajo (< 2), bajo (2 < 5), medio (5 < 10) y alta (≥ 10) (SAGARPA, 2012).

g. El Magnesio intercambiable

Según SAGARPA (2012) es un elemento importante, que conforma parte del átomo de la clorofila y está afiliada a la fotosíntesis. Es universal hallar carencias de magnesio en suelos arenosos con menor CIC; asimismo, las clasificaciones de magnesio en el suelo (Mg^{2+}) por $\text{Cmol}^{(+)} \cdot \text{kg}^{-1}$ son: Muy bajo (< 0,5), bajo (0,5 < 1.3), medio (1,3 < 3) y alta (≥ 3).

h. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Son sucesiones cambiables, donde las partículas sólidas del suelo absorben iones de la etapa acuosa y reabsorben a la vez cantidades similares de otros cationes y constituyen estabilidad entre ellas (Fassbender, 1975).

El CIC está relacionada con renovar la estructura de los suelos ya que beneficia la ventilación, retención de agua, trabajo microbiano y la productividad (SAGARPA, 2012).

Tabla 7. Clasificación de CIC en el suelo.

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

Fuente. SAGARPA (2012)

2.3. Subíndice de uso sustentable del suelo (SUSS)

El índice de sustentabilidad de la zona rural y pesquero conforma cinco categorías de sustentabilidad, los cuales son: suelos, agua, atmósfera, pesquerías y biodiversidad, para darle un enfoque universal a la respuesta. De esta manera, involucra la creación de cinco subíndices que muestra los progresos de cada uno de los integrantes, constituyendo las categorías de sustentabilidad, los cuales son: subíndice de uso sustentable del suelo (SUSS), agua (SUSA), biológica (ISB), biodiversidad vegetal (SBV), diversidad pecuaria (SDP) y de emisiones de gases efecto invernadero (SEGEI) (SAGARPA 2012).

Para el análisis de la condición actual de los suelos se considera a las características edáficas que influyen sobre la calidad de este (Doran y Parkin, 1994). Para cada parámetro edáfico se estiman rangos máximos y mínimos, a partir de estos parámetros de calidad los rangos son 0 a 1, donde el 1 indica buena calidad y cero mala calidad.

Según los datos normalizados se estimó una media simple y se clasifico de acuerdo con los rangos de calidad (SAGARPA, 2012). Los valores deseables y de corte usados para cada característica considerando evaluación del SUSS (Tabla 8).

Tabla 8. Características edáficas para evaluar la condición de los suelos - SUSS.

Parametros	Adecuado	Corte
M.O	5,10	0,50
Dap	1,00	1,47
pH	6,20	5,20
P	5,60	0,0
Mg	0,32	0,0
Ca	5,00	0,00
CIC	15,10	5,00
N	0,30	0,05

Fuente. SAGARPA (2012)

2.4. Antecedentes

En el distrito de Padre Felipe Luyando, Leoncio Prado – Huánuco, se estimó la calidad del suelo en sistemas de bosque secundario, ex cocal y cultivos (cacao, plátano, cítrico y coca) mediante el método el subíndice de uso sustentable SUSS, donde los suelos en cultivo de cacao reportaron de calidad sensible (0,65), plátano y cítrico de calidad marginal (0,59 y 0,56), de la misma manera los suelos de bosque secundario fue marginal (0,50) y finalmente los suelos de ex cocal y cultivo de coca fueron de calidad pobre (0,41 y 0,38), donde claramente se evidencia la variación de calidad en diferentes usos del suelos (Yaros, 2017). Asimismo, en el mismo, distrito en el sector de Cora Cora, Huamán (2022) analiza la influencia de calidad del suelo en sistemas agroforestal, coca y zona boscosa, donde reportó en suelos agroforestal de calidad sensible, cultivos de coca y zonas boscosas obtuvieron de calidad pobre.

Del mismo modo, Campos (2019), evaluó la calidad del suelo en cultivos de cacao en diferentes edades (3, 6 y 10 años), reportando en los suelos de cultivo de cacao de tres años calidad marginal y pobre, cacao de seis años fue de calidad marginal y por último cacao de 10 años fueron de calidad pobre y marginal.

Por otro lado, León (2021) en el distrito de José Crespo y Castillo en cuanto a la calidad ambiental del suelo reportó muy buena calidad (76,8%).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

Se realizó en la Isla Soto con una extensión de 61.8 ha, ubicado en el caserío San Miguel la Cocha – Shiringal, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, ubicadas con coordenadas UTM (Zona 18L): Este: 382512 m, Sur: 8990138 m y con una altitud de 596 m.s.n.m.



Figura 1. Ubicación del área de estudio

Se caracteriza con una fisiografía de terraza plana y terraza baja inundable con presencia de cultivo de plátano de las variedades de bellaco, guayabo, inguiri y seda. Además, hay cañaverales y algunas especies forestales como Bolaina que sirven como protección a la Isla.

Está localizada dentro la zona de vida Bosque muy húmedo Premontano Tropical y Bosque muy húmedo Premontano Tropical (transicional a bosque) y con una temperatura que varían de 18 a 35 °C, con humedad relativa de 80,5%, con una precipitación media de 3250 mm/año (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [SENAMHI],2023).

3.1.1. Vías de acceso

A la Isla Soto se accede mediante la carretera central Tingo María - Aucayacu, hasta la altura de la garita de control de la policía de Santa Lucia, y se desvía a la margen izquierda

por un camino vecinal hasta el caserío San Miguel La Cocha y luego se camina por un camino de herradura de 1 km aprox. al punto de embarque en la ribera del río Huallaga.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales y herramientas

Son: cuaderno de apuntes, Tabla Munsell, baldes, botellas plásticas, bolsas plásticas de 1 y 2 kg, costales, nivel de mano, comba de madera, cilindros infiltrómetros, varilla metálica y wincha de 5 y 50 m

3.2.2. Software

Los softwares usados son Microsoft Word y Excel, ArcGIS y Google Earth.

3.2.3. Equipos

Los equipos usados son: GPS navegador marca Garmin Map 62, balanza analítica, estufa, espectrofotómetro de absorción atómica, cámara, laptop hp, cronómetro, termómetro del suelo y penetrómetro.

3.3. Metodología

3.3.1. Características de los perfiles modales de las unidades de suelos de la Isla Soto del distrito de Pueblo Nuevo

a. Reconocimiento y coordinación para ingreso a la Isla Soto

Se realizó el reconocimiento del lugar y coordinaciones con las autoridades del caserío San Miguel, mediante una reunión con los pobladores y en ello se les explicó las actividades que se realizarían en la zona de intervención (Isla Soto). Asimismo, se programó el ingreso para realizar las actividades en campo previa coordinación con la autoridad de San Miguel.

b. Georreferenciación y determinación de número de calicatas

Se distribuyeron las calicatas, con la finalidad de realizar el estudio de campo según la metodología proyectada. Se determinó el número de calicatas de acuerdo con la fisiografía de la isla, el cual se seleccionó cinco calicatas, con medidas de 0,80 m x 1 m x 1,20 m. Además, se tomaron puntos de coordenadas UTM con la ayuda del GPS, en cada calicata realizada.

c. Lectura y muestreo de suelos de las calicatas

En cada calicata se identificó los horizontes del suelo, posteriormente se midió cada horizonte y profundidad freática, además se tomaron las siguientes informaciones como el material madre, permeabilidad, escorrentía superficial, profundidad efectiva, unidad fisiográfica, tipo de cultivo, zona de vida, pedregosidad, drenaje, inundación, pendiente.

El muestreo en cada horizonte identificado, se obtuvo un promedio de 1 kg de muestra de suelo depositando en una bolsa debidamente etiquetada, dicha muestra servirá para obtener los análisis físicos (textura) y los análisis químicos del suelo.

3.3.2. Indicadores físicos del suelo de la Isla Soto del distrito Pueblo Nuevo

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).

a. Color del suelo

Se determinó en cada horizonte de las calicatas, con la ayuda de la Tabla Munsell que representan el Value y Chroma colocando un pedón de suelo sobre esta y mediante la coloración que se asemejaba se determina su valor y cromatografía.

b. Temperatura y resistencia a la penetración del suelo

La temperatura se registró en cada punto de muestreo por método directo usando el termómetro. De igual manera se determinó la resistencia a la penetración por método directo usando el equipo de penetrómetro.

c. Velocidad de infiltración

Fueron determinadas en los puntos de muestreo mediante un infiltrómetro colocada sobre el ras del suelo, se le adicionó agua enrasándolo y posteriormente se realizó la lectura a medida que el agua se infiltre en el suelo.

d. Densidad aparente

Se establecieron el trazo de muestreo y limpieza de superficie de 0,4 x 0,4 m, donde se incrustó el cilindro en manera vertical y ras del suelo hasta cubrir todo el cilindro, luego se extrajo el cilindro con toda la muestra y finalmente se realizó el retoque de los bordes.

Se registraron el volumen del cilindro y el peso fresco de suelo, y colocados en una estufa a 105 °C por 72 horas y luego se registraron el peso seco del suelo, con los datos obtenidos se procedieron a determinar la densidad aparente (Dap) mediante la Ecuación:

$$Dap \left(\frac{g}{cm^3} \right) = \frac{\text{Peso del suelo seco}}{\text{Volumen del suelo}} \quad (1)$$

e. Textura del suelo

Fue estimada por el método de hidrómetro de Bouyoucos obtenido en laboratorio de suelos – UNAS.

3.3.3. Indicadores químicos del suelo de la Isla Soto del distrito Pueblo Nuevo

Las muestras compuestas cada calicata obtenida, secados a temperatura ambiente fueron llevadas al laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía - UNAS, para su correspondiente análisis fisicoquímico (Tabla 9).

Tabla 9. Análisis químicos del suelo

Indicadores químicos	Método
M.O	Walkley y Black
pH	potenciómetro
N	Materia orgánica
P	Olsen modificado
K	
Ca	
Mg	
CIC	Acetato de amonio

3.3.4. Evaluación de la calidad del suelo de la Isla Soto del distrito Pueblo Nuevo

Para la evaluación de la calidad del suelo fue mediante el método del Subíndice de Uso Sustentable del Suelo (SUSS), donde se congregaron todas las características fisicoquímicas relacionados a este. Por lo tanto, se utilizó la siguiente ecuación de SUSS:

$$SUSS = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (2)$$

Dónde:

P: Valor medio de parámetros normalizados.

i: Parámetro estimado.

n: Número total de parámetros evaluados.

$$P = \frac{\sum_{j=1}^n R_{nj}}{m} \quad (3)$$

Donde:

Rn: Valor resultante del parámetro normalizado.

m: Cantidad muestras de suelo analizadas

j: Cada muestra de suelo.

La fórmula de cálculo de la normalización de los parámetros es:

$$R_{nj} = \frac{V_{rj} - d_j}{c_j - d_j} \quad (4)$$

Donde:

Rn: Resultante normalizado.

Vr: Valor de parámetro fisicoquímico.

d y c: Valor adecuado y corte (Tabla 10).

j: Cada muestra de suelo.

Tabla 10. Valores máximos y mínimos de características para el análisis de la condición del suelo.

Parametros	Unidad	Deseable (d)	Corte (c)
MO	%	> 5	0,5
Dap	g/cm ³	< 1,1	1,47
CE	dSm-1	< 1	4,1
pH	pH	6 < 7	5 < > 8,5
P	mg kg-1	> 5,5	0
Mg	Cmol(+) kg-1	> 0,3	0
Ca	Cmol(+) kg-1	> 5	0
RAS	RAS	< 2,5	4
CIC	Cmol(+) kg-1	> 15	5
N	%	> 0,2	0,05

Fuente: SAGARPA (2012)

Tabla 11. Niveles de calidad del suelo según la interpretación de SUSS

Niveles	Rangos
Bueno	$0,95 \leq 1,0$
Aceptable	$0,80 \leq 0,95$
Sensible	$0,65 \leq 0,80$
Marginal	$0,45 \leq 0,65$
Pobre	$0 \leq 0,45$

Fuente: SAGARPA (2012)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características de los perfiles modales de las unidades de suelos de la Isla Soto del distrito de Pueblo Nuevo

En la Tabla 12, 13, 14, 15 y 16, se observan las características de cada perfil modal de las cinco calicatas realizadas en la Isla Soto con cobertura predominante que es el cultivo de plátano especialmente de la variedad bellaco y moquicho, presentan un perfil bien definido con presencia entre 2 a 5 horizontes o capas; con una profundidad de napa freática que varía entre 0,46 m a 1,30 m, en cuanto al pendiente promedio es 6%, con fisiografía terraza plana inundable, con textura entre franco a franco arenosa, con colores suelos un poco variados y que diferencia muy bien en cada horizonte.

Tabla 12. Perfil modal de la serie plátano – calicata N° 1

		Descripción del perfil modal de las unidades de suelo
Zona	:	Isla Soto
Fisiografía	:	Terraza Plana Inundable
Pendiente	:	0 - 6%
Clima	:	Seco
Zonas de Vida	:	Bosque muy húmedo Premontano Tropical
Material Parental	:	Cantos rodados
Vegetación	:	Cultivo de plátano
Capa	Prof./cm	Descripción
A	0 – 8	Franco arenosa; marrón (10YR 4/3); en húmedo; estructura granular; moderadamente ácido (pH 6,14); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0,61%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C1	8 – 17	Franco; marrón rojizo oscuro (5YR 3/4) en húmedo; estructura, granular; neutro (pH 6,56); sin presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0,94%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C2	17 – 43	Franco arenoso; marrón grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; estructura granular, neutro (pH 6,74); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0,70%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C3	43 – 53	Franco limosa; marrón rojizo oscuro (5YR 3/3) en húmedo; estructura granular; moderadamente ácido (pH 6,06); raíces finas, escasas; bajo en materia orgánica (0,60%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte gradual.
C4	53 – 102	Franco arenosa; marrón grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; estructura granular; moderadamente ácido (pH 6,42); no se observan raíces; bajo en materia orgánica (0,45%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte difuso.

Tabla 13. Perfil modal de la serie plátano – calicata N° 2.

Descripción del perfil modal de las unidades de suelo		
Zona	:	Isla Soto
Fisiografía	:	Terraza Plana Inundable
Pendiente	:	0 - 6%
Clima	:	Seco
Zonas de Vida	:	Bosque muy húmedo Premontano Tropical
Material Parental	:	Cantos rodados
Vegetación	:	Cultivo de plátano
Horizontes	Prof./cm	Descripción
A	0 – 27	Franco limosa; gris rojizo oscuro (5YR 3/3); en húmedo; estructura granular; neutro (pH 6,59); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (1,27%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C	27 – 46	Franco arenosa; marrón grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; estructura, granular; neutro (pH 6,87); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0,73%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.

Tabla 14. Perfil modal de la serie plátano – calicata N° 3

Descripción del perfil modal de las unidades de suelo		
Zona	:	Isla Soto
Fisiografía	:	Terraza Plana Inundable
Pendiente	:	0 - 6%
Clima	:	Seco
Zonas de Vida	:	Bosque muy húmedo Premontano Tropical
Material Parental	:	Cantos rodados
Vegetación	:	Cultivo de plátano
Horizontes	Prof./cm	Descripción
A	0 – 15	Franco limosa; marrón (7.5YR 4/4); en húmedo; estructura granular; neutro (pH 6,89); con abundante presencia de raíces 40%; bajo en materia orgánica (1,24%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C1	15 – 34	Franco limosa; marrón rojizo (2.5YR 4/4) en húmedo; estructura, granular; neutro (pH 7,36); con distribución uniforme de raíces 40%, regulares; bajo en materia orgánica (1,13%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C2	34 – 75	Franco limosa; marrón amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo; estructura granular, neutro (pH 7,08); con presencia de moteaduras y 20% de raíces; bajo en materia orgánica (1,07%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C3	75 – 105	Franco; marrón grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; estructura granular; neutro (pH 7,18); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0,88%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte gradual.

Tabla 15. Perfil modal de la serie plátano – calicata N° 4

Descripción del perfil modal de las unidades de suelo		
Zona	:	Isla Soto
Fisiografía	:	Terraza Plana Inundable
Pendiente	:	0 - 6%
Clima	:	Seco
Zonas de Vida	:	Bosque muy húmedo Premontano Tropical
Material Parental	:	Cantos rodados
Vegetación	:	Cultivo de plátano
Capa	Prof./cm	Descripción
A	0 – 25	Franco arenosa; marrón grisáceo oscuro (10YR 4/2); en húmedo; estructura granular; neutro (pH 7,03); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (1,14%); permeabilidad rápida: límite de horizonte claro.
C1	25 – 49	Franco; marrón (10YR 4/3) en húmedo; estructura granular; neutro (pH 7,46); sin presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0,75%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C2	49 – 63	Franco arenosa; marrón (7,5R 4/2) en húmedo; estructura granular, neutro (pH 7,17); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0,53%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.

Tabla 16. Perfil modal de la serie plátano – calicata N° 5

Descripción del perfil modal de las unidades de suelo		
Zona	:	Isla Soto
Fisiografía	:	Terraza Plana Inundable
Pendiente	:	0 - 6%
Clima	:	Seco
Zonas de Vida	:	Bosque muy húmedo Premontano Tropical
Material Parental	:	Cantos rodados
Vegetación	:	Cultivo de plátano
Capa	Prof./cm	Descripción
A	0 – 18	Franco arenosa; marrón rojizo oscuro (5YR 2,5/1); en húmedo; estructura granular; moderadamente alcalino (pH 7,85); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (1,09%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C1	18 – 48	Franco arenosa; marrón grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; estructura granular; moderadamente alcalino (pH 7,54); sin presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0,68%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C2	48 – 75	Franco; marrón (10YR 4/3) en húmedo; estructura granular, neutro (pH 7,48); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0,70%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C3	75 – 130	Franco limosa; marrón oscuro (7,5YR 3/3) en húmedo; estructura granular; moderadamente alcalino (pH 7,85); raíces finas, escasas; bajo en materia orgánica (0,55%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte gradual.

Según Moscatelli et al. (2005) los horizontes o capas se observan en el perfil del suelo y se diferencian una de la otra por el color, textura o pedregosidad, donde el color de suelo juega unos de los papeles importante para caracterizar el perfil modal de las unidades del suelo, como menciona USDA (2014), el color de suelos es muy importante para determinar o distinguir las capas del perfil del suelo, origen de materia parental, estado de avenamiento y presencia de materia orgánica, sales y carbonatos. Mientras para Munsell Color (1994) el color negro u oscuros indican mayor presencia de materia orgánica, los rojos presencia de hierro, blanquecinos indican la existencia de carbonatos de calcio y los colores olivos, verdes o grises señalan mal drenaje; asimismo el color de Matiz o (Hue) son códigos 10YR, 7,5YR, 5YR; son los más comunes que encontramos para los suelos del país.

4.2. Indicadores físicos del suelo de la Isla Soto del distrito Pueblo Nuevo

En la Tabla 17, se muestra los parámetros físicos evaluados de los suelos de la Isla Soto, los cuales son: color del suelo, temperatura del suelo, resistencia a la penetración, textura del suelo, velocidad de infiltración y densidad aparente; a continuación, se muestra a detalle de cada una de ellas.

La coloración de los horizontes del suelo de la Isla Soto, donde el primer horizonte presenta colores como marrón, gris rojizo oscuro y marrón grisáceo oscuro, de la misma manera los demás horizontes presentan de color marrón, marrón grisáceo oscuro, marrón rojizo oscuro, marrón grisáceo muy oscuro, marrón rojizo, marrón amarillento oscuro y marrón oscuro evaluados en cinco calicatas. Donde el color del varía de acuerdo con sus componentes del suelo (físicas, químicas y biológicas) (USDA, 2014).

En la Figura 2 , detalla la temperatura del suelo de la Isla Soto oscila entre 23,5 °C a 26 °C, con un promedio 24,55 °C, considerando como óptima, en cual la radiación alta que llega al área del suelo depende de factores externos del mismo y la existencia de cobertura vegetal que reduce la luz solar (USDA, 1999).

Según la resistencia a la penetración son suelos suaves y muy suaves (0,5 – 1,24 kg/cm²), esto se debe a que el terreno se encuentra dentro de una isla y al ser muy suaves están sujetos a la degradación; además al ser un suelo suave la velocidad de infiltración va ser rápida, donde oscila entre 6,04 – 84,9 cm/h, con un promedio de 29,37 cm/h (Figura 2) , es decir que se encuentra con un nivel de moderadamente rápida, rápida y muy rápida; Donde Ferreras et al. (2009) menciona, que la infiltración es un proceso por el cual el agua penetra por la superficie del suelo y llega hasta sus capas inferiores y pueden muchos factores en el control de la infiltración.

Tabla 17. Indicadores físicos del suelo de la Isla Soto del distrito Pueblo Nuevo

N° Calicatas	Prof. (cm)	Color		T. (°C)	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)	Velocidad de Infiltración		Dap (g/cm ³)	Textura
		Value/Chroma	Descripción			cm/h	Clase		
C1	0 - 8	10YR4/3	Marrón	25	1,52	6,04	Moderadamente rápida	1,26	Franco Arenoso
	8-17	5YR3/4	Marrón rojizo oscuro						Franco
	17 - 43	10YR4/2	Marrón grisáceo oscuro						Franco Arenoso
	43 - 53	5YR3/3	Marrón rojizo oscuro						Franco Limoso
	53 - 102	10YR4/2	Marrón grisáceo oscuro						Franco Arenoso
C2	0 - 27	5YR3/3	Gris rojizo oscuro	26	0,5	37,15	Rápida	1,35	Franco Limoso
	27 - 46	10YR3/2	Marrón grisáceo muy oscuro						Franco Arenoso
C3	0 - 15	7,5YR4/4	Marrón	23,5	1,2375	84,9	Muy rápida	1,3	Franco Arenoso
	15 - 34	2,5YR4/4	Marrón rojizo						Franco Limoso
	34 - 75	10YR4/4	Marrón amarillento oscuro						Franco Limoso
	75 - 105	10YR4/2	Marrón grisáceo oscuro						Franco
C4	0 - 25	10YR4/2	Marrón grisáceo oscuro	24	0,7	9,9	Moderadamente rápida	1,3	Franco Arenoso
	25 - 49	10YR4/3	Marrón						Franco Arenoso
	49 - 63	7,5R4/2	Marrón						Franco Arenoso
C5	0 - 18	5YR2,5/1	Marrón rojizo oscuro	24,25	1,0	8,875	Moderadamente rápida	1,33	Franco Arenoso
	18 - 48	10YR3/2	Marrón grisáceo muy oscuro						Franco Arenoso
	48 - 75	10YR4/3	Marrón						Franco
	75 - 130	7,5YR3/3	Marrón oscuro						Franco Limoso
		Mínima		23,50	0,50	6,04		1,26	
		Promedio		24,55	0,99	29,37		1,31	
		Máxima		26,00	1,52	84,92		1,35	

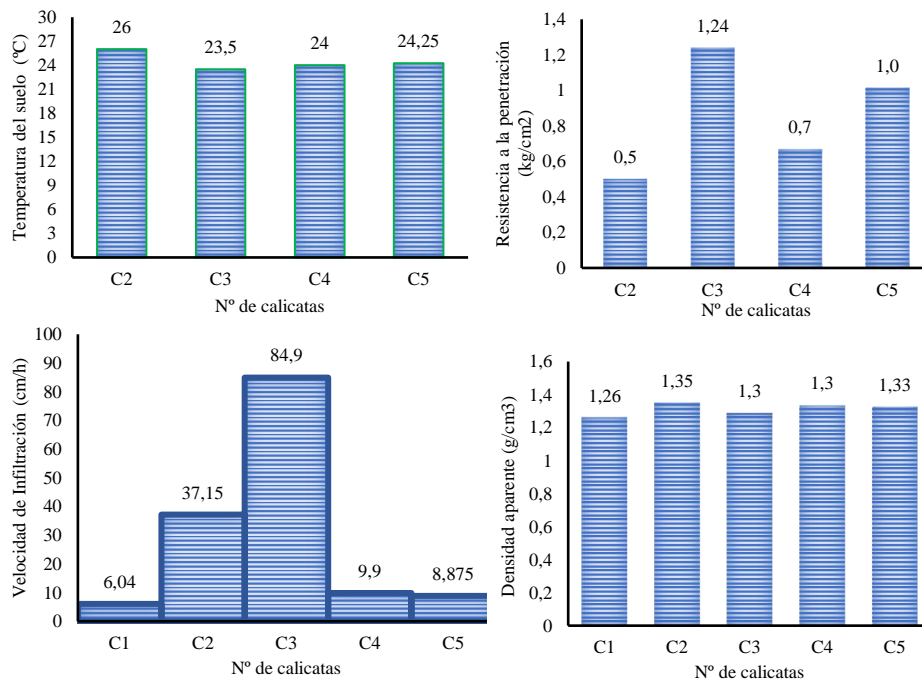


Figura 2. Parámetros físicos del suelo de la Isla Soto

La densidad aparente del suelo de la Isla Soto se encuentra en un rango de 1,26 a 1,35 g/cm³, con un promedio de 1,31 g/cm³, es decir de acuerdo con el valor de la densidad aparente el suelo es ideal (Figura 2) y finalmente la textura del suelo (Tabla 17), se encuentra en el grupo textural franco, con denominación empírica de textura moderadamente gruesa y media, presentando tres clases texturales como franco arenoso, franco y franco limoso, indicando que son suelos fértiles. Por otro lado, Alvarez (2008) indica que los suelos arenosos ostentan buen drenaje y aireación, pero la mayoría de estos suelos son poco productivo, debido a la variación de la temperatura (calientan y se enfrían muy rápidamente).

Además, en cuanto a la infiltración los suelos con textura gruesa son rápida y mientras los suelos arcillosos es lenta o prácticamente son impermeables (Filgueira et al., 2006) y la textura influye mucho en los resultados de la velocidad de la infiltración, resistencia a la penetración y la temperatura del suelo.

4.3. Los indicadores químicos del suelo de la Isla Soto del distrito Pueblo Nuevo

La Tabla 18, muestra a los indicadores químicos del suelo de la Isla Soto como: pH, materia orgánica, N, P, K, CIC, calcio y magnesio, a continuación, se presenta con detalle de cada una de ellas.

El pH en el suelo de la Isla Soto oscila entre 6,14 a 7,85 en todos los horizontes evaluados encontrándose con un nivel de moderadamente ácido, neutro y moderadamente alcalino y neutro, como se contempla en la Figura 3. Los valores del pH entre 5,6 y 7,3 en los

suelos son considerados los apropiados para los cultivos, donde los nutrientes se presentan con mayor disponibilidad para las plantas (Zavaleta, 1992). Por lo tanto, esto indica que los suelos de la Isla Soto son muy buenos ya que presentaría mayor disponibilidad de nutrientes para los cultivos. Además, Alvarez (2008) manifiesta si los suelos necesitan aumentar el pH para llegar al optimo se debe utilizar alguna enmienda calcárea.

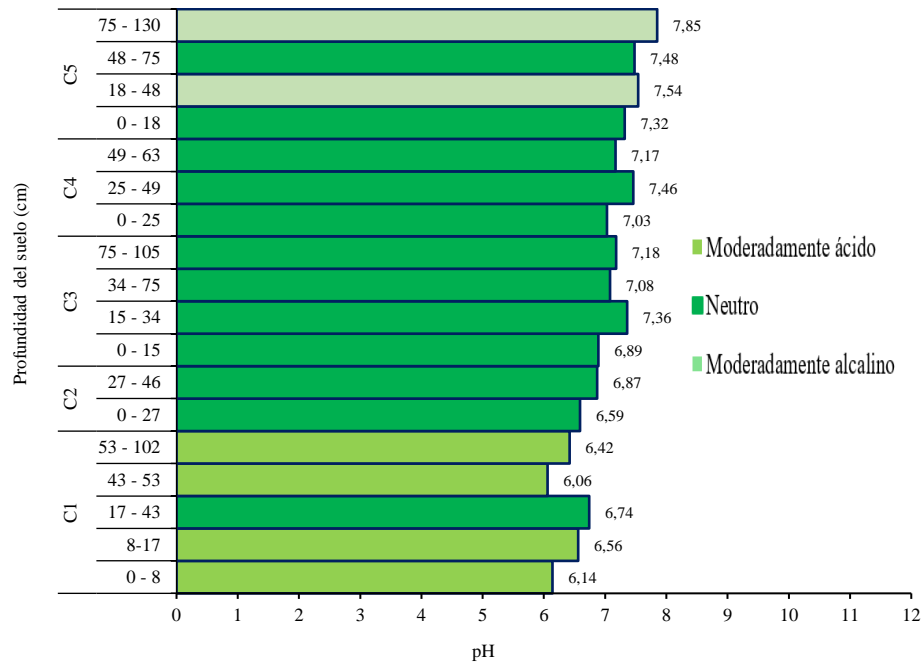


Figura 3. Reacción de suelo de la Isla Soto

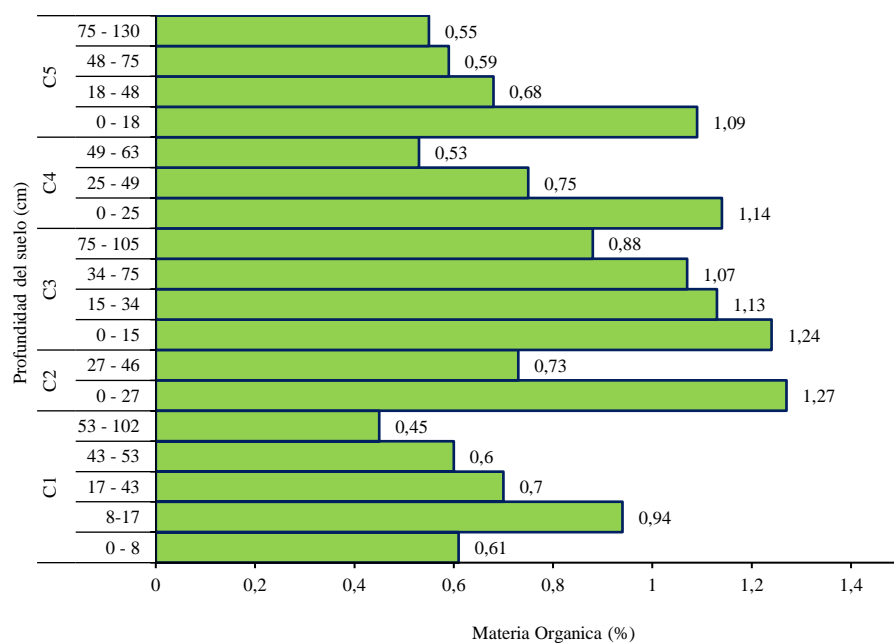


Figura 4. Contenido de materia orgánica del suelo de la Isla Soto

Tabla 18. Indicadores físicos del suelo de la Isla Soto del distrito Pueblo Nuevo.

N° calicatas	Prof. (cm)	pH		M.O. (%)	Nitrógeno Total (%)	Fosforo disponible		Potasio disponible		CIC (Cmol ⁺ /kg ⁻¹)	Calcio		Magnesio		
		(1:1)	Nivel			ppm	Nivel	(ppm)	Nivel		Cmol ⁺ /kg ⁻¹	Nivel	Cmol ⁺ /kg ⁻¹	Nivel	
C1	0 - 8	6,14	Moderadamente	0,61	0,03	4,8	Muy bajo	113,95	Medio	6,21	5,02			0,6	
	8-17	6,56	acido	0,94	0,05	7,37	Bajo	95,96	Bajo	11,06	9,36			1,2	
	17 - 43	6,74	Neutro	0,7	0,03	2,95	Muy bajo	60,6	Bajo	8,02	6,86	Medio		0,8	Bajo
	43 - 53	6,06	Moderadamente	0,6	0,03	3,15	Muy bajo	52,23	Bajo	7,22	6,2			0,8	
	53 - 102	6,42	acido	0,45	0,02	3,52	Muy bajo	80,71	Bajo	8,64	7,26			1	
C2	0 - 27	6,59	Neutro	1,27	0,06	3,76	Muy bajo	109	Medio	13,13	11,2	Alto		1,4	Medio
	27 - 46	6,87		0,73	0,04	8,49	Bajo	99,21	Bajo	9,13	7,61	Medio		1	Bajo
C3	0 - 15	6,89	Neutro	1,24	0,06	4,4	Muy bajo	94,21	Bajo	9,82	8,73	Medio		1,1	
	15 - 34	7,36		1,13	0,06	5,2	Muy bajo	92,56	Bajo	12,58	10,5	Alto		1,5	Bajo
	34 - 75	7,08		1,07	0,05	9,69	Bajo	58,72	Bajo	10,13	8,87	Medio		0,9	
	75 - 105	7,18		0,88	0,04	17,96	Normal	80,71	Bajo	10,41	8,91				1,1
C4	0 - 25	7,03	Neutro	1,14	0,06	14,19	Bajo	90,46	Bajo	11,03	9,4			1,2	
	25 - 49	7,46		0,75	0,04	13,71	Bajo	74,72	Bajo	10,48	8,99	Medio		1,1	Bajo
	49 - 63	7,17		0,53	0,03	13,95	Bajo	52,98	Bajo	11,05	9,63			1,1	
C5	0 - 18	7,32	Neutro	1,09	0,05	17,4	Normal	82,09	Bajo	10,56	9,06			1,1	
	18 - 48	7,54	Moderadamente alcalino	0,68	0,03	18,68	Normal	79,96	Bajo	8,74	7,44			0,9	
	48 - 75	7,48	Neutro	0,59	0,03	13,71	Normal	54,73	Bajo	7,17	5,99	Medio		0,9	Bajo
	75 - 130	7,85	Moderadamente alcalino	0,55	0,03	9,05	Bajo	62,97	Bajo	9,66	8,28			1,1	

La Materia orgánica en el suelo de la Isla Soto presenta un nivel bajo (0,45% - 1,27%) en todos los horizontes evaluados (Figura 4); la porción de materia orgánica en los suelos es muy versátil y está condicionado por factores edafoclimáticos y sistemas de manejo (Zavaleta,1992). En cuanto al contenido de nitrógeno total del suelo (Figura 5) presenta un nivel bajo (0,02 -0,06%), por lo tanto, guardando relación con el porcentaje de materia orgánica, como lo indica Alvarez (2008) la mayor parte de nitrógeno existente en suelo se localiza conformando parte de la materia orgánica, pero de esta forma no es aprovechable por la planta. Además, Zavaleta (1992) menciona la cantidad de nitrógeno es muy variable en el suelo a diferencia de otros componentes, son fuentes de nutrientes para los microorganismos y ayuda a la desintegración de la materia orgánica

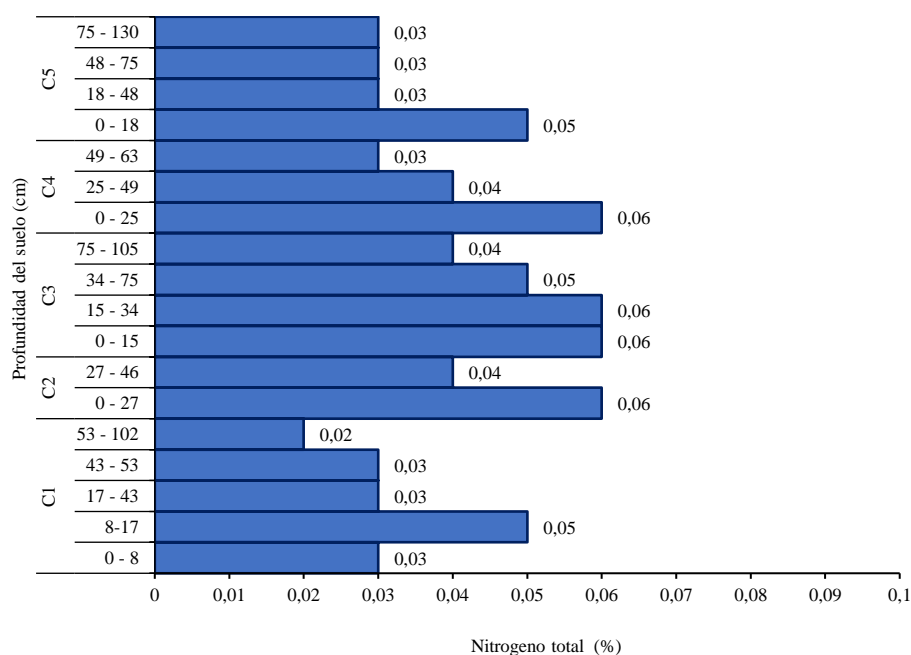


Figura 5. Contenido de nitrógeno total (%) del suelo de la Isla Soto

Los suelos de la Isla Soto presentan el contenido de fósforo disponible del suelo (Figura 6), oscilan entre 2,95 -18,69 ppm indicando un nivel muy bajo, bajo y normal. Para Sánchez (1981) el contenido de fósforo en la capa cultivable reduce según aumento de grado de meteorización y por otro lado Zavaleta (1992) menciona que los suelos ácidos forma fosfatos de hierro y aluminio y en abundancia de calcáreo se forma fosfato tricálcico $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, ambos procesos se llaman fijación del fósforo, el fosfato no se pierde por lixiviación, el fósforo es absorbido en forma del ion primario ortofosfato H_2PO_4^- .

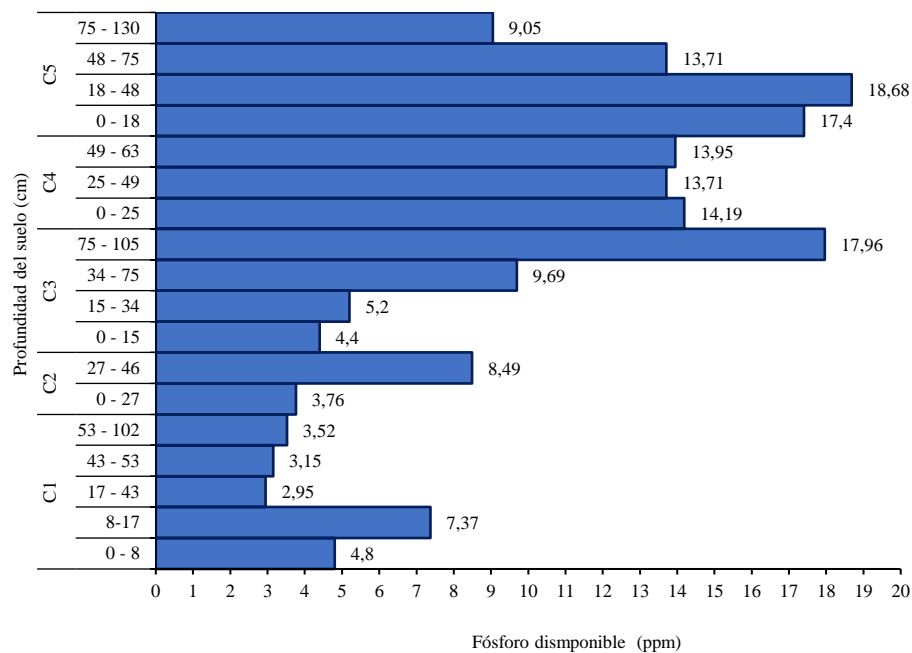


Figura 6. Contenido de fósforo disponible (ppm) del suelo de la Isla Soto

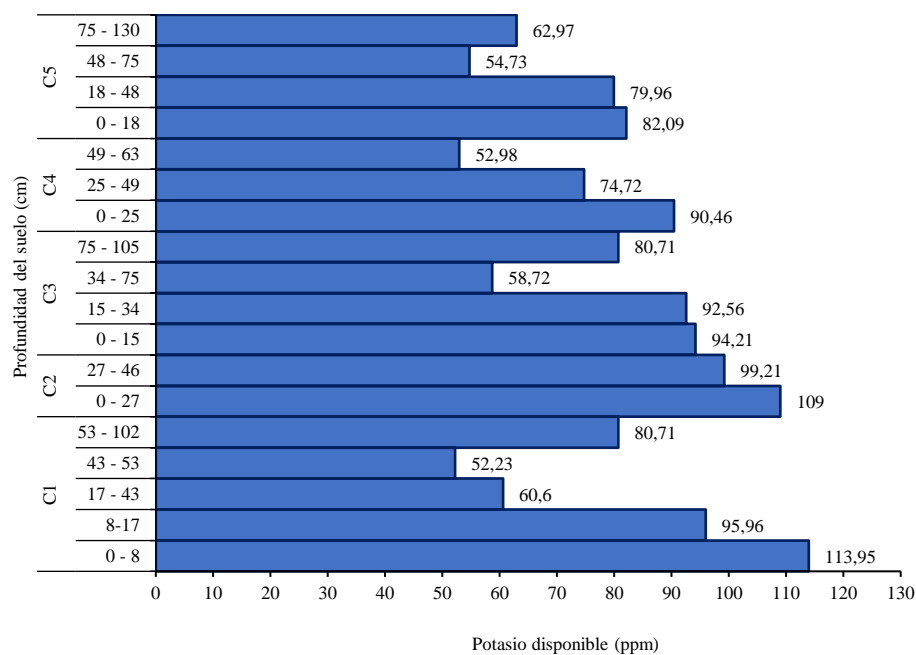


Figura 7. Contenido de potasio disponible (ppm) del suelo de la Isla Soto

La cantidad de potasio disponible en los suelos de la Isla Soto presenta valores de 52,23 ppm a 113,95 ppm (Figura 7), indicando un nivel bajo, este nivel bajo se debe a la relación de la textura ya que estos suelos son textura franco-arenosa, hay menor cantidad, como lo indica Bohn et al. (1993) el potasio se encuentra en mayores cantidades en los suelos, pero varía de

acuerdo con la textura, donde la fracción arcillosa y limosa son ricos en potasio a diferencia de los suelos con textura limo - arenosos y arenosos. De la misma manera la capacidad de intercambio catiónico presenta un nivel bajo ($6,21 - 13,13 \text{ Cmol}^{(+)}/\text{kg}^{-1}$) (Figura 8); el cual está relacionada con renovar la estructura de los suelos ya que beneficia la ventilación, retención de agua, trabajo microbiano y la productividad del suelo (SAGARPA, 2012).

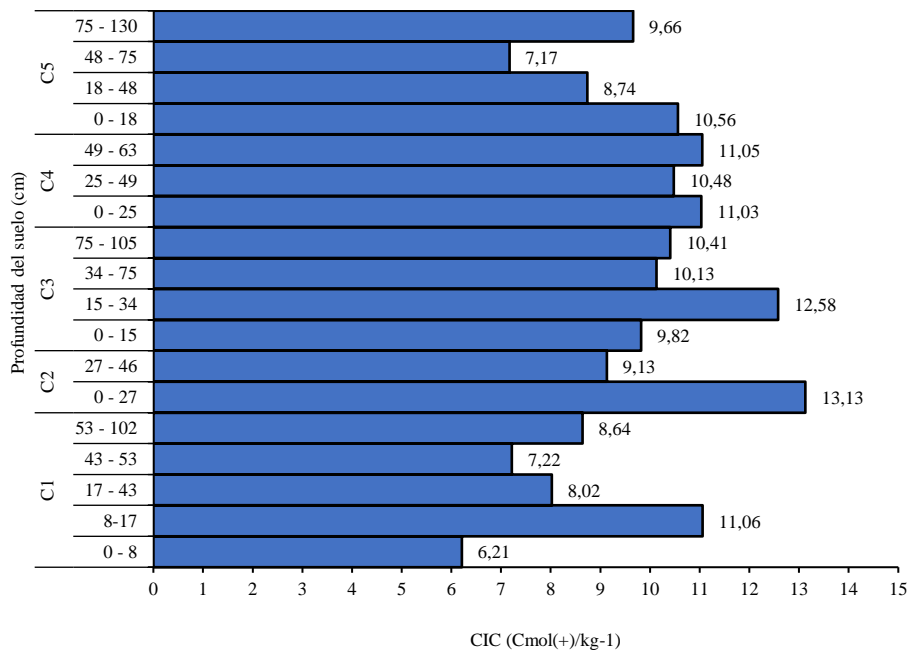


Figura 8. Capacidad intercambio catiónico del suelo de la Isla Soto

En cuanto al contenido de calcio se encuentra en un rango de $5,02$ a $11,2 \text{ Cmol}^{(+)}/\text{kg}^{-1}$, (Figura 9), indicando un nivel medio y alto, pero SAGARPA (2012) menciona que este elemento es rico en suelos de zonas semiáridas y además suele estar presente en forma química de menos soluble, entonces la disponibilidad es baja. Y finalmente la cantidad de magnesio en los suelos de la Isla Soto presentan un nivel bajo y medio ($0,6 - 1,5 \text{ Cmol}^{(+)}/\text{kg}^{-1}$) (Figura 10), el mismo autor menciona que el magnesio conforma parte del átomo de la clorofila y está afiliada a la fotosíntesis. Además, es muy universal encontrar carencias de magnesio en suelos arenosos con menor CIC.

Los indicadores químicos del suelo para evaluar la calidad del suelo, se tiene ver la relación suelo-planta (Acevedo et al.,2005), además indican los estándares de fertilidad del suelo que son esenciales para la agricultura, la forestal y la agroforestería (Chen, 2000).

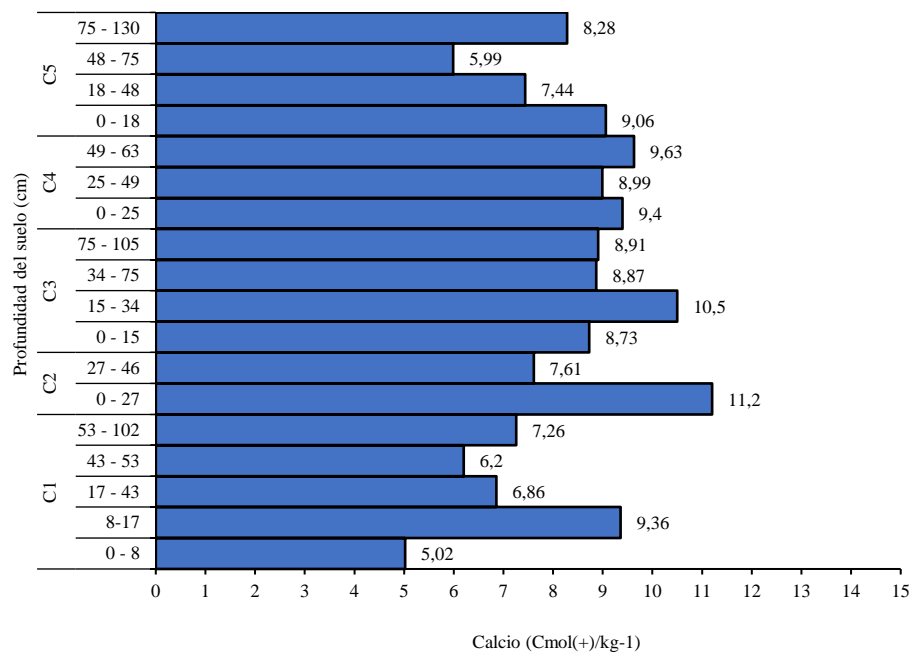


Figura 9. Contenido de calcio del suelo de la Isla Soto

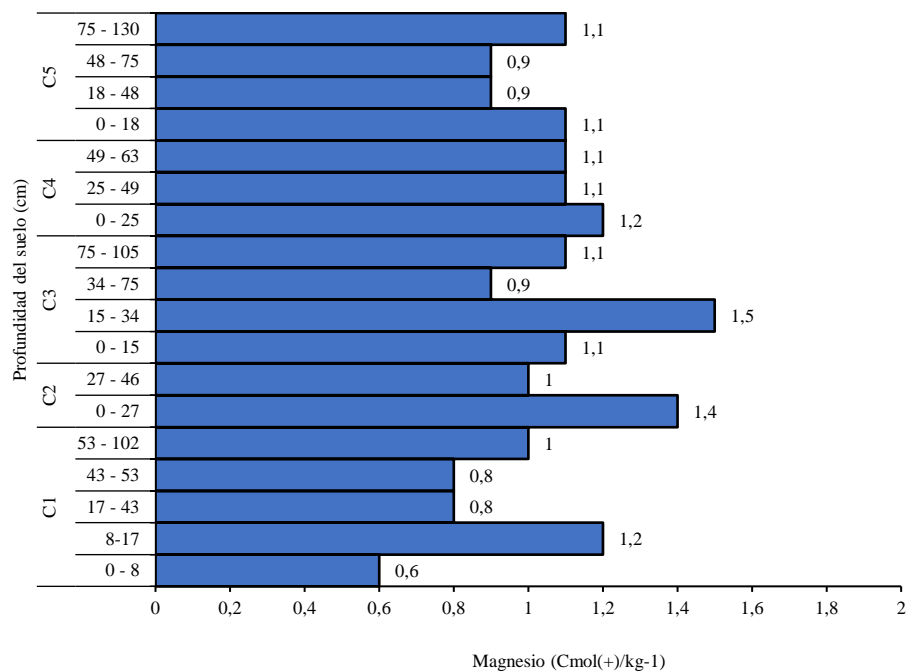


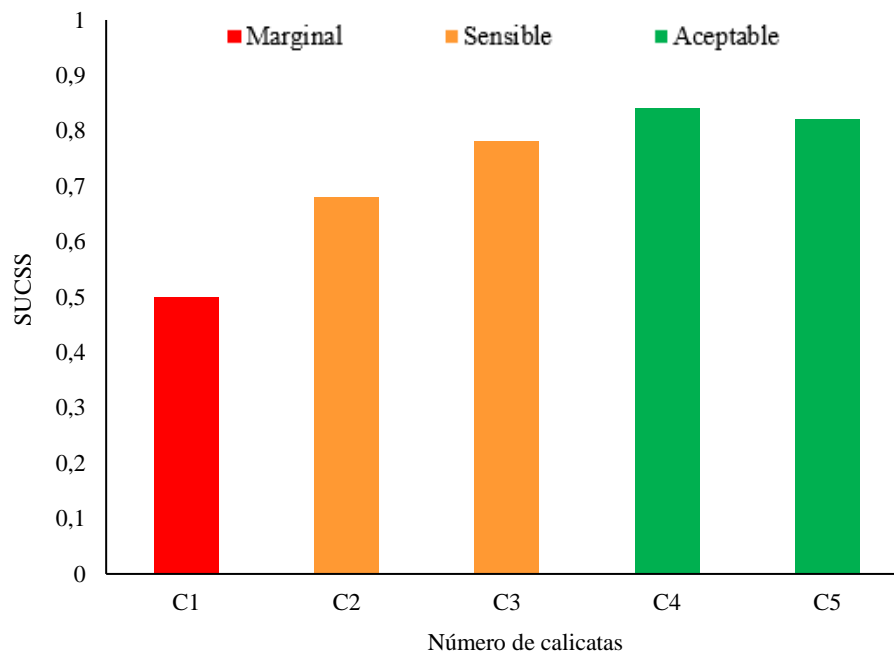
Figura 10. Contenido de magnesio del suelo de la Isla Soto

4.4. Calidad del suelo de la Isla Soto del distrito Pueblo Nuevo

En la Tabla 24, Figura 11 y 14 (Anexo 2), se visualiza la calidad de suelo en las cinco calicatas evaluadas en los suelos de la Isla Soto, donde la calicata 1 presenta una calidad marginal, la calicata 2 y 3 de calidad sensible, la calicata 4 y 5 de calidad aceptable.

Tabla 19. Calidad del suelo - SUSS de la Isla Soto.

Numero Calicatas	Numero de HZ	Área (ha)	SUCSS	CALIDAD
C1	5	10,99	0,50	Marginal
C2	2	30,99	0,68	Sensible
C3	4		0,78	Sensible
C4	3	19,17	0,84	Aceptable
C5	4		0,82	Aceptable
Calidad de la Isla	-	61,15	0,72	Sensible

**Figura 11.** Calidad del suelo de la Isla Soto.

Para evaluar las condiciones de los suelos, se consideró a las características edáficas que influyen sobre la calidad de este, consideradas importantes para el uso agropecuario (Doran y Parkin, 1994), dado que en nuestra investigación se obtuvo muestras de los parámetros edáficos relevantes para la evaluación de calidad del suelo en condiciones de temporal, donde se evaluaron cinco calicatas distribuidas en toda el área de la Isla Soto (Anexo 2 – Figura 13).

Los resultados de investigación de los suelos de la Isla Soto obtuvieron de calidad marginal, sensible y aceptable en los cultivos de plátano. Esto coincide con Yaros (2017) donde reportó en suelos de cultivo de plátano y cítrico de calidad marginal (0,59 y 0,56) y mientras en otros cultivos (cacao y coca) de calidad sensible y pobre; en bosques secundarios obtuvo calidad marginal; y los sistemas agroforestales reportaron calidad sensible (Huamán, 2022).

V. CONCLUSIONES

1. Los suelos de la Isla Soto son de perfil definido, de 3 a 5 horizontes, material madre cantos rodados, permeabilidad superficial, escorrentía superficial ligera, profundidad de la napa freática de 0,60 a 1,30 m, fisiografía terraza plana inundable, drenaje excesivo, pendiente 6%, microrrelieve plano, libre de pedregosidad, presencia de raíces en el perfil de calicata tres, consistencia suelta, estructura granular, texturas de Franco Arenosa, Franca y Franca Limosa y el Value y Chroma, de 2,5 YR4/4 a un 10YR4/4.
2. El suelos Isla Soto presenta textura de Franco Arenosa, Franca y Franca Limosa, densidad aparente suelo ideal, infiltración moderadamente rápida a muy rápida y los colores de los horizontes fueron calicata 1, marrón, marrón rojizo oscuro y marrón grisáceo oscuro, calicata 2, gris rojizo oscuro y marrón grisáceo muy oscuro, calicata 3, marrón, marrón rojizo, marrón amarillento oscuro y marrón grisáceo oscuro, calicata 4, marrón grisáceo oscuro y marrón, calicata 5, marrón rojizo oscuro, marrón grisáceo muy oscuro, marrón y marrón oscuro. Presentan pH de moderadamente ácido a moderadamente alcalino, bajo en materia orgánica y nitrógeno, fósforo muy bajo a normal, potasio y CIC bajo, calcio de medio a alto y magnesio de medio a bajo.
3. Los suelos de la Isla Soto presentan suelos de calidad Marginal, Sensible, y Aceptable y general presenta de calidad Sensible.

VI. PROPUESTA A FUTURO

1. Hacer los archivos de variedad orgánica por perfiles de las Islas y relacionarlos con las propiedades de la tierra.
2. Cotejar con suelo de referencia (natural) o control con los registros de variedades naturales para relacionarlos con los parámetros físicos y la normativa de uso de la tierra.
3. Realizar trabajos sobre el proceso de formación de las islas con la finalidad de identificar su proceso evolutivo para la instalación de los diferentes cultivos de acuerdo a la calidad del suelo.
4. Para mejorar los suelos de Isla Soto se recomienda realizar enmiendas ricas en materia orgánica, nitrógeno, fosforo y potasio.
5. Realizar un trabajo más detallado en diferentes Islas con la finalidad de realizar una comparación en función a sus características físicas, químicas y biológicas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, E., Carrasco, A., León, O., Silva, P., Castillo, G., Borie, G., Martínez, E., González, S., Ahumada, I. (2005). *Criterios de calidad del suelo agrícola*. <http://soils.usda.gov/sqi/informe>).
- Alvarez, R. (2008). Edafología y Climatología Forestal. www.uhu.es/03010/Tema8.PDF.
- Bazán, R. (1996). *Manual para el Análisis Químico Suelos Aguas Plantas*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Fundación para el Desarrollo Agrario. 54 p
- Bonh, H., McNeal, B. y O'Connor, G. (1993). *Química del suelo*. Ed. Limusa. México, D.F
- Campos, M. (2019). *Determinación de los indicadores físicos, químicos y biológicos que determinan la calidad del suelo en el centro poblado Ventenjeve, distrito Tocache*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Chen, Z. (2000). Relationship between heavy metal concentrations in soils of Taiwan and uptake by crops. <http://www.fftc.agnet.org/>
- De Aguiar, M. (2008). *Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais*. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais – Brasil.
- Donahue, R., Miller, R. y Schickluna, J. (1981). *Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas*. Prentice-Hall international.
- Doran, J. y Parkin, T. (1994). Defining and Assessing Soil Quality. *SSSA Special Publications* <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub35.c1>
- Escobedo, R. 2007. *Suelo y Capacidad de Uso Mayor de la Tierra del Departamento de San Martín*. Proyecto de Zonificación Ecológica y Económica, Convenio entre el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana y el Gobierno Regional de San Martín. Iquitos - Perú. http://terra.iiap.gob.pe/assets/files/macro/zee-san-martin/05_Suelos_CUM_2007.pdf
- Farfán, F. (2014). *Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café*. Manizales, Caldas Colombia.
- Fassbender, H. (1975). *Química de suelos con énfasis en Suelos de América Latina*. 2 ed. IICA. San José, Costa Rica.
- Fassbender, H. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. 2 ed. IICA, San José, Costa Rica.
- FAO (2016). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Propiedades físicas químicas y biológicas del suelo*. <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/es/>).

- Ferreras L, Magra G; Besson P; Kovalevski E; García F., (2007). Indicadores de calidad física en suelos de la región pampeana norte de argentina bajo siembra directa. *Ciencia suelo* 25(2), 159-172.
- Ferreras L, Toresani S, Bonel B, Fernandez E, Bacigaluppo S, Faggioli V, Beltrán C. (2009). Parámetros químicos y biológicos como indicadores de calidad del suelo en diferentes manejos. *Ciencia Suelo*. 27(1), 103-114.
- Filgueira R, Soracco CG, Sarli GO, Fournier LL. (2006). Estimación de las propiedades hidráulicas de suelos por mediciones a campo y el modelo de flujo estacionario y transitorio. *Ciencia Suelo*. 24.
- García, Y. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de avaluar este recurso.
- Guerrero, A. (1996). *El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos*. Ediciones Mundi – Prensa. Editorial Grafo S.A. Bilbao, España.
- Holdridge, L. (1986). *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- Hosakay, M. (2012). Calidad de suelos en diferentes sistemas de uso en Supte San Jorge - Tingo María. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/19132bdc-ae76-4d2b-963a-e44e04e58278/content>
- Huamán, Y. (2022). *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*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e informática). (2015). *Perú: Síntesis Estadística 2015*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1292/libro.pdf
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e informática). (2012). *IV Censo Nacional Agropecuario 2012 (IV CENAGRO)*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1057/libro.pdf
- Instituto de la Potasa y Fósforo. (1988). *Manual de fertilidad de suelos*. Primera reimpresión en español. Nocrass, Georgia. USA. 24-46.
- Jímenez, B. y Gónzales, V. (2006). La calidad de suelos como medida para su conservación. *Edafología*, 13 (3), 125-138. <http://edafologia.ugr.es/revista/tomo13c/articulo125.pdf>
- León, J. (2021). *Índice de calidad ambiental del suelo en el distrito de José Crespo y Castillo - Huánuco*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. [file:///C:/Users/UNAS/Downloads/TS_JELSM_2021%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/UNAS/Downloads/TS_JELSM_2021%20(1).pdf)

- MINAG (Ministerio de Agricultura). (2011). *Cadena agropecuaria de papa. Manejo y fertilidad de suelos*. Guía técnica de orientación al productor.
- Moscattelli, G., Sobral, R., Nakama, V. (2005). *Nueva tendencia para conocer el estado de los suelos*. <http://www.inta.gov.ar/>, Artículo
- Munsell Color. (1994). Munsell Soil Color Charts. <https://es.scribd.com/document/773436749/Munsell-Color-1994-Munsell-Soil-Color-Charts>
- Plaster, E. (2005). *La ciencia del suelo y su manejo*. Edit. Thomson. España. 405p.
- Porta, J., López, M., y Roquero de Laburu, C. (2003). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Mundi-Prensa.
- Porta, M., López, A., Roquero, C. (1999). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. 2ed. Ediciones Mundi Pren.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2012). *Subíndice de Uso Sustentable del Suelo – Metodología de Cálculo*. [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
- Sánchez, J. (2007). Fertilidad de suelos y nutrición mineral de plantas. *FERTITEC S.A. 19*.
- Sánchez, P. (1981). *Suelos del Trópico Características y Manejo*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica.
- SENAMHI (Servicio de Nacional de Meteorología e hidrología del Perú). (2023). *Datos Hidrometeorológicos a nivel Nacional*. <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>
- USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). (2014). *Claves para la Taxonomía de Suelos*. Décima segunda Edición. <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-10/Spanish-Keys-to-Soil-Taxonomy.pdf>
- USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). (1999). *Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del suelo*. Trad. por Lutens Alberto. 1 ed. EE.UU, Washington, s.n. 82 p.
- Yaros, P. M. (2017). *Calidad del suelo a través del subíndice de uso sustentable SUSS en diferentes sistemas de uso en el distrito de Padre Felipe Luyando – Leoncio Prado*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Zavala, S. W. 1999. *Estudio Morfopedológico Como base para la recuperación de suelo Degradados en Tingo María*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Zavaleta, G. (1992). *Edafología. El suelo en relación con la producción*. Consejo Nacional de Concentración y Tecnología.

ANEXOS

Anexo 1. Base de datos**Tabla 20.** Coordenadas UTM de ubicación de los sitios de muestreo en campo

N°	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m.s.n.m)
C1	382700	8992000	640
C2	382300	8990000	640
C3	382200	8996000	640
C4	382900	8996000	640
C5	382250	8989900	640

Anexo 2. Recoleccion y procesamiento de información

Tabla 21. Resumen de los horizontes calicata N° 1

Horizonte	1	2	3	4	5
Cod. Muestra (Zona/Prof.)	S0634 - 1-1	S0635 - 1-2	S0636 - 1-3	S0637 - 1-4	S0638 - 1-5
Prof. Horizonte	0 - 8 cm	8 - 17 cm	17 - 43 cm	43 - 53 cm	53 - 102 cm
Distribución de raíces	No	No	No	No	No
Estructura	Granular	Granular	Granular	Granular	Granular
Textura	Franco Arenosa	Franco	Franco Arenosa	Franco Limosa	Franco Arenosa
Modificador textural	No	No	No	No	No
Rocosisdad	No	No	No	No	No
Consistencia	Suelta	Suelta	Suelta	Suelta	Suelta
Plasticidad	No	No	No	No	No
Presencia CaCO ₃	No	No	No	No	No
Color	10 YR 4/3	5 YR 3/4	10 YR 4/2	5 YR 3/3	10 YR 4/2
	marrón	marrón rojizo	marrón grisáceo	marrón rojizo	marrón grisáceo
		oscuro	oscuro	oscuro	oscuro
Resistencia	1,7	1,7	1,5	1,4	1,3

Tabla 22. Resumen de los horizontes calicata N° 2

Horizonte	1	2
Cod. Muestra (Zona/N° cal/prof.)	S0639 - 1-1	S0640 - 1-2
Prof. Horizonte	0 - 27 cm	27 - 46 cm
Distribución de raíces	No	No
Estructura	Granular	Granular
Textura	Franco Limosa	Franco Arenosa
Modificador textural	Moteadura de arena reducida	No
Rocosisdad	No	No
Consistencia	Suelta	Suelta
Plasticidad	No	No
Presencia CaCO ₃	No	No
Color	5 YR 3/3	10 YR 3/3
	Gris rojizo oscuro	Marrón grisáceo muy oscuro
Resistencia	0,5	0,5

Tabla 23. Resumen de los horizontes calicata N° 3

Horizonte	1	2	3	4
Cod. Muestra (Zona/N° cal/prof.)	S0641 - 1-1	S0642 - 1-2	S0643 - 1-3	S0644 - 1-4
Prof. horizonte	0 - 15 cm	15 - 34 cm	34 - 75 cm	75 - 105 cm
Distribución de raíces	Abundancia de raíz 40%	40% con distribución uniforme	20% raíz y moteaduras	No
Estructura	Granular	Granular	Granular	Granular
Textura	Franco Limosa	Franco Limosa	Franco Limosa	Franco
Modificador textural	No	No	No	No
Rociedad	No	No	No	No
Consistencia	Suelta	Suelta	Suelta	Suelta
Plasticidad	No	No	No	No
Presencia CaCO ₃	No	No	No	No
Color	7,5YR4/4 Marrón	2,5YR4/4 marrón rojizo	10YR4/4 marrón amarillento oscuro	10YR4/2 marrón grisáceo oscuro
Resistencia	1,7	1,25	1	1

Tabla 24. Resumen de los horizontes calicata N° 4

Horizonte	1	2	3
Cod. Muestra (Zona/ N° cal/prof.)	S0645 - 1-1	S0646 - 1-2	S0647 - 1-3
Prof. horizonte	0 - 25 cm	25 - 49 cm	49 - 63 cm
Distribución de raíces	No	No	No
Estructura	Granular	Granular	Granular
Textura	Franco Arenosa	Franco	Franco Arenosa
Modificador textural	No	No	No
Rociedad	No	No	No
Consistencia	Suelta	Suelta	Suelta
Plasticidad	No	No	No
Presencia CaCO ₃	No	No	No
Color	10YR4/2 marrón grisáceo oscuro	10YR4/3 marrón	7,5R4/2 marrón
Resistencia	0,75	0,75	0,5

Tabla 25. Resumen de los horizontes calicata N° 5

Horizonte	1	2	3	4
Cod. Muestra (Zona/N° cal/prof.)	S0648 - 1-1	S0649 - 1-2	S0650 - 1-3	S0651 - 1-4
Prof. horizonte	0 - 18 cm	18 - 48 cm	48 - 75 cm	75 - 130 cm
Distribución de raíces	No	No	No	No
Estructura	Granular	Granular	Granular	Granular
Textura	Franco Arenosa	Franco Arenosa	Franco	Franco Limosa
Modificador textural	No	No	No	No
Rocosisdad	No	No	No	No
Consistencia	Suelta	Suelta	Suelta	Suelta
Plasticidad	No	No	No	No
Presencia CaCO ₃	No	No	No	No
	5 YR 2,5/1	10 YR 3/2	10 YR 4/3	7,5 YR 3/3
Color	marrón rojizo oscuro	Marrón grisáceo muy oscuro	marrón	marrón oscuro
Resistencia	1,3	1,25	1	0,5

Tabla 26. Datos de análisis químico del suelo de la Isla Soto

N° calicatas	Prof. (cm)	pH		M.O.		Nitrógeno Total		Fósforo disponible		Potasio disponible		CIC		Calcio		Magnesio	
		(1:1)	Nivel	%	Nivel	%	Nivel	ppm	Nivel	(ppm)	Nivel	Cmol ⁺ /kg ⁻¹	Nivel	Cmol ⁺ /kg ⁻¹	Nivel	Cmol ⁺ /kg ⁻¹	Nivel
C1	0 - 8	6,14	Moderadam	0,61	Bajo	0,03	Bajo	4,8	Muy bajo	113,95	Medio	6,21	Baja	5,02		0,6	
	8-17	6,56	ente ácido	0,94	Bajo	0,05	Bajo	7,37	Bajo	95,96	Bajo	11,06	Baja	9,36		1,2	
	17 - 43	6,74	Neutro	0,7	Bajo	0,03	Bajo	2,95	Muy bajo	60,6	Bajo	8,02	Baja	6,86	Medio	0,8	Bajo
	43 - 53	6,06	Moderadam	0,6	Bajo	0,03	Bajo	3,15	Muy bajo	52,23	Bajo	7,22	Baja	6,2		0,8	
	53 - 102	6,42	ente ácido	0,45	Bajo	0,02	Bajo	3,52	Muy bajo	80,71	Bajo	8,64	Baja	7,26		1	
C2	0 - 27	6,59	Neutro	1,27	Bajo	0,06	Bajo	3,76	Muy bajo	109	Medio	13,13	Baja	11,2	Alto	1,4	Medio
	27 - 46	6,87		0,73	Bajo	0,04	Bajo	8,49	Bajo	99,21	Bajo	9,13	Baja	7,61	Medio	1	Bajo
C3	0 - 15	6,89	Neutro	1,24	Bajo	0,06	Bajo	4,4	Muy bajo	94,21	Bajo	9,82	Baja	8,73	Medio	1,1	
	15 - 34	7,36		1,13	Bajo	0,06	Bajo	5,2	Muy bajo	92,56	Bajo	12,58	Baja	10,5	Alto	1,5	
	34 - 75	7,08		1,07	Bajo	0,05	Bajo	9,69	Bajo	58,72	Bajo	10,13	Baja	8,87	Medio	0,9	Bajo
	75 - 105	7,18		0,88	Bajo	0,04	Bajo	17,96	Normal	80,71	Bajo	10,41	Baja	8,91		1,1	
C4	0 - 25	7,03	Neutro	1,14	Bajo	0,06	Bajo	14,19	Bajo	90,46	Bajo	11,03	Baja	9,4		1,2	
	25 - 49	7,46		0,75	Bajo	0,04	Bajo	13,71	Bajo	74,72	Bajo	10,48	Baja	8,99	Medio	1,1	Bajo
	49 - 63	7,17		0,53	Bajo	0,03	Bajo	13,95	Bajo	52,98	Bajo	11,05	Baja	9,63		1,1	
C5	0 - 18	7,32	Neutro	1,09	Bajo	0,05	Bajo	17,4	Normal	82,09	Bajo	10,56	Baja	9,06		1,1	
	18 - 48	7,54	Moderadam ente alcalino	0,68	Bajo	0,03	Bajo	18,68	Normal	79,96	Bajo	8,74	Baja	7,44		0,9	
	48 - 75	7,48	Neutro	0,59	Bajo	0,03	Bajo	13,71	Normal	54,73	Bajo	7,17	Baja	5,99	Medio	0,9	Bajo
	75 - 130	7,85	Moderadam ente alcalino	0,55	Bajo	0,03	Bajo	9,05	Bajo	62,97	Bajo	9,66	Baja	8,28		1,1	



ANALISIS DE SUELOS



SOLICITANTE:	ARACELI ROSA GONZALES DAVILA	FECHA DE REPORTE:	18/02/2022
PROCEDENCIA:	ISLA SOTO - SAN MIGUEL DE LA COCHA - SHIRINGAL - LEONCIO PRADO - HUANUCO	RECIBO N°:	-

N°	DATOS				ANALISIS MECANICO				Analisis químico															
					Arena	Arcilla	Limo	Clase Textura	pH	Materia organica	N	P	K	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICE	Bases Cambiables	Acidez cambiables	Saturación de aluminio
	Ao	Arc	Lo	M.O.	Total	disponible	Calcio			Magnesio	Potasio	Sodio	Aluminio		Hydrogeno	%	%	%						
	COD LAB	CALICATA			%	%	%	01:01	%	%	ppm	ppm	CAMBIABLES Cmol (-)/kg						%	%	%			
A	HORIZONTE	PROF																						
1	SD634	1	1	0-8 CM	69	10	22	Franco Arenoso	6,14	0,61	0,03	4,80	113,95	6,21	5,02	0,63	0,37	0,18	-	-	-	100	0	0
2	SD635	1	2	8-17 CM	43	8	49	Franco	6,56	0,94	0,05	7,37	95,96	11,06	9,36	1,17	0,34	0,19	-	-	-	100	0	0
3	SD636	1	3	17-43 CM	68	8	24	Franco Arenoso	6,74	0,70	0,03	2,95	60,60	8,02	6,86	0,80	0,21	0,15	-	-	-	100	0	0
4	SD637	1	4	43-53 CM	35	8	57	Franco Limoso	6,06	0,60	0,03	3,15	52,23	7,22	6,20	0,75	0,15	0,12	-	-	-	100	0	0
5	SD638	1	5	53-102 CM	69	8	23	Franco Arenoso	6,42	0,45	0,02	3,52	80,71	8,64	7,27	0,97	0,23	0,17	-	-	-	100	0	0
6	SD639	2	1	0-27 CM	23	12	65	Franco Limoso	6,59	1,27	0,06	3,76	108,95	13,13	11,17	1,37	0,40	0,19	-	-	-	100	0	0
7	SD640	2	2	27-46 CM	63	8	29	Franco Arenoso	6,87	0,73	0,04	8,49	99,21	9,13	7,61	1,00	0,28	0,24	-	-	-	100	0	0
8	SD641	3	1	0-15 CM	39	10	51	Franco Limoso	6,89	1,24	0,06	4,40	94,21	9,82	8,37	1,05	0,31	0,09	-	-	-	100	0	0
9	SD642	3	2	15-34 CM	27	12	61	Franco Limoso	7,36	1,13	0,06	5,20	92,56	12,58	10,54	1,45	0,40	0,19	-	-	-	100	0	0
10	SD643	3	3	34-75 CM	5	14	81	Franco Limoso	7,08	1,07	0,05	9,69	58,72	10,13	8,87	0,90	0,22	0,13	-	-	-	100	0	0
11	SD644	3	4	75-105 CM	51	8	41	Franco	7,18	0,88	0,04	17,96	80,71	10,41	8,91	1,12	0,29	0,09	-	-	-	100	0	0
12	SD645	4	1	0-25 CM	68	8	24	Franco Arenoso	7,03	1,14	0,06	14,19	90,46	11,03	9,40	1,17	0,28	0,18	-	-	-	100	0	0
13	SD646	4	2	25-49 CM	68	8	24	Franco Arenoso	7,46	0,75	0,04	13,71	74,72	10,48	8,99	1,08	0,27	0,13	-	-	-	100	0	0
14	SD647	4	3	49-63 CM	67	8	25	Franco Arenoso	7,17	0,53	0,03	13,95	52,98	11,05	9,63	1,10	0,18	0,15	-	-	-	100	0	0
15	SD648	5	1	0-18 CM	65	8	27	Franco Arenoso	7,32	1,09	0,05	17,40	82,09	10,56	9,06	1,13	0,25	0,11	-	-	-	100	0	0
16	SD649	5	2	18-48 CM	69	8	23	Franco Arenoso	7,54	0,68	0,03	18,68	79,96	8,74	7,44	0,92	0,25	0,13	-	-	-	100	0	0
17	SD650	5	3	48-75 CM	45	8	47	Franco	7,48	0,59	0,03	13,71	54,73	7,17	5,99	0,85	0,17	0,16	-	-	-	100	0	0
18	SD651	5	4	75-130 CM	19	10	71	Franco Limoso	7,85	0,55	0,03	9,05	62,97	9,66	8,28	1,05	0,17	0,16	-	-	-	100	0	0

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
[Signature]
Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Carretera Central Km 1.21 - Tingo María

Analisisdesuelosunas@hotmail.com
WhatsApp: 944407531

Figura 12. Análisis físico y químico del suelo de la Isla Soto

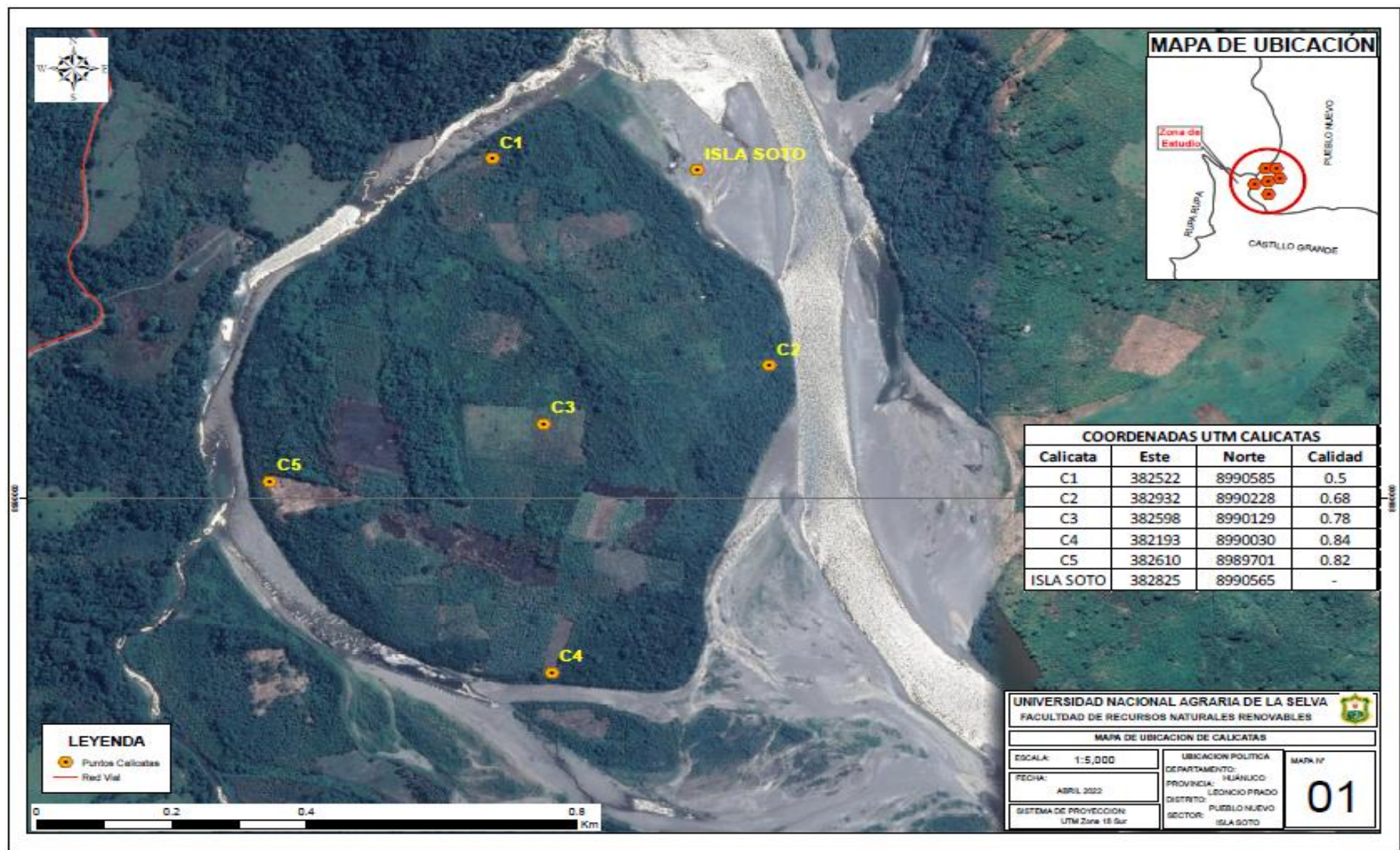


Figura 13. Mapa de ubicación de las calicatas en la Isla Soto

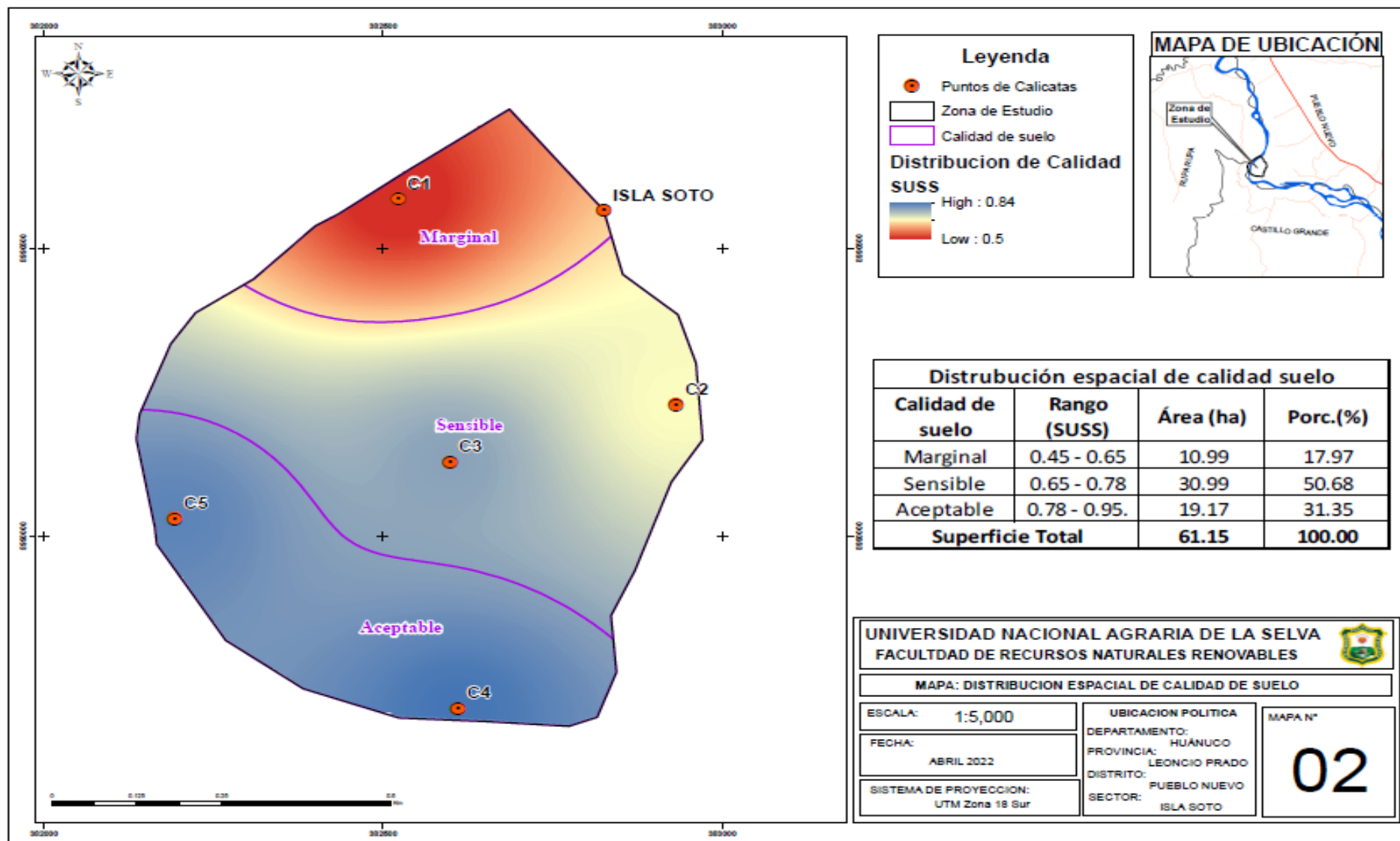


Figura 14. Mapa de distribución espacial de la calidad del suelo de la Isla Soto

Anexo 3. Panel fotográfico

Figura 15. Coordinación con una de las propietarias (Sra. Emilia) del terreno de Isla Soto



Figura 16. Realizando ensayo de infiltración



Figura 17. Realizando las calicatas en la Isla Soto



Figura 18. Napa freática de la calicata N° 5 (1.30m)



Figura 19. Realizando la medición de la calicata N° 2



Figura 20. Obtención de muestras de suelo por horizontes



Figura 21. Etiquetado de las muestras de suelo para su respectivo análisis

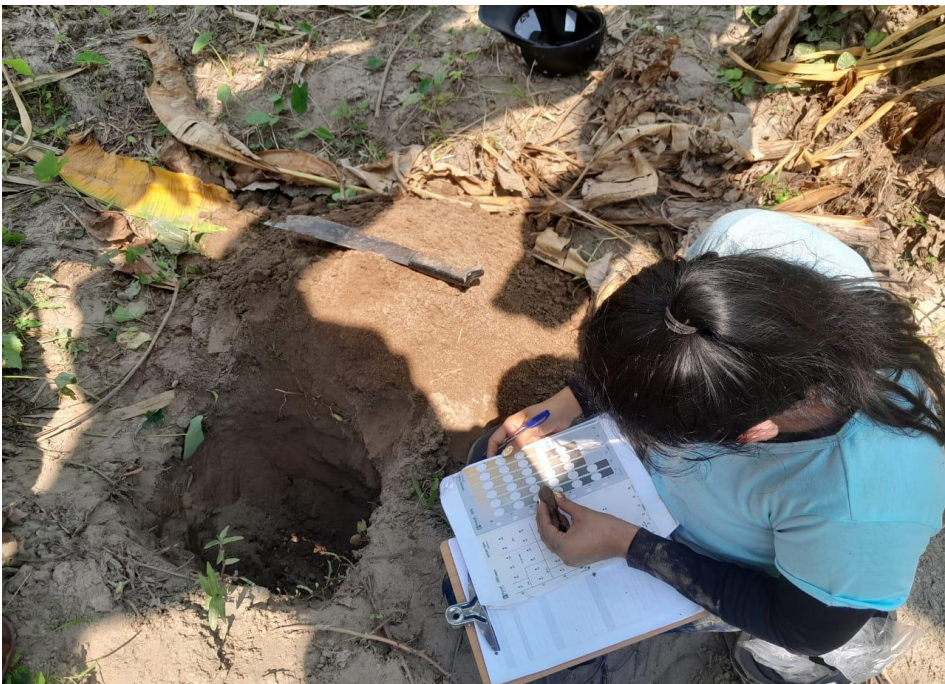


Figura 22. Realizando la lectura de la coloración de suelos de cada horizonte



Figura 23. Cultivo de plátano -Isla Soto



Figura 24. Carretera con dirección al Caserío San Miguel La Cocha



Figura 25. Cruzando el Rio Huallaga hacia la Isla Soto



Figura 26. Vista panorámica de la Isla Soto