

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA**



**CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR EN
PLANTACIONES DE *Elaeis Guineensis* (PALMA ACEITERA) DE LA EMPRESA
OCHO SUR P, DISTRITO NUEVA REQUENA – UCAYALI**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

PRESENTADO POR:

GUSTAVO MILER ESPINOZA ESPIRITU

Tingo María – Perú

2025



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 098-2025-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 04 de agosto de 2025, a horas 6:00 p.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR EN PLANTACIONES DE *Elaeis Guineensis* (PALMA ACEITERA) DE LA EMPRESA OCHO SUR P, DISTRITO NUEVA REQUENA-UCAYALI”

Presentado por el Bachiller: **ESPINOZA ESPIRITU, GUSTAVO MILER** 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 CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 19 de setiembre de 2025


Dr. JOSE D. LEVANO CRISOSTOMO
PRESIDENTE


Ing. MSc. ANDY WILLIAMS VELA ZEVALLOS
MIEMBRO


Dr. WILFREDO ALVA VALDIVIEZO
MIEMBRO




Ing. MSc. JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO
ASESOR



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

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 337 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico 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	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR EN PLANTACIONES DE <i>Elaeis Guineensis</i> (PALMA ACEITERA) DE LA EMPRESA OCHO SUR P, DISTRITO NUEVA REQUENA – UCAYALI	GUSTAVO MILER ESPINOZA ESPIRITU	13 % Trece	0 % Cero

Tingo María, 28 de octubre de 2025.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA



CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR EN PLANTACIONES DE *Elaeis Guineensis* (PALMA ACEITERA) DE LA EMPRESA OCHO SUR P, DISTRITO NUEVA REQUENA – UCAYALI

Autor	: Gustavo Miler, ESPINOZA ESPIRITU
Asesor	: Ing. M.Sc. Juan Pablo, RENGIFO TRIGOZO
Programa de Investigación	: Gestión de Cuencas Hidrográficas
Línea (S) de Investigación	: Zonificación Económica y Ecológica
Eje temático de Investigación	: Sistema de Clasificación de Suelos
Lugar de Ejecución	: Empresa Ocho Sur – Ucayali
Duración	: 06 meses
Financiamiento	: Propio
Presupuesto	:S/. 1 130,14

Tingo María – Perú

2025

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía constante y fuente de fortaleza a lo largo de este camino. Gracias por concederme la sabiduría y la perseverancia necesarias para alcanzar esta meta. Sin tu bendición, este logro no habría sido posible.

A la memoria de mi padre, Julio Espinoza Rivera, cuya enseñanza y ejemplo siguen iluminando mi camino. Este logro también es tuyo.

A mis profesores, por compartir generosamente sus conocimientos y por orientarme con paciencia, dedicación y sabiduría.

A mi madre, Salina Espiritu Sandoval, por su amor incondicional, esfuerzo y constante apoyo en cada etapa de mi vida.

A mi compañera de vida, Mayli Anais, por su compañía, comprensión y por convertir este recorrido en una experiencia significativa e inolvidable.

A mis hermanos, Walter y Milda, por su cariño y por ser un respaldo fundamental en mi formación personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso, fuente de sabiduría y fortaleza, por iluminar mi camino, darme la perseverancia necesaria y acompañarme en cada etapa de este proceso académico.

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Agraria de la Selva por brindarme la formación académica y los valores profesionales que han sido fundamentales en mi desarrollo personal y en la culminación de esta etapa.

Agradezco de manera especial al Ingeniero Juan Pablo Rengifo Trigozo, asesor de esta tesis, por su valiosa orientación, compromiso y constante apoyo durante todo el proceso de investigación. Su experiencia y dedicación han sido pilares fundamentales para la elaboración de este trabajo.

A la empresa Ocho Sur por darme la oportunidad y brindarme un espacio para realizar mi proyecto de tesis en sus áreas de operación.

A todos quienes, de una u otra manera, contribuyeron a que este proyecto sea posible, les extiendo mi reconocimiento y aprecio.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Generalidades de la <i>Elaeis guineensis</i> Jacq (Palma aceitera)	3
2.1.2. Clasificación taxonómica de <i>Elaeis guineensis</i> Jacq (Palma aceitera).	4
2.1.3. Morfología de <i>Elaeis guineensis</i> Jacq (Palma aceitera).....	4
2.1.4. Caracterización de los suelos.....	6
2.1.5. Tierra	6
2.1.6. El suelo	6
2.1.7. Indicadores físicos	7
2.1.8. Indicadores químicos.....	9
2.1.9. Muestreo de suelo	13
2.1.10. Tipos de muestreo.....	15
2.1.11. Descripción y clasificación de tierras.....	16
2.1.12. Clasificación de los suelos y las tierras	16
2.1.13. Clasificación de las Tierras	16
2.1.14. Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso Mayor.....	16
2.1.15. Componentes de la Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso Mayor	16
2.1.16. Factores para considerar en la Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso Mayor	17
2.1.17. Levantamiento de cobertura vegetal (bosque).....	23
2.1.18. Levantamiento de suelos	24
2.2. Estado del arte.....	26
2.2.1. Antecedentes.....	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. Lugar de ejecución.....	28
3.1.1. Ubicación geográfica.....	28

3.1.2.	Clima	29
3.1.3.	Ecología.....	29
3.1.4.	Fisiografía.....	29
3.1.5.	Suelo	29
3.1.6.	Hidrografía	29
3.1.7.	Accesibilidad	29
3.2.	Materiales y métodos.....	30
3.2.1.	Materiales y equipos.....	30
3.2.2.	Componentes de investigacion.....	30
3.2.3.	Metodología.....	32
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1.	Determinar las características de los perfiles modales de las unidades de suelos con plantaciones de <i>E. guineensis</i> de la empresa Ocho Sur P.....	42
4.2.	Determinar los indicadores fisicoquímicos del suelo textura, pH, materia orgánica, nitrógeno, fosforo disponible, potasio disponible, capacidad de intercambio catiónico, calcio y magnesio con plantaciones de <i>E. guineensis</i> de la empresa Ocho Sur P.....	107
4.2.1.	Indicadores físicos	107
4.2.2.	Indicadores químicos.....	111
4.3.	Elaborar el estudio de clasificación de tierras de acuerdo con su capacidad de uso mayor con plantaciones de <i>E. guineensis</i> de la empresa Ocho Sur P.....	136
4.3.1.	Integración de mapas temáticos para clasificación de suelos.....	136
4.3.2.	Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor.....	138
V.	CONCLUSIONES	140
VI.	PROPUESTA A FUTURO	141
VII.	REFERENCIAS.....	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas	Página
1. Propiedades físicas del suelo.....	7
2. Tamaño de las partículas del suelo.....	8
3. Agrupamiento general de las clases texturales del suelo.	9
4. Niveles de pH en el suelo.....	10
5. Intervalos de materia orgánica en el suelo	10
6. Niveles de contenido de nitrógeno del suelo	11
7. Niveles de contenido de fósforo disponible	11
8. Niveles de contenido de potasio disponible (K ₂ O)	12
9. Rangos interpretativos para calcio (Ca ²⁺) intercambiable	12
10. Rangos interpretativos para Magnesio (Mg ²⁺) intercambiable.....	13
11. Rangos interpretativos para la CIC	13
12. Clases de calidad agrológica	19
13. Especificaciones técnicas para el levantamiento de suelos a nivel semidetallado.....	25
14. Puntos de muestreo mediante calicatas por parcela con sus coordenadas y altitud	33
15. Indicadores de suelos y métodos de determinación	35
16. Normas para la interpretación de los análisis químicos	36
17. Clases de microrelieve	37
18. Indicadores de suelos y métodos de determinación	37
19. Valores del factor LS	39
20. Valores promedio anual de C según Roose (1976).....	39
21. Descripción de los suelos calicata 1.....	42
22. Perfil modal de la serie Palma (Pa) calicata 1.....	43
23. Descripción de los suelos calicata 2.....	44
24. Perfil modal de la serie Pucallpa (Pu) calicata 2.....	45
25. Descripción de los suelos calicata 3.....	47
26. Perfil modal de la serie Tambillo (Tb) calicata 3.....	48
27. Descripción de los suelos calicata 4.....	49
28. Perfil modal de la serie Requena (Re) calicata 4	50
29. Descripción de los suelos calicata 5.....	51
30. Perfil modal de la serie Ucayali (Uc) calicata 5.....	52

31. Descripción de los suelos calicata 6.....	53
32. Perfil modal de la serie San Alejandro (SA) calicata 6.....	54
33. Descripción de los suelos calicata 7.....	55
34. Perfil modal de la serie Neshuya (Ne) calicata 7.....	56
35. Descripción de los suelos calicata 8.....	57
36. Perfil modal de la serie Aguaytía (Ag) calicata 8.....	58
37. Descripción de los suelos calicata 9.....	59
38. Perfil modal de la serie Contamana (Co) calicata 9.....	60
39. Descripción de los suelos calicata 10.....	61
40. Perfil modal de la serie Aguaje (Au) calicata 10.....	62
41. Descripción de los suelos calicata 11.....	63
42. Perfil modal de la serie Raymondi (Ra) calicata 11.....	64
43. Descripción de los suelos calicata 12.....	65
44. Perfil modal de la serie Mamani (Ma) calicata 12.....	66
45. Descripción de los suelos calicata 13.....	67
46. Perfil modal de la serie Pastraña (Pñ) calicata 13.....	68
47. Descripción de los suelos calicata 14.....	69
48. Perfil modal de la serie Boquerón (Bo) calicata 14.....	70
49. Descripción de los suelos calicata 15.....	71
50. Perfil modal de la serie Esperanza (Es) calicata 15.....	72
51. Descripción de los suelos calicata 16.....	73
52. Perfil modal de la serie Puerto Esperanza (PE) calicata 16.....	74
53. Descripción de los suelos calicata 17.....	75
54. Perfil modal de la serie Padre Abad (PA) calicata 17.....	76
55. Descripción de los suelos calicata 18.....	77
56. Perfil modal de la serie Kudzu (Ku) calicata 18.....	78
57. Descripción de los suelos calicata 19.....	79
58. Perfil modal de la serie Márquez (Mq) calicata 19.....	80
59. Descripción de los suelos calicata 20.....	81
60. Perfil modal de la serie Purús (Pr) calicata 20.....	82
61. Descripción de los suelos calicata 21.....	83
62. Perfil modal de la serie Galindo (Ga) calicata 21.....	84
63. Descripción de los suelos calicata 22.....	85
64. Perfil modal de la serie Pachitea (Pt) calicata 22.....	86

65. Descripción de los suelos calicata 23	87
66. Perfil modal de la serie Marañón (Mr) calicata 23	88
67. Descripción de los suelos calicata 24.....	89
68. Perfil modal de la serie Timoteo (Ti) calicata 24.....	90
69. Descripción de los suelos calicata 25	91
70. Perfil modal de la serie Abujau (Ab) calicata 25	92
71. Descripción de los suelos calicata 26.....	93
72. Perfil modal de la serie Juantía (Ju) calicata 26.....	94
73. Descripción de los suelos calicata 27.....	95
74. Perfil modal de la serie Yarinacocha (Ya) calicata uno (27)	96
75. Descripción de los suelos calicata 28.....	97
76. Perfil modal de la serie Santa Cruz (SC) calicata 28	98
77. Descripción de los suelos calicata 29.....	99
78. Perfil modal de la serie Chilete (Ch) calicata 29.....	100
79. Descripción de los suelos calicata 30.....	101
80. Perfil modal de la serie Catalina (Ca) calicata 30	102
81. Descripción de los suelos calicata 31	103
82. Perfil modal de la serie San Mateo (SM) calicata 31	104
83. Descripción de los suelos calicata 32.....	105
84. Perfil modal de la serie Urubamba (Ur) calicata 32.....	106
85. Textura del suelo de las plantaciones con <i>E. guineensis</i> de la empresa Ocho Sur P	107
86. pH del suelo con plantaciones de <i>E. guineensis</i> empresa Ocho Sur P.....	111
87. Materia orgánica del suelo con plantaciones de <i>E. guineensis</i> empresa Ocho Sur	115
88. Fósforo disponible del suelo con plantaciones de <i>E. guineensis</i> empresa Ocho Sur	119
89. Potasio disponible del suelo con plantaciones de <i>E. guineensis</i> empresa Ocho Sur	123
90. CIC del suelo con plantaciones de <i>E. guineensis</i> empresa Ocho Sur.	127
91. Calcio del suelo con plantaciones de <i>E. guineensis</i> empresa Ocho Sur.....	130
92. Magnesio del suelo con plantaciones de <i>E. guineensis</i> empresa Ocho Sur.	133
93. Microrrelieve del suelo con plantaciones de <i>E. guineensis</i> empresa Ocho Sur P.....	136
94. Pendiente del suelo con plantaciones de <i>E. guineensis</i> empresa Ocho Sur P.....	136

95. Fisiografía del suelo con plantaciones de E. guineensis empresa Ocho Sur P.	137
96. Erosión del suelo con plantaciones de E. guineensis empresa Ocho Sur P.	137
97. Zona de vida del suelo con plantaciones de E. guineensis empresa Ocho Sur P.....	138
98. Clasificación de las tierras por su capacidad de uso mayor con plantaciones de E. guineensis empresa Ocho Sur.....	138
99. Análisis de suelos empresa Ocho Sur P.	157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Ubicación de la zona de estudio.....	28
2. Simbología para la nomenclatura de la CUM según Decreto Supremo N°005-2022-MIDAGRI.....	40
3. Diagrama metodológico para elaborar el mapa de CUM.....	41
4. Mapa de capacidad de uso mayor del suelo con plantaciones E. guineensis de la empresa Ocho Sur P.	139
5. Mapa de microrrelieve del suelo con plantaciones E. guineensis de la empresa Ocho Sur P.	150
6. Mapa de pendiente del suelo con plantaciones E. guineensis de la empresa Ocho Sur P.	151
7. Mapa fisiográfico del suelo con plantaciones E. guineensis de la empresa Ocho Sur P.	152
8. Mapa de erosión del suelo con plantaciones E. guineensis de la empresa Ocho Sur P.	153
9. Mapa ecológico del suelo con plantaciones E. guineensis de la empresa Ocho Sur P.	154
10. Identificación y reconocimiento de la zona de estudio	155
11. Identificación de Horizontes en el perfil modal del suelo.....	155
12. Medición de la profundidad de cada horizonte en el perfil modal del suelo	156
13. Descripción del perfil Modal del suelo en la calicata OS-6.....	156

**CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR EN
PLANTACIONES DE *Elaeis Guineensis* (PALMA ACEITERA) DE LA EMPRESA
OCHO SUR P, DISTRITO NUEVA REQUENA – UCAYALI**

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad determinar la capacidad de uso mayor de las tierras con plantaciones de *Elaeis guineensis* (palma aceitera) pertenecientes a la empresa Ocho Sur P, ubicada en el distrito de Nueva Requena - Ucayali. El estudio se desarrolló ante la falta de información técnica precisa sobre la aptitud de los suelos frente al uso agrícola actual, lo cual podría generar prácticas inadecuadas de manejo y degradación del recurso suelo. El objetivo general fue realizar la clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor, mientras que los objetivos específicos se centraron en caracterizar los perfiles modales e identificar los indicadores físicos y químicos del suelo. La metodología comprendió la apertura de 32 calicatas y la toma de 120 muestras para análisis de textura, pH, materia orgánica, fósforo y potasio disponibles, capacidad de intercambio catiónico, calcio y magnesio. Los resultados indicaron suelos con texturas francas a franco arcillosas, pH de fuertemente ácido a neutro, bajo contenido de materia orgánica y nutrientes, drenaje moderado y pendientes ligeras a fuertemente inclinadas. Según el Decreto Supremo N.º 005-2022-MIDAGRI, las tierras se clasificaron como aptas para cultivos en limpio (A3s), cultivos permanentes (C3s) y pastos (P3se), todas con calidad agrológica baja y limitaciones por suelo y erosión. Se concluye que la clasificación de tierras constituye una herramienta técnica efectiva para orientar el uso sostenible del recurso suelo y mejorar la gestión agrícola en plantaciones de palma aceitera.

Palabras clave: Indicadores, Horizontes del suelo, perfiles modales, clasificación del suelo, calidad agrológica.

**The Classification of Land by Its Greatest Capacity of Use for the Ocho Sur P
Company's *Elaeis Guineensis* (Oil Palm) Plantations in the Nueva Requena District of
Ucayali**

Abstract

The purpose of the present research was to determine the greatest capacity of use of the land with plantations of *Elaeis guineensis* (oil palm), belonging to the Ocho Sur P company, located in the Nueva Requena district of Ucayali [in Peru]. The study was carried out due to the lack of precise technical information regarding the aptitude of the soil in the face of agricultural use, which could generate inadequate management practices and the degradation of the soil resource. The general objective was to carry out the classification of the land by its greatest capacity of use, while the specific objectives were centered around a characterization of the modal profiles and identifying the physical and chemical indicators of the soil. The methodology consisted of the opening of thirty two testpits, and taking 120 samples, in order to analyze the texture, pH, organic matter, available phosphorus and potassium, cation exchange capacity, calcium, and magnesium. The results indicated that the soils were of a loamy and clay loam texture, the pH was strongly acidic to neutral, [there was] a low organic matter and nutrient content, the drainage was moderate, and there were slight to highly inclined slopes. According to supreme decree number 005-2022-MIDAGRI, the land was classified as apt for clean crops (A3s), permanent crops (C3s) and grasses (P3se); all with low agricultural quality and limitations due to the soil and erosion. It was concluded that land classification is an effective technique for orienting [towards] the sustainable use of the soil resource and for improving the agricultural management of palm oil plantations.

Keywords: indicators, soil horizons, modal profiles, soil classification, agricultural quality

I. INTRODUCCIÓN

La clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor (CTCUM) es una herramienta fundamental para la gestión sostenible del suelo, permitiendo optimizar su utilización y minimizar impactos negativos como la degradación y erosión. En el Perú, esta metodología se ha utilizado ampliamente para definir usos adecuados del suelo en diversas actividades agropecuarias y forestales. Sin embargo, en la región Ucayali, donde la empresa Ocho Sur P desarrolla cultivos de *Elaeis guineensis* (palma aceitera), no se ha realizado un estudio exhaustivo para determinar si la distribución actual de este cultivo corresponde con la capacidad de uso del suelo.

La problemática principal radica en la falta de información detallada sobre la capacidad de uso mayor de las tierras en esta región, lo que puede generar riesgos de sobreexplotación o subutilización del recurso suelo. Esto conlleva la necesidad de realizar un estudio de clasificación de tierras, que no solo ayude a optimizar el manejo de las plantaciones de palma aceitera, sino que también contribuya a la conservación de áreas boscosas cercanas. De acuerdo con esta problemática se plantea la siguiente interrogativa ¿La clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor es una herramienta efectiva para determinar si las tierras utilizadas para plantaciones de *Elaeis guineensis* en la empresa Ocho Sur P están siendo manejadas adecuadamente?

Este estudio es relevante porque proporcionará información técnica y clave para la gestión sostenible de los suelos en la región Ucayali. Los resultados contribuirán a mejorar la planificación del uso de la tierra en la empresa Ocho Sur P, así como en zonas aledañas, beneficiando a agricultores locales. Además, permitirá evaluar la relación entre las prácticas de manejo de la palma aceitera y la calidad fisicoquímica del suelo, facilitando la identificación de medidas de conservación adecuadas.

El estudio se llevará a cabo en un área de 6320.50 ha de plantaciones de *Elaeis guineensis* en la empresa Ocho Sur P, distrito Nueva Requena, Ucayali. Se analizarán las unidades fisiográficas, las características de del perfil del suelo los indicadores fisicoquímicos del suelo y se generará una cartografía detallada de la clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor.

En base a lo mencionado se plantea la hipótesis: La clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor en plantaciones de *Elaeis guineensis* de la empresa Ocho Sur P es una herramienta efectiva para determinar su uso correcto y garantizar la sostenibilidad del recurso suelo. En ese sentido el trabajo de investigación presenta los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

Realizar la clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor en plantaciones de *Elaeis guineensis* (palma aceitera) de la empresa Ocho Sur P, distrito Nueva Requena – Ucayali.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar las características de los perfiles modales de las unidades de suelos con plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P.
- Determinar los indicadores fisicoquímicos del suelo textura, pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo disponible, potasio disponible, capacidad de intercambio catiónico, calcio y magnesio con plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P.
- Elaborar el estudio de clasificación de tierras de acuerdo con su capacidad de uso mayor con plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generalidades de la *Elaeis guineensis* Jacq (Palma aceitera)

2.1.1.1. Origen

La *Elaeis guineensis* Jacq (palma aceitera) es originaria de África y se extendió a otras regiones de África, el sudeste asiático y Latinoamérica a lo largo de la zona ecuatorial desde el siglo XV. Botánicamente, es una planta monocotiledónea clasificada en el orden Palmales, grupo Ceroxylinae, familia Palmaceae, género *Elaeis* y especie *Elaeis guineensis* Jacq (Quesada, 2002).

Su nombre, dado por Joaquín en 1763, deriva del griego "elaoin" (aceite) y "*guineensis*," en referencia a su origen en la región de Guinea (Borrero, 2006).

2.1.1.2. Historia de la palma aceitera en el Perú

El interés por el cultivo de palma aceitera en Perú surgió en 1965, cuando el gobierno solicitó una misión técnica del Instituto Francés de Investigación sobre Aceites y Semillas Oleaginosas.

Esta misión identificó extensas áreas de la Amazonía peruana como agroclimáticamente aptas para la palma aceitera. Posteriormente, se iniciaron varios proyectos de cultivo, incluyendo dos estatales, uno con capital privado y, más recientemente, iniciativas con pequeños agricultores.

Con base en estos hallazgos, la empresa estatal EMDEPALMA S.A. se estableció en la provincia de Tocache, región San Martín, en 1965. Para 1980, había plantado 5200 hectáreas e instalado una planta de extracción de aceite crudo de palma con una capacidad de procesamiento de 20 toneladas de RFF (racimos de fruta fresca) por hora.

Con base en este éxito, el Grupo Romero fundó Palmas del Espino S.A. en Uchiza (provincia de Tocache) en 1980. Actualmente, Palmas del Espino cuenta con aproximadamente 14.000 hectáreas de cultivo, una planta procesadora de aceite crudo de RFF de 60 toneladas/hora y una refinería de aceite de palma y derivados de manteca. La empresa también desarrolla 8.000 hectáreas de cultivo y una planta procesadora de 60 toneladas/hora en la zona de Shanusi (San Martín y Loreto), lo que la convierte en el complejo agroindustrial más exitoso y moderno del país.

El gobierno peruano, en colaboración con agencias de cooperación internacional (NN.UU, DEVIDA, etc.), promovió el cultivo de palma aceitera entre agricultores individuales organizados como una alternativa a actividades ilícitas y para reducir

la deforestación. Esta iniciativa comenzó en 1993 con el Proyecto Neshuya en Pucallpa (NN.UU Gobierno Regional de Ucayali), estableciendo 1,000 ha de cultivo y una planta procesadora de 6 TM/hora de RFF. En 2000, NN.UU continuó estos esfuerzos con proyectos en Aguaytía (Ucayali) y Caynarachi (San Martín), cada uno añadiendo 1,000 ha y 1,100 ha de plantaciones, respectivamente, junto con plantas procesadoras de 6 TM/hora de RFF. En 2003, NN.UU y el Gobierno Regional de Loreto establecieron 1,500 ha de plantaciones en Yurimaguas (Loreto). En 2004, NN.UU Cooperación Alemana instaló 1000 ha de plantaciones con una planta procesadora de 10 TM/hora RFF en Tocache (San Martín).

Actualmente, empresas privadas y organizaciones de productores dedicadas al cultivo de palma aceitera han ampliado sus áreas de cultivo, posicionándola como un cultivo alternativo rentable y sostenible en el Perú (Raygada, 2005).

2.1.2. Clasificación taxonómica de *Elaeis guineensis* Jacq (Palma aceitera).

Elaeis guineensis, conocida como palma africana de aceite o palma aceitera, fue descrita y colectada por primera vez por el naturalista francés Michel Adanson (Jean-Marie Pelt, 19 Reino: Plantae:

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Arecales

Familia: Arecaceae

Subfamilia: Coryphoideae

Género: *Elaeis*

Especie: *E. Guineensis* Jac99).

2.1.3. Morfología de *Elaeis guineensis* Jacq (Palma aceitera)

2.1.3.1. Porte

En su estado natural, esta palmera monoica puede alcanzar una altura de más de 40 m. Sin embargo, bajo cultivo industrial para la extracción de aceite, su altura se limita a 10-15 m, con un diámetro de 30-60 cm y un dosel de cicatrices foliares. (Raygada, 2005).

2.1.3.2. Sistema radicular

Compuesto por la radícula, es rápidamente sustituido por raíces primarias que surgen desde la base de la lígula y continuamente desde los nudos basales del estípote, junto con raíces adventicias que suelen abortar. Las raíces primarias seniles se reemplazan constantemente.

El sistema radicular de la palma cumple dos funciones principales: soporte, provisto por las raíces primarias y secundarias, y absorción de agua y nutrientes, realizada principalmente por las raíces terciarias y cuaternarias (Revelo, 2002; Raygada, 2005).

Las raíces primarias tienen baja capacidad de absorción. Las raíces secundarias, más delgadas y absorbentes cerca de su unión con las primarias, dan origen a las terciarias (10 cm), que a su vez sostienen las cuaternarias (≤ 5 mm), encargadas de la mayor parte de la absorción.

2.1.3.3. Hojas

Una palma adulta sana presenta entre 30 y 49 hojas funcionales. Cada hoja consta de un peciolo espinoso de aproximadamente 1,5 metros que da paso al raquis, donde se insertan de 200 a 300 foliolos alternos en hileras superiores e inferiores. El área foliar total de una palma bien nutrida y manejada oscila entre 250 y 300 m².

La filotaxis de las hojas describe una disposición en ocho espirales alrededor del eje vertical, conocimiento esencial para la correcta identificación de cada hoja durante muestreos foliares y conteo de plagas (Bernal, 2001).

2.1.3.4. Flores y frutos

Según Corley y Tinker (2009), la palma aceitera desarrolla inflorescencias en la axila de cada hoja, aunque algunas abortan.

La inflorescencia femenina, de 30 cm o más antes de abrirse, presenta espiguillas gruesas y carnosas en la axila de una bráctea espinosa, con flores dispuestas en espiral. La inflorescencia masculina, con un pedúnculo más largo, contiene espiguillas cilíndricas digitiformes, no espinosas, con brácteas y protuberancias terminales reducidas, midiendo las espiguillas entre 10 y 20 cm.

El fruto es una drupa sésil, de forma variable (esférica, ovoide o alargada), de 2 a más de 5 cm de longitud y 3 a más de 30 g de peso. Posee una piel lisa (exocarpio), una pulpa fibrosa con células de aceite (mesocarpio), una nuez lignificada (endocarpio) y una almendra aceitosa (endospermo) (Bernal, 2001).

2.1.3.5. Tallo

El estípite de la palma, columnar y de diámetro casi uniforme (excepto por una base ligeramente abultada), es único en la palma aceitera por carecer de yemas y retoños (Revelo, 2002). Dentro de él, los haces vasculares (floema y xilema) transportan agua y nutrientes. El meristemo apical, ubicado en la parte central, da origen a todas las hojas e inflorescencias.

2.1.3.6. Semillas

La semilla de la palma de aceite es la nuez resultante tras la extracción del mesocarpio del fruto. Está compuesta por un endocarpio y de uno a tres óvulos en el ovario tricarpelar, que suelen abortar (Corley y Tinker, 2009).

2.1.4. Caracterización de los suelos

Los suelos son elementos esenciales del ecosistema, sustentando la vida vegetal. Resultan de la interacción de componentes ambientales y naturales que regulan procesos biológicos, químicos, ecológicos y geológicos, contribuyendo a la sostenibilidad (IDEAM, 2002). Dada esta íntima relación entre suelo y desarrollo vegetal y animal, es crucial comprender su conformación, origen, usos actuales y potenciales, así como su manejo y conservación.

2.1.5. Tierra

Un área terrestre con características biofísicas y socioeconómicas relativamente estables o cíclicas, que incluyen la atmósfera, el suelo, la geología, la hidrología, la flora, la fauna y los efectos de la actividad humana pasada y presente, influyendo significativamente en su uso (FAO, 1985).

El D. S. N° 005-2022-MIDAGRI lo define como un espacio geográfico con clima (zonas de vida), suelo, relieve, cobertura vegetal (bosques) y la influencia de la actividad humana pasada y presente.

2.1.6. El suelo

Fadda (2017) menciona al suelo como un sistema natural formado por minerales y MO, influenciado por el clima y la biología. Dividido en horizontes, provee sustento y los nutrientes requeridos por los cultivos gracias a su contenido de aire y agua. Caballero (2015) describe el suelo como la capa más externa de la Tierra, repleto de vida donde se arraiga la vegetación. Originada por la descomposición de rocas debido a las fluctuaciones de temperatura y los efectos de la humedad, el aire y los organismos vivos, caracterizado por un perfil compuesto por capas distintas e identificables, conocidas como horizontes.

El USDA (2014) define el suelo como un conjunto de cuerpos naturales de la superficie terrestre en lugares modificados capaces de albergar vida vegetal al aire libre. Sus límites van desde la profundidad del agua hasta las zonas desprovistas de vegetación de rocas y hielo, siendo el límite inferior contra el no-suelo el más difícil de definir. El MINAG (2011) describe el suelo como un sistema dinámico y complejo con actividad fisicoquímica y biológica variable que forma una capa continua sobre la tierra. El D.S N° 005-2022-

MIDAGRI define el suelo como la capa superficial de la Tierra que soporta el crecimiento de plantas, animales y microorganismos, compuesta por proporciones equilibradas de materiales sólidos, líquidos y gaseosos. (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

2.1.7. Indicadores físicos

Muchos indicadores físicos de la calidad del suelo cambian según el sitio de estudio. Chen (2000), citado por Huamán (2021), sugiere la textura, profundidad, DA y capacidad de retención de agua. Los parámetros físicos del suelo son esenciales para evaluar su calidad, pues son difíciles de mejorar (Singer y Ewing, 2000, citado por Campos 2019). La buena calidad física del suelo contribuye al uso de agua, nutriente y pesticida de manera efectiva, reduciendo el efecto invernadero y aumentando la producción agrícola. Aunque no se mide directamente, se muestra utilizando indicadores estáticos o dinámicos y atributos de medición que afectan el uso y manejo. Estructura, DA, estabilidad de agregados, penetración, profundidad de la superficie, capacidad de retención de agua y conductividad hidráulica aturada son ejemplos de parámetros de calidad física del suelo.

Tabla 1. Propiedades físicas del suelo.

Propiedad	Relación con la condición y función del suelo Indicadores físicos	Valores o unidades relevantes ecológicamente; comparaciones para evaluación
Textura del suelo	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	Estimación del potencial productivo y erosión	Estima la productividad potencial y la erosión cm o m
Infiltración y densidad aparente	Potencial de lixiviación; productividad y erosión	minutos/2.5 cm de agua y g/cm ³
Capacidad de retención de agua	Relación con la retención de agua, transporte, y erosión; 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, citados por Huamán 2021).

2.1.7.1. Textura del suelo

Depende del tamaño de sus partículas, distribuidas en fracciones según su dimensión. La cantidad de arena, limo y arcilla determina la textura de cada horizonte (Guerrero, 1996, citado por Campos, 2019).

La textura del suelo, según Porta (1999), citado por Merino (2021), se refiere a la cantidad de arena, limo y arcilla, excluyendo partículas minerales mayores a 2 mm (grava, gravilla, guijarros, rodador y bloques) que actúan como modificadores texturales. Los agregados estables por materia orgánica también se consideran dentro de este grupo.

Los suelos arenosos, con buen drenaje y aireación, suelen ser poco fértiles debido a sus rápidos cambios de temperatura (Alvarado, 2007, citado por Merino, 2021).

Tabla 2. Tamaño de las partículas del suelo.

Tamaño de las partículas del suelo	
Nombre del Componente	Diámetros límites (mm)
Arena muy gruesa	2,00 -1,00
Arena gruesa	0,50
Arena media	0,50 – 0,25
Arena fina	0,25 – 0,10
Arena muy fina	0,10 – 0,05
Limo	0,05 – 0,002
Arcilla	menos de 0,002

Fuente: Sistema de clasificación USDA - Laboratorio de suelos UNAS, citado por Merino (2021).

2.1.7.2. Clases texturales

Los suelos son siempre una mezcla de sus componentes individuales, con categorías texturales basadas en distintas combinaciones de arena, limo y arcilla, que por tanto son casi infinitas, sin embargo, solo se han establecido 12 categorías texturales básicas, las cuales están ordenadas en orden creciente de componentes de grano fino (Fassbender, 1984, citado por Huamán, 2021).

Tabla 3. Agrupamiento general de las clases texturales del suelo.

Grupos y clases texturales	Denominación empírica	Clases Texturales
Ligeros	Suelos de textura moderadamente gruesa	Arena
		Arena franca
Mediano	Suelos de Textura media	Franco arenoso
		Franco arenoso
		Franco limoso
		Limo
Pesado	Suelos de textura moderadamente fina	Franco arcilloso
		Franco arcillo limoso
		Franco arcillo arenoso
		Arcillo arenoso
Muy pesado	Suelos de textura fina	Arcillo limoso
		Arcilloso

Fuente: Sistema de clasificación USDA - Laboratorio de suelos UNAS.

2.1.8. Indicadores químicos

Impactan las relaciones suelo-planta, la calidad del agua, la capacidad amortiguadora y la disponibilidad de agua y nutrientes, como el contenido de MO, C y N orgánico, pH y CE. La disponibilidad de N, P y K, indicadores de fertilidad, es crucial para la producción de cultivos. La MO es el indicador primordial, ya que mantiene la estructura del suelo, retiene agua y sirve como reserva de nutrientes.

El pH, que indica la acidez, neutralidad o alcalinidad del suelo a través una escala de 0 a 14, representa el logaritmo negativo de la concentración de H^+ . Predomina la acidez cuando hay exceso de H^+ , la basicidad cuando hay exceso de OH^- , y la neutralidad cuando ambos están en concentraciones iguales.

Las formas minerales del N en el suelo, generalmente nitrógeno amoniacal (NH_3) y nitrógeno nítrico (NO_3^-), provienen de la descomposición de residuos orgánicos. Estos procesos biológicos y minerales son influenciados por los macro y microorganismos del suelo. El nitrógeno total se determina comúnmente a través el método Kjeldahl.

2.1.8.1. Reacción del suelo (pH)

El pH del suelo es una propiedad fundamental influyente en el desarrollo de los cultivos al afectar la disponibilidad de nutrientes, los ciclos biogeoquímicos y la actividad microbiana (Sánchez, 2007, citado por Cuellar, 2020). La mayoría de los cultivos en suelos minerales prosperan con un pH entre 6,0 y 7,0 (Plaster, 2005), mientras que en suelos orgánicos, los cultivos generalmente prefieren un pH de 5,5 a 6,0 (Plaster, 2005).

Tabla 4. Niveles de pH en el suelo

Interpretación	Rango
Extremadamente ácido	< 4,5
Fuertemente ácido	4,6 – 5,4
Moderadamente ácido	5,5 – 6,5
Neutro	6,6 – 7,3
Moderadamente alcalino	7,4 – 8,5
Fuertemente alcalino	>8,5

Fuente: Soil Survey Staff, (1993).

2.1.8.2. Materia orgánica

Proviene de la descomposición de materiales vegetales (Fassbender, 1975, citado por Huamán, 2021). Su contenido varía según el clima, la vegetación, la fisiografía, el material parental y el manejo del suelo (Zavaleta, 1992, citado por Campos, 2019).

Tabla 5. Intervalos de materia orgánica en el suelo

Nivel	Rango (%)
Bajo	< 2
Medio	2 a 4
Alto	>4

Fuente: Soil Survey Staff, (1993), citado por Campos (2019).

2.1.8.3. Nitrógeno del suelo

El nitrógeno en el suelo es inherentemente bajo debido a su ciclo biogeoquímico. Este se repone mediante aportes naturales (compost y residuos de cosecha) y

fijación bacteriana (Sánchez, 1981, citado por Cuellar, 2000). Las altas temperaturas disminuyen el nitrógeno edáfico. Las principales pérdidas ocurren por extracción de cultivos, lixiviación, volatilización, desnitrificación y fijación de amonio (Navarro, 2003, citado por Merino, 2021).

Tabla 6. Niveles de contenido de nitrógeno del suelo

Nivel	Rango (%)
Bajo	Menor de 0,1
Medio	0,1 – 0,2
Alto	Mayor de 0,2

Fuente: Soil Survey Staff, (1993), citado por Merino (2021).

2.1.8.4. Fósforo disponible en el suelo

El P inorgánico proviene de la meteorización de la roca madre encontrándose en el humus y la MO. El P total en el suelo, expresado como P₂O₅, raramente excede las 7 ppm. La mayor parte del P en la tierra es insoluble y, por lo tanto, no disponible para las plantas. Para ser asimilable, debe estar presente como H₂PO₄⁻ o HPO₄⁻ en la solución de tierra. La absorción por las plantas es óptima a pH bajo, donde la disolución del suelo es mayor y la forma HPO₄⁻ es más asimilable (Navarro, 2003, citado por Campos, 2019). En suelos ácidos, el fósforo se fija como fosfatos de Fe y Al, mientras que en suelos calcáreos se fija como fosfato tricálcico Ca₃(PO₄) (Zavaleta, 1992). Esta fijación evita la lixiviación. El fósforo se absorbe principalmente como el ion ortofosfato primario H₂PO₄⁻.

Aunque su presencia está ligada a la MO y la superficie de la tierra, generalmente se encuentran alrededor de 180 mg/kg (Sánchez, 1981, citado por Huamán, 2021). Sin embargo, el fósforo tiende a fijarse en los suelos.

Tabla 7. Niveles de contenido de fósforo disponible

Nivel	Fósforo (ppm)
Bajo	Menor de 7
Medio	7 – 14
Alto	Mayor de 14

Fuente: Soil Survey Staff, (1993), citado por Huamán, (2021).

2.1.8.5. Potasio disponible en el suelo

La semilla de la palma de aceite, la nuez remanente tras la extracción del aceite del mesocarpio, consiste en un cuesco (endocarpio) y hasta tres óvulos, generalmente abortados (Corley y Tinker, 2009, citado por Campos 2019). Alvarado (2007) señala que el potasio del suelo proviene del desgaste de rocas con minerales potásicos.

El potasio (K), esencial para todos los organismos vivos, proviene del desgaste de rocas con minerales potásicos y de la descomposición de materia orgánica. Las verduras requieren altas dosis de potasio, crucial para la absorción de nitrógeno. K participa en múltiples reacciones enzimáticas (activando más de 60 compuestos) y es vital para el balance hídrico y el desarrollo meristemático, influyendo en fases metabólicas clave como la fotosíntesis, la síntesis de proteínas y la formación de almidones (Guerrero, 2000, citado por Merino, 2021).

Tabla 8. Niveles de contenido de potasio disponible (K₂O)

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

Fuente: Soil Survey Staff, (1993), citado por Merino (2021).

2.1.8.6. Calcio intercambiable

SAGARPA (2012) indica que el Ca, un catión intercambiable abundante en suelos semiáridos, está relacionado con la salinización y la degradación del suelo. Aunque abundante, su baja solubilidad limita su disponibilidad en la solución del suelo.

Tabla 9. Rangos interpretativos para calcio (Ca²⁺) intercambiable

Clase	Ca (Cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)
Muy bajo	Ca < 2
Bajo	2 ≤ Ca < 5
Medio	5 ≤ Ca < 10
Alta	Ca ≥ 10

Fuente: SAGARPA (2012).

2.1.8.7. Magnesio intercambiable

SAGARPA (2012) también destaca el magnesio (Mg) por su importancia en la fotosíntesis, al ser parte de la molécula de clorofila. Su deficiencia es común en suelos arenosos con baja CIC.

Tabla 10. Rangos interpretativos para Magnesio (Mg²⁺) intercambiable

Clase	Mg (Cmol ⁽⁺⁾ ·kg ⁻¹) Muy baja
Muy bajo	Mg < 0,5
Bajo	0,5 ≤ Mg < 1,3
Medio	1,3 ≤ Mg < 3,0
Alta	Mg ≥ 3,0

Fuente: SAGARPA (2012).

2.1.8.8. Capacidad de intercambio catiónico

La CIC es una fase reversible donde las partículas sólidas de la tierra adsorben cationes del proceso acuoso y liberan cantidades equivalentes de otros, estableciendo un equilibrio (Fassbender, 1975, citado por Campos, 2019).

Esta capacidad influye positivamente en la composición del suelo mejorando la aireación, la retención de agua, la actividad microbiana y la fertilidad. Los rangos interpretativos para la CIC se presentan en la Tabla 11 (SAGARPA, 2012).

Tabla 11. 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).

2.1.9. Muestreo de suelo

La toma de muestras es crucial para el éxito del análisis; una muestra mal obtenida invalida incluso las mejores técnicas de laboratorio. Debe considerar las variaciones del suelo según la profundidad y el área. Dada la variabilidad del suelo, no existe un método universalmente satisfactorio; el procedimiento debe adaptarse al propósito del muestreo.

Además, el manejo técnico en el laboratorio, el uso correcto de instrumentos y reactivos son fundamentales (Forsythe, 1975, citado por Rengifo, 2002). La investigación, a menudo limitada por el nivel freático, recomienda excavaciones de 1,00 x 0,80 x 1,20 para inspeccionar las paredes, evaluando tamaño, color, olor, humedad, estructura, cementación y densificación (Zavaleta, 1992).

La toma de muestras es crucial para el éxito del análisis; una muestra mal obtenida invalidará incluso las mejores técnicas de laboratorio. Debe considerar las variaciones del suelo según la profundidad y el área del terreno (Escobedo, 2005).

Las capas u horizontes según Moscatelli et al., (2005) menciona que, a cada capa observada en el perfil del suelo se llamará horizonte diferenciándose una de otra por su color, textura, composición o la pedregosidad. Se determina de la siguiente manera:

Las muestras extraídas del suelo será su perfil.

- Marcar con un palito los puntos que se observen un cambio evidente de color.
- Se nombra cada capa con un número diferente y se mide su espesor (anote en la hoja de respuestas).

El color del suelo refleja su fertilidad, humedad, material parental y drenaje. Así, colores oscuros indican MO; rojos, presencia de hierro; blanquecinos, carbonatos de calcio; y olivos, verdes o grises, mal drenaje (Munsell Color, 1994).

El color, influenciado por sus componentes, humedad, materia orgánica y oxidación de minerales, permite estimar indirectamente propiedades del suelo, distinguir horizontes, definen el origen del material parental, e identificar MO, drenaje y la presencia de sales y carbonatos (USDA, 2014).

El color de cada horizonte se describe mediante el nombre del color seguido de su notación Munsell (matiz, pureza e intensidad). Los códigos Munsell se componen de tres componentes y se encuentran en las cartas de color Munsell.

El matiz (Hue) reconoce la proporción de color percibida, relacionada con la longitud de onda de la luz visible. Indicado en la parte superior derecha de la hoja, se expresa con códigos como 10R, 2.5YR, 5YR, 7.5YR, 10YR, 2.5Y, 5Y. En suelos, los matices más comunes son 10YR, 7.5YR y 5YR. Los otros dos compuestos del color se indican mediante una fracción, representando la intensidad en el numerador y la pureza en el denominador.

El valor (Intensidad) representa la claridad u oscuridad de un color, graduado en una escala de gris neutral. En las hojas Munsell, los colores oscuros tienen

valores bajos (cerca de 0) a la izquierda, mientras que los colores claros (cerca de blanco) tienen valores altos (cerca de 10).

La pureza (Croma) indica el grado de dilución con gris neutro; valores bajos (cerca de 0) se encuentran a la izquierda de la hoja y valores altos (colores más puros) a la derecha (Munsell Color, 1994).

2.1.10. Tipos de muestreo

2.1.10.1. Muestreo del perfil del suelo

El muestreo, realizado por horizonte hasta la sección de control, permite la clasificación taxonómica, la cartografía de suelos y estudios de fertilidad potencial.

2.1.10.2. Muestreo superficial del suelo

Además, se muestrea la capa arable (generalmente 20-30 cm) para diagnosticar la fertilidad actual y establecer programas de fertilización (Azabache, 1991).

2.1.10.3. Formas de muestreo

Dada la variabilidad horizontal y vertical del suelo, se requiere un muestreo exhaustivo para minimizar la heterogeneidad y obtener resultados de análisis representativos. Esto se logra mediante una muestra compuesta de 20 a 30 submuestras recolectadas en diversos puntos dentro de cada zona demarcada tras el reconocimiento del área. Antes de muestrear, la superficie debe limpiarse para evitar contaminación. Evitar mezclar muestras de diferentes lotes y muestrear zonas con zanjas, acumulación de material vegetal, quemaduras, áreas pantanosas o con almacenamiento de sales (Quezada, 2002).

Cada muestra individual debe ser del mismo volumen. Al usar una pala, se recomienda hacer un hoyo en forma de "V" o rectangular, retirando una capa de suelo de 3 cm de grosor para extraer la muestra. Las muestras deben tomarse aleatoriamente y en número suficiente para representar adecuadamente el volumen total. El área de muestreo debe ser homogénea para mejorar la exactitud del análisis (Azabache, 1991).

2.1.10.4. Análisis de suelos

El análisis de suelo evalúa su fertilidad mediante métodos analíticos físicos o químicos. Implica la extracción de un componente del suelo, transformándolo a una forma susceptible de ser cuantificada por técnicas analíticas específicas (Forsythe, 1975).

El análisis de suelos es fundamental al inicio de la actividad agrícola y siempre que sea necesario, según Rengifo (2002). Sánchez (2007) lo define como el proceso para analizar la fertilidad de la tierra mediante métodos analíticos físicos o

químicos, extrayendo y transformando un componente del suelo para su posterior determinación analítica.

2.1.11. Descripción y clasificación de tierras

Los suelos son cuerpos naturales tridimensionales y dinámicos en la tierra, cuyas propiedades, producto de factores de formación, son descritas y clasificadas según su forma y génesis. Esta información fundamental permite interpretaciones técnicas y prácticas, como la clasificación de suelos por capacidad de uso. (Etchevehere, 1998).

2.1.12. Clasificación de los suelos y las tierras

Los suelos, derivados de diversos materiales parentales y modelados por procesos de formación, exhiben características morfológicas únicas (GRP, 2012). En cuanto a la clasificación de tierras, Vargas (1992) distingue entre el uso actual, influenciado por las actividades humanas, y el uso potencial, determinado mediante la evaluación de características edáficas, topográficas y ambientales para un aprovechamiento sostenible.

En esta investigación, se revisarán los conceptos de clasificación de suelos según origen, forma y origen (taxonomía), así como la clasificación de tierras según su uso actual y capacidad de uso mayor.

2.1.13. Clasificación de las Tierras

La ciencia del suelo clasifica los suelos del mundo en categorías con atributos comunes, organizándolos e interpretándolos para fines científicos y para determinar su aptitud para la agricultura, según las políticas estatales (Rengifo, 2002). El Gobierno Regional de Huánuco (2016) destaca que la clasificación de tierras facilita reconocer su potencial y limitaciones, facilitando la planificación de su uso y proporcionando una base para el desarrollo sostenible.

2.1.14. Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso Mayor

Es un sistema técnico-interpretativo que recopila información de tierras y cobertura vegetal (bosques) a partir de datos ecológicos (zonas de vida) y de relieve. Es una herramienta clave para la formulación de políticas y la ejecución de acciones en el manejo y conservación del suelo y recursos naturales relacionados (D.S. N°005-2022-MIDAGRI).

2.1.15. Componentes de la Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso Mayor

La Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor (CTCUM), lo componen los siguientes estudios de levantamiento:

- a) Suelos.
- b) Cobertura Vegetal (bosques).

El estudio de Levantamiento de Cobertura Vegetal (bosques), se enfoca exclusivamente en zonas boscosas para determinar su vegetación. El Levantamiento de Suelos, por su parte, evalúa las características geomorfológicas, ecológicas y edáficas de áreas con o sin vegetación. Ambos estudios se evalúan paralelamente y son dictaminados por las entidades competentes según la normativa vigente.

El estudio de Levantamiento de Suelos puede ser realizado a diferentes niveles de detalle, según el artículo 16 del D.S. N° 013-2010-AG, influye en la CTCUM. Un estudio más detallado, dentro de un área preclasificada, puede identificar unidades de tierra con una aptitud distinta (D.S. N° 005-2022-MIDAGRI).

2.1.16. Factores para considerar en la Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso Mayor

Los factores para considerar son:

Edáficos: profundidad efectiva, textura, fragmentos gruesos, pedregosidad superficial, drenaje interno, pH, erosión, salinidad, peligro de anegamiento y fertilidad natural superficial.

Del relieve: pendiente y microrelieve.

Climáticos: precipitación, temperatura y evapotranspiración, influenciados por la altitud y latitud. (Zonas de vida de Holdridge).

De la cobertura vegetal (bosques): dominancia (área basal o porcentaje de cobertura), vigor y presencia/ausencia.

La escala de valores para la cuantificación de estos factores se encuentra en los Anexos del D.S. N°005-2022-MIDAGRI.

2.1.16.1. Sistema de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor

Se establece un sistema técnico e interpretativo para determinar el uso y manejo adecuado de cada unidad de suelo. Este reglamento considera las siguientes características edáficas y del relieve: fertilidad superficial, inundación, salinidad, erosión hídrica, acidez y basicidad, drenaje, pedregosidad superficial, fragmentos rocosos, grupos texturales, profundidad efectiva, microtopografía y pendiente. Además, considera características climáticas como evapotranspiración, temperatura y precipitación, influenciadas por altitud y latitud, según las zonas de vida de Holdridge (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

2.1.16.2. Categorías del sistema de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor

En Perú, el Sistema Nacional de Clasificación de Tierras del Ministerio de Agricultura y Riego (MIDAGRI, 2022) clasifica la capacidad de uso del suelo en tres categorías principales: grupo, clase y subclase.

- **Grupo de capacidad de uso mayor de las tierras**

Esta categoría superior del CTCUM clasifica los terrenos según su uso principal y aptitud natural para la producción sustentable de cultivos limpios, permanentes, pasturas y forestación. Los terrenos no aptos se consideran protegidos. La Clave de Zona de Vida (D.S.Nº 005-2022-MIDAGRI) determina el grupo de mayor capacidad. Se han establecido cinco grupos principales de capacidad de explotación:

Tierras aptas para cultivo en limpio (Símbolo A)

Abarca tierras aptas para cultivos que requieren labranza regular, aunque también se destinan a cultivos perennes, pasturas, producción forestal o conservación, siempre que se cumplan las políticas estatales y privadas, los intereses sociales y los principios de uso sustentable. (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

Tierras aptas para cultivo permanente (Símbolo C)

Comprende terrenos no aptos para cultivos que exigen remoción continua del suelo, pero adecuados para cultivos permanentes (frutales, arbustos) o usos alternativos como pastoreo, silvicultura y conservación, siempre que sean consistentes con las políticas estatales y privadas, el interés social y los principios de sostenibilidad. (D.S. N°005-2022-MIDAGRI).

Tierras aptas para pastos (Símbolo P)

Comprende terrenos con limitaciones climáticas, topográficas o edáficas para cultivos perennes, pero aptos para pastos naturales o artificiales, permitiendo el pastoreo continuo o estacional sostenible. Estas tierras se destinarán a la producción o conservación forestal, según sus condiciones ecológicas, políticas estatales y privadas, e intereses sociales, garantizando un aprovechamiento sostenible. (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

Tierras aptas para la producción forestal (Símbolo F)

Son tierras con valor intrínseco, propiedades ecológicas y edáficas que permiten la producción perenne y sostenible de bienes y servicios forestales, o que tienen potencial para forestación o reforestación; denominadas Tierras de Capacidad de Uso Mayor Forestal (D.S. N°005-2022-MIDAGRI) en la Ley Forestal y de Fauna Silvestre

Tierras de protección (Símbolo X)

Las tierras biológicamente frágiles, con ecosistemas y suelos que limitan el aprovechamiento maderable y otros usos que alteren la vegetación o el suelo, se destinan a conservar fuentes de agua y la protección contra la erosión.

En estas Tierras de Capacidad de Uso Mayor para Protección (Ley N° 29763) se permite la recolección de productos forestales no maderables, el manejo de fauna silvestre, usos recreativos, actividades educativas e investigación científica, siempre que se preserve su función protectora.

Esto abarca escenarios glaciáricos (nevados), afloramientos líticos, tierras con cárcavas, playas y áreas sin suelo. (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

- **Clases de capacidad de uso mayor de las tierras**

La Clase de Unidad de Manejo (CUM) es el segundo nivel de la CTCUM, que clasifica los suelos según su calidad agrológica dentro de cada grupo. Un grupo CUM incluye suelos con aptitudes de uso similares, pero con diferente calidad agrológica y limitaciones, requiriendo prácticas de manejo específicas de distinta intensidad (D.S. N°005-2022-MIDAGRI).

La calidad agrológica resume el potencial productivo del suelo, considerando fertilidad, condiciones físicas, relaciones suelo-agua, relieve y clima.

Se definieron tres clases de calidad agrológica: alta, media y baja.

Tabla 12. Clases de calidad agrológica

Calidad agrológica	Descripción
Alta	Comprende las tierras de mayor potencial y que requiere de prácticas de manejo y conservación de suelos.
Media	Corresponde a las tierras con algunas limitaciones y que exigen prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos.
Baja	Reúne a las tierras de menor potencialidad dentro de cada grupo de uso, exigiendo mayores y más intensas prácticas de manejo y conservación de suelos, para la obtención de una producción económica y continuada.

Fuente: (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

- **Clases de tierras aptas para cultivos en limpio (Símbolo A)**

Se definen las clases A1, A2 y A3, donde la calidad agrológica reduce y las limitaciones incrementan progresivamente de A1 a A3.

- **Calidad agrológica alta (Símbolo A1)**

Comprende tierras de alta calidad, con limitaciones mínimas para uso intensivo y continuo, aptas para una amplia variedad de cultivos gracias a sus favorables condiciones climáticas, topográficas y edáficas. Requieren prácticas sencillas de empleo y preservación para conservar su productividad sostenible.

- **Calidad agrológica media (Símbolo A2)**

Incluye también tierras de calidad moderada para cultivos, con limitaciones climáticas, edáficas o topográficas que restringen la variedad de cultivos y su productividad. Demandan prácticas moderadas de empleo y preservación para prevenir su degradación y asegurar una producción sostenible.

- **Calidad agrológica baja (Símbolo A3)**

Agrupar tierras de baja calidad con severas limitaciones climáticas, edáficas o de relieve, restringiendo cultivos y productividad. Exigen prácticas intensivas de empleo y preservación para evitar su degradación y asegurar la sostenibilidad.

- **Clases de tierras aptas para cultivos permanentes (Símbolo C)**

Se definen las siguientes clases: C1, C2 y C3. La Calidad Agrológica de la tierra reduce progresivamente de la Clase C1 a la C3

- **Calidad agrológica alta (Símbolo C1)**

Comprende suelos de alta calidad, con leves limitaciones para frutales. Requieren prácticas de conservación poco intensivas para mantener la sostenibilidad y prevenir su deterioro.

- **Calidad agrológica media (Símbolo C2)**

Incluye tierras de calidad media con limitaciones climáticas, edáficas o de relieve más acentuadas, limitando los cultivos permanentes. Necesitan prácticas moderadas de preservación y mejoramiento evitando su degradación y asegurar una producción sostenible.

- **Calidad agrológica baja (Símbolo C3)**

Baja calidad con limitaciones climáticas, edáficas o de relieve severas para cultivos permanentes. Requieren uso y preservación intensivos.

- **Clases de tierras aptas para pastos (Símbolo P)**

Clasificadas en P1, P2 y P3, disminuyendo la calidad agrológica de P1 a P3.

- **Calidad agrológica alta (Símbolo P1)**

Tierras de alta calidad para pastos, aunque con ciertas limitaciones para su crecimiento, permitiendo el desarrollo sostenible de la actividad ganadera. Necesitan prácticas sencillas de trabajar los suelos y pastos para prevenir la degradación del suelo.

- **Calidad agrológica media (Símbolo P2)**

El grupo siguiente comprende de tierras de calidad agrícola media con limitación más marcadas para las pasturas. Necesitan prácticas moderadas de manejo para mantener una producción sostenible y evitar que el suelo se deteriore.

- **Calidad agrológica baja (Símbolo P3)**

Este grupo incluye tierras de baja calidad agrológica, con fuertes limitaciones para el desarrollo de pastos. Demandan prácticas intensas de manejo para desarrollar una ganadería sostenible y proteger el suelo.

- **Clases de tierras de aptitud forestal (Símbolo F)**

Se definen las siguientes clases de aptitud: F1, F2 y F3. La Calidad Agrológica de estos suelos reduce progresivamente de la Clase F1 a la F3

- **Calidad agrológica alta (Símbolo F1)**

Tierras de alta calidad, con leves limitaciones climáticas, edáficas o de relieve, aptas para el aprovechamiento sostenible de recursos forestales y fauna, según la Zonificación Forestal.

- **Calidad agrológica media (Símbolo F2)**

Tierras de calidad media, con limitaciones climáticas, edáficas o de relieve, aptas para el aprovechamiento sostenible de recursos forestales y fauna, según la Zonificación Forestal.

- **Calidad agrológica baja (Símbolo F3)**

Tierras de baja calidad agrológica, con limitaciones climáticas, edáficas o de relieve, valiosas por sus servicios ecosistémicos y potencial por el aprovechamiento sostenible de recursos forestales y fauna silvestre. Su uso se determina mediante la zonificación forestal.

- **Tierras de Protección (Símbolo X)**

Estas tierras, sin clases de capacidad de uso mayor definidas, se rigen por la Zonificación Forestal. (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

- **Subclases de capacidad de uso mayor**

La tercera categoría de la CTCUM considera factores limitantes, riesgos y condiciones especiales que restringen el uso del suelo. La subclase de capacidad de uso agrupa tierra según limitaciones principal, identificando la deficiencia o condición más relevante que restringe su uso. D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

En el CTCUM, se reconocen seis (6) tipos de limitación fundamentales caracterizando a las subclases de capacidad por limitaciones:

- a) Suelo.
- b) Sales.
- c) Topografía-Riesgo De Erosión.
- d) Drenaje.
- e) Riesgo De Inundación.
- f) Clima.

En el CTCUM, también se reconocen tres condiciones especiales caracterizando la subclase de capacidad:

- a) Uso Temporal.
- b) Terraceo o andenería.
- c) Riego permanente o suplementario.

Limitaciones:

Limitación por suelo (Símbolo “s”)

El suelo es un factor clave en la calificación de tierras, por lo que los estudios edáficos son esenciales para su identificación, descripción y clasificación, así como para definir los Grupos de Capacidad de Uso.

Las limitaciones edáficas, como profundidad, textura, pedregosidad, pH, salinidad, fertilidad o riesgo de erosión restringen el crecimiento, desarrollo y productividad vegetal.

Limitación por sales (Símbolo “l”)

Aunque el exceso de sales perjudica el desarrollo de cultivos, es un compuesto edáfico importante. Se analiza separadamente debido a su naturaleza química específica, cuya identificación es crucial para clasificar tierras, especialmente en zonas áridas costeras, influyendo en el uso, empleo y preservación del suelo.

Limitación por topografía (Símbolo “e”)

La longitud, forma y pendiente del suelo regulan la distribución del agua de escorrentía y, por ende, el drenaje externo. La pendiente óptima depende de la susceptibilidad del suelo a la erosión.

Limitación por drenaje (Símbolo “w”)

El exceso de agua, influenciado por la topografía, permeabilidad del suelo, sustrato y nivel freático, afecta la fertilidad, productividad, costos de producción y desarrollo de cultivos. También restringe la distribución de especies forestales.

Limitación por Riesgo de Inundación o Anegamiento (Símbolo “i”)

Las inundaciones estacionales, frecuentes en la Amazonía y los valles costeros, dificultan la siembra y el desarrollo forestal. Los riesgos fluviales, determinados por la frecuencia, extensión y duración de las inundaciones, erosionan el suelo y limitan las opciones de cultivo.

Limitación por Clima (Símbolo “c”)

Este factor se relaciona estrechamente con las propiedades bioclimáticas locales, como heladas, sequías, excesos o deficiencias de lluvia y fluctuaciones térmicas, que comprometen el desarrollo vegetal.

Condiciones especiales

Uso temporal (Símbolo “t”)

En referencia al uso de pastos a lo largo del tiempo debido al crecimiento y el desarrollo del suelo disminuyeron (baja precipitación).

Presencia de Terraceo - Andenería (Símbolo “a”)

Esto hace referencia a los cambios humanos, en las pendientes distintivas mediante la construcción de terrazas (andenes), lo que disminuye la limitación de erosión del suelo y revisa las capacidades primarias de la tierra.

Riego permanente o suplementario (Símbolo “r”)

Necesidad de riego por aridez climática para el desarrollo del cultivo. (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

2.1.17. Levantamiento de cobertura vegetal (bosque)

Determinación de la dominancia, vitalidad o presencia de vegetación forestal en el lugar de evaluación evitando la clasificación de bosques primarios y remanentes altoandinos como aptos para cultivo pleno (A), cultivo permanente (C) o pastizales (P) (D.S. N° 005-2022-MIDAGRI).

2.1.18. Levantamiento de suelos

Este proceso define y cartografía la distribución de los suelos, incluyendo su clasificación (FAO, s.f.), apoyándose en geomorfología, ecología y geología. El resultado es un mapa temático que representa la distribución espacial de los suelos, clasificados según la Taxonomía de Suelos, y que permite predecir su comportamiento y respuesta al manejo para diferentes usos (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

Un levantamiento de suelos clasifica e interpreta las clases de suelos, prediciendo su comportamiento ante diversos usos. El término es sinónimo de estudio agrológico, análisis o cartografía de suelos. (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

2.1.18.1. Niveles de ejecución del levantamiento de suelos

Su objetivo es identificar y caracterizar las clases de suelos en una zona para determinar su uso, se clasifican en los siguientes niveles:

- **De primer orden (muy detallado)**

Para áreas pequeñas con uso intensivo, requiere información precisa sobre variabilidad, dispersión y características del suelo. Aplica a proyectos de riego, parcelas experimentales, construcciones civiles y obras de drenaje que demandan conocimiento detallado del suelo. (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

- **De segundo orden (detallado)**

Para zonas de uso intensivo, necesario para predecir la adaptabilidad de cultivos, planificar la agricultura, obras de ingeniería, desarrollo urbano-rural, estudios de impacto ambiental y zonificación agroecológica/económica. (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

- **De tercer orden (semi detallado)**

Para zonas de uso extensivo sin necesidad de conocimiento exacto de las propiedades del suelo. Aplicable a la planificación del uso de pastizales, bosques, zonas recreativas, desarrollo rural/comunal y evaluaciones de impacto ambiental semidetalladas. Las especificaciones técnicas se visualizan en la Tabla 13.

- **De cuarto orden (reconocimiento)**

Para áreas de uso extensivo que requieren información general para delimitar, seleccionar y comparar sitios para las principales clases de uso del suelo, así como para la planificación regional y la microzonificación ecológico-económica, facilitando la selección de áreas para estudios más detallados. (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

- **De quinto orden (exploratorio)**

Para áreas extensas, ofrece información a un nivel generalizado para la planificación del empleo del suelo. Se utiliza para identificar zonas con mayor potencial para futuros estudios detallados o para el planeamiento nacional. (D.S. N°005-2022-MIDAGRI).

Tabla 13. Especificaciones técnicas para el levantamiento de suelos a nivel semidetallado

Ítem	Insumos	Descripción de los detalles técnicos aplicables
A	Material de teledetección	- Imágenes de satélite con resolución espacial de 1m a 5m. Escala 1:25 000 o mayor.
B	Material cartográfico	- Mosaico controlado. Escala 1:25 000 a 1:10 000 -- Ortofotomapa. Escala 1:25 000 a 1:10 000 - Carta fotogramétrica. Escala 1:25 000 a 1:10 000
C	Unidad fisiográfica	- Elemento del paisaje.
D	Unidad taxonómica	- Familia o serie de suelos, se determinarán cuando sean necesarias.
E	Unidad cartográfica	-Consociaciones, asociaciones, complejos, grupo indiferenciado.
F	Mapa base	- Escala de 1:25 000 o mayor.
G	Unidad del mapa	- Tamaño mínimo de 0.5 cm ² .
h	Procedimiento de campo	- Suelos identificados en campo e interpretación de la información. - Utiliza área muestra > 30% de la superficie total, que represente la variabilidad del área de estudio.
I	Método de mapeo	- Información de campo en áreas muestras y extrapolación o interpolación en zonas similares.
J	Intensidad de observaciones	- Se realiza por lo menos dos (02) calicatas y seis (06) chequeos por cada 100 hectáreas, distribuidos regularmente.
K	Análisis de suelos	- Análisis de caracterización. Realizados en laboratorios certificados por la autoridad del sector competente.
L	Reporte del laboratorio	- Menciona el método utilizado en cada uno de los análisis realizados.
M	Mapa publicado	- Escala de 1:50 000 o mayor.

Fuente: (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

2.2. Estado del arte

2.2.1. Antecedentes

Otárola (2011) caracterizó los suelos de la microcuenca Picuroyacu (Huánuco, Leoncio Prado, Rupa Rupa) en un zona de 2 242,56 ha, determinando la capacidad de uso mayor: 2,33% (52,28 ha) aptas para cultivo limpio (A); 6,92% (155,11 ha) para cultivo permanente (C); 16,47% (369,36 ha) para pastos (P); 42,34% (949,54 ha) para producción forestal (F); y 25,12% (563,43 ha) de protección (X). La comparación entre capacidad de uso mayor y uso actual reveló: 27,82% (623,91 ha) con uso correcto; 24,61% (551,87 ha) subutilizadas; 36,66% (822,19 ha) sobreutilizadas; y 10,91% (244,59 ha) correspondientes a centros poblados.

Rivera (2013) investigó la microcuenca alta del Río Azul (Huánuco, Perú; 6037,66 ha) para identificar conflictos de uso del suelo, comparando el uso actual con su capacidad de uso (D.S. N.º 017 - 2009 - AG). El estudio encontró 3735,09 ha aptas para cultivos permanentes, 1466,13 ha como tierras de protección y 758,05 ha aptas para la producción forestal.

Salazar (2019) clasificó las tierras de la cuenca del río Huascayacu (Moyobamba, San Martín) mediante SIG, determinando su capacidad de uso. La metodología incluyó la recopilación de información de gabinete y campo para generar mapas preliminares, la excavación de calicatas, el análisis de muestras de suelo y la interpretación de resultados en mapas temáticos. Se identificó un área de aproximadamente 89 271,52 ha con fisiografía diversa (planicies, colinas y montañas) y paisajes aluviales, denudacionales y residuales. Los mapas temáticos (fisiográfico, microrelieve, pendientes, erosión y ecológico) revelaron suelos aptos para cultivos en limpio y permanentes, pastos, producción forestal y protección, todas de calidad agrológica media con limitaciones por suelo, erosión e inundación.

Córdova (2019) señala que el conocimiento de los recursos naturales es fundamental para la planificación del uso sostenible del espacio geoeconómico. No obstante, la presión sobre recursos como el suelo y el agua en Perú provoca su deterioro y una disminución en la producción agropecuaria. *“Por ello, este estudio clasificó las tierras por su capacidad de uso mayor en el sector Cruz Lomas a nivel "Semidetallado" y escala 1:25 000, mediante un levantamiento sistemático de información de suelos en gabinete y campo. Inicialmente, se elaboró un mapa fisiográfico como base para los mapas de suelos y capacidad de uso mayor”*. El mapa de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor se elaboró según el reglamento (D.S. N° 017-2009-AG), determinando y cartografiando cinco grupos de capacidad de uso mayor y cinco unidades individuales de

subclases: A2s(r) (4.17 ha, 0.61 %), C3se(r) (19.12 ha, 2.80 %), P3se(t) (343.54 ha, 50.34 %), F3se (31.62 ha, 4.63 %) y Xse (273.94 ha, 40.15 %).

Andrade (2021) identificó conflictos de uso de tierras en la cuenca Cocheros, aplicando el Decreto Supremo N°17-2009-AG y la metodología de la Unión Geográfica Internacional (UGI). Determinó 80,7 ha de tierras clase agrológica 3 (cultivo limpio, restricción edáfica), 26,3 ha clase agrológica 2 (producción forestal, restricciones topográfica y edáfica), 262,4 ha clase agrológica 3 (producción forestal, restricciones topográficas y edáficas) y 86,4 ha para protección.

Durand (2022) caracterizó los suelos de la microcuenca Chinamayo, Huánuco, mediante un estudio descriptivo. Identificó la distribución del suelo según clasificación taxonómica, parámetros fisicoquímicos y morfológicos, Capacidad de Uso Mayor (considerando restricciones topográficas-edáficas), Uso Actual de Tierra y áreas de conflicto. Los resultados indican que el 0,73% de la superficie es apta para cultivos y pastos, el 19,71% para producción forestal y el 78,67% para protección. Concluye que los usos de suelo son: 78,67% protección de bosques, 19,70% producción forestal, 0,19% pastizales, 0,53% cultivos permanentes y 0,90% zonas de desarrollo urbano rural.

Morales (2023) examinó la Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso Mayor (CTCUM), una herramienta para el uso racional del suelo destinada a maximizar la producción agrícola y forestal, la sostenibilidad económica y social, y el control de la desgaste. En la quebrada Payhua, se evaluaron variables geográficas, climatológicas, biológicas y de cobertura vegetal. El estudio destacó la presencia de terrazas prehispánicas, tanto activas como abandonadas, con actividad agrícola. Utilizando datos del proyecto FONDES-SENAMHI (2021) y evaluaciones de suelos, se analizó la cuenca de 1593,37 ha mediante ArcGIS 10.8 y procesadores de imágenes. Los resultados indicaron que las Tierras de Protección (X) fueron predominantes (89,62%), ubicadas en terrenos accidentados con pendientes pronunciadas y afloramientos rocosos, incluyendo lechos de ríos. Se clasificaron proporciones menores de tierra para Cultivos en Hileras (A) y Cultivos Permanentes (C) en terrazas activas en las zonas baja y media, y para Pastizales (P) y Forestal (F) en la zona alta. Siguiendo la clasificación CTCUM, cada grupo, clase y subclase se asoció con prácticas de manejo sostenible de la tierra, identificando prácticas locales existentes y recomendando medidas de conservación efectivas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación fue desarrollado en los predios con cultivo de *E. guinensis* que pertenece a las plantaciones de la empresa Ocho Sur P, ubicados en la margen izquierda del río Aguaytía, distrito de Nueva Requena, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. El área total es de 6320.50 ha, de los cuales 6110.02 ha son plantaciones en producción de *E. guinensis*, subdivididas en 81 parcelas de 35,6 ha cada una.

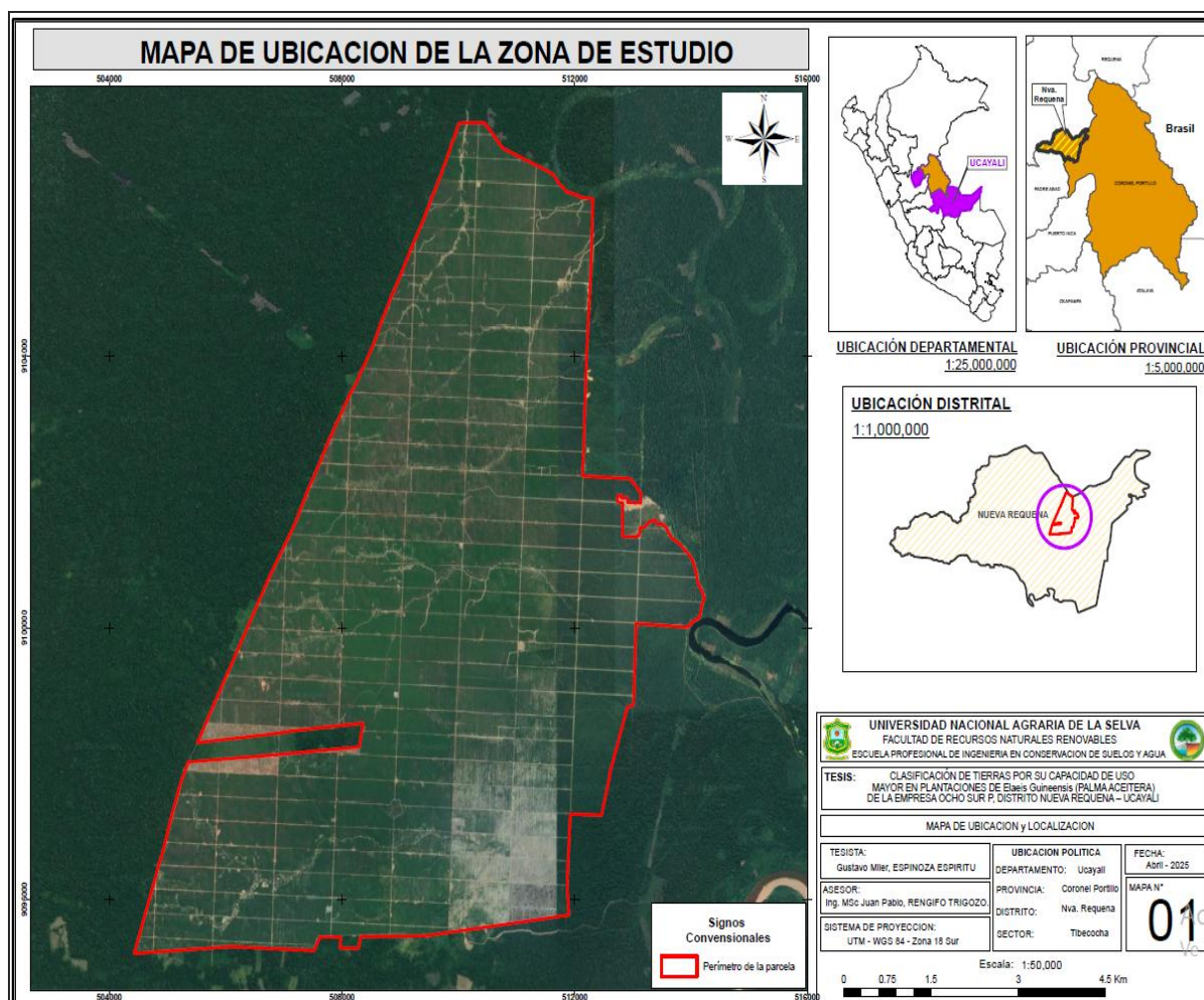


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

3.1.1. Ubicación geográfica

Geográficamente las parcelas con cultivo de *E. guinensis* perteneciente a las plantaciones de la empresa Ocho Sur P, ubicadas en la parte Nororiental del llano amazónico del país cuya proyección cartográfica es el Datum WGS 84, de la zona 18 L, presenta las siguientes coordenadas UTM 497450 Este, 9079293 Norte y una altitud de 163 m.s.n.m.

3.1.2. Clima

Predomina el clima cálido y húmedo con una precipitación de 1870 mm. Las lluvias son más intensas de octubre a marzo y mínimo de junio a agosto. La temperatura media anual es de 25 °C, con ligera disminución y oscilación media de 7 °C en junio, julio y agosto.

3.1.3. Ecología

Según la clasificación de Holdridge (1987), las plantaciones de *E. guinensis* de Ocho Sur P se ubican en la zona ecológica Bosque muy Húmedo – Premontano Tropical (bmh - PT).

3.1.4. Fisiografía

Topográficamente, estas plantaciones de *E. guinensis* presentan subpaisajes que incluyen terrazas bajas (inundables y no inundables), terrazas medias (planas y onduladas), terrazas altas (planas y onduladas), lomadas y colinas bajas y altas (ligeramente a moderadamente disectadas).

3.1.5. Suelo

Los suelos con cultivo de *E. guinensis* de la empresa Ocho Sur P, presentan una textura de franco arcilloso con reacciones fuertemente acidas, contenidos bajos en MO, nitrógeno, fosforo, potasio y capacidad de cambio, el cual hace que estos suelos necesitan un plan de fertilización para elevar esta deficiencia de nutrientes del suelo para que el cultivo los asimile.

3.1.6. Hidrografía

Las parcelas con cultivo de *E. guinensis* que pertenecen a las plantaciones de la empresa Ocho Sur P, su hidrografía esta está constituida por la bifurcación de varios afluentes como la quebrada Sanuya, Aji, Topal entre otros que conforman el principal rio del mismo nombre que es tributario del rio Ucayali.

3.1.7. Accesibilidad

El acceso al área de investigación es por tierra, por la carretera Federico Basadre (Tingo María – Campo Verde Von Humboldt, km 320). Desde allí, se toma un desvío a la margen izquierda por una carretera afirmada de 20 km desde Campo Verde hasta Nuevo Requena. El trayecto final hasta las plantaciones de *E. guinensis* de la empresa Ocho Sur P desde Nuevo Requena toma aproximadamente 90 minutos. También se accede vía fluvial, a través del río Aguaytía.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Imagen Satelital comercial GeoEye del Servidor Google Earth, Sentinel 2, SAS PLANET y las zonas de vida digitalizada por la GOREU – ZEE, Software ArcGis, Carta Nacional digitalizada por la IGN a una escala de 1/100 000, Mapa Físico – Político del departamento de Ucayali, del IGN. Mapa Físico – Político distrital del INEI y el Mapa ecológico del Perú a escala 1:1' 000 000 de la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), reimpresso por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA).

El equipo incluye: altímetro de precisión, distanciómetro (500 m), eclímetro de precisión, termómetro portátil tipo reloj, wincha métrica (3 m), tabla colorimétrica Munsell, lupa (20X), brújula Brunton, binoculares, tarjetas de descripción de perfiles/calicatas, libreta de campo, tablero sujetador, tornillo muestreador, cuchilla de monte, 1000 bolsas de polipropileno (10x15 plg), etiquetas para muestras de suelo, plumones permanentes N° 421 y N° 23, baterías AA, herramientas de excavación, materiales de empaque, ácido clorhídrico, peachímetro, reactivos para analizar suelos, papel bond A4/A3, lápices, lapiceros, picos, palas, machete, bolsas plásticas, stickers, wincha, regla, escalímetro y probeta. Se utilizarán los softwares ArcGis, Google Earth y Office para la elaboración y análisis de mapas temáticos.

Entre los equipos que utilizaremos Computadora COREL I7, Cámara digital OLYMPUS 12 MEGAPIXELES, GPS Garmin Map 60SCx, Brújula Brunton.

3.2.2. Componentes de investigación

3.2.2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicado y de carácter descriptivo, aplicado porque busca generar conocimientos útiles y prácticos que permiten mejorar la gestión de aprovechamiento sostenible del recurso suelo en las plantaciones de palma aceitera. Descriptivo porque busca detallar y caracterizar las condiciones edáficas, climáticas y fisiográficas del área de estudio para clasificarlos de acuerdo con su capacidad de uso mayor

3.2.2.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación del proyecto tiene un enfoque descriptivo-explicativo; explicativo porque determina los criterios o factores que condicionan la clasificación de los suelos por su capacidad de uso mayor, y es descriptivo debido a que permite el reconocimiento y registro de las características fisiográficas, químicas y físicas del suelo.

3.2.2.3. Diseño de investigación

La investigación tiene un diseño no experimental -transversal, dado que no se manipulan variables, sino que se trabaja observando, analizando y sistematizando la información recolectada en un solo punto en el tiempo. El proceso implica la recopilación y toma de datos en campo (muestreo y descripción de perfil modal del suelo), el análisis de laboratorio hasta el procesamiento y generación de información. Se realizará de acuerdo con la metodología del reglamento de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso Mayor, D.S. N°005- 2022-MIDAGRI.

3.2.2.4. Variables e indicadores

-Variable independiente (X)

Independiente: Fisiografía y tipos de suelo de las parcelas con cultivo de *E. guinensis*.

Indicadores: Unidades fisiográficas y parámetros fisicoquímicos de los suelos con cultivo de *E. guinensis*.

-Variable dependiente (Y)

Dependiente: Mapas temáticos de las parcelas con cultivo de *E. guinensis* que pertenecen a la empresa Ocho Sur P

Indicadores: Mapas de suelo a partir de características fisicoquímicos de las parcelas con cultivo de *E. guinensis* que pertenecen a las plantaciones de la empresa Ocho Sur P.

3.2.2.5. Población y muestra

La población está conformada por 6320.50 ha. la totalidad entre áreas con cobertura de purmas y con cultivo, de las cuales 6110.02 ha. son plantaciones de *Eleais guinensis* (Palma aceitera) perteneciente a la empresa ocho sur P, ubicado en el distrito de nuevo requena, región Ucayali

La muestra estará constituida por parcelas representativas seleccionados mediante un muestreo estratificado, considerando unidades fisiográficas (Pendiente, relieve y microrelieve).

3.2.2.6. Técnicas e instrumentos de recolección

Involucran técnicas para un nivel de estudio semidetallado ya que el área de estudio representa 6 320.50 ha. Para ello se empleará técnicas como el levantamiento del perfil del suelo a través de calicatas, muestreo a diferentes profundidades, análisis fisicoquímico en laboratorio, procesamiento e interpretación de la cartografía y mapas

temáticos (pendiente, micro relieve. zona de vida – Holdridge, erosión y capacidad de uso mayor de suelos).

Los instrumentos utilizados comprenden: tarjeta de suelos, Tabla Munsell, palas, cinta métrica, GPS, software de sistema de información geográfica (Arc Gis 10.8), imágenes satelitales y cámara fotográfica.

3.2.2.7. Análisis e interpretación de los resultados

Este análisis se realizará mediante la integración de la información obtenida en campo y laboratorio a un sistema de información geográfico (SIG). Con esta información se elaborarán los mapas temáticos de capacidad de uso mayor de las tierras, siguiendo la metodología establecida por el reglamento de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso Mayor, cuya interpretación práctica permitirá determinar la aptitud natural de las tierras a nivel de Grupo, Clases y subclases de capacidad de uso mayor D.S. N°005-2022-MIDAGRI.

3.2.3. Metodología

Se realizará de acuerdo con la metodología del reglamento de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso Mayor. D.S. N°005- 2022-MIDAGRI.

3.2.3.1. Determinar las características de los perfiles modales de las unidades de suelos con plantaciones de E. guineensis de la empresa Ocho Sur P

- Recopilación de información cartográfica

Se recopiló la cartografía base a escala 1:25,000 y se analizó, clasificó y seleccionó la información cartográfica temática existente sobre la zona de estudio.

- Elaboración del mapa base

El mapa base, elaborado en ArcGIS a escala 1:25 000, incluyó curvas de nivel (10 m extraídas de Global Mapper), la delimitación del area de estudio, ríos, quebradas, centros poblados, la red vial y la toponimia, todo en formato shapefile.

- Elaboración del plan de trabajo

Se realizó sobre la información del mapa base, para analizar las facilidades de acceso vial, variabilidad o heterogeneidad fisiográfica y/o geológica- litológica; que nos permitió seleccionar las áreas o zonas de muestreo a través de las parcelas identificadas. El plan de trabajo fue reajustado ligeramente en algunos sectores por la intransitividad y/o dificultad de las vías de acceso.

- Identificación del lugar

Se coordinó con el administrador de Ocho Sur P para el reconocimiento de las parcelas cultivadas con *E. guinensis* y se validaron en campo los mapas temáticos del área de evaluación.

- Ubicación de puntos de muestreo

En cada unidad parcelaria de *E. guinensis* de la empresa Ocho Sur P. se excavó una calicata de 1 m x 0,8 m x 1,20 m, registrando sus coordenadas (Tabla 14).

Tabla 14. Puntos de muestreo mediante calicatas por parcela con sus coordenadas y altitud

Nº	CALICATA	X	Y	ALTITUD
1	OS-1	504720	9095588	192
2	OS-2	506108	9098445	188
3	OS-3	510389	9095843	170
4	OS-4	507503	9098249	194
5	OS-5	508197	9098149	191
6	OS-6	506206	9099303	198
7	OS-7	506466	9100106	186
8	OS-8	507363	9100255	194
9	OS-9	510139	9095591	158
10	OS-10	509449	9101265	195
11	OS-11	510205	9095871	166
12	OS-12	510562	9101252	182
13	OS-13	507334	9101800	188
14	OS-14	509737	9102283	185
15	OS-15	510613	9095648	172
16	OS-16	509776	9103433	192
17	OS-17	505829	9097428	189
18	OS-18	511986	9103961	168
19	OS-19	511504	9104490	172
20	OS-20	505553	9097203	174

21	OS-21	509202	9105144	182
22	OS-22	511988	9104988	171
23	OS-23	508024	9100308	185
24	OS-24	506839	9097381	182
25	OS-25	507451	9098850	187
26	OS-26	508275	9100302	185
27	OS-26	511485	9104689	164
28	OS-27	509012	9100503	183
29	OS-28	507822	9100640	194
30	OS-29	508588	9103383	188
31	OS-30	508041	9100612	195
32	OS-32	508325	9098493	184

- Número de muestras por calicatas

Una vez ubicada las (32) calicatas en las plantaciones de *E. guineensis* se realizaron las lecturas e interpretación de los perfiles del suelo, según profundidad, horizontes presentes las muestras fueron recolectadas por cada horizonte, se extrajo 1 kg de muestra, embolsado y etiquetado para ser almacenado y secado a temperatura ambiente, y luego fue llevado al Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria la Molina para su respectivo análisis. La lectura de los perfiles de las calicatas se realizó siguiendo las indicaciones del Reglamento de Clasificación de Tierras, haciendo un total de 120 muestras, en donde existía la presencia del agua de la napa freática se llenaron en una botella plástica para su respectivo análisis.

3.2.3.2. Determinar los indicadores fisicoquímicos del suelo textura, pH, materia orgánica, nitrógeno, fosforo disponible, potasio disponible, capacidad de intercambio catiónico, calcio y magnesio con plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P

Obtenida la muestra compuesta del suelo de cada calicata se secaron las muestras en un ambiente bajo sombra y luego estas muestras se llevaron al Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria la Molina se visualizan y con ello determinar los indicadores fisicoquímicos (Tabla 15).

Tabla 15. Indicadores de suelos y métodos de determinación

Indicadores	Metodología de determinación
Físicas	
Textura del suelo	Método del hidrómetro de Bouyoucos
Químicas	
Materia orgánica	Método de Walkley y Black
Reacción del suelo (pH)	Método del potenciómetro relación suelo agua 1:1
Nitrógeno total	% M.O. x 0.05
Fósforo disponible	Método de Olsen Modificado. Extracto NaHCO ₃ 0.5 M, pH 8.5
Potasio disponible	Método del Ácido sulfúrico 6N
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	Método de Acetato de Amonio 1N. pH: 7.0 (suelos con pH > 5.5 y pH < 5.5).
Calcio (Ca)	Absorción atómica
Magnesio (Mg)	Absorción atómica
Potasio (K)	Absorción atómica
Sodio (Na)	Absorción atómica
(CICe).	Desplazamiento con KCl 1 N (Suelos con pH < 5.5)
Aluminio más Hidrógeno	Método de Yuan
Calcio más magnesio	Método de E.D.T.A (Versenato)

Fuente: SOIL SURVEY STAFF (1983).

- Interpretación de los análisis del suelo

Los resultados de los análisis físico y químicos del suelo determinaron su fertilidad, interpretada según el Reglamento de Clasificación de Tierras (Tabla 16).

Tabla 16. Normas para la interpretación de los análisis químicos

Tipo de análisis	Muy baja	Baja	Moderada	Adecuada	Alta	Muy alta
N (%)	<0.05	0.05-0.10	0.10-0.15		0.15-0.25	>0.25
P (ppm)	<3	3 - 7		7 - 15	15 - 25	>25
CIC (cmol/kg)	<6	6 - 12	12 - 25		25 - 40	>40
SB (%)	<20	21 - 40	41 - 60		61 - 80	81 - 100
Ca (cmol/kg)	<2	2 - 5	5 - 10		10 - 20	>20
Mg (cmol/kg)	<0,50	0,50-1,50	1,50-4,00		4 - 8	>8
K (cmol/kg)	<0,10	0,10-0,20	0,20-0,40	0,40-0,70	0,70-1,20	>1,20
Na (cmol/kg)	<0,10	0,10-0,30	0,30-0,70		0.70-2,00	>2

Fuente: FASSBENDER (1975), citado por SANCHEZ (1981).

3.2.3.3. **Elaborar el estudio de clasificación de tierras de acuerdo con su capacidad de uso mayor en las plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P**

Para la elaboración del estudio de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor se realizaron las siguientes actividades:

- **Representar cartográficamente la integración de los mapas temáticos para la clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P**

Para integrar los mapas temáticos de calidad y clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor, se elaboraron mapas base, de microrelieve, pendiente, fisiografía, erosión, geología y ecología.

- **Elaboración de mapa base**

Para la elaboración de mapa base se recopilaron shapefiles de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y otras entidades, incluyendo curvas de nivel, ríos, centros educativos y vías.

- **Determinación de unidades de Micro relieve**

Siguiendo la metodología del Decreto Supremo N°005-2022-MIDAGRI, se utilizó un modelo digital de elevación (DEM) generado a partir de curvas de nivel proyectadas en datum WGS 84 Zona 18 L. En ArcGIS, se identificaron y validaron en campo las unidades de microrelieve en las parcelas de *E. guineensis* de Ocho Sur P, digitalizándolas para obtener el mapa de microrelieve reclasificado (Tabla 17).

Tabla 17. Clases de microrelieve

Símbolo	Clase	Descripción
1	Plano	Ausencia de micro ondulaciones o micro depresiones.
2	Ondulado suave	Con micro ondulaciones muy espaciadas.
3	Ondulado	Con microondulaciones de igual anchura y profundidad.
4	Microquebrado o microaccidentado	Presentan micro ondulaciones más profundas que anchas.

- **Elaboración de mapa de pendiente**

Elaborado con ArcGIS según la metodología del D.S. N°005-2022-MIDAGRI, clasificando las pendientes en 7 rangos según el Reglamento de clasificación de Tierras (Tabla 18).

Tabla 18. Indicadores de suelos y métodos de determinación

Rango (%)	Término descriptivo
0 – 2	Plano o casi nivel
2 – 4	Ligeramente inclinado
4 – 8	Moderadamente inclinado
8 – 15	Fuertemente inclinado
15 – 25	Moderadamente empinado
25 - 50	Empinado
50 - 75	Muy empinado
75	Extremadamente empinado

Fuente: MINAGRI (2022).

- **Elaboración de mapa fisiográfico**

Elaborado con ArcGIS utilizando un DEM de altitud y pendiente, y la herramienta Raster Calculator, siguiendo la metodología de Walsh (2006).

- **Elaboración de mapa de erosión**

Elaborado por el modelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), considerando los factores R, K, LS y C (Ecuación 4).

$$A = R * K * LS * C \quad (4)$$

Donde:

A = Pérdida de suelo (ton. Ha. Año)

R = Factor de erosividad.

K =Factor de erodabilidad

LS= Factor de la longitud de pendiente

C= Factor de cobertura vegetal.

El factor R: fue determinada utilizando los datos de las precipitaciones acumuladas mensuales del año 2022 de la estación meteorológica de Ucayali. La ecuación (5) que se utilizó fue el índice modificado de Fournier elaborado por Arnolds (1997).

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{i=12} \frac{pi^2}{P}}{P} \quad (5)$$

Donde:

i = Número de mes.

pi = Precipitación mensual (mm)

P = Precipitación total anual (mm)

El factor K se determinó utilizando la fórmula propuesta por Wischmeier y Smith (1978), considerando parámetros del suelo obtenidos de calicatas, tales como estructura, materia orgánica y permeabilidad:

$$K = \left[\frac{2.1 M^{1.14} (10^{-4}) (12 - mo) + 3.25 (s - 2) + 2.5 (p - 3)}{100} \right] \quad (6)$$

Donde:

M = parámetros de fracciones finas [(%limo +%arena muy fina) *(100%- % arcilla)]

mo= porcentaje de materia orgánica

s = índice de estructura

p = clases de permeabilidad

- **El factor LS:** Fue determinado con la ayuda del mapa pendiente se definió usando un mapa clasificado en nueve rangos porcentuales, según la metodología de Mintegui (1988), citado en Delgado (2010).

Tabla 19. Valores del factor LS

Grupo de pendiente en %	Factor LS
0 - 3	0,3
0 - 12	1,5
12 - 18	3,4
18 - 24	5,6
24 - 30	8,7
30 - 60	14,6
60 - 70	20,2
70 - 100	25,2
>100	28,5

Fuente: Mintegui (1988) citado por Delgado (2010).

- **El factor C:** fue calculado de acuerdo con el tipo de cobertura y uso de la tierra, utilizando la metodología de Roose (1976).

Tabla 20. Valores promedio anual de C según Roose (1976)

Coberturas de la tierra	C
Suelo desnudo	1
Bosque denso	0,001
Pastizales sin pastoreo	0,01
Cubierta de cultivo de desarrollo lento de primer año	0,3 - 0,8
Cubierta de cultivo de desarrollo lento de segundo año	0,01 - 0,1
Cultivo de cobertura de desarrollo rápido de primer año	0,01 - 0,1
Maíz, sorgo	0,4 - 0,9
Arroz	0,1 - 0,2
Algodón, tabaco	0,5 - 0,7
Maní	0,4 - 0,8
Yuca	0,01
Palma, café, cacao con cubiertas de cultivo	0,1 - 0,3

Fuente: Roose (1976).

- **Mapa ecológico:** Se elaboró en ArcGIS utilizando el shapefile de clasificación de zonas de vida de Holdridge (1978) para Perú.

3.2.3.4. Determinar cartográficamente las unidades espaciales identificadas según su clasificación por su capacidad de uso mayor en las plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P

Realizado de acuerdo con la metodología del reglamento de clasificación de tierras (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI).

- Determinación del grupo de capacidad de uso mayor

Se utilizó la clave 14, en función de la zona de vida que correspondió tomando en consideración el reglamento de clasificación de suelos por su capacidad de uso mayor de las tierras (D.S. N°005- 2022-MIDAGRI). Se realizaron comparaciones de los datos del suelo con los requerimientos de cada uso potencial, si estos valores coincidían con los datos obtenidos, entonces pertenecerán al grupo de capacidad de uso mayor.

- Determinación de la clase de capacidad de uso mayor

La clase o calidad agroecológica (alta, media, baja) se determinó en función de la calidad agrológica (1, 2, 3) inferida de los análisis e interpretación de suelos y tomando en cuenta el tipo y grado de limitaciones presentes.

- Determinación de subclase de capacidad de uso mayor

Estas fueron definidas por limitaciones edáficas, topográficas o climáticas (suelo, erosión, pendiente, inundación, drenaje, clima, etc.), cuya simbología esquemática se muestra en las Figuras 2 y 3.

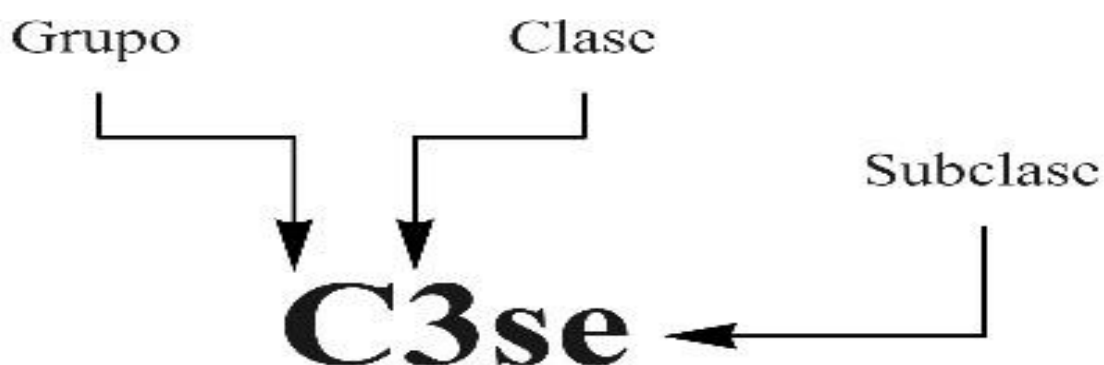


Figura 2. Simbología para la nomenclatura de la CUM según Decreto Supremo N°005-2022-MIDAGRI

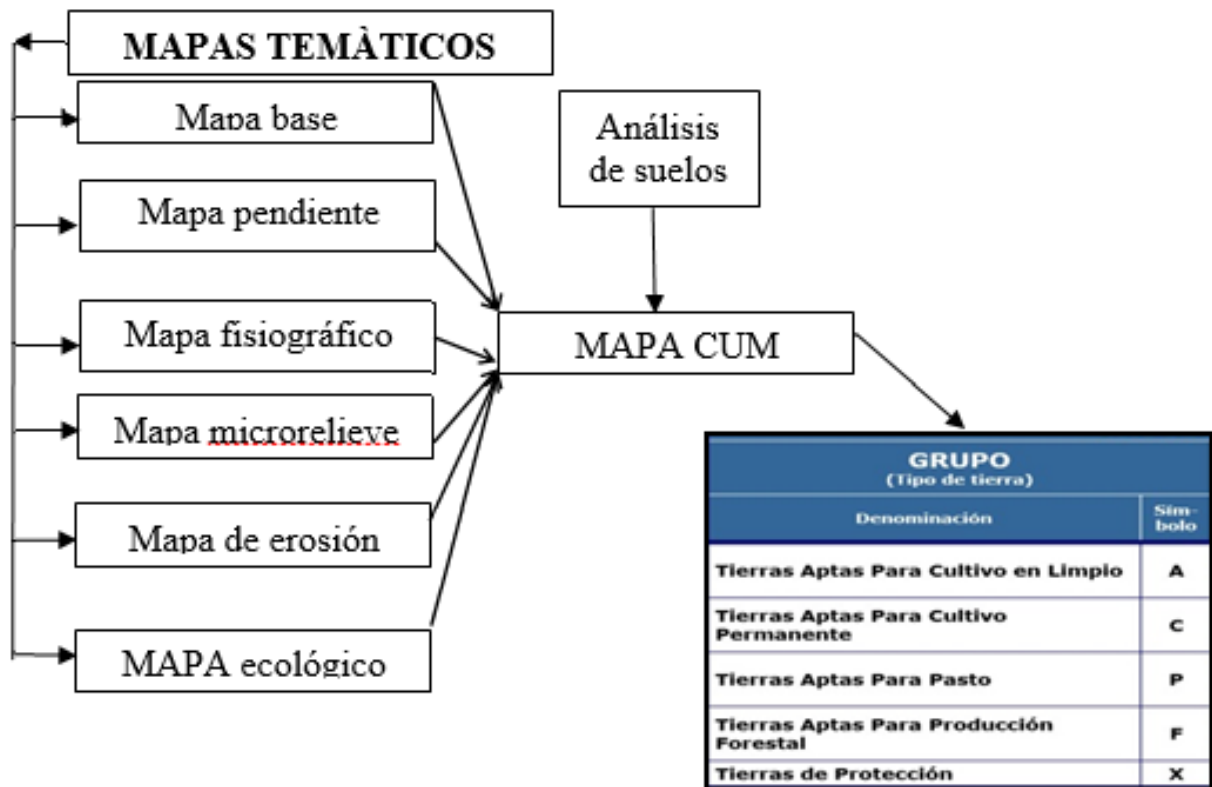


Figura 3. Diagrama metodológico para elaborar el mapa de CUM.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinar las características de los perfiles modales de las unidades de suelos con plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P

En la tabla 21 y 22, se describe el perfil modal de la calicata 1 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Palma, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de tierras aptas para cultivo permanente, de calidad agrológica baja y con limitaciones por riesgo de inundación o anegamiento, con un subgrupo Typic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical, clima lluvioso, cobertura de Palma, material parental residual, con material roca subyacente de limonitas y conglomerados, fisiografía de una colina y lomada, microrrelieve ligeramente ondulado, suelo profundo, drenaje bueno, pendiente de 15%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 192 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 80 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa a Franca y el color en el primer horizonte es pardo 7.5YR4/4, segundo y tercer horizonte es pardo beige 7.5YR4/6 y cuarto horizonte es rojo amarillento 5YR4/6. USDA (2014), los colores del suelo (matiz, valor y croma) son fundamentales en varios criterios de clasificación. El valor, y en menor medida el matiz y el croma, varían según el contenido de agua. Los criterios de las claves suelen especificar el contenido de agua; de lo contrario, se considera que el suelo cumple el criterio tanto en condiciones húmedas como secas. Moscatelli et al. (2005) definen los horizontes como capas diferenciadas en el perfil del suelo por color, textura o pedregosidad.

Tabla 21. Descripción de los suelos calicata 1.

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Palma
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Typic Udorthents
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Limonitas y Conglomerados
Distribución de raíces	80 cm
Microrrelieve:	Ligeramente ondulado
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Bueno

Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	Moderada
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----
Erosión (Clase):	Hídrica
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	192
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	504720
Norte:	9095588
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 22. Perfil modal de la serie Palma (Pa) calicata 1.

Calicata	: 01	
Zona	: Tibecocha	
Clasificación (CUM)	: C3i	
Fisiografía	: Colina, lomada	
Pendiente	: 0 - 15%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Palma	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 18	Franco arenoso; pardo (7.5YR 4/4); en húmedo; estructura granular; moderadamente ácido (pH 5.12); con presencia de raíces; alto en materia orgánica (8.08%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	18 – 50	Franco arenoso; pardo beige (7.5YR 4/6) en húmedo; estructura, moderada; neutro (pH 5.03); con presencia de raíces, bajo en materia orgánica (1.60%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	50 – 80	Franco; pardo beige (7.5YR 4/6) en húmedo; estructura moderada, fuertemente ácido (pH 4.06); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C3	80 – 150	Franco Arcillosa; rojo amarillento (5YR 4/6) en mojado; estructura Moderada; extremadamente ácido (pH 3.77); sin presencia de raíces, bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 23 y 24, se describe el perfil modal de la calicata 2 presenta un perfil bien definido de 5 horizontes, realizada en un suelo de la serie Pucallpa, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para pastos, de calidad agrológica baja y con limitantes de suelo, con un subgrupo Typic Dystrudepts, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Purma con presencia de ceticos, material parental residual, con material roca subyacente de rocas sedimentarias, fisiografía ondulada, microrrelieve ondulado suave, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 4%, escorrentía superficial ligera, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 188 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 120 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa a Franco arcillosa y el color en el primer horizonte pardo grisáceo oscuro 10YR4/2, segundo horizonte pardo amarillento 5YR3/4, tercer horizonte pardo grisáceo oscuro 10YR4/2, cuarto horizonte pardo amarillento 5YR3/3 y quinto horizonte gris 7.5YR6/1. USDA (2014) manifiesta que las claves taxonómicas están diseñadas para que los usuarios puedan definir la clasificación correcta de un suelo si se usa sistemáticamente. El usuario deberá comenzar por el principio de la “Clave para Órdenes de Suelo” y eliminar una por una, las clases con criterios que no son satisfechos por el suelo en cuestión. El suelo se ubicará dentro de la primera clase listada cuando se cumplan todos los criterios requeridos.

Tabla 23. Descripción de los suelos calicata 2.

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Pucallpa
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Typic Dystrudepts
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Rocas sedimentarias
Distribución de raíces	120 cm
Microrelieve:	Ondulado suave
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderado

Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----
Erosión (Clase):	Ligera
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	188
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	506108
Norte:	9098445
Muestras:	1, 2, 3, 4, 5

Tabla 24. Perfil modal de la serie Pucallpa (Pu) calicata 2.

Calicata	: 02
Zona	: Pucallpa
Clasificación (CUM)	: P3s
Fisiografía	: Ondulada
Pendiente	: 0 - 4%
Clima	: Lluvioso
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical
Material Parental	: Residual
Vegetación o Cobertura	: Purma - Cético

Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 6	Franco arenosa; pardo amarillento oscuro (10YR 4/3); en húmedo; estructura granular; Extremadamente ácido (pH 4.38); con presencia de abundantes raíces; bajo en materia orgánica (0.96%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
AB	6 – 30	Franco arenosa; pardo amarillento (5YR 3/4) en húmedo; estructura granular; Extremadamente ácido (pH 4.34); con presencia de abundantes raíces; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

Bw	30 – 50	Franco arcillosa; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; estructura granular, Extremadamente ácido (pH 4.14); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.71%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	50 – 110	Franco arcillosa; pardo amarillento (5YR 3/3) en húmedo; estructura granular; Extremadamente ácido (pH 4.26); presencia de raíces finas; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	110 – 150	Franco arcillosa; gris (7.5YR 6/1) en húmedo; estructura Migajosa; Extremadamente ácido (pH 4.38); con presencia de raíces finas; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 25 y 26, se describe el perfil modal de la calicata 3 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Tambillo, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de tierras aptas para producción forestal, de calidad agrológica media y con limitantes de suelo, con un subgrupo Typic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Palma, material parental residual, con material roca subyacente de limonitas y areniscas, fisiografía colina y lomada, microrrelieve ondulado suave, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 8%, escorrentía superficial moderada rápida, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 170 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 80 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa a Franco arcillo arenosa y el color en el primer horizonte pardo oscuro 10YR3/3, segundo horizonte pardo amarillento 10YR5/4, tercer horizonte pardo 10YR5/6 y cuarto horizonte pardo 10YR5/3. Según USDA (2014), la clasificación taxonómica de suelos comienza con la "Clave para Órdenes de Suelo", donde se identifica el orden que cumple con los criterios del suelo en cuestión. Luego, se utiliza la "Clave para Subórdenes" para hallar el suborden correspondiente. Este proceso se repite con la "Clave para Grandes Grupos" para determinar la clase del suelo, seleccionando el subgrupo que mejor se ajuste a los criterios establecidos.

Tabla 25. Descripción de los suelos calicata 3.

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Tambillo
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Typic Udorthents
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Limonitas y arenas
Distribución de raíces	80 cm
Microrelieve:	Ligeramente ondulado
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	Moderada rápida
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----
Erosión (Clase):	Hídrica
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada, rápida
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	170
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	510389
Norte:	9095843
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 26. Perfil modal de la serie Tambillo (Tb) calicata 3.

Calicata	:	03
Zona	:	Tambillo
Clasificación (CUM)	:	F2s
Fisiografía	:	Colina, lomada
Pendiente	:	0 - 8%
Clima	:	Lluvioso
Zonas de Vida	:	Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical
Material Parental	:	Residual
Vegetación o Cobertura	:	Cultivo de Palma
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 20	Franco arenoso; pardo oscuro (10YR 3/3); en húmedo; estructura granular; Extremadamente ácido (pH 3.40); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.96%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C1	20 – 40	Franco arenoso; pardo amarillento (10YR 5/4) en húmedo; estructura migajosa; Extremadamente ácido (pH 3.57); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderadamente rápida: Límite de horizonte claro.
C2	40 – 95	Franco arcillo arenosa; pardo (10YR 5/3) en húmedo; estructura migajosa, Extremadamente ácido (pH 3.81); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderadamente rápida: Límite de horizonte claro.
C3	95 – 150	Franco arcillo arenosa; pardo (10YR 5/3) en húmedo; estructura migajosa; Extremadamente ácido (pH 3.65); raíces finas, escasas; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderadamente rápida: Límite de horizonte claro.

En la tabla 27 y 28, se describe el perfil modal de la calicata 4 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Requena, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para producción forestal, de calidad agrológica media y con limitantes de suelo, con un subgrupo Typic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Cetico y Purma, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía lomada, microrrelieve ondulado suave, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 10%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 194 m.s.n.m., presenta una

distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 120 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa a Franco arcillo arenosa y el color en el primer horizonte pardo 7YR5/4, segundo horizonte pardo amarillento 5YR5/6, tercer horizonte pardo grisáceo oscuro 10YR4/2 y cuarto horizonte pardo amarillento 5YR3/3. USDA (2014) indica que el color del suelo depende de sus compuestos y cambia con el contenido de humedad, MO presente y grado de oxidación de minerales presentes. Mientras que para Moscatelli et al. (2005) los horizontes son capas que se observan en el perfil del suelo y se diferencian por el color, textura o pedregosidad.

Tabla 27. Descripción de los suelos calicata 4.

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Requena
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Typic Udorthents
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Rocas sedimentarias
Distribución de raíces	120 cm
Microrelieve:	Ondulado suave
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----
Erosión (Clase):	1
Erosión (Grado):	Ligero
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	194
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	507503
Norte:	9098249
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 28. Perfil modal de la serie Requena (Re) calicata 4

Calicata	: 04
Zona	: Requena
Clasificación (CUM)	: F2s
Fisiografía	: Lomada
Pendiente	: 0 - 10%
Clima	: Lluvioso
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical
Material Parental	: Residual
Vegetación o Cobertura	: Cetico - Purma

Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 8	Franco arenosa; pardo (7.5YR 5/4); en húmedo; estructura granular; extremadamente ácido (pH 3.97); con presencia de abundantes raíces; bajo en materia orgánica (1.92%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	8 – 35	Franco arcillo arenosa; pardo amarillento (5YR 5/6) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 4.10); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.77%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	35 – 100	Franco arcillo arenosa; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 4.13); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C3	100 – 150	Franco arcillo arenosa; pardo amarillento (5YR 3/3) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 4.18); raíces finas, escasas; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 29 y 30, se describe el perfil modal de la calicata 5 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Ucayali, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para producción forestal, de calidad agrológica media y con limitaciones de suelo y por drenaje, con un subgrupo Typic Udorthents, zona de

vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura bosque secundario o purma, material parental residual, con material roca subyacente de limonitas, cuarcitas y areniscas, fisiografía colina y lomada, microrrelieve ligeramente ondulado, suelo profundo, drenaje imperfecto, pendiente 8%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 194 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 100 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco a Franco arcillosa y el color en el primer horizonte pardo rojizo 5YR4/4, segundo horizonte pardo 7.5YR5/6, tercer horizonte rojo amarillento 5YR4/6 y cuarto horizonte pardo 7.5YR4/4. USDA (2014) manifiesta que, la clasificación Taxonómica de un suelo se determina mediante la “Clave para Órdenes de Suelo” determinando el nombre del primer orden que, de acuerdo con los criterios listados, incluya al suelo en cuestión. Encontrar la “Clave para Subórdenes” acá se debe reunir todos los criterios requeridos.

Tabla 29. Descripción de los suelos calicata 5

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Ucayali
Clasificación Taxonómica: Soil	Typic Udorthents
Taxonomy:	
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Limonitas, cuarcitas y areniscas
Distribución de raíces	100 cm
Microrelieve:	Ligeramente ondulado
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Imperfecto
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	Moderada
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----
Erosión (Clase):	1

Erosión (Grado):	Ligera
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	191
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	508197
Norte:	9098149
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 30. Perfil modal de la serie Ucayali (Uc) calicata 5

Calicata	: 05	
Zona	: Ucayali	
Clasificación (CUM)	: F2sw	
Fisiografía	: Colina, lomada	
Pendiente	: 0 - 8%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Bosque secundario	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 30	Franco; pardo rojizo (5YR 4/4); en húmedo; estructura granular; extremadamente ácido (pH 3.93); con abundancia de raíces; bajo en materia orgánica (1.22%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	30 – 80	Franco arcillosa; pardo fuerte (7.5YR 5/6) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 4.26); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	80 – 120	Franco; rojo amarillento (5YR 4/6) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 4.29); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C3	120 – 150	Franco; pardo (7.5YR 4/4) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 4.31); sin presencia de raíces finas, escasas; bajo en materia orgánica (0.96%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 31 y 32, se describe el perfil modal de la calicata 6 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie San Alejandro, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para producción forestal, de calidad agrológica media y con limitantes de suelo, con un subgrupo Typic Dystrudepts, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de kudzu con Palma, material parental residual, con material roca subyacente roca sedimentaria, fisiografía lomada, microrrelieve ondulado, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 8%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 198 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 130 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa a Franco arcillo arenosa y el color en el primer horizonte pardo grisáceo oscuro 10YR4/2, segundo horizonte Rojo amarillento 5YR5/6, tercer horizonte pardo 7.5YR5/6 y cuarto horizonte pardo amarillento 5YR5/8. Para Moscatelli et al. (2005) los horizontes son capas que se observan en el perfil del suelo y se diferencian por el color, textura o pedregosidad.

Tabla 31. Descripción de los suelos calicata 6

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	San Alejandro
Clasificación Taxonómica: Soil	Typic Dystrudepts
Taxonomy:	
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Rocas sedimentarias
Distribución de raíces	130 cm
Microrelieve:	Ondulada
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderado
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----

Erosión (Clase):	1
Erosión (Grado):	Ligera
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	198
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	506206
Norte:	9099303
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 32. Perfil modal de la serie San Alejandro (SA) calicata 6

Calicata	: 06	
Zona	: San Alejandro	
Clasificación (CUM)	: F2s	
Fisiografía	: Lomada	
Pendiente	: 0 - 8%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Kudzu - Palma	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 20	Franco arenosa; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); en húmedo; estructura granular; fuertemente ácido (pH 4.95); con presencia de raíces; medio en materia orgánica (3.85%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
Bw	20 – 70	Franco arcillo arenosa; Rojo amarillento (5YR 5/6) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 3.73); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (1.28%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	70 – 100	Franco arenosa; pardo fuerte (7.5YR 5/6) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 3.82); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.83%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	100 – 150	Arcilloso arenosa; pardo amarillento (5YR 4/6) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 3.69); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 33 y 34, se describe el perfil modal de la calicata 7 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Neshuya, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para producción forestal, de calidad agrológica media y con limitaciones de suelo y con riesgos de inundaciones o anegamiento, con un subgrupo Aquic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Palma, material parental residual, con material roca subyacente de lutitas y areniscas, fisiografía lomada, microrrelieve ondulado, suelo profundo, drenaje moderado e imperfecto, pendiente 8%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 186 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 40 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa a Franco arcillo arenosa y el color en el primer horizonte pardo oscuro 7.5YR3/4, segundo horizonte negro amarillento 5YR4/6, tercer horizonte rojo oscuro 30% 2.5YR3/6 y gris claro 70% 10YR7/2 y cuarto horizonte pardo amarillento 70% 2.5YR3/6 y gris claro 30% 10YR7/2. USDA (2014), los horizontes y características de diagnóstico en la "Clave de orden de suelos" y claves posteriores no incluyen aquellos que se encuentran debajo de cualquier contacto dénsico, lítico, paralítico o petroférico.

Tabla 33. Descripción de los suelos calicata 7.

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Neshuya
Clasificación Taxonómica: Soil	Aquic Udorthents
Taxonomy:	
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Lutitas y arenitas
Distribución de raíces	40 cm
Microrelieve:	Ondulado
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderado - Imperfecto
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	Moderada
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----
Erosión (Clase):	Hídrica
Erosión (Grado):	1

Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	186
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	506466
Norte:	9100106
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 34. Perfil modal de la serie Neshuya (Ne) calicata 7.

alicata	: 07	
Zona	: Neshuya	
Clasificación (CUM)	: F2sw	
Fisiografía	: Ondulada	
Pendiente	: 0 - 8%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Palma	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 10	Franco arenosa; pardo oscuro (7.5YR 3/4); en húmedo; estructura granular; extremadamente ácido (pH 4.34); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (1.60%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
AC	10 – 30	Franco arenosa; negro amarillento (5YR 4/6) en húmedo; estructura, granular; extremadamente ácido (pH 4.18); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	30 – 70	Franco arcillo arenosa; rojo oscuro 30% (2.5YR 3/6) y gris claro 70% (10YR 7/2) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 3.86); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	70 – 150	Franco arcillo arenosa; pardo amarillento 70% (2.5YR 3/6) y gris claro 30% (10YR 7/2) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 4.34); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 35 y 36, se describe el perfil modal de la calicata 8 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Aguaytía, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos para cultivos permanentes, de calidad agrológica baja con limitaciones de suelo, con un subgrupo Typic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Palma, material parental residual, con material roca subyacente de lutitas y areniscas, fisiografía Colina y ladera, microrrelieve ligeramente ondulado, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 15%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica laminar y ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 194 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 100 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa a Franco arcillo arenosa y el color en el primer horizonte pardo grisáceo oscuro 10YR4/2, segundo horizonte negro 5YR5/6, tercer horizonte pardo oscuro 7.5YR5/6 y cuarto horizonte pardo amarillento 5YR5/8. Zavaleta (1992) manifiesta que, para una adecuada lectura del perfil, se debe considerar principalmente el tamaño del horizonte, color, olor, humedad, estructura, cementación y densificación.

Tabla 35. Descripción de los suelos calicata 8

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Aguaytía
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Typic Udorthents
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Lutitas y arenitas
Distribución de raíces	100 cm
Microrelieve:	Ligeramente ondulado
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	Moderada
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----

Erosión (Clase):	Laminar
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	194
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	507363
Norte:	9100255
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 36. Perfil modal de la serie Aguaytía (Ag) calicata 8

Calicata	: 08	
Zona	: Aguaytía	
Clasificación (CUM)	: C3s	
Fisiografía	: Colina, lomada	
Pendiente	: 0 - 15%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Palma	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 8	Franco arenosa; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); en húmedo; estructura granular; neutro (pH 6.91); con presencia de raíces; medio en materia orgánica (2.69%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
AC	8 – 17	Franco arenosa; negro fuerte (5YR 5/6) en húmedo; estructura granular; moderadamente ácido (pH 5.45); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	17 – 43	Franco arcillo arenosa; pardo fuerte (7.5YR 5/6) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 4.15); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.96%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	43 – 53	Franco arcillo arenosa; pardo amarillento (5YR 5/8) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 3.79); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 37 y 38, se describe el perfil modal de la calicata 9 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Contamana, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para pasto, de calidad agrológica baja y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Typic Humaquepts, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de kudzu y Palma aceitera, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía plana, microrrelieve ondulado suave, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 2%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 158 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 130 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa a Franco arcillo arenosa y el color en el primer horizonte plomo 10YR3/2, segundo horizonte pardo 7.5YR5/3 y tercer horizonte rojo 7.5YR5/6. Escobedo (2005) manifiesta que, la toma de muestra debe considerar las variaciones de los suelos de acuerdo con la profundidad del perfil y la zona del terreno.

Tabla 37. Descripción de los suelos calicata 9

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Contamana
Clasificación Taxonómica: Soil	Typic Humaquepts
Taxonomy:	
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	130 cm
Microrelieve:	Ondulado suave
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----

Costras:	-----
Erosión (Clase):	Hídrica
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	158
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	510139
Norte:	9095591
Muestras:	1, 2, 3

Tabla 38. Perfil modal de la serie Contamana (Co) calicata 9

Calicata	: 09	
Zona	: Contamana	
Clasificación (CUM)	: P3s	
Fisiografía	: Plana	
Pendiente	: 0 - 2%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Kudzu - Palma	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 20	Franco arenosa; plomo (10YR 3/2); en húmedo; estructura granular; moderadamente ácido (pH 5.69); con presencia de raíces; medio en materia orgánica (2.44%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C1	20 – 35	Franco arenosa; pardo (7.5YR 5/3) en húmedo; estructura granular; moderadamente ácido (pH 4.71); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.59%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C2	35 – 150	Franco arcillo arenosa; rojo (7.5YR 5/6) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 4.25); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.46%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.

En la tabla 39 y 40, se describe el perfil modal de la calicata 10 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Aguaje, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para cultivo permanente, de calidad agrológica baja y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Typic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Palma, material parental residual, con material roca subyacente de lutitas y areniscas, fisiografía Colina y ladera, microrrelieve ligeramente ondulado, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 15%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 195 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 100 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Arenosa Franca a Franco arcillo arenosa y el color en el primer horizonte pardo oscuro 7.5YR3/2, segundo horizonte pardo oscuro 7.5YR3/4, tercer horizonte pardo 7.5YR4/4 y cuarto horizonte pardo rojizo oscuro 5YR3/4. Moscatelli et al. (2005) menciona que, las muestras que se extraen de cada horizonte se deben de tener en cuenta el punto donde se encuentre un cambio evidente de color, textura o estructura, marque con un palito.

Tabla 39. Descripción de los suelos calicata 10

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Aguaje
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Typic Udorthents
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Lutitas y Areniscas
Distribución de raíces	100 cm
Microrelieve:	Ligeramente ondulado
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderado
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	Moderada
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----

Erosión (Clase):	Hídrica
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	195
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	509449
Norte:	9101265
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 40. Perfil modal de la serie Aguaje (Au) calicata 10

Calicata	: 10
Zona	: Aguaje
Clasificación (CUM)	: C3s
Fisiografía	: Colina, lomada
Pendiente	: 0 - 15%
Clima	: Lluvioso
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical
Material Parental	: Residual
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Palma

Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 18	Arenoso franco; pardo oscuro (7.5YR 3/2); en húmedo; estructura granular; neutro (pH 6.47); con presencia de raíces; medio en materia orgánica (1.41%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	18 – 55	Arenoso franco; pardo oscuro (7.5YR 3/4) en húmedo; estructura, migajosa; neutro (pH 7.84); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	55 – 80	Arenoso franco; pardo (7.5YR 4/4) en húmedo; estructura migajosa, neutro (pH 7.47); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.71%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C3	80 – 150	Franco arcillo arenosa; pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 4.44); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.71%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 41 y 42, se describe el perfil modal de la calicata 11 presenta un perfil bien definido de 6 horizontes, realizada en un suelo de la serie Raymondi, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para pasto, de calidad agrológica baja y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Typic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de kudzu con Palma, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía ondulada, microrrelieve plana, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 2%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 166 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 90 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa a Franco arcillo arenosa y el color en el primer horizonte pardo amarillento oscuro 10YR4/2, segundo horizonte pardo amarillento 10YR6/2 y tercer horizonte pardo grisáceo oscuro 10YR3/1. Munsell Color (2014) manifiesta que, el color del suelo es un indicador de fertilidad, así como contenido de humedad, material parental y condiciones de drenaje del suelo.

Tabla 41. Descripción de los suelos calicata 11

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Raymondi
Clasificación Taxonómica: Soil	Typic Udorthents
Taxonomy:	
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	90 cm
Microrelieve:	Plana
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderado
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----

Erosión (Clase):	Ligera
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	166
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	510205
Norte:	9095871
Muestras:	1, 2, 3

Tabla 42. Perfil modal de la serie Raymondi (Ra) calicata 11

Calicata	: 11
Zona	: Raymondi
Clasificación (CUM)	: P3s
Fisiografía	: Ondulada
Pendiente	: 0 - 2%
Clima	: Lluvioso
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical
Material Parental	: Residual
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Kudzu - Palma

Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 20	Franco; pardo amarillento oscuro (10YR 4/2); en húmedo; estructura granular; moderadamente ácido (pH 5.43); con presencia de raíces; alto en materia orgánica (4.22%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
Bw	20 – 80	Franco arcillosa; pardo amarillento (10YR 6/2) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 4.42); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (1.39%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C	80 – 150	Franco arcillosa; pardo grisáceo oscuro (10YR 3/1) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 4.16); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.53%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.

En la tabla 43 y 44, se describe el perfil modal de la calicata 12 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Mamani, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para producción forestal, de calidad agrológica media y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Typic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Palma, material parental residual, con material roca subyacente de limonitas, lutitas y areniscas, fisiografía colina y ladera, microrrelieve ligeramente ondulado, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 15%, escorrentía superficial rápida, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 182 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 80 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Arenosa a Franco arcillo arenosa y el color en el primer horizonte pardo oscuro 10YR3/3, segundo horizonte pardo amarillento 10YR4/4, tercer horizonte pardo 7.5YR4/4 y cuarto horizonte pardo 30% 2.5YR2.5/4 y rojizo oscuro 70% 7.5YR4/3. Munsell Color (2014), los colores del suelo indican: negros/oscuros, buen contenido de MO; rojos, presencia de hierro; blanquecinos, carbonatos de calcio; y olivos/verdes/grises, mal drenaje.

Tabla 43. Descripción de los suelos calicata 12

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Mamani
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Typic Udorthents
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Limonitas lutitas y arcillas
Distribución de raíces	80 cm
Microrelieve:	Ligeramente ondulado
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderado
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	Rápida
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----
Erosión (Clase):	Laminar
Erosión (Grado):	1

Permeabilidad:	Rápida
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	182
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	
Este:	510562
Norte:	9101252
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 44. Perfil modal de la serie Mamani (Ma) calicata 12

Calicata	: 12
Zona	: Mamani
Clasificación (CUM)	: F2s
Fisiografía	: Colina, ladera
Pendiente	: 0 - 15%
Clima	: Lluvioso
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical
Material Parental	: Residual
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Palma

Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 20	Arenosa; pardo oscuro (10YR 3/3); en húmedo; estructura granular; fuertemente ácido (pH 3.95); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	20 – 70	Arenosa; pardo amarillento (10YR 4/4) en húmedo; estructura, migajosa; moderadamente ácido (pH 4.96); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	70 – 100	Franco arenosa; pardo (7.5YR 4/4) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 4.23); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C3	100 – 150	Franco arcillo arenosa; pardo 30% (2.5YR 2.5/4) rojizo oscuro 70% (7.5YR 4/3) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 3.87); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 45 y 46, se describe el perfil modal de la calicata 13 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Pastraña, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de tierras aptas para cultivo permanente, de calidad agrológica baja y con limitaciones de suelo y con riesgos de inundaciones o anegamiento, con un subgrupo Aquic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Palma, material parental residual, con material roca subyacente de limonitas, arcillas y areniscas, fisiografía lomada, microrrelieve ligeramente ondulado, suelo profundo, drenaje moderado e imperfecto, pendiente 8%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 185 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 70 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Arenosa, Arenosa Franca, Franco Arenosa a Franco arcillo arenosa y el color en el primer horizonte pardo amarillento oscuro 10YR3/2, segundo horizonte pardo amarillento oscuro 10YR4/4, tercer horizonte pardo fuerte 5YR4/6 y cuarto horizonte pardo amarillento oscuro 30% 10YR3/6 y gris 70% 10YR6/2. Moscatelli et al. (2005) manifiesta que, las muestras de cada horizonte deben de estar codificadas, con número de horizontes, espesor, coordenadas y serie del suelo.

Tabla 45. Descripción de los suelos calicata 13

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Pastraña
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Aquic Udorthents
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Limonitas, arcillas y areniscas
Distribución de raíces	70 cm
Microrelieve:	Ligeramente ondulado
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Excesivo - Imperfecto
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	Moderadamente rápida
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----

Erosión (Clase):	Hídrica
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	185
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	509737
Norte:	9102283
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 46. Perfil modal de la serie Pastraña (Pñ) calicata 13

Calicata	: 13	
Zona	: Pastraña	
Clasificación (CUM)	: C3sw	
Fisiografía	: Colina, lomada	
Pendiente	: 0 - 8%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Palma	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
A	0 – 15	Arenosa; pardo amarillento oscuro (10YR 3/2); en húmedo; estructura granular; fuertemente ácido (pH 5.04); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.71%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
AC	15 – 60	Arenoso franco; pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo; estructura granular; fuertemente ácido (pH 5.00); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	60 – 90	Franco arenosa; pardo fuerte (5YR 4/6) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 4.15); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	90 – 125	Franco arcillo arenosa; pardo amarillento oscuro 30% (10YR 3/6) y gris 70% (10YR 6/2) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 3.96); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 47 y 48, se describe el perfil modal de la calicata 14 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Boqueron, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para pastos, de calidad agrológica baja y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Oxyaquic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Palma con kudzu, material parental residual, con material roca subyacente de limonitas y conglomerados, fisiografía ligeramente ondulada, microrrelieve plana, suelo profundo, drenaje imperfecto, pendiente 15%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 172 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 120 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa, Arenoso Franco a Franco arcillo arenosa y el color en el primer horizonte pardo amarillento 10YR5/4, segundo horizonte pardo amarillento oscuro 10YR6/4, tercer horizonte gris parduzco claro 10YR6/2 y cuarto horizonte pardo amarillento 7.5YR5/6. USDA (2014) manifiesta que, al realizar la lectura del perfil se debe definir el origen de materia parental, presencia de MO, estado de drenaje y la presencia de sales y carbonatos.

Tabla 47. Descripción de los suelos calicata 14

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Boquerón
Clasificación Taxonómica: Soil	Oxyaquic Udorthents
Taxonomy:	
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Limonitas y Conglomerados
Distribución de raíces	120 cm
Microrelieve:	Plana
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Imperfecto
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----

Erosión (Clase):	Ligera
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	172
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	
Este:	510613
Norte:	9095648
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 48. Perfil modal de la serie Boquerón (Bo) calicata 14

Calicata	: 14	
Zona	: Boquerón	
Clasificación (CUM)	: P3s	
Fisiografía	: Ligeramente ondulada	
Pendiente	: 0 - 2%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Palma - Kudzu	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 20	Franco arenosa; pardo amarillento (10YR 5/4); en húmedo; estructura granular; extremadamente ácido (pH 4.50); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.66%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	20 – 50	Franco arenosa; pardo amarillento oscuro (10YR 6/4) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 4.12); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.92%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	50 – 100	Arenoso franco; gris pardusco claro (10YR 6/2) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 4.35); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.99%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C3	100 – 150	Franco arcillo arenosa; pardo amarillento (7.5YR 5/6) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 4.20); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.33%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 49 y 50, se describe el perfil modal de la calicata 15 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Esperanza, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para producción forestal, de calidad agrológica media y con limitaciones de suelo y con riesgos de inundaciones o anegamiento, con un subgrupo Typic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de kudzu con Palma, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía lomada, microrrelieve ligeramente ondulado, suelo profundo, drenaje moderado e imperfecto, pendiente 10%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 192 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 80 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa, Franco arcillo arenosa a Franco Arcillosa y el color en el primer horizonte pardo 7.5YR4/3, segundo y tercer horizonte rojo amarillento 5YR5/6 y cuarto horizonte plomo 10YR8/1. USDA (2014), el color de los horizontes individuales se describe primero con el nombre del color y luego con las notaciones de la escala Munsell (matiz, pureza e intensidad).

Tabla 49. Descripción de los suelos calicata 15

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Esperanza
Clasificación Taxonómica: Soil	Typic Udorthents
Taxonomy:	
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	80 cm
Microrelieve:	Ligeramente ondulado
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderado - Imperfecto
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----

Costras:	-----
Erosión (Clase):	Ligera
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	192
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	509776
Norte:	9103433
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 50. Perfil modal de la serie Esperanza (Es) calicata 15

Calicata	: 15	
Zona	: Esperanza	
Clasificación (CUM)	: F2sw	
Fisiografía	: Lomada	
Pendiente	: 0 - 10%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Kudzu - Palma	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 10	Franco arenosa; pardo (7.5YR 4/3); en húmedo; estructura granular; fuertemente ácido (pH 5.08); con presencia de raíces; medio en materia orgánica (3.72%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
AC	10 – 30	Franco arcillo arenosa; rojo amarillento (5YR 5/6) en húmedo; estructura granular; extremadamente ácido (pH 4.35); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.96%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	30 – 110	Franco arcillo arenosa; rojo amarillento (5YR 5/6) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 3.90); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	110 – 150	Franco arcillosa; plomo (10YR 8/1) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 4.35); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 51 y 52, se describe el perfil modal de la calicata 16 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Puerto Esperanza, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para producción forestal, de calidad agrológica media con limitaciones de suelo, con un subgrupo Typic Dystrudepts, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Palma, material parental residual, con material roca subyacente de limonitas, arcillas y areniscas, fisiografía colina y lomada, microrrelieve ligeramente ondulado, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 8%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 189 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 90 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa, Franco a Franco arcillo y el color en el primer horizonte marrón oscuro 7.5YR2.5/2, segundo y tercer horizonte rojo 2.5YR4/8 y cuarto horizonte rojo oscuro 10YR4/8. Según USDA (2014), los códigos Munsell para los colores del suelo se componen de tres componentes, cada uno localizado en las hojas de las cartas Munsell.

Tabla 51. Descripción de los suelos calicata 16

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Puerto Esperanza
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Typic Dystrudepts
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Limonitas, arcillas y areniscas
Distribución de raíces	90 cm
Microrelieve:	Ligeramente ondulado
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	Moderada
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----

Erosión (Clase):	Ligera
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	189
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	505829
Norte:	9097428
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 52. Perfil modal de la serie Puerto Esperanza (PE) calicata 16

Calicata	: 16	
Zona	: Puerto Esperanza	
Clasificación (CUM)	: F2s	
Fisiografía	: Colina, lomada	
Pendiente	: 0 - 15%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Palma	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 15	Franco arenosa; pardo marrón oscuro (7.5YR 2.5/2); en húmedo; estructura granular; extremadamente ácido (pH 4.43); con presencia de raíces; alto en materia orgánica (4.81%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
AB	15 – 40	Franco; rojo (2.5YR 4/8) en húmedo; estructura, granular; extremadamente ácido (pH 3.68); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.83%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
Bw	40 – 75	Franco; rojo (2.5YR 4/6) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 3.62); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.96%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C	75 – 150	Franco arcillosa; rojo (10R 4/8) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 3.66); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.77%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 53 y 54, se describe el perfil modal de la calicata 17 presenta un perfil bien definido de 3 horizontes, realizada en un suelo de la serie Padre Abad, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para producción forestal, de calidad agrológica media y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Oxyaquic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de kudzu con Palma, material parental residual, con material roca subyacente roca sedimentaria, fisiografía ondulada, microrrelieve ondulado suave, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 4%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 168 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 120 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa y el color en el primer horizonte pardo 10YR4/3, segundo horizonte pardo 10YR5/4 y tercer horizonte gris 2.5YR4/8. Según USDA (2014), el matiz (Hue) identifica la cantidad de color percibida, relacionada con la longitud de onda de la luz visible. Se codifica en la parte superior derecha de la hoja, con valores como 10R, 2.5R, 5YR, 7.5YR, 10YR, 2.5Y, 5Y, siendo 10YR, 7.5YR y 5YR los más comunes en suelos del país.

Tabla 53. Descripción de los suelos calicata 17

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Padre Abad
Clasificación Taxonómica: Soil	Oxyaquic Udorthents
Taxonomy:	
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	120 cm
Microrelieve:	Ondulado suave
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----

Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----
Erosión (Clase):	Ligera
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	168
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	544986
Norte:	9103961
Muestras:	1, 2, 3

Tabla 54. Perfil modal de la serie Padre Abad (PA) calicata 17

Calicata	: 17	
Zona	: Padre Abad	
Clasificación (CUM)	: F2s	
Fisiografía	: Ondulada	
Pendiente	: 0 - 4%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Kudzu - Palma	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 20	Franco arenosa; pardo (10YR 4/3); en húmedo; estructura granular; extremadamente ácido (pH 4.27); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.96%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
AC	20 – 80	Franco arenosa; pardo (10YR 5/4) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 4.11); sin presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C1	80 – 150	Franco arenosa; gris (2.5YR 4/8) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 3.99); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.

En la tabla 55 y 56, se describe el perfil modal de la calicata 18 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Kudzu, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para producción forestal, de calidad agrológica media y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Typic Dystrudepts, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de kudzu con Palma, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía lomada, microrrelieve ondulado suave, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 4%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 177 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 80 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa, Franco arcillo arenosa a Arcillosa y el color en el primer horizonte pardo 10YR4/3, segundo y tercer horizonte pardo amarillento 10YR5/4 y cuarto horizonte gris 2.5YR4/8. USDA (2014) manifiesta que, Intensidad (Value), indica la claridad o que tan oscuro es un color en relación con una escala de color gris neutral.

Tabla 55. Descripción de los suelos calicata 18

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Kudzu
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Typic Dystrudepts
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	80 cm
Microrelieve:	Ondulado suave
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----
Erosión (Clase):	Laminar
Erosión (Grado):	1

Permeabilidad:	Lenta
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	177
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	511504
Norte:	9104490
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 56. Perfil modal de la serie Kudzu (Ku) calicata 18

Calicata	: 18	
Zona	: Kudzu	
Clasificación (CUM)	: F2s	
Fisiografía	: Lomada	
Pendiente	: 0 - 4%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Kudzu - Palma	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 20	Franco arenosa; pardo (10YR 4/3); en húmedo; estructura granular; extremadamente ácido (pH 4.27); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (1.73%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
Bw	20 – 45	Franco arenosa; pardo amarillento (10YR 5/4) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 4.27); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	45 – 80	Franco arcillo arenosa; pardo amarillento (10YR 5/4) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 4.13); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	80 – 160	Arcillosa; gris (2.5YR 4/8) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 3.74); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.51%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 57 y 58, se describe el perfil modal de la calicata 19 presenta un perfil bien definido de 3 horizontes, realizada en un suelo de la serie Márquez, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para pastos, de calidad agrológica baja y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Oxyaquic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de kudzu con Palma, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía lomada, microrrelieve ondulado suave, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 2%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 174 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 120 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco arcillo arenosa a Franco y el color en el primer horizonte pardo 10YR5/3, segundo horizonte gris 10YR6/1 y tercer horizonte pardo amarillento 10YR5/4. USDA (2014) manifiesta que, La pureza (Crhoma), indica el grado de dilución por un color gris neutral; los números de esta característica se observan en la parte inferior de las hojas.

Tabla 57. Descripción de los suelos calicata 19

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Márquez
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Oxyaquic Udorthents
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	120 cm
Microrelieve:	Ondulado suave
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----

Costras:	-----
Erosión (Clase):	Ligera
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	174
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	505553
Norte:	9097203
Muestras:	1, 2, 3

Tabla 58. Perfil modal de la serie Márquez (Mq) calicata 19

Calicata	: 19	
Zona	: Márquez	
Clasificación (CUM)	: P3s	
Fisiografía	: Lomada	
Pendiente	: 0 - 2%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Kudzu - Palma	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 20	Franco arcillo arenosa; pardo (10YR 5/3); en húmedo; estructura granular; extremadamente ácido (pH 4.42); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (1.78%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C1	20 – 60	Franco arcillo arenosa; gris (10YR 6/1) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 4.16); sin presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.59%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C2	60 – 150	Franco; pardo amarillento (10YR 5/4) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 4.16); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.40%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.

En la tabla 59 y 60, se describe el perfil modal de la calicata 20 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Purús, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de tierras aptas para producción forestal, de calidad agrológica media y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Typic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de kudzu con Palma, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía lomada, microrrelieve ondulado suave, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 8%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 186 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 120 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco, Franco Arcillosa, Franco arcillo arenosa a Franco Arenosa y el color en el primer horizonte pardo 7.5YR5/6, segundo horizonte rojo amarillento 5YR4/6, tercer y cuarto horizonte gris claro 10YR7/1. Azabache (1991), el muestreo de la capa arable (generalmente de 20 a 30 cm) se realiza para diagnosticar la fertilidad actual y establecer programas de fertilización.

Tabla 59. Descripción de los suelos calicata 20

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Purús
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Typic Udorthents
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	120 cm
Microrelieve:	Ondulado suave
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----

Erosión (Clase):	Ligera
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Lento
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	182
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	509202
Norte:	9105144
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 60. Perfil modal de la serie Purús (Pr) calicata 20

Calicata	: 20
Zona	: Purús
Clasificación (CUM)	: F2s
Fisiografía	: Ondulada
Pendiente	: 0 - 8%
Clima	: Lluvioso
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical
Material Parental	: Residual
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Kudzu - Palma

Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 10	Franco; pardo (7.5YR 5/6); en húmedo; estructura granular; fuertemente ácido (pH 4.74); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (1.41%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	10 – 40	Franco arcillosa; rojo amarillento (5YR 4/6) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 4.26); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (1.22%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	40 – 90	Franco arcillo arenosa; gris claro (10YR 7/1) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 3.86); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.51%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C3	90 – 150	Franco arenosa; gris claro (10YR 7/1) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 3.87); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 61 y 62, se describe el perfil modal de la calicata 21 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Galindo, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para pasto, de calidad agrológica baja y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Oxyquic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de kudzu con Palma, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía ondulada, microrrelieve ondulado suave, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 8%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 171 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 120 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa a Franco arcillo arenosa y el color en el primer horizonte pardo grisáceo 10YR5/2, segundo horizonte pardo pálido 10YR6/3, tercer horizonte pardo 10YR4/3 y cuarto horizonte gris parduzco 10YR6/2. Azabache (1991) afirma que se toman muestras de cada horizonte hasta la sección de control para clasificación taxonómica, mapeo de suelos y estudios de fertilidad potencial.

Tabla 61. Descripción de los suelos calicata 21

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Galindo
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Oxyaquic Udorthents
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	120 cm
Microrelieve:	Ondulado suave
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----

Erosión (Clase):	Ligera
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Lenta
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	171
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	511988
Norte:	9104988
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 62. Perfil modal de la serie Galindo (Ga) calicata 21

Calicata	: 21	
Zona	: Galindo	
Clasificación (CUM)	: P3s	
Fisiografía	: Ondulada	
Pendiente	: 0 - 2%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Kudzu - Palma	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 10	Franco arenosa; pardo grisáceo (10YR 5/2); en húmedo; estructura granular; extremadamente ácido (pH 4.26); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (1.41%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
AC	10 – 50	Franco arenosa; pardo pálido (10YR 6/3) en húmedo; estructura granular; extremadamente ácido (pH 4.11); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.71%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	50 – 80	Franco arcillo arenosa; pardo (10YR 4/3) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 4.06); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	80 – 150	Franco arcillo arenosa; gris parduzco (10YR 6/2) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 3.45); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.71%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 63 y 64, se describe el perfil modal de la calicata 22 presenta un perfil bien definido de 3 horizontes, realizada en un suelo de la serie Pachitea, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para producción forestal, de calidad agrológica media y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Oxyaquic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de kudzu con Palma y malezas, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía lomada, microrrelieve ondulado suave, suelo profundo, drenaje moderado e imperfecto, pendiente 8%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 185 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 120 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Arenoso Franco, Franco arcillosa y Arcillo Arenosa, el color en el primer horizonte pardo 10YR3/2, segundo horizonte pardo 10YR5/3 y tercer horizonte pardo 7.5YR5/3. Quezada (2002), se deben evitar muestreos en zanjas, acumulaciones de material vegetal, áreas quemadas, pantanos y zonas de acumulación de sales.

Tabla 63. Descripción de los suelos calicata 22

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Pachitea
Clasificación Taxonómica: Soil	Oxyaquic Udorthents
Taxonomy:	
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	120 cm
Microrelieve:	Ondulado suave
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----

Costras:	-----
Erosión (Clase):	Ligera
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	185
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	508024
Norte:	9100308
Muestras:	1, 2, 3

Tabla 64. Perfil modal de la serie Pachitea (Pt) calicata 22

Calicata	: 22	
Zona	: Pachitea	
Clasificación (CUM)	: F2s	
Fisiografía	: Lomada	
Pendiente	: 0 - 8%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Kudzu – Palma - Maleza	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 20	Arenoso franco; pardo (10YR 3/2); en húmedo; estructura granular; moderadamente ácido (pH 5.98); sin presencia de raíces; medio en materia orgánica (2.57%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C1	20 – 50	Franco arcillosa; pardo (10YR 5/3) en húmedo; estructura, migajosa; fuertemente ácido (pH 4.63); sin presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.07%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C2	50 – 150	Arcillo arenoso; pardo (7.5YR 5/3) en húmedo; estructura granular, extremadamente ácido (pH 4.54); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.07%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.

En la tabla 65 y 66, se describe el perfil modal de la calicata 23 presenta un perfil bien definido de 3 horizontes, realizada en un suelo de la serie Marañón, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de tierras aptas para producción forestal, de calidad agrológica media y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Typic Humaquepts, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Palma, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía colina y lomada, microrrelieve ligeramente ondulado, suelo profundo, drenaje moderado e imperfecto, pendiente 8%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 182 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 60 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura Arcillosa y el color en el primer horizonte pardo muy oscuro 7.5YR2.5/2, segundo horizonte pardo rojizo 5YR4/4 y tercer horizonte gris 10YR6/2. Según Quezada (2002), la variabilidad horizontal y vertical del suelo exige un muestreo exhaustivo que capture toda la heterogeneidad, permitiendo obtener un resultado promedio representativo del análisis.

Tabla 65. Descripción de los suelos calicata 23

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Marañón
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Typic Humaquepts
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	60 cm
Microrelieve:	Ligeramente ondulado
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	Moderada
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----

Erosión (Clase):	Hídrica
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	182
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	506839
Norte:	9097381
Muestras:	1, 2, 3

Tabla 66. Perfil modal de la serie Marañón (Mr) calicata 23

Calicata	: 23	
Zona	: Marañón	
Clasificación (CUM)	: F2s	
Fisiografía	: Colina, lomada	
Pendiente	: 0 - 8%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Palma	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 20	Arcillosa; pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2); en húmedo; estructura granular; fuertemente ácido (pH 4.83); sin presencia de raíces; alto en materia orgánica (6.09%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C	20 – 100	Arcillosa; pardo rojizo (5YR 4/4) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 4.31); sin presencia de raíces, regulares; medio en materia orgánica (2.12%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
Cg	100 – 150	Arcillosa; gris (10YR 6/2) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 3.99); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.

En la tabla 67 y 68, se describe el perfil modal de la calicata 24 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Timoteo, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para pasto, de calidad agrológica baja y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Oxyaquic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de kudzu con Palma, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía lomada, microrrelieve ondulado suave, suelo profundo, drenaje imperfecto, pendiente 4%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 187 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 100 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa a Franco arcillo arenosa y el color en el primer, segundo y tercer horizonte es pardo amarillento 10YR5/4 y cuarto horizonte gris claro 7.5YR7/4. Azabache (1999) indica que, para mayor exactitud, el área de muestreo debe ser homogénea con respecto al objetivo del análisis.

Tabla 67. Descripción de los suelos calicata 24

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Timoteo
Clasificación Taxonómica: Soil	Oxyaquic Udorthents
Taxonomy:	
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	100 cm
Microrelieve:	Ondulado suave
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Imperfecto
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----
Erosión (Clase):	Ligera

Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Lenta
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	187
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	
Este:	507451
Norte:	9098850
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 68. Perfil modal de la serie Timoteo (Ti) calicata 24

Calicata	: 24	
Zona	: Timoteo	
Clasificación (CUM)	: P3s	
Fisiografía	: Ondulada	
Pendiente	: 0 - 4%	
Clima	: Lluvioso	
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical	
Material Parental	: Residual	
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Kudzu - Palma	
Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 28	Franco arenosa; pardo amarillento (10YR 5/4); en húmedo; estructura granular; extremadamente ácido (pH 4.10); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (1.28%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
AC	28 – 40	Franco arenosa; pardo amarillento (10YR 5/4) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 3.98); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.83%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	40 – 80	Franco arcillo arenosa; pardo amarillento (10YR 5/6) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 3.87); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	80 – 150	Franco arcillo arenosa; gris claro (7.5YR 7/4) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 3.82); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 69 y 70, se describe el perfil modal de la calicata 25 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Abujau, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para pasto, de calidad agrológica baja y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Oxyaquic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Palma, material parental residual, con material roca subyacente de areniscas, arcillas y limonitas, fisiografía plana, microrrelieve plana, suelo profundo, drenaje imperfecto, pendiente 2%, escorrentía superficial lenta, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 180 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 80 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa a Franco arcillo arenosa y el color en el primer horizonte pardo gris 7.5YR4/6, segundo horizonte pardo oscuro 10YR4/3, tercer horizonte gris 10YR4/4 y cuarto horizonte gris 10YR5/1. Rengifo (2002) indica que el estudio de suelos es necesario al inicio de la explotación agrícola y siempre que la actividad lo requiera.

Tabla 69. Descripción de los suelos calicata 25

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Abujau
Clasificación Taxonómica: Soil	Oxyaquic Udorthents
Taxonomy:	
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Arenas, Arcillas y Limonitas
Distribución de raíces	80 cm
Microrelieve:	Plana
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Imperfecto
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	Lenta
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----
Erosión (Clase):	Hídrica

Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	180
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	508275
Norte:	9100302
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 70. Perfil modal de la serie Abujau (Ab) calicata 25

Calicata	: 25
Zona	: Abujau
Clasificación (CUM)	: C3i
Fisiografía	: Plana
Pendiente	: 0 - 2%
Clima	: Lluvioso
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical
Material Parental	: Residual
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Palma

Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 25	Franco arenosa; pardo gris (7.5YR 4/6); en húmedo; estructura granular; extremadamente ácido (pH 4.46); con presencia de raíces; medio en materia orgánica (0.26%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	25 – 70	Franco arenosa; pardo oscuro (10YR 4/3) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 4.50); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.26%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	70 – 110	Franco arcillo arenosa; gris (10YR 4/4) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 4.20); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.26%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C3	110 – 180	Franco arenosa; gris (10YR 5/1) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 4.16); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.53%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 71 y 72, se describe el perfil modal de la calicata 26 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Juantía, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para cultivos transitorios, de calidad agrológica baja y con limitaciones de suelo y con riesgos de inundaciones o anegamiento, con un subgrupo Oxyaquic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Palma, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía ondulada, microrrelieve ligeramente ondulado, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 4%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 186 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 80 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco arcillo arenosa, Arenosa Franca, Franco Arenosa y Arcillosa, el color en el primer horizonte pardo 7.5YR4/3, segundo horizonte pardo muy pálido 10YR7/3, tercer horizonte pardo grisáceo 10YR3/2 y cuarto horizonte gris claro 70% 10YR7/2 y rojo amarillento 30% 2.5YR5/8. USDA (2014) manifiesta que, el estudio de suelo es la etapa que teniendo por objetivo, entre otras, analizar la fertilidad del suelo por medios de métodos analíticos físicos y/o químicos.

Tabla 71. Descripción de los suelos calicata 26

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Juantía
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Oxyaquic Udorthents
Localidad:	Tibecocho
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	80 cm
Microrelieve:	Ligeramente ondulado
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderado
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	Moderada
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----
Erosión (Clase):	Hídrica

Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	164
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	511485
Norte:	9104689
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 72. Perfil modal de la serie Juantía (Ju) calicata 26

Calicata	: 26
Zona	: Juantía
Clasificación (CUM)	: A3sw
Fisiografía	: Ondulada
Pendiente	: 0 - 4%
Clima	: Lluvioso
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical
Material Parental	: Residual
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Palma

Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 22	Franco arcillo arenosa; pardo (7.5YR 4/3); en húmedo; estructura granular; fuertemente ácido (pH 4.68); con presencia de raíces; medio en materia orgánica (2.25%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	22 – 40	Arenoso franco; pardo muy pálido (10YR 7/3) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 4.48); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.64%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	40 – 90	Franco arenosa; pardo grisáceo (10YR 3/2) en húmedo; estructura migajosa, fuertemente ácido (pH 5.05); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (1.48%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C3	90 – 150	Arcillosa; gris claro 70% (10YR 7/2) y rojo amarillento 30% (5YR 4/6) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 3.90); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.77%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 73 y 74, se describe el perfil modal de la calicata 27 presenta un perfil bien definido de 3 horizontes, realizada en un suelo de la serie Yarinacocha, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para cultivo permanente, de calidad agrológica baja y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Aquic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Palma, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía colina y lomada, microrrelieve ligeramente ondulado, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 15%, escorrentía superficial moderada rápida, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 183 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 110 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Arenosa a Arenosa Franca y el color en el primer horizonte pardo 7.5YR4/3, segundo horizonte negro 7.5YR2.5/1 y tercer horizonte pardo amarillento oscuro 10YR3/6. USDA (2014) manifiesta que, la “*Taxonomía de Suelos: Un Sistema Básico de Clasificación de Suelos para la Elaboración e Interpretación de Levantamientos de Suelos.*”

Tabla 73. Descripción de los suelos calicata 27

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Yarinacocha
Clasificación Taxonómica: Soil	Aquic Udorthents
Taxonomy:	
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	110 cm
Microrelieve:	Ligeramente ondulado
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	Moderada Rápida
Resquebrajaduras:	-----

Costras:	-----
Erosión (Clase):	Hídrica
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada Rápida
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	183
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	509012
Norte:	910503
Muestras:	1, 2, 3

Tabla 74. Perfil modal de la serie Yarinacocha (Ya) calicata uno (27)

Calicata	: 27
Zona	: Yarinacocha
Clasificación (CUM)	: C3s
Fisiografía	: Colina, lomada
Pendiente	: 0 - 15%
Clima	: Lluvioso
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical
Material Parental	: Residual
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Palma

Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 20	Arenosa; pardo (7.5YR 4/3); en húmedo; estructura granular; fuertemente ácido (pH 4.81); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.51%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
AC	20 – 50	Arenoso franco; negro (7.5YR 2.5/1) en húmedo; estructura, migajosa; neutro (pH 6.70); sin presencia de raíces, regulares; medio en materia orgánica (2.63%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.
C	20 – 120	Arenoso franco; pardo amarillento oscuro (10YR 3/6) en húmedo; estructura migajosa, neutro (pH 7.23); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.51%); permeabilidad rápida: Límite de horizonte claro.

En la tabla 75 y 76, se describe el perfil modal de la calicata 28 presenta un perfil bien definido de 3 horizontes, realizada en un suelo de la serie Santa Cruz, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para producción forestal, de calidad agrológica media y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Typic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Palma, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía colina y lomada, microrrelieve ligeramente ondulado, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 8%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 194 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 100 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa, Arcillosa, Arcillo Arenosa y el color en el primer horizonte pardo muy oscuro 7.5YR2.5/2, segundo horizonte rojo oscuro 2.5YR3/6 y tercer horizonte rojo 2.5YR4/8. Según el USDA (2014), el suelo cubre la mayor parte de la superficie terrestre, exceptuando afloramientos rocosos, zonas de permafrost, aguas profundas y glaciares estériles.

Tabla 75. Descripción de los suelos calicata 28

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Santa Cruz
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Typic Udorthents
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	100 cm
Microrelieve:	Ligeramente ondulado
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	Moderada

Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----
Erosión (Clase):	Hídrica
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	194
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	507822
Norte:	9100640
Muestras:	1, 2, 3

Tabla 76. Perfil modal de la serie Santa Cruz (SC) calicata 28

Calicata	: 28
Zona	: Santa Cruz
Clasificación (CUM)	: F2s
Fisiografía	: Colina, lomada
Pendiente	: 0 - 8%
Clima	: Lluvioso
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical
Material Parental	: Residual
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Palma

Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 22	Franco arenosa; pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2); en húmedo; estructura granular; extremadamente ácido (pH 3.98); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (1.73%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
Bw	22 – 70	Arcillosa; rojo oscuro (2.5YR 3/6) en húmedo; estructura granular; extremadamente ácido (pH 3.90); sin presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C	70 – 160	Arcillo arenosa; rojo (2.5YR 4/8) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 3.69); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.58%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 77 y 78, se describe el perfil modal de la calicata 29 presenta un perfil bien definido de 3 horizontes, realizada en un suelo de la serie Chilete, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para producción forestal, de calidad agrológica media y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Oxyaquic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de kudzu con Palma, material parental residual, con material roca subyacente de toca sedimentaria, fisiografía lomada, microrrelieve ondulado suave, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 8%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 188 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 80 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura Franco Arenosa y el color en el primer horizonte pardo 10YR5/3, segundo horizonte pardo amarillento 10YR6/4 y tercer horizonte gris 10YR6/1. USDA (2014) manifiesta que, el suelo cubre a la superficie terrestre como un continuo, excepto en áreas con afloramientos rocosos, de congelamiento perpetuo, en aguas profundas, o sobre los hielos de los glaciares estériles.

Tabla 77. Descripción de los suelos calicata 29

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Chilete
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Oxyaquic Udorthents
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	80 cm
Microrelieve:	Ondulado suave
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----

Erosión (Clase):	Ligera
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Lenta
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	188
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	508588
Norte:	9103383
Muestras:	1, 2, 3

Tabla 78. Perfil modal de la serie Chilete (Ch) calicata 29

Calicata	: 29
Zona	: Chilete
Clasificación (CUM)	: F2s
Fisiografía	: Ondulada
Pendiente	: 0 - 8%
Clima	: Lluvioso
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical
Material Parental	: Residual
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Kudzu - Palma

Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 8	Franco arenosa; pardo (10YR 5/3); en húmedo; estructura granular; moderadamente ácido (pH 5.71); sin presencia de raíces; medio en materia orgánica (2.25%); permeabilidad Lenta: Límite de horizonte claro.
C1	8 – 30	Franco arenosa; pardo amarillento (10YR 6/4) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 4.48); sin presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.51%); permeabilidad lenta: Límite de horizonte claro.
C2	30 – 140	Franco arenosa; gris (10YR 6/1) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 4.41); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.51%); permeabilidad lenta: Límite de horizonte claro.

En la tabla 79 y 80, se describe el perfil modal de la calicata 30 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Catalina, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para cultivo permanente, de calidad agrológica baja y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Oxyaquic Humaquepts, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de kudzu con Palma, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía ladera de colina, microrrelieve ondulado suave, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 8%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 195 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 120 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa, Arcillo Arenosa a Franco arcillo arenosa y el color en el primer horizonte pardo oscuro 7.5YR3/2, segundo horizonte rojo amarillento 5YR5/6, tercer y cuarto horizonte rojo 2.5YR3/6. Según USDA (2014), el límite superior del suelo se define como su contacto con el aire, aguas someras, plantas vivas o restos vegetales no descompuestos.

Tabla 79. Descripción de los suelos calicata 30

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Catalina
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Oxyaquic Humaquepts
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	120 cm
Microrelieve:	Ondulado suave
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----
Erosión (Clase):	Ligera
Erosión (Grado):	1

Permeabilidad:	Moderada Rápida
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	195
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	508041
Norte:	9100612
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 80. Perfil modal de la serie Catalina (Ca) calicata 30

Calicata	: 30
Zona	: Catalina
Clasificación (CUM)	: C3s
Fisiografía	: Colina, lomada
Pendiente	: 0 - 8%
Clima	: Lluvioso
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical
Material Parental	: Residual
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Kudzu - Palma

Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 25	Franco arenosa; pardo oscuro (7.5YR 3/2); en húmedo; estructura granular; moderadamente ácido (pH 5.98); con presencia de raíces; medio en materia orgánica (3.04%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
AC	25 – 55	Franco arenosa; rojo amarillento (5YR 5/6) en húmedo; estructura, migajosa; moderadamente ácido (pH 5.90); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.59%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	55 – 100	Arcillo arenosa; rojo (2.5YR 4/8) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 4.08); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.33%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	100 – 150	Franco arcillo arenosa; rojo (2.5YR 5/8) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 3.70); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.33%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 81 y 82, se describe el perfil modal de la calicata 31 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie San Mateo, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de tierras aptas para producción forestal, de calidad agrológica media y con limitaciones de suelo, con un subgrupo Typic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Purma, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía lomada, microrrelieve ondulado ligero, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 6%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 184 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 100 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura Franco Arenosa, Franco arcillo arenosa y Arcillosa, el color en el primer horizonte pardo amarillento oscuro 10YR3/4, segundo y tercer horizonte pardo 7.5YR4/4 y cuarto horizonte pardo amarillento 7.5YR4/6. Según USDA (2014), el suelo comprende horizontes superficiales alterados por la interacción del clima, el relieve y los organismos vivos a lo largo del tiempo, diferenciándose del material parental subyacente.

Tabla 81. Descripción de los suelos calicata 31

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	San Mateo
Clasificación Taxonómica: Soil Taxonomy:	Typic Udorthents
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	100 cm
Microrelieve:	Ondulado ligero
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----
Erosión (Clase):	Ligera
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada Rápida

Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	184
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	508325
Norte:	9098393
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 82. Perfil modal de la serie San Mateo (SM) calicata 31

Calicata	: 31
Zona	: San Mateo
Clasificación (CUM)	: F2s
Fisiografía	: Lomada
Pendiente	: 0 - 15%
Clima	: Lluvioso
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical
Material Parental	: Residual
Vegetación o Cobertura	: Purma

Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 15	Franco arenosa; pardo amarillento oscuro (10YR 3/4); en húmedo; estructura granular; fuertemente ácido (pH 4.97); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.40%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
AB	15 – 35	Franco arcillo arenosa; pardo (7.5YR 4/4) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 4.42); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (0.33%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
Bw	35 – 60	Franco arenosa; pardo (7.5YR 4/6) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 4.50); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.26%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C	60 – 150	Arcillosa; pardo amarillento (7.5YR 4/6) en húmedo; estructura migajosa; fuertemente ácido (pH 4.92); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.13%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

En la tabla 83 y 84, se describe el perfil modal de la calicata 32 presenta un perfil bien definido de 4 horizontes, realizada en un suelo de la serie Urubamba, según capacidad de uso mayor presenta el grupo de suelos aptos para cultivo permanente, de calidad agrológica baja con limitaciones de suelo y erosión, con un subgrupo Typic Udorthents, zona de vida Bosque húmedo Tropical y Bosque húmedo Premontano Tropical, clima lluvioso, cobertura de Palma, material parental residual, con material roca subyacente de roca sedimentaria, fisiografía colina y lomada, microrrelieve ondulado suave, suelo profundo, drenaje moderado, pendiente 7%, escorrentía superficial moderada, erosión hídrica ligera, profundidad de la napa freática mayor a 150 cm y una altitud de 184 m.s.n.m., presenta una distribución de raíces en el perfil del suelo hasta una profundidad de 100 cm, estructura granular, no existe presencia de carbonatos, textura de Franco Arenosa, Franco arcillo arenosa y Arcillo Arenosa, el color en el primer horizonte pardo grisáceo oscuro 10YR3/34, segundo horizonte pardo oscuro 5YR5/6, tercer y cuarto horizonte rojo 2.5YR4/8. Según USDA (2014), para ciertos objetivos de manejo, se pueden describir capas de suelo más profundas que el límite clasificado (200 cm) si influyen en el contenido y movimiento del agua, el aire u otras interpretaciones relevantes.

Tabla 83. Descripción de los suelos calicata 32

Parámetro	Característica
Nombre del suelo:	Urubamba
Clasificación Taxonómica: Soil	Typic Udorthents
Taxonomy:	
Localidad:	Tibecocha
Precipitación (mm):	-----
T°C:	25
Material Parental:	Residual
Litología (Roca Subyacente):	Roca sedimentaria
Distribución de raíces	100 cm
Microrelieve:	Ondulado suave
Profundidad del suelo:	150 cm (Profundo)
Drenaje:	Moderada
Salinidad o Alcalinidad:	-----
Escorrentía superficial:	-----
Resquebrajaduras:	-----
Costras:	-----

Erosión (Clase):	Ligera
Erosión (Grado):	1
Permeabilidad:	Moderada
Fragmentos superficiales:	-----
Humedad del suelo:	Húmedo
Profundidad Napa freática:	> a 150 cm
Altitud (m.s.n.m.):	184
Ubicación Geográfica UTM (Datum):	WGS84-18S
Este:	506456
Norte:	9100012
Muestras:	1, 2, 3, 4

Tabla 84. Perfil modal de la serie Urubamba (Ur) calicata 32

Calicata	: 32
Zona	: Urubamba
Clasificación (CUM)	: C3se
Fisiografía	: Colina, lomada
Pendiente	: 0 - 7%
Clima	: Lluvioso
Zonas de Vida	: Bosque húmedo Tropical - Bosque húmedo Premontano Tropical
Material Parental	: Residual
Vegetación o Cobertura	: Cultivo de Palma

Horizontes	Prof./cm	Descripción
Ap	0 – 28	Franco arenosa; pardo grisáceo oscuro (10YR 3/2); en húmedo; estructura granular; neutro (pH 7.00); con presencia de raíces; alto en materia orgánica (11.05%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
AC	28 – 60	Franco arcillo arenosa; pardo oscuro (5YR 5/6) en húmedo; estructura, migajosa; extremadamente ácido (pH 4.21); con presencia de raíces, regulares; bajo en materia orgánica (1.06%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C1	60 – 95	Arcillo arenosa; rojo (2.5YR 4/8) en húmedo; estructura migajosa, extremadamente ácido (pH 3.91); con presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.79%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.
C2	95 – 150	Franco arcillo arenosa; rojo (2.5YR 4/8) en húmedo; estructura migajosa; extremadamente ácido (pH 3.74); sin presencia de raíces; bajo en materia orgánica (0.40%); permeabilidad moderada: Límite de horizonte claro.

4.2. Determinar los indicadores fisicoquímicos del suelo textura, pH, materia orgánica, nitrógeno, fosforo disponible, potasio disponible, capacidad de intercambio catiónico, calcio y magnesio con plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P

4.2.1. Indicadores físicos

- **Textura del suelo**

La textura del suelo de las plantaciones con *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P están dominados por fracciones arena y Arcilla, estos suelos presentan una misma variación textural, en mayor predominancia la clase textural franco arenoso seguido de franco Arcillo Arenoso y menor proporción la textura Franca, Arenoso Franca, Arenoso y Arcilloso distribuidas en las 32 calicatas Tabla 85. Para Guerrero (1996), cito por Campos (2019) la cantidad de arena, arcilla y limo determina la textura de cada horizonte. Mientras que Alvarado (2007) cito por Merino (2021) manifiesta que los suelos arenosos tienen un buen drenaje y aireación. La gran mayoría de estos suelos son pocos fértiles por los cambios de temperatura en que se calientan y se enfrían muy rápidamente; pero en la mayoría de los casos los suelos arenosos son pocos fértiles. Coincidiendo con el autor ya que en la investigación presentan una textura franco arenoso, franco Arcillo Arenoso, Franca, Arenoso Franca, Arenoso y Arcilloso.

Tabla 85. Textura del suelo de las plantaciones con *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P

N° Calicatas	Horizontes	Análisis mecánico			Textura
		Arena	Arcilla	Limo	
OS - 1	Ap	68	25	7	Franco Arenoso
	C1	68	25	7	
	C2	62	25	13	Franco Arcillo Arenoso
	C3	50	19	31	
OS - 2	Ap	54	31	15	Franco Arenoso
	AB	50	31	19	
	Bw	42	19	39	Franco Arcilloso
	C1	42	23	35	
	C2	40	25	35	
OS - 3	Ap	58	23	19	Franco Arenoso
	C1	64	21	15	
	C2	56	23	21	Franco Arcillo Arenoso
	C3	60	17	23	

OS - 4	Ap	58	23	19	Franco Arenoso
	C1	54	19	27	
	C2	50	17	33	Franco Arcillo Arenoso
	C3	52	23	25	
OS - 5	Ap	48	35	17	Franco
	C1	36	29	35	Franco Arenoso
	C2	40	35	25	
	C3	44	35	21	Franco
OS - 6	Ap	70	19	11	Franco Arenoso
	Bw	50	21	29	
	C1	62	23	15	Franco Arcillo Arenoso
	C2	50	15	35	Franco Arenoso
OS - 7	Ap	70	21	9	Franco Arenoso
	AC	62	25	13	
	C1	54	15	31	
	C2	48	17	35	Franco Arcillo Arenoso
OS - 8	Ap	68	25	7	Franco Arenoso
	AC	64	23	13	
	C1	52	17	31	
	C2	56	21	23	Franco Arcillo Arenoso
OS - 9	Ap	76	15	9	Franco Arenoso
	C1	64	21	15	
	C2	52	17	31	Franco Arcillo Arenoso
OS - 10	Ap	80	15	5	
	C1	84	11	5	Arenoso Franco
	C2	80	13	7	
	C3	62	9	29	Franco Arcillo Arenoso
OS - 11	Ap	44	35	21	Franco
	Bw	22	45	33	
	C	32	29	39	Franco Arcilloso
OS - 12	Ap	90	5	5	Arenoso
	C1	88	7	5	
	C2	56	35	9	Franco Arenoso
	C3	66	11	23	Franco Arcillo Arenoso
OS - 13	A	88	7	5	Arenoso
	AC	84	11	5	Arenoso Franco
	C1	70	15	15	Franco Arenoso
	C2	62	11	27	Franco Arcillo Arenoso

OS - 14	Ap	70	17	13	Franco Arenoso
	C1	72	17	11	
	C2	80	11	9	Arenoso Franco
	C3	66	13	21	Franco Arcillo Arenoso
OS - 15	Ap	56	27	17	Franco Arenoso
	AC	50	23	27	Franco Arcillo Arenoso
	C1	52	15	33	
	C2	44	27	29	Franco Arenoso
OS - 16	Ap	60	29	11	Franco Arenoso
	AB	50	33	17	Franco
	Bw	44	31	25	
	C	40	23	37	Franco Arenoso
OS - 17	Ap	62	33	5	Franco Arenoso
	AC	64	29	7	
	C1	56	27	17	
OS - 18	Ap	60	23	17	Franco Arenoso
	Bw	58	23	19	Franco Arcillo Arenoso Arcillosa
	C1	56	21	23	
	C2	34	17	49	
OS - 19	Ap	54	23	23	Franco Arcillo Arenoso
	C1	58	21	21	
	C2	48	31	21	
OS - 20	Ap	52	29	19	Franco
	C1	42	21	37	Franco Arenoso
	C2	64	11	25	Franco Arcillo Arenoso
	C3	76	5	19	Franco Arenoso
OS - 21	Ap	72	21	7	Franco Arenoso
	AC	64	21	15	
	C1	62	17	21	Franco Arcillo Arenoso
	C2	50	27	23	
OS - 22	Ap	78	15	7	Arenoso Franco
	C1	70	19	11	Franco Arenoso
	C2	48	13	39	Arcillo Arenoso
OS - 23	Ap	26	29	45	Arcilloso
	C	20	21	59	
	Cg	18	27	55	
OS - 24	Ap	54	29	17	Franco Arenoso
	AC	58	27	15	
	C1	50	27	23	Franco Arcillo Arenoso
	C2	46	25	29	

OS - 25	Ap	70	15	15	Franco Arenoso
	C1	62	25	13	
	C2	48	23	29	Franco Arcillo Arenoso
	C3	56	25	19	Franco Arenoso
OS - 26	Ap	58	17	25	Franco Arcillo Arenoso
	C1	82	13	5	Arenoso Franco
	C2	68	19	13	Franco Arenoso
	C3	40	15	45	Arcilloso
OS - 27	Ap	90	5	5	Arenoso
	AC	82	13	5	Arenoso Franco
	C	82	13	5	
OS - 28	Ap	70	23	7	Franco Arenoso
	Bw	44	15	41	Arcilloso
	C	48	15	37	Arcillo Arenoso
OS - 29	Ap	56	33	11	Franco Arenoso
	C1	56	31	13	
	C2	70	15	15	
OS - 30	Ap	72	17	11	Franco Arenoso
	AC	62	23	15	
	C1	48	17	35	Arcillo Arenoso
	C2	58	17	25	Franco Arcillo Arenoso
OS - 31	Ap	64	23	13	Franco Arenoso
	AB	60	19	21	Franco Arcillo Arenoso
	Bw	66	19	15	Franco Arenoso
	C	22	35	43	Arcilloso
OS - 32	Ap	70	19	11	Franco Arenoso
	AC	52	21	27	Franco Arcillo Arenoso
	C1	50	15	35	Arcillo Arenoso
	C2	48	19	33	Franco Arcillo Arenoso

4.2.2. Indicadores químicos

- **pH del suelo**

La tabla 86 muestra el pH del suelo de las 32 calicatas donde presentan en mayor proporción un pH extremadamente ácido, seguido de fuertemente ácido y en menor proporción un pH moderadamente ácido y neutro. Sánchez (2007) cito por Cuellar (2020) manifiesta que respuesta del suelo es quizás la principal propiedad compuesta de una tierra, como modo de desarrollo de las plantas, que se comunica en cuanto al pH. Mientras que Según Martínez (2003, citado en Huaman, 2021), el pH del suelo, que indica su acidez, neutralidad o alcalinidad, se define como el logaritmo negativo de la concentración de H⁺. La escala de pH varía de 0 a 14. Plaster (2005) señala mayormente las plantas en suelos minerales prosperan con un pH entre 6,0 y 7,0, mientras que en suelos orgánicos prefieren un pH de 5,5 a 6,0. Coincidiendo con el autor, los niveles del pH se encuentran en estos rangos. Para elevar los niveles de pH es necesario fertilizar con Dolomita en las plantaciones de *E. guineensis* y de esta manera mejoraría accesibilidad de los suplementos, los ciclos naturales y el movimiento microbiano, para una buena producción del cultivo.

Tabla 86. pH del suelo con plantaciones de *E. guineensis* empresa Ocho Sur P

N° de calicata	Horizontes	Profundidad (cm)	pH	Nivel
OS - 1	Ap	0 - 18	5.12	Fuertemente ácido
	C1	18 - 50	5.03	
	C2	50 - 80	4.06	
	C3	80 - 150	3.77	
OS - 2	Ap	0 - 6	4.38	Extremadamente ácido
	AB	6 - 30	4.34	
	Bw	30 - 50	4.14	
	C1	50 - 110	4.26	
	C2	110 - 150	4.38	
OS - 3	Ap	0 - 20	3.4	Extremadamente ácido
	C1	20 - 40	3.57	
	C2	40 - 95	3.81	
	C3	95 - 150	3.65	

OS - 4	Ap	0 - 8	3.97	Extremadamente ácido
	C1	8 - 35	4.1	
	C2	35 - 100	4.13	
	C3	100 - 150	4.18	
OS - 5	Ap	0 - 30	3.93	Extremadamente ácido
	C1	30 - 80	4.26	
	C2	80 - 120	4.29	
	C3	120 - 150	4.31	
OS - 6	Ap	0 - 20	4.95	Fuertemente ácido
	Bw	20 - 70	3.73	Extremadamente ácido
	C1	70 - 100	3.82	
	C2	100 - 150	3.69	
OS - 7	Ap	0 - 10	4.34	Extremadamente ácido
	AC	10 - 30	4.18	
	C1	30 - 70	3.86	
	C2	70 - 150	4.34	
OS - 8	Ap	0 - 8	6.91	Neutro
	AC	8 - 17	5.45	Fuertemente ácido
	C1	17 - 43	4.15	Extremadamente ácido
	C2	43 - 53	3.79	
OS - 9	Ap	0 - 20	5.69	Moderadamente ácido
	C1	20 - 35	4.71	Fuertemente ácido
	C2	35 - 150	4.25	Extremadamente ácido
OS - 10	Ap	0 - 18	6.47	Moderadamente ácido
	C1	18 - 55	7.84	Moderadamente alcalino
	C2	55 - 80	7.47	
	C3	80 - 150	4.44	
OS - 11	Ap	0 - 20	5.43	Moderadamente ácido
	Bw	20 - 80	4.42	Extremadamente ácido
	C	80 - 150	4.16	
OS - 12	Ap	0 - 20	3.95	Extremadamente ácido
	C1	20 - 70	4.96	Fuertemente ácido
	C2	70 - 100	4.23	Extremadamente ácido
	C3	100 - 150	3.87	

OS - 13	A	0 - 15	5.04	Fuertemente ácido
	AC	15 - 60	5	
	C1	60 - 90	4.15	Extremadamente ácido
	C2	90 - 175	3.96	
OS - 14	Ap	0 - 20	4.5	Extremadamente ácido
	C1	20 - 50	4.12	
	C2	50 - 100	4.35	
	C3	100 - 150	4.2	
OS - 15	Ap	0 - 10	5.08	Fuertemente ácido
	AC	10 - 30	4.35	
	C1	30 - 110	3.9	Extremadamente ácido
	C2	110 - 150	4.35	
OS - 16	Ap	0 - 15	4.43	Extremadamente ácido
	AB	15 - 40	3.68	
	Bw	40 - 75	3.62	
	C	75 - 150	3.66	
OS - 17	Ap	0 - 20	4.27	Extremadamente ácido
	AC	20 - 80	4.11	
	C1	80 - 150	3.99	
OS - 18	Ap	0 - 20	4.27	Extremadamente ácido
	Bw	20 - 45	4.27	
	C1	45 - 80	4.13	
	C2	80 - 160	3.74	
OS - 19	Ap	0 - 20	4.42	Extremadamente ácido
	C1	20 - 60	4.16	
	C2	60 - 150	4.16	
OS - 20	Ap	0 - 10	4.74	Fuertemente ácido
	C1	10 - 40	4.26	
	C2	40 - 90	3.86	Extremadamente ácido
	C3	90 - 150	3.87	
OS - 21	Ap	0 - 10	4.26	Extremadamente ácido
	AC	10 - 50	4.11	
	C1	50 - 80	4.06	
	C2	80 - 160	3.45	

OS - 22	Ap	0 - 20	5.98	Moderadamente ácido
	C1	20 - 50	4.63	
	C2	50 - 150	4.54	Fuertemente ácido
OS - 23	Ap	0 - 20	4.83	Fuertemente ácido
	C	20 - 100	4.31	
	Cg	100 - 150	3.99	Extremadamente ácido
OS - 24	Ap	0 - 28	4.1	
	AC	28 - 40	3.98	
	C1	40 - 80	3.87	
	C2	80 - 150	3.82	Extremadamente ácido
OS - 25	Ap	0 - 25	4.46	
	C1	25 - 70	4.5	
	C2	70 - 110	4.2	
	C3	110 - 180	4.16	Extremadamente ácido
OS - 26	Ap	0 - 22	4.68	Fuertemente ácido
	C1	22 - 40	4.48	Extremadamente ácido
	C2	40 - 90	5.05	Fuertemente ácido
	C3	90 - 150	3.9	Extremadamente ácido
OS - 27	Ap	0 - 20	4.81	Fuertemente ácido
	AC	20 - 50	6.7	
	C	50 - 120	7.23	Neutro
OS - 28	Ap	0 - 22	3.98	
	Bw	22 - 70	3.9	
	C	70 - 160	3.69	Extremadamente ácido
OS - 29	Ap	0 - 8	5.71	Moderadamente ácido
	C1	8 - 30	4.48	
	C2	30 - 140	4.41	Extremadamente ácido
OS - 30	Ap	0 - 25	5.98	
	AC	25 - 55	5.9	Moderadamente ácido
	C1	55 - 100	4.08	
	C2	100 - 150	3.7	Extremadamente ácido

OS - 31	Ap	0 - 15	4.97	Fuertemente ácido
	AB	15 - 35	4.42	
	Bw	35 - 60	4.5	Extremadamente ácido
	C	60 - 150	4.92	Fuertemente ácido
OS - 32	Ap	0 - 28	7	Neutro
	AC	28 - 60	4.21	
	C1	60 - 95	3.91	Extremadamente ácido
	C2	95 - 150	3.74	

- **Materia orgánica**

La Materia orgánica en el suelo en las 32 calicatas presentan un nivel bajo en mayor proporción mientras que en menor proporción se encuentran los niveles medio y alto tabla 87. Según Zavaleta (1992, citado por Campos, 2019), el contenido de MO del suelo varía según el clima, la vegetación, la fisiografía, el material parental y el manejo, pudiendo mejorarse con fertilizantes orgánicos. Para elevar los niveles de MO es necesario en las plantaciones de *E. guineensis* realizar un plan de fertilización orgánica.

Tabla 87. Materia orgánica del suelo con plantaciones de *E. guineensis* empresa Ocho Sur

N° de calicata	Horizontes	Profundidad (cm)	M.O.	Nivel
			%	
OS - 1	Ap	0 - 18	8.08	Alto
	C1	18 - 50	1.6	
	C2	50 - 80	0.64	Bajo
	C3	80 - 150	0.64	
OS - 2	Ap	0 - 6	0.96	Bajo
	AB	6 - 30	0.58	
	Bw	30 - 50	0.71	
	C1	50 - 110	0.64	
	C2	110 - 150	0.64	
OS - 3	Ap	0 - 20	0.96	Bajo
	C1	20 - 40	0.58	
	C2	40 - 95	0.64	
	C3	95 - 150	0.64	

OS - 4	Ap	0 - 8	1.92	Bajo
	C1	8 - 35	0.77	
	C2	35 - 100	0.64	
	C3	100 - 150	0.58	
OS - 5	Ap	0 - 30	1.22	Bajo
	C1	30 - 80	0.58	
	C2	80 - 120	0.58	
	C3	120 - 150	0.96	
OS - 6	Ap	0 - 20	3.85	Medio
	Bw	20 - 70	1.28	Bajo
	C1	70 - 100	0.83	
	C2	100 - 150	0.64	
OS - 7	Ap	0 - 10	1.6	Bajo
	AC	10 - 30	0.64	
	C1	30 - 70	0.58	
	C2	70 - 150	0.64	
OS - 8	Ap	0 - 8	2.69	Medio
	AC	8 - 17	0.64	Bajo
	C1	17 - 43	0.96	
	C2	43 - 53	0.58	
OS - 9	Ap	0 - 20	2.44	Medio
	C1	20 - 35	0.59	Bajo
	C2	35 - 150	0.46	
OS - 10	Ap	0 - 18	1.41	Bajo
	C1	18 - 55	0.58	
	C2	55 - 80	0.71	
	C3	80 - 150	0.71	
OS - 11	Ap	0 - 20	4.22	Alto
	Bw	20 - 80	1.39	Bajo
	C	80 - 150	0.53	

OS - 12	Ap	0 - 20	0.58	Bajo
	C1	20 - 70	0.58	
	C2	70 - 100	0.58	
	C3	100 - 150	0.64	
OS - 13	A	0 - 15	0.71	Bajo
	AC	15 - 60	0.64	
	C1	60 - 90	0.58	
	C2	90 - 175	0.58	
OS - 14	Ap	0 - 20	0.66	Bajo
	C1	20 - 50	0.92	
	C2	50 - 100	0.99	
	C3	100 - 150	0.33	
OS - 15	Ap	0 - 10	3.72	Bajo
	AC	10 - 30	0.96	
	C1	30 - 110	0.64	
	C2	110 - 150	0.58	
OS - 16	Ap	0 - 15	4.81	Bajo
	AB	15 - 40	0.83	
	Bw	40 - 75	0.96	
	C	75 - 150	0.77	
OS - 17	Ap	0 - 20	0.96	Bajo
	AC	20 - 80	0.58	
	C1	80 - 150	0.64	
OS - 18	Ap	0 - 20	1.73	Bajo
	Bw	20 - 45	0.58	
	C1	45 - 80	0.64	
	C2	80 - 160	0.51	
OS - 19	Ap	0 - 20	1.78	Bajo
	C1	20 - 60	0.59	
	C2	60 - 150	0.4	
OS - 20	Ap	0 - 10	1.41	Bajo
	C1	10 - 40	1.22	
	C2	40 - 90	0.51	
	C3	90 - 150	0.64	

OS - 21	Ap	0 - 10	1.41	Bajo
	AC	10 - 50	0.71	
	C1	50 - 80	0.64	
	C2	80 - 160	0.71	
OS - 22	Ap	0 - 20	2.57	Bajo
	C1	20 - 50	0.07	
	C2	50 - 150	0.07	
OS - 23	Ap	0 - 20	6.09	Alto
	C	20 - 100	2.12	Medio
	Cg	100 - 150	0.64	Bajo
OS - 24	Ap	0 - 28	1.28	Bajo
	AC	28 - 40	0.83	
	C1	40 - 80	0.58	
	C2	80 - 150	0.58	
OS - 25	Ap	0 - 25	0.26	Bajo
	C1	25 - 70	0.26	
	C2	70 - 110	0.26	
	C3	110 - 180	0.53	
OS - 26	Ap	0 - 22	2.25	Medio
	C1	22 - 40	0.64	Bajo
	C2	40 - 90	1.48	
	C3	90 - 150	0.77	
OS - 27	Ap	0 - 20	0.51	Bajo
	AC	20 - 50	2.63	
	C	50 - 120	0.51	
OS - 28	Ap	0 - 22	1.73	Bajo
	Bw	22 - 70	0.58	
	C	70 - 160	0.58	
OS - 29	Ap	0 - 8	2.25	Medio
	C1	8 - 30	0.51	Bajo
	C2	30 - 140	0.51	
OS - 30	Ap	0 - 25	3.04	Medio
	AC	25 - 55	0.59	Bajo
	C1	55 - 100	0.33	
	C2	100 - 150	0.33	

OS - 31	Ap	0 - 15	0.4	Bajo
	AB	15 - 35	0.33	
	Bw	35 - 60	0.26	
	C	60 - 150	0.13	
OS - 32	Ap	0 - 28	11.05	Alto
	AC	28 - 60	1.06	Bajo
	C1	60 - 95	0.79	
	C2	95 - 150	0.4	

- **Fósforo disponible del suelo**

La tabla 88, muestra el fósforo (P) presente en el suelo en las 32 calicatas presentan mayor nivel de fósforo bajo y menor nivel medio y alto. Para Navarro (2003) cito por Campos (2019) menciona que la mayor parte del fósforo presente en los suelos no es utilizable por las plantas, debido a su extraordinaria insolubilidad. Mientras que Zavaleta (1992) en suelos ácidos forma fosfatos de fierro y aluminio y en abundancia de calcáreo se forma fosfato tricálcico $Ca_3(PO_4)_2$, ambos procesos se llaman fijación del fósforo, el fosfato no se pierde por lixiviación, el fósforo es absorbido en forma del ion primario ortofosfato $H_2PO_4^-$.

Tabla 88. Fósforo disponible del suelo con plantaciones de *E. guineensis* empresa Ocho Sur

N° de calicata	Horizontes	Profundidad (cm)	P	Nivel
			ppm	
OS - 1	Ap	0 - 18	19.4	Alto
	C1	18 - 50	10.2	Medio
	C2	50 - 80	5.6	Bajo
	C3	80 - 150	2.1	
OS - 2	Ap	0 - 6	5.7	Bajo
	AB	6 - 30	3.8	
	Bw	30 - 50	1.7	
	C1	50 - 110	1.3	
	C2	110 - 150	1.2	
OS - 3	Ap	0 - 20	15.2	Alto
	C1	20 - 40	4.6	Bajo
	C2	40 - 95	2.5	
	C3	95 - 150	2.5	

OS - 4	Ap	0 - 8	4.6	Bajo
	C1	8 - 35	2	
	C2	35 - 100	1.3	
	C3	100 - 150	1.3	
OS - 5	Ap	0 - 30	3.7	Bajo
	C1	30 - 80	1.3	
	C2	80 - 120	2	
	C3	120 - 150	2.5	
OS - 6	Ap	0 - 20	4.8	Bajo
	Bw	20 - 70	1.3	
	C1	70 - 100	4	
	C2	100 - 150	1.3	
OS - 7	Ap	0 - 10	7.1	Medio
	AC	10 - 30	3.7	Bajo
	C1	30 - 70	1.3	
	C2	70 - 150	1.4	
OS - 8	Ap	0 - 8	6.7	
	AC	8 - 17	5.2	
	C1	17 - 43	1.4	
	C2	43 - 53	1.8	
OS - 9	Ap	0 - 20	1.5	Bajo
	C1	20 - 35	3.4	
	C2	35 - 150	1.3	
OS - 10	Ap	0 - 18	7.7	Medio
	C1	18 - 55	4	Bajo
	C2	55 - 80	4.7	
	C3	80 - 150	1.7	
OS - 11	Ap	0 - 20	1	
	Bw	20 - 80	2.7	
	C	80 - 150	1.7	
OS - 12	Ap	0 - 20	13.8	Medio
	C1	20 - 70	4.3	Bajo
	C2	70 - 100	2.6	
	C3	100 - 150	1.5	
OS - 13	A	0 - 15	13.9	
	AC	15 - 60	7.9	Bajo
	C1	60 - 90	2.2	
	C2	90 - 175	1.3	

OS - 14	Ap	0 - 20	10.7	Medio
	C1	20 - 50	1.5	Bajo
	C2	50 - 100	9.4	Medio
	C3	100 - 150	1.6	Bajo
OS - 15	Ap	0 - 10	21.2	Alto
	AC	10 - 30	8.3	Medio
	C1	30 - 110	1.3	Bajo
	C2	110 - 150	1.2	
OS - 16	Ap	0 - 15	1.3	Bajo
	AB	15 - 40	5.9	
	Bw	40 - 75	4.1	
	C	75 - 150	2.3	
OS - 17	Ap	0 - 20	9.9	Medio
	AC	20 - 80	4.8	Bajo
	C1	80 - 150	2.9	
OS - 18	Ap	0 - 20	2.9	Bajo
	Bw	20 - 45	5.6	
	C1	45 - 80	2.9	
	C2	80 - 160	1.3	
OS - 19	Ap	0 - 20	4.2	Bajo
	C1	20 - 60	2.4	
	C2	60 - 150	2.4	
OS - 20	Ap	0 - 10	4	Bajo
	C1	10 - 40	2.4	
	C2	40 - 90	1.8	
	C3	90 - 150	1.3	
OS - 21	Ap	0 - 10	9.2	Medio
	AC	10 - 50	2.8	Bajo
	C1	50 - 80	2.5	
	C2	80 - 160	1.4	
OS - 22	Ap	0 - 20	8.4	Medio
	C1	20 - 50	3.2	Bajo
	C2	50 - 150	0.5	
OS - 23	Ap	0 - 20	2.7	Bajo
	C	20 - 100	2.1	
	Cg	100 - 150	2.3	

OS - 24	Ap	0 - 28	2.4	Bajo
	AC	28 - 40	2.4	
	C1	40 - 80	1.8	
	C2	80 - 150	2.4	
OS - 25	Ap	0 - 25	4.2	Bajo
	C1	25 - 70	3.4	
	C2	70 - 110	1.1	
	C3	110 - 180	1.5	
OS - 26	Ap	0 - 22	2.5	Bajo
	C1	22 - 40	3.9	
	C2	40 - 90	4	
	C3	90 - 150	9.4	
OS - 27	Ap	0 - 20	6.7	Bajo
	AC	20 - 50	11.4	Medio
	C	50 - 120	7.7	
OS - 28	Ap	0 - 22	1.2	Bajo
	Bw	22 - 70	1.6	
	C	70 - 160	1.6	
OS - 29	Ap	0 - 8	3.1	Bajo
	C1	8 - 30	2.9	
	C2	30 - 140	3.7	
OS - 30	Ap	0 - 25	1.1	Bajo
	AC	25 - 55	4.3	
	C1	55 - 100	1.3	
	C2	100 - 150	1.1	
OS - 31	Ap	0 - 15	3.5	Bajo
	AB	15 - 35	1.3	
	Bw	35 - 60	1.7	
	C	60 - 150	1	
OS - 32	Ap	0 - 28	1.9	Bajo
	AC	28 - 60	5.9	
	C1	60 - 95	5.2	
	C2	95 - 150	3.1	

- **Potasio disponible del suelo**

En la tabla 89 se muestran los valores del potasio (K) en el suelo en las 32 calicatas presentan un nivel bajo a medio en todos sus horizontes. Para Guerrero (2000) indica que el potasio K es un componente complementario fundamental para todas las entidades orgánicas vivientes. Mientras que Alvarado (2007) manifiesta que el potasio del suelo aparece por desintegración y descomposición de las rocas que contienen minerales potásicos.

Tabla 89. Potasio disponible del suelo con plantaciones de *E. guineensis* empresa Ocho Sur

Nº de calicata	Horizontes	Profundidad (cm)	K	Nivel
			Kg. K ₂ O/Ha	
OS - 1	Ap	0 - 18	128	Bajo
	C1	18 - 50	71	
	C2	50 - 80	39	
	C3	80 - 150	78	
OS - 2	Ap	0 - 6	41	Bajo
	AB	Jun-30	43	
	Bw	30 - 50	56	
	C1	50 - 110	44	
	C2	110 - 150	66	
OS - 3	Ap	0 - 20	41	Bajo
	C1	20 - 40	34	
	C2	40 - 95	37	
	C3	95 - 150	39	
OS - 4	Ap	0 - 8	67	Bajo
	C1	Ago-35	48	
	C2	35 - 100	39	
	C3	100 - 150	35	
OS - 5	Ap	0 - 30	49	Bajo
	C1	30 - 80	58	
	C2	80 - 120	37	
	C3	120 - 150	36	

OS - 6	Ap	0 - 20	85	Bajo
	Bw	20 - 70	64	
	C1	70 - 100	53	
	C2	100 - 150	109	
OS - 7	Ap	0 - 10	46	Bajo
	AC	Oct-30	26	
	C1	30 - 70	44	
	C2	70 - 150	55	
OS - 8	Ap	0 - 8	113	Bajo
	AC	8-17	278	
	C1	17 - 43	176	
	C2	43 - 53	81	
OS - 9	Ap	0 - 20	49	Bajo
	C1	20 - 35	39	
	C2	35 - 150	71	
OS - 10	Ap	0 - 18	152	Bajo
	C1	18 - 55	56	
	C2	55 - 80	45	
	C3	80 - 150	126	
OS - 11	Ap	0 - 20	86	Bajo
	Bw	20 - 80	68	
	C	80 - 150	59	
OS - 12	Ap	0 - 20	20	Bajo
	C1	20 - 70	18	
	C2	70 - 100	30	
	C3	100 - 150	42	
OS - 13	A	0 - 15	24	Bajo
	AC	15 - 60	19	
	C1	60 - 90	39	
	C2	90 - 175	43	
OS - 14	Ap	0 - 20	41	Bajo
	C1	20 - 50	39	
	C2	50 - 100	60	
	C3	100 - 150	116	
OS - 15	Ap	0 - 10	121	Bajo
	AC	Oct-30	60	
	C1	30 - 110	56	
	C2	110 - 150	59	
OS - 16	Ap	0 - 15	87	Bajo
	AB	15 - 40	57	
	Bw	40 - 75	42	
	C	75 - 150	54	

OS - 17	Ap	0 - 20	30	Bajo
	AC	20 - 80	16	
	C1	80 - 150	30	
OS - 18	Ap	0 - 20	33	Bajo
	Bw	20 - 45	28	
	C1	45 - 80	32	
	C2	80 - 160	101	
OS - 19	Ap	0 - 20	126	Bajo
	C1	20 - 60	70	
	C2	60 - 150	67	
OS - 20	Ap	0 - 10	196	Bajo
	C1	10-40	167	
	C2	40 - 90	47	
	C3	90 - 150	37	
OS - 21	Ap	0 - 10	97	Bajo
	AC	10-50	54	
	C1	50 - 80	38	
	C2	80 - 160	24	
OS - 22	Ap	0 - 20	58	Bajo
	C1	20 - 50	49	
	C2	50 - 150	116	
OS - 23	Ap	0 - 20	305	Medio
	C	20 - 100	207	Bajo
	Cg	100 - 150	145	
OS - 24	Ap	0 - 28	43	Bajo
	AC	28 - 40	25	
	C1	40 - 80	30	
	C2	80 - 150	50	
OS - 25	Ap	0 - 25	57	Bajo
	C1	25 - 70	30	
	C2	70 - 110	55	
	C3	110 - 180	44	

OS - 26	Ap	0 - 22	419	Medio
	C1	22 - 40	32	
	C2	40 - 90	40	Bajo
	C3	90 - 150	99	
OS - 27	Ap	0 - 20	22	Bajo
	AC	20 - 50	21	
	C	50 - 120	21	
OS - 28	Ap	0 - 22	34	Bajo
	Bw	22 - 70	54	
	C	70 - 160	44	
OS - 29	Ap	0 - 8	84	Bajo
	C1	8-30	52	
	C2	30 - 140	28	
OS - 30	Ap	0 - 25	120	Bajo
	AC	25 - 55	95	
	C1	55 - 100	116	
	C2	100 - 150	77	
OS - 31	Ap	0 - 15	92	Bajo
	AB	15 - 35	114	
	Bw	35 - 60	92	
	C	60 - 150	208	
OS - 32	Ap	0 - 28	139	Bajo
	AC	28 - 60	129	
	C1	60 - 95	119	
	C2	95 - 150	71	

- **Capacidad de intercambio catiónico del suelo**

La tabla 90 muestra que la CIC en las 32 calicatas presenta niveles muy bajos, bajos y medios en todos los horizontes. Según SAGARPA (2012), la CIC mejora la estructura del suelo, favoreciendo la aireación, la retención de agua, la actividad microbiana y la fertilidad.

Tabla 90. CIC del suelo con plantaciones de *E. guineensis* empresa Ocho Sur.

N° de calicata	Horizontes	Profundidad (cm)	CIC	Nivel
			Cmol(+)/kg-1	
OS - 1	Ap	0 - 18	14.4	Bajo
	C1	18 - 50	5.6	Bajo
	C2	50 - 80	4.8	Muy bajo
	C3	80 - 150	9.6	Medio
OS - 2	Ap	0 - 6	5.6	
	AB	6 - 30	7.2	
	Bw	30 - 50	11.68	Bajo
	C1	50 - 110	12.8	
	C2	110 - 150	16.32	Medio
OS - 3	Ap	0 - 20	7.04	
	C1	20 - 40	5.44	
	C2	40 - 95	6.88	Bajo
	C3	95 - 150	8.8	
OS - 4	Ap	0 - 8	9.6	
	C1	8 - 35	9.6	
	C2	35 - 100	10.4	Bajo
	C3	100 - 150	8.64	
OS - 5	Ap	0 - 30	8	
	C1	30 - 80	13.1	
	C2	80 - 120	8.8	Bajo
	C3	120 - 150	7.68	
OS - 6	Ap	0 - 20	9.6	
	Bw	20 - 70	8.32	Bajo
	C1	70 - 100	4.8	Muy bajo
	C2	100 - 150	9.6	Bajo
OS - 7	Ap	0 - 10	4.8	
	AC	10 - 30	4.8	Muy bajo
	C1	30 - 70	9.6	
	C2	70 - 150	11.68	Bajo
OS - 8	Ap	0 - 8	7.5	Bajo
	AC	8 - 17	4.48	Muy bajo
	C1	17 - 43	9.6	
	C2	43 - 53	6.4	Bajo
OS - 9	Ap	0 - 20	6.4	
	C1	20 - 35	5.28	Bajo
	C2	35 - 150	11.04	
OS - 10	Ap	0 - 18	5.99	Bajo
	C1	18 - 55	2.4	
	C2	55 - 80	2.24	Muy bajo
	C3	80 - 150	7.36	Bajo

OS - 11	Ap	0 - 20	9.6	Bajo Medio
	Bw	20 - 80	10.4	
	C	80 - 150	17.28	
OS - 12	Ap	0 - 20	2.4	Muy bajo Bajo
	C1	20 - 70	2.08	
	C2	70 - 100	2.56	
	C3	100 - 150	7.2	
OS - 13	A	0 - 15	2.88	Muy bajo Bajo
	AC	15 - 60	2.56	
	C1	60 - 90	5.6	
	C2	90 - 175	9.6	
OS - 14	Ap	0 - 20	3.68	Muy bajo
	C1	20 - 50	3.2	
	C2	50 - 100	2.88	
	C3	100 - 150	4.96	
OS - 15	Ap	0 - 10	10.4	Bajo Medio
	AC	10 - 30	10.24	
	C1	30 - 110	16.64	
	C2	110 - 150	15.96	
OS - 16	Ap	0 - 15	9.92	Bajo
	AB	15 - 40	5.76	
	Bw	40 - 75	7.2	
	C	75 - 150	11.04	
OS - 17	Ap	0 - 20	2.88	Muy bajo Bajo
	AC	20 - 80	3.2	
	C1	80 - 150	6.24	
OS - 18	Ap	0 - 20	8	Bajo Alto
	Bw	20 - 45	8	
	C1	45 - 80	8.32	
	C2	80 - 160	26.4	
OS - 19	Ap	0 - 20	8.16	Bajo Muy bajo
	C1	20 - 60	6.72	
	C2	60 - 150	4.96	
OS - 20	Ap	0 - 10	8	Bajo
	C1	10 - 40	14.24	
	C2	40 - 90	12	
	C3	90 - 150	9.76	
OS - 21	Ap	0 - 10	4.8	Muy bajo Bajo
	AC	10 - 50	5.6	
	C1	50 - 80	8	
	C2	80 - 160	7.84	

OS - 22	Ap	0 - 20	6.08	Bajo
	C1	20 - 50	3.2	Muy bajo
	C2	50 - 150	16.64	Medio
OS - 23	Ap	0 - 20	25.28	Alto
	C	20 - 100	25.6	
	Cg	100 - 150	31.66	
OS - 24	Ap	0 - 28	6.4	Bajo
	AC	28 - 40	4.32	Muy bajo
	C1	40 - 80	6.24	
	C2	80 - 150	9.72	Bajo
OS - 25	Ap	0 - 25	5.6	Bajo
	C1	25 - 70	3.36	Muy bajo
	C2	70 - 110	7.84	
	C3	110 - 180	6.4	Bajo
OS - 26	Ap	0 - 22	12.32	Bajo
	C1	22 - 40	2.4	Muy bajo
	C2	40 - 90	6.72	Bajo
	C3	90 - 150	20.8	Medio
OS - 27	Ap	0 - 20	2.12	Muy bajo
	AC	20 - 50	4.64	
	C	50 - 120	2.4	
OS - 28	Ap	0 - 22	3.34	Muy bajo
	Bw	22 - 70	11.04	
	C	70 - 160	10.52	Bajo
OS - 29	Ap	0 - 8	4.48	Muy bajo
	C1	8 - 30	3.52	
	C2	30 - 140	4.8	
OS - 30	Ap	0 - 25	8.64	Bajo
	AC	25 - 55	4.48	Muy bajo
	C1	55 - 100	10.24	
	C2	100 - 150	7.04	Bajo
OS - 31	Ap	0 - 15	4.64	Muy bajo
	AB	15 - 35	8.8	
	Bw	35 - 60	6.4	Bajo
	C	60 - 150	24.8	Medio
OS - 32	Ap	0 - 28	20.48	Medio
	AC	28 - 60	8.48	
	C1	60 - 95	9.6	
	C2	95 - 150	9.76	Bajo

- **Calcio del suelo**

Tabla 91 muestra que los niveles de calcio en las 32 calicatas son muy bajos, bajos y medios en los diferentes horizontes del suelo. Aunque SAGARPA (2012) indica que el calcio es abundante en suelos semiáridos, su baja solubilidad limita su disponibilidad en la solución del suelo.

Tabla 91. Calcio del suelo con plantaciones de *E. guineensis* empresa Ocho Sur.

N° de calicata	Horizontes	Profundidad (cm)	Calcio	Nivel
			Cmol(+)/kg-1	
OS - 1	Ap	0 - 18	9.55	Medio
	C1	18 - 50	3.19	Bajo
	C2	50 - 80	1.38	Muy bajo
	C3	80 - 150	0.89	
OS - 2	Ap	0 - 6	1.35	Muy bajo
	AB	6 - 30	1.16	
	Bw	30 - 50	1.07	
	C1	50 - 110	0.67	
	C2	110 - 150	0.56	
OS - 3	Ap	0 - 20	0.66	Muy bajo
	C1	20 - 40	0.69	
	C2	40 - 95	1.14	
	C3	95 - 150	0.8	
OS - 4	Ap	0 - 8	1.97	Muy bajo
	C1	8 - 35	0.93	
	C2	35 - 100	0.57	
	C3	100 - 150	0.66	
OS - 5	Ap	0 - 30	1.34	Muy bajo
	C1	30 - 80	0.99	
	C2	80 - 120	1.83	
	C3	120 - 150	2.07	
OS - 6	Ap	0 - 20	6.29	Medio
	Bw	20 - 70	1.88	Muy bajo
	C1	70 - 100	0.86	
	C2	100 - 150	0.8	
OS - 7	Ap	0 - 10	0.95	Muy bajo
	AC	10 - 30	0.82	
	C1	30 - 70	0.53	
	C2	70 - 150	0.55	
OS - 8	Ap	0 - 8	4.69	Bajo
	AC	8 - 17	1.52	Muy bajo
	C1	17 - 43	0.67	
	C2	43 - 53	0.62	

OS - 9	Ap	0 - 20	4.82	Bajo
	C1	20 - 35	3.16	
	C2	35 - 150	1.86	Muy bajo
OS - 10	Ap	0 - 18	4.54	Bajo
	C1	18 - 55	1.69	Muy bajo
	C2	55 - 80	1.46	
	C3	80 - 150	2.27	Bajo
OS - 11	Ap	0 - 20	4.59	Bajo
	Bw	20 - 80	4.32	
	C	80 - 150	1.34	Muy bajo
OS - 12	Ap	0 - 20	0.75	Muy bajo
	C1	20 - 70	0.75	
	C2	70 - 100	0.76	
	C3	100 - 150	1.56	
OS - 13	A	0 - 15	1.42	Muy bajo
	AC	15 - 60	1.21	
	C1	60 - 90	1.02	
	C2	90 - 175	0.7	
OS - 14	Ap	0 - 20	1.48	Muy bajo
	C1	20 - 50	1.28	
	C2	50 - 100	1.14	
	C3	100 - 150	1.5	
OS - 15	Ap	0 - 10	4.09	Bajo
	AC	10 - 30	3.16	
	C1	30 - 110	1.14	Muy bajo
	C2	110 - 150	0.89	
OS - 16	Ap	0 - 15	4.43	Bajo
	AB	15 - 40	1	
	Bw	40 - 75	1.32	Muy bajo
	C	75 - 150	0.71	
OS - 17	Ap	0 - 20	0.73	Muy bajo
	AC	20 - 80	0.75	
	C1	80 - 150	0.79	
OS - 18	Ap	0 - 20	3.33	Bajo
	Bw	20 - 45	2.63	
	C1	45 - 80	2.11	
	C2	80 - 160	3.25	
OS - 19	Ap	0 - 20	2.61	Bajo
	C1	20 - 60	1.74	
	C2	60 - 150	0.91	Muy bajo
OS - 20	Ap	0 - 10	2.24	Bajo
	C1	10 - 40	1.03	
	C2	40 - 90	0.62	Muy bajo
	C3	90 - 150	0.62	

OS - 21	Ap	0 - 10	1.01	Muy bajo
	AC	10 - 50	0.78	
	C1	50 - 80	0.85	
	C2	80 - 160	0.64	
OS - 22	Ap	0 - 20	4.21	Bajo
	C1	20 - 50	1.69	Muy bajo
	C2	50 - 150	2.22	Bajo
OS - 23	Ap	0 - 20	11.7	Alto
	C	20 - 100	7.62	Medio
	Cg	100 - 150	0.9	Muy bajo
OS - 24	Ap	0 - 28	1.47	Muy bajo
	AC	28 - 40	0.68	
	C1	40 - 80	0.68	
	C2	80 - 150	0.74	
OS - 25	Ap	0 - 25	1.42	Muy bajo
	C1	25 - 70	1.21	
	C2	70 - 110	1.17	
	C3	110 - 180	0.84	
OS - 26	Ap	0 - 22	3.81	Bajo
	C1	22 - 40	0.8	Muy bajo
	C2	40 - 90	3.56	Bajo
	C3	90 - 150	1.38	Muy bajo
OS - 27	Ap	0 - 20	1.07	Muy bajo
	AC	20 - 50	3.59	Bajo
	C	50 - 120	1.91	Muy bajo
OS - 28	Ap	0 - 22	1.43	Muy bajo
	Bw	22 - 70	1.55	
	C	70 - 160	0.57	
OS - 29	Ap	0 - 8	2.1	Bajo
	C1	8 - 30	1.01	Muy bajo
	C2	30 - 140	0.68	
OS - 30	Ap	0 - 25	5.45	Muy bajo
	AC	25 - 55	2.17	
	C1	55 - 100	2.96	
	C2	100 - 150	1.71	
OS - 31	Ap	0 - 15	1.73	Muy bajo
	AB	15 - 35	1.27	
	Bw	35 - 60	0.98	
	C	60 - 150	2.43	
OS - 32	Ap	0 - 28	17.05	Alto
	AC	28 - 60	2.7	Bajo
	C1	60 - 95	1.47	Muy bajo
	C2	95 - 150	0.89	

- **Magnesio del suelo**

La Tabla 92 muestra los niveles de magnesio (muy bajo, bajo y medio) en los horizontes de las 32 calicatas. Dada su importancia en la clorofila y la fotosíntesis (SAGARPA, 2012), el magnesio es de particular interés. Su deficiencia es común en suelos arenosos con baja CIC, coincidiendo con lo reportado.

Tabla 92. Magnesio del suelo con plantaciones de *E. guineensis* empresa Ocho Sur.

N° de calicata	Horizontes	Profundidad (cm)	Magnesio	Nivel
			Cmol(+)/kg-1	
OS - 1	Ap	0 - 18	2.28	Medio
	C1	18 - 50	0.73	
	C2	50 - 80	0.77	Bajo
	C3	80 - 150	0.67	
OS - 2	Ap	0 - 6	0.85	Bajo
	AB	6 - 30	0.82	
	Bw	30 - 50	1	
	C1	50 - 110	0.77	
	C2	110 - 150	1.18	
OS - 3	Ap	0 - 20	0.25	Muy bajo
	C1	20 - 40	0.22	
	C2	40 - 95	0.48	
	C3	95 - 150	0.4	
OS - 4	Ap	0 - 8	1.38	Medio
	C1	8 - 35	1.03	Bajo
	C2	35 - 100	0.77	
	C3	100 - 150	0.6	
OS - 5	Ap	0 - 30	0.6	Bajo
	C1	30 - 80	0.85	
	C2	80 - 120	1.05	
	C3	120 - 150	0.93	
OS - 6	Ap	0 - 20	1.03	Bajo
	Bw	20 - 70	0.55	
	C1	70 - 100	0.28	Muy bajo
	C2	100 - 150	0.28	
OS - 7	Ap	0 - 10	0.38	Muy bajo
	AC	10 - 30	0.5	Bajo
	C1	30 - 70	1.35	Medio
	C2	70 - 150	1.55	
OS - 8	Ap	0 - 8	2.33	Medio
	AC	8 - 17	0.72	Bajo
	C1	17 - 43	0.45	Muy bajo
	C2	43 - 53	0.32	

OS - 9	Ap	0 - 20	0.6	Bajo
	C1	20 - 35	0.62	
	C2	35 - 150	0.78	
OS - 10	Ap	0 - 18	0.9	Bajo
	C1	18 - 55	0.27	Muy bajo
	C2	55 - 80	0.32	
	C3	80 - 150	1.63	Medio
OS - 11	Ap	0 - 20	1.43	Medio
	Bw	20 - 80	0.5	Bajo
	C	80 - 150	0.23	Muy bajo
OS - 12	Ap	0 - 20	0.23	Muy bajo
	C1	20 - 70	0.2	
	C2	70 - 100	0.27	
	C3	100 - 150	0.72	Bajo
OS - 13	A	0 - 15	0.3	Muy bajo
	AC	15 - 60	0.27	
	C1	60 - 90	0.47	
	C2	90 - 175	0.68	
OS - 14	Ap	0 - 20	0.38	Muy bajo
	C1	20 - 50	0.32	
	C2	50 - 100	0.38	
	C3	100 - 150	0.57	
OS - 15	Ap	0 - 10	1.57	Medio
	AC	10 - 30	2.38	
	C1	30 - 110	2.45	
	C2	110 - 150	2.52	
OS - 16	Ap	0 - 15	1.63	Medio
	AB	15 - 40	0.37	Muy bajo
	Bw	40 - 75	0.68	Bajo
	C	75 - 150	0.93	
OS - 17	Ap	0 - 20	0.23	Muy bajo
	AC	20 - 80	0.18	
	C1	80 - 150	0.33	
OS - 18	Ap	0 - 20	1.27	Bajo
	Bw	20 - 45	1.45	
	C1	45 - 80	1.48	
	C2	80 - 160	3.58	
OS - 19	Ap	0 - 20	0.45	Muy bajo
	C1	20 - 60	0.33	
	C2	60 - 150	0.67	
OS - 20	Ap	0 - 10	1.02	Bajo
	C1	10 - 40	0.5	
	C2	40 - 90	0.65	
	C3	90 - 150	0.85	

OS - 21	Ap	0 - 10	0.28	Muy bajo
	AC	10 - 50	0.25	
	C1	50 - 80	0.32	
	C2	80 - 160	0.4	
OS - 22	Ap	0 - 20	0.88	Bajo
	C1	20 - 50	0.38	Muy bajo
	C2	50 - 150	1.88	Bajo
OS - 23	Ap	0 - 20	5.25	Alto
	C	20 - 100	6.92	
	Cg	100 - 150	3.9	
OS - 24	Ap	0 - 28	0.28	Muy bajo
	AC	28 - 40	0.27	
	C1	40 - 80	0.5	
	C2	80 - 150	0.78	
OS - 25	Ap	0 - 25	0.98	Bajo
	C1	25 - 70	0.38	Muy bajo
	C2	70 - 110	0.47	
	C3	110 - 180	0.35	
OS - 26	Ap	0 - 22	1.72	
	C1	22 - 40	0.23	Muy bajo
	C2	40 - 90	1.38	Medio
	C3	90 - 150	1.22	Bajo
OS - 27	Ap	0 - 20	0.28	Muy bajo
	AC	20 - 50	0.82	Bajo
	C	50 - 120	0.3	Muy bajo
OS - 28	Ap	0 - 22	0.42	Muy bajo
	Bw	22 - 70	1.07	Bajo
	C	70 - 160	0.55	
OS - 29	Ap	0 - 8	1.08	
	C1	8 - 30	0.45	Muy bajo
	C2	30 - 140	0.25	
OS - 30	Ap	0 - 25	1.5	
	AC	25 - 55	1.08	Bajo
	C1	55 - 100	0.98	
	C2	100 - 150	0.42	
OS - 31	Ap	0 - 15	1.6	
	AB	15 - 35	1.55	Bajo
	Bw	35 - 60	1.13	
	C	60 - 150	7.3	
OS - 32	Ap	0 - 28	3.02	
	AC	28 - 60	0.53	Bajo
	C1	60 - 95	0.17	Muy bajo
	C2	95 - 150	0.13	

4.3. Elaborar el estudio de clasificación de tierras de acuerdo con su capacidad de uso mayor con plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P

4.3.1. Integración de mapas temáticos para clasificación de suelos

De acuerdo con el Decreto Supremo N°005-2022-MIDAGRI, el mapa de microrrelieve, derivado de un modelo digital de elevación (DEM) generado a partir de curvas de nivel proyectadas en el datum WGS 84 Zona 18 L, revela que en las plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur (Tabla 93 y Figura 5), el 64.73% de 4 091.00 ha presenta un microrrelieve ondulado. El microrrelieve plano a ligeramente ondulado abarca el 19.60% de 1 238.89 ha, y el microrrelieve ligeramente ondulado comprende el 15.67% de 990.61 ha.

Tabla 93. Microrrelieve del suelo con plantaciones de *E. guineensis* empresa Ocho Sur P.

MICRORELIEVE DEL SUELO		
Descripción	Superficie	
	Área (ha)	%
Plano a ligeramente ondulado	1238.89	19.60
Ligeramente ondulado	990.61	15.67
Ondulado	4091.00	64.73
Superficie Total	6320.50	100.00

El Decreto Supremo N°005- 2022-MIDAGRI; permite determinar el mapa de pendientes tomando en consideración los indicadores de las pendientes del suelo y sus métodos de determinación y estas se clasifican de acuerdo con el Reglamento de Clasificación de Tierras. En la tabla 94 y figura 6, se describe el mapa de pendientes del suelo con plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur, donde el 53.65% de una superficie de 3 391.05 ha presenta una pendiente ligeramente ondulada, seguido de una pendiente ondulada con 23.58% de una superficie de 1 490.68 ha, y una pendiente plana a ligeramente ondulada con 22.76% de una superficie de 1438.77 ha.

Tabla 94. Pendiente del suelo con plantaciones de *E. guineensis* empresa Ocho Sur P.

PENDIENTE DEL SUELO		
Descripción	Superficie	
	Área (ha)	%
Plano a ligeramente ondulado	1438.77	22.76
Ligeramente ondulado	3391.05	53.65
Ondulado	1490.68	23.58
Superficie Total	6320.50	100.00

El Decreto Supremo N°005- 2022-MIDAGRI; permite determinar el mapa fisiográfico utilizando la metodología de Walsh (2006) y un modelo digital de elevación (DEM) de altitud y de pendiente. En la tabla 95 y figura 7, se describe el mapa fisiográfico del suelo con plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur, donde el 48.79% de una superficie de 3 083.58 ha presenta una superficie ondulada, seguido de una terraza baja con 30.52% de una superficie de 1 929.15 ha, una terraza media con 14.94% de una superficie de 944.457 ha y una lomada con 5.75% de una superficie de 363.32 ha.

Tabla 95. Fisiografía del suelo con plantaciones de *E. guineensis* empresa Ocho Sur P.

FISIOGRAFÍA DEL SUELO		
Descripción	Superficie	
	Área (ha)	%
Terraza baja	1929.15	30.52
Superficie ondulada	3083.58	48.79
Terraza media	944.45	14.94
Lomada	363.32	5.75
Superficie Total	6320.50	100.00

El Decreto Supremo N°005-2022-MIDAGRI; y el Reglamento de Clasificación de Tierras, el modelo de pérdida del suelo “Revised Universal Soil Loss Equation” (RUSLE) considera las variables del factor R que es el índice modificado de Fournier (Arnolds, 1997), K es un factor que considera los parámetros de estructura, materia orgánica y permeabilidad del suelo, LS determina la pendiente en unidades de porcentaje (Mintegui, 1998) y C determina el tipo de cobertura y uso de la tierra (Roose, 1976). En la tabla 96 y figura 8, se describe el mapa de erosión hídrica del suelo con plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur, donde el 56.81% de una superficie de 3 590.707 ha presenta una erosión laminar ligera, seguido de una erosión laminar muy ligera con 42.69% de una superficie de 2 679.017 ha, y una erosión laminar moderada con 0.80% de una superficie de 50.78 ha.

Tabla 96. Erosión del suelo con plantaciones de *E. guineensis* empresa Ocho Sur P.

EROSION DE SUELO		
Descripción	Superficie	
	Área (ha)	%
Erosión hídrica laminar muy ligera	2679.017	42.39
Erosión hídrica laminar ligera	3590.707	56.81
Erosión hídrica laminar moderada	50.78	0.80
Superficie Total	6320.50	100.00

Holdridge (1978) clasifica las zonas de vida del Perú. En la tabla 97 y figura 9, se describe el mapa ecológico del suelo con plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur, donde el 100.00% de una superficie de 6 320.50 ha presenta un Bosque húmedo Tropical.

Tabla 97. Zona de vida del suelo con plantaciones de *E. guineensis* empresa Ocho Sur P

ZONAS DE VIDA		
Descripción	Superficie	
	Área (ha)	%
-Bosque húmedo Tropical	6320.50	100.00
Superficie Total	6320.50	100.00

4.3.2. Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor

MIDAGRI (2022) señala que en el Perú la capacidad de uso mayor está conformado por tres categorías de uso: Grupo, Clase y Subclase, establecidos por el sistema nacional de clasificación de tierras del Perú por su capacidad de uso mayor. En la tabla 97 y figura 4, muestran los grupos, clase y subclase de capacidad de uso mayor de las tierras de las plantaciones de *E. guineensis* empresa Ocho Sur, donde las tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo (A3s) presenta una superficie de 994.66 ha que representa el 15.74% del área total evaluadas, seguido de las tierras aptas para cultivos permanentes con calidad agrológica baja y con limitaciones de suelo (C3s), ocupa una superficie de 3 796.62 ha equivalente al 60.07% del área total evaluada y las tierras aptas para pasto de calidad agrológica baja y limitaciones por suelo y erosión (P3se), ocupa una superficie de 1 529.22 ha equivalente al 24.19% del área total evaluada.

Tabla 98. Clasificación de las tierras por su capacidad de uso mayor con plantaciones de *E. guineensis* empresa Ocho Sur.

CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA			
Descripción	Símbolo	Superficie	
		Área (ha)	%
-Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo.	A3s	994.66	15.74
-Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrologica baja con limitaciones por suelo.	C3s	3796.62	60.07
-Tierras aptas para pasto de calidad agrologica baja con limitaciones por suelo y erosión.	P3se	1529.22	24.19
Superficie Total		6320.50	100.00

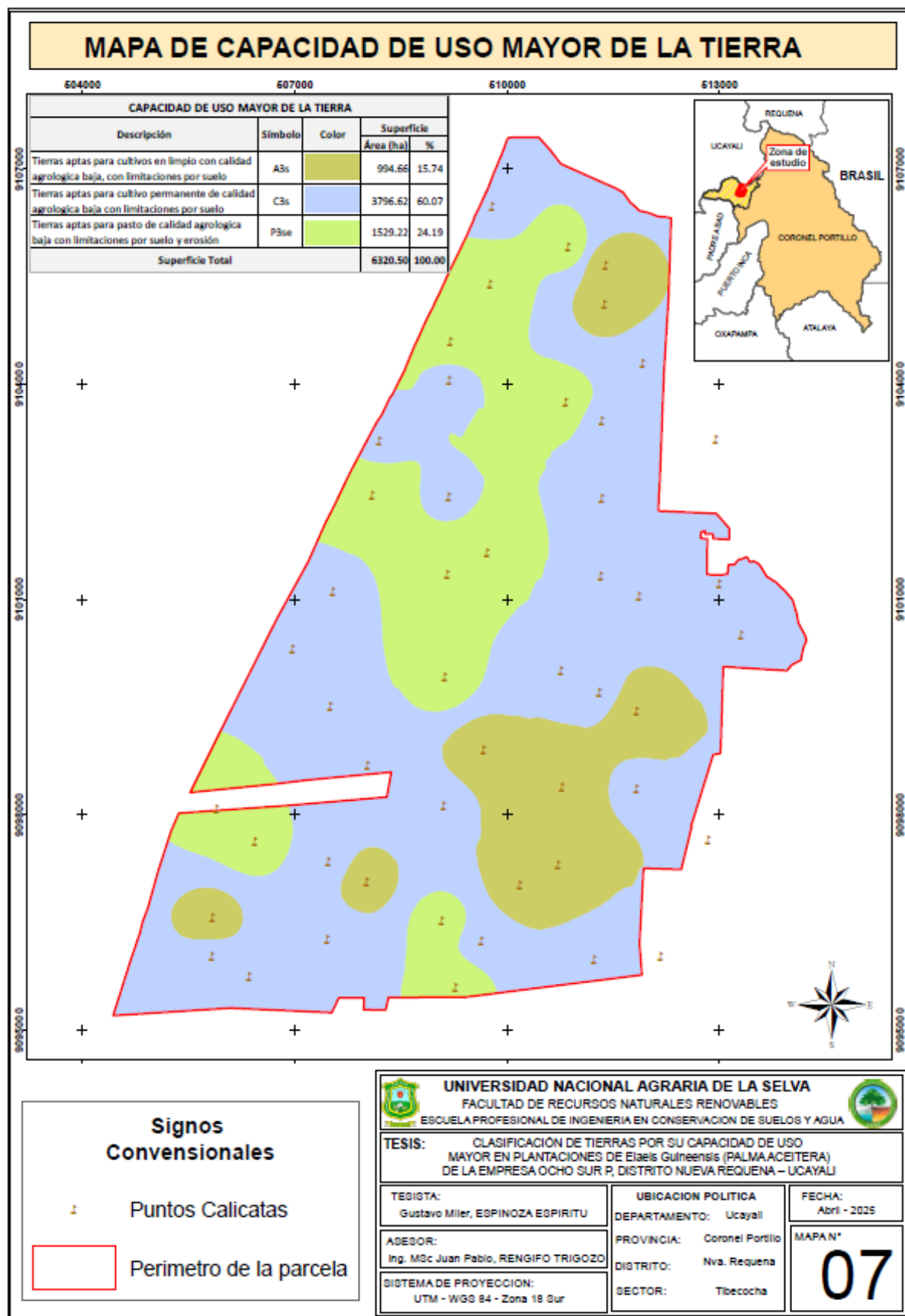


Figura 4. Mapa de capacidad de uso mayor del suelo con plantaciones *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P.

V. CONCLUSIONES

1. Los 32 perfiles modales de las unidades de suelos con plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P, presentan un 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 1.50 m, fisiografía terraza plana inundable, drenaje excesivo, pendiente 6%, microrelieve plano, libre de pedregosidad, presencia de raíces en todos los perfiles de las calicatas, consistencia suelta, estructura granular, texturas de Franco Arenosa, Franca y Franca Limosa y el Value y Chroma, variado.
2. Presentan una textura Franca, Franco Arenosa, Franca Arcillo Arenosa, Arenosa Franca, Arenosa, Franca Arcillosa y Franca Limosa, pH de Extrema, fuerte, moderadamente ácido y neutro, materia orgánica y fósforo con niveles de Alto, medio y bajo, potasio bajo y medio, CIC, Ca y Mg de muy bajo, bajo y medio.
3. La clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor con plantaciones de *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P, presentan los grupos, clases y subclases: tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo (A3s), seguido de tierras aptas para cultivos permanentes con calidad agrológica baja y con limitaciones de suelo (C3s) y las tierras aptas para pasto de calidad agrológica baja y limitaciones por suelo y erosión (P3se) con una superficie de 6 320.40 ha. Presenta un microrrelieve y pendiente plano a ligeramente ondulado, ligeramente ondulado y ondulado, fisiografía de terraza baja, superficie ondulada, terraza media y lomada, erosión del suelo de laminar muy ligera, laminar ligera y laminar moderada y zona de vida de un Bosque húmedo Tropical.

VI. PROPUESTA A FUTURO

1. Proponer una investigación de análisis correlacional entre el rendimiento de la palma con la clasificación de capacidad de uso mayor de suelos de esa manera poder validar si el estudio predice de manera efectiva la capacidad de uso.
2. Recomendar Estudios similares en otras plantaciones de palma aceitera en las diferentes zonas de cultivo tropical para validar estos resultados con las distintas condiciones edafoclimáticas.
3. Sugerir estudios donde se deben de analizar la evolución de la calidad física y química de los suelos sobre las practicas agricolas e identificar procesos de recuperacion o degradación.

VII. REFERENCIAS

- Acevedo, J., Martínez, E. (2003). *Sistema de labranza y productividad de los suelos*. Serie ciencias agronómicas. 13 – 27 p.
- Acebedo, E., Xarrasco, A., León, O., Silva, P., Castillo, G., Borie, G., Martínez, E., Gonzales, S., Ahumada, I., (2005). *Criterios de calidad del suelo agrícola*. USDA, (<http://soils.usda.gov/sqi/>).
- Andrade, M. G., (2021). *Conflictos de uso de la tierra en la cuenca Cocheros, distrito Rupa Rupa – Tingo María*. [Tesis de grado. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María. Perú. 86 p.
- Azabache L.A. (1991). *Fertilidad de suelos*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. 11 – 06 p.
- Barrero, M. *et al.* (2002). *Uso Adecuado y Conflictos de Uso de las Tierras de Colombia*. Instituto geográfico Agustín Codazzi, Corporación Colombiana de investigación agropecuaria, Bogotá, Colombia. 106 p.
- Bautista-Cruz, A., F. De León-González, R. Carrillo-González, and C. Robles. (2011). *Identification of soil quality indicators for maguey mezcalero (Agave angustifolia Haw.) plantations in Southern Mexico*. Afr. J. Agric. Res. 6: 4795-4799.
- Bautista-Cruz, A., y J. D. Etchevers B. (2014). *Una Revisión sobre los Conceptos de la Calidad del Suelo: Sus Indicadores e Índices*. Editorial Académica Española. ISBN 978-3-8473- 6509-9.
- Bernal, F. (2001). *El cultivo de la palma de aceite y su beneficio*. Bogotá, Colombia: Amado González.
- Bernal, G. (2010). *Las buenas prácticas agrícolas desde la perspectiva de la microbiología del suelo*. Universidad tecnológica equinoccial, Santo Domingo de los Tsachilas, Santo Domingo, Ecuador.
- Borrero, C. A., (2008). *Cultivo de la palma de aceite*. Ingeniero Agrónomo.
- Caballero, M. (2015) Suelos. (<file:///E:/arbildo/34c-Suelos%20y%20edafizacion.pdf>. Documentos. Feb. 2018).
- Campos, V. S. M. (2019). *Calidad del suelo del cultivo de cacao de diferentes edades sector Ventenjebe, distrito y provincia de Tocache – San Martín*. [Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María, Perú.

- Cardoso, H. J. (2018). Determinación de la capacidad de uso mayor de los suelos con fines agrícolas del sector Ahijadero, Conchucos – Ancash – Perú 2017. [Tesis de grado. Universidad Nacional del Santa. Chimbote - Perú]. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3063/47068.pdf?sequence=1>
- Carrera, F. (1986). *Edafología, texto base de suelos de la FCA y P-UMSS*. Cochabamba, Bolivia. 50 p.
- Cepeda, D. (1991). *Química de Suelos*. 2 ed. Trillas S.A., México. 167 p.
- Córdova, R. (2019). Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor, del sector Cruz Lomas, provincia de Luya, Amazonas – Perú. [Tesis de grado. Universidad Nacional de Cajamarca]. Cajamarca - Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.14074/3510>.
- Corley, H., Tinker, P. (2009). *Flores y frutos*. En H. Corley, & P. Tinker, *La palma de aceite*. Bogotá, Colombia. 180 – 182 p.
- Cuellar, C. R. (2020). *Efecto de tres sistemas de siembra en el rendimiento de sacha culantro (*Eryngium foetidum L.*) en condiciones de suelos degradados en el distrito Pueblo Nuevo*. [Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María, Perú. 49 p.
- Cumat. (1985). *Manual de levantamientos semidetallado de clasificación y metodología de Capacidad de Uso Mayor de la Tierra*. Título III USAID-BOLIVIA, La Paz, Bolivia. 98p.
- Daubenmire, R. (1993). *Tratado de auto ecológico de plantas*. 5o. Ed. Omega, Madrid, España.
- Dalence. (2001). *Cuantificación por métodos geoestadísticos de la cantidad de sales en los primeros 120 cm de perfiles de suelo en zonas clave*. Centro de Levantamientos Aeroespaciales y aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales. UMSS, Bolivia 56 p. CLAS (<http://www.umss.edu.bo/revistasc.php> 15 de octubre del 2019)
- DECRETO SUPREMO N° 017-2009-AG. *Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, lima (Perú)*; set. /02: p. 401820-401837.
- D. S. N° 013-2010-AG. (2010). *Aprueban el reglamento para la Ejecución de los levantamientos de suelos*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2010). <https://www.minagri.gob.pe/portal/decreto-supremo/ds-2010/4804-decreto-supremo-no-013-2010-ag>

- 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.
- Durand, O. V., (2022). *Caracterización de suelos de la microcuenca Chinamayo – Mariano Dámaso Beraún – Leoncio Prado, Huánuco*. [Tesis de grado. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María. Perú. 191 p.
- Escobedo, T. (2005). *Suelos y Capacidad de Uso Mayor de las Tierras*. Gobierno regional de San Martín, Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana. 212 p.
- Etchevehere, P. (1998). *Normas de Reconocimiento de Suelos*. INTA, IDIA. Buenos Aires. 326 p.
- Faustino, J. (2006). *Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba– Costa Rica. 400 p.
- Fassbender, H. (1975). *Química de suelos con énfasis en Suelos de América Latina*. 2ed. IICA. San José, Costa Rica.
- Fassbender, H. W. (1984). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. Cuarta edición. Editorial IICA, San José. 398 pp.
- Felicísimo, A. (1994). *Modelos digitales del terreno; Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales*. (<http://www.etsimo.uniovi.es/~feli>, documentos, 10 octubre 2019).
- Forsythe, W. (1975). *Física de suelos*. Manual de laboratorio. IICA. México.
- García, B. (1987). *Consideraciones edáficas; selección de áreas de cacao*. Tingo María. ONUDI. Perú. 233 p.
- GOREHCO (Gobierno Regional de Huánuco). (2016). *Zonificación Ecológica Económica Base para el Ordenamiento Territorial de la Región Huánuco*. Proyecto Desarrollo de capacidades para el Ordenamiento Territorial de la Región Huánuco. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/zonificacion-ecologica-economica-base-ordenamiento-territorial-region>
- Holdridge, (1987) clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo, Mundi Prensa. 155 p.
- Hosokay, M. O. (2012). Calidad del suelo sector Supte San Jorge, distrito Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado. [Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María, Perú. 74 p.

- Huamán, M. J. H. (2021). Influencia de los sistemas de uso en la calidad del suelo sector Cora Cora, distrito Luyando, provincia de Leoncio Prado. [Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María, Perú. 74 p.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2002). *Caracterización de los Suelos y las Tierras*. El macizo colombiano y su área de influencia. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005192/macizo/pdf/Capitulo4.pdf>.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2014). *Informe Final del Componente Coberturas de las Tierras de los Páramos Priorizados a escala 1:25 000* (Metodología CORINE LAND COVER adaptada para Colombia). <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9580>.
- Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura - INTAGRI. (2017). *Clasificación del suelo: WBR y Soil Taxonomy. Serie de suelos*. Núm. 28. Artículos técnicos del INTAGRI-México. <https://www.intagri.com/articulos/suelos/clasificacion-del-suelo-WRB-y-soil-taxonomy>.
- Jean-Marie Pelt (1999). "Michel Adanson, el baobab y las conchas", en *The Cannelle and the panda: los grandes exploradores de naturalistas en todo el mundo*, Fayard, ISBN 978-2213-60466-4 [https://es.wikipedia.org/wiki/Elaeis_guineensis].
- López, G. Y. A., (2018). Capacidad de uso mayor de tierras en los sectores de Matapalo y Camote en la cuenca Monzón, provincia de Huamalíes, departamento Huánuco. [Tesis de grado. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María. Perú. 109 p.
- Machado F., y Mielniczuk J. (2009). Revisão de literatura uma visão sobre qualidade do solo. *Rev. Bras. Ci. Solo.*; 33: 743-755. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832009000400001
- Merino, R. M. P. (2021). Indicadores físicos químicos y biológicos del suelo en tres sistemas de plantaciones del predio Santa Rita cervecería San Juan S.A. -Pucallpa. [Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María, Perú. 90 p.
- Meza, M., Castro, C., Pereira, K., & Puga, G. (2017). *Indicadores para el monitoreo de la calidad del suelo en áreas periurbanas. valle de Quillota, cuenca del Aconcagua, Chile*. *Interciencia*; 42(8): 494-502. Disponible en <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/08/494.pdf>

- Ministerio de Agricultura y riego [MINAGRI], (2009). Reglamento de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor. <https://es.slideshare.net/jovikfernandezgarcia/reglamento-de-tierras-54314188>
- Ministerio de Agricultura [MINAG]. (2011). Cadena agropecuaria de papa. Manejo y fertilidad de suelos. Guía técnica de orientación al productor. 50 p
- Ministerio de Agricultura [MINAG]. – D.S. N°013. (2010). *Por el cual aprueba el Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos*. 19 de noviembre del 2010. <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/marcolegal/normaslegales/decretos/upremos/2010/ds13-2010-ag.pdf>.
- Morales, R. R. M. (2023). Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor en la quebrada Payhua y recomendaciones de gestión sostenible del suelo. [Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria la Molina]. Lima - Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5623>.
- Moscatelli, G., Sobral, R., Nakama, V. (2005). Nueva tendencia para conocer el estado de los suelos. (<http://www.inta.gov.ar/>, Artículo).
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - [ONERN]. (1984). *Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Microrregión Pastaza-Tigre*. Departamento de Loreto (Nivel de Reconocimiento). Vol. I. Lima, Perú. 58 – 63 p.
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - [ONERN]. (1988). Estudio de clasificación de suelos Vol. I. Lima, Perú. 64 – 67 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – [FAO]. (1982). Manual de campo para ordenación de cuencas hidrográficas. Estudio y planificación de cuencas hidrográficas. Roma, Italia. 173 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – [FAO]. (1985). Evaluación de Tierras para Agricultura en Secano Boletín de suelos FAO N.-52, Roma, Italia. 228 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – [FAO]. (1988). Método de clasificación de tierras de alta montaña. Boletín de suelos FAO N.-13, Roma, Italia. 35 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (s.f.). *Portal de Suelos de la FAO. Levantamiento de Suelos*. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/es>.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – [FAO]. (2009). *Guía para la descripción de suelos*. Cuarta edición. Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – [FAO]. (2015). 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/>).
- Olaya V. (2014). Sistemas de Información Geográfica. https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf.
- Otarola, E. (2011). Caracterización de suelos de la microcuenca Picuroyacu, Castillo Grande, distrito Rupa Rupa. [Tesis de grado. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María. Perú. 130 p.
- Quezada, H. (2002). Palma aceitera. http://www.ecuarural.gov.ec/cuadro/páginas/tecno/tec_palma.htm, 10 de setiembre. 2019.
- Raygada, (2005). Evaluación de diferentes sistemas de mantenimiento de la corona de palma aceitera sobre la absorción de potasio. 2008: TESIS, impresión.
- Rengifo, T. J. P. (2002). Estudio de suelos para el ordenamiento territorial de la cuenca del Huallaga: sector San Miguel. [Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María. Perú. 187 p.
- Rengifo, T. J. P. (2018). Crianza de la chacra y nominación de los suelos en la microcuenca Chunatahua – Chinchao – Acomayo. [Tesis de Maestría. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María. Perú. 140 p.
- Revelo, M. (2002). Palmicultura moderna, orientación para productores y empresarios (pág. 10). Bogotá, Colombia: Galrobayo.
- Rivera. E. (2013). Análisis comparativo entre el Uso Actual de tierras y la Capacidad de Uso Mayor de tierras en la parte alta de la microcuenca río Azul. [Tesis de grado. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María. Perú. 120 p.
- Rodríguez, A. (1984). El Territorio como Condicionante de Habitabilidad: Aportes para un modelo conceptual, en *Arquitectos*. 250 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2012). Subíndice de Uso Sustentable del Suelo. Metodología de Cálculo. https://silo.tips/queue/subindice-de-uso-sustentable-del-suelo-metodologia-de-calculo?&queue_id=-1&v=1625244045&u=MTkwLjIzNy4xNTcuMjEz

- Salazar, R. E.S., (2019). Clasificación de suelos por su capacidad de uso mayor en la cuenca Huascayacu – provincia Moyobamba – San Martín. [Tesis de grado. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María. Perú. 119 p.
- Sánchez, P. (1981). Suelos del trópico, características y manejo. Traducido por Edilberto Camacho, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 634 p.
- Sánchez, J. (2007). Fertilidad de suelos y nutrición mineral de plantas. FERTITEC S.A.
- Sheng, T. (1981). A treatment-oriented land capability Classification Scheme: In report on the Latin American Watershed Management Seminar. FAO. No TA 3112. 40 p.
- Soil Survey Staff. (1993). Soil survey manual. United States Department of Agriculture. Hnbk no. 18 U.S. Gov. Printing Office, Washington, DC.
- United States Department of Agriculture. [Usda]. (2014). Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Departamento de agricultura de los Estados Unidos.
- Valenzuela, C. (1989). Proyecto piloto de planificación espacial y diseño de datos catastral; Chillamarca-Tiquipaya. Proyecto de consultoría para PROMIC. Cochabamba, Bolivia. 18 p.
- Vásquez, J.R., Baena, D., & Menjivar, J.C. (2010). Variabilidad espacial de propiedades físicas y químicas en suelos de la granja experimental de la Universidad del Magdalena (Santa Marta, Colombia). *Acta Agronómica*, 59(4), 449-456.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122010000400009&lng=es&tlng=es.
- Walsh. (2006). Plan de Manejo Ambiental: Reinyección de Aguas de Producción y Facilidades de Superficie del Lote 1-AB. Pluspetrol Norte S.A. 32 p.
- Zavaleta, A. (1992). Edafología. El suelo en relación con la producción Editado por A y B S.A. Lima, Perú. Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología – Concytec. 223 p.

ANEXO

Anexo 1. Panel fotográfico

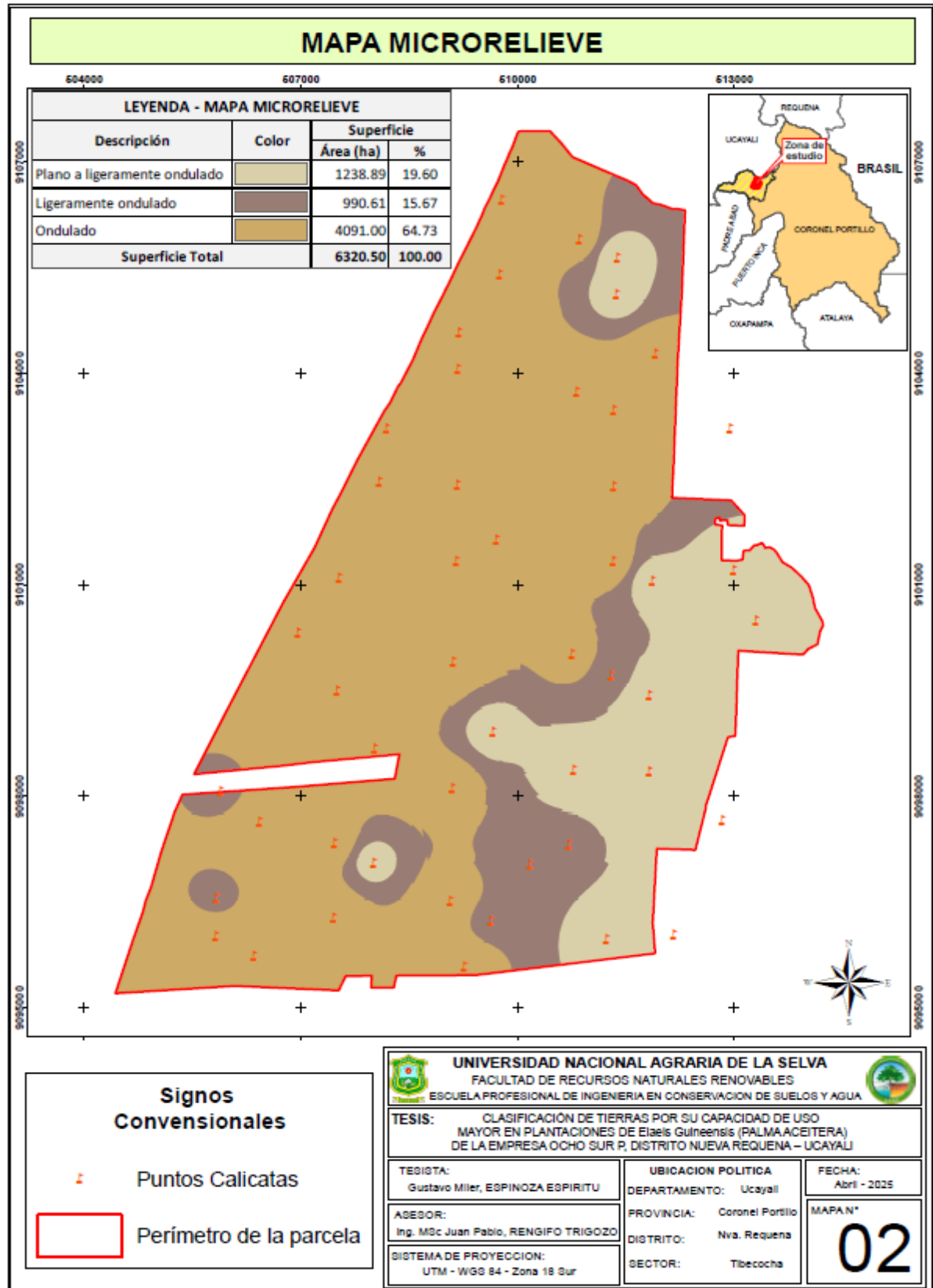


Figura 5. Mapa de microrrelieve del suelo con plantaciones *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P.

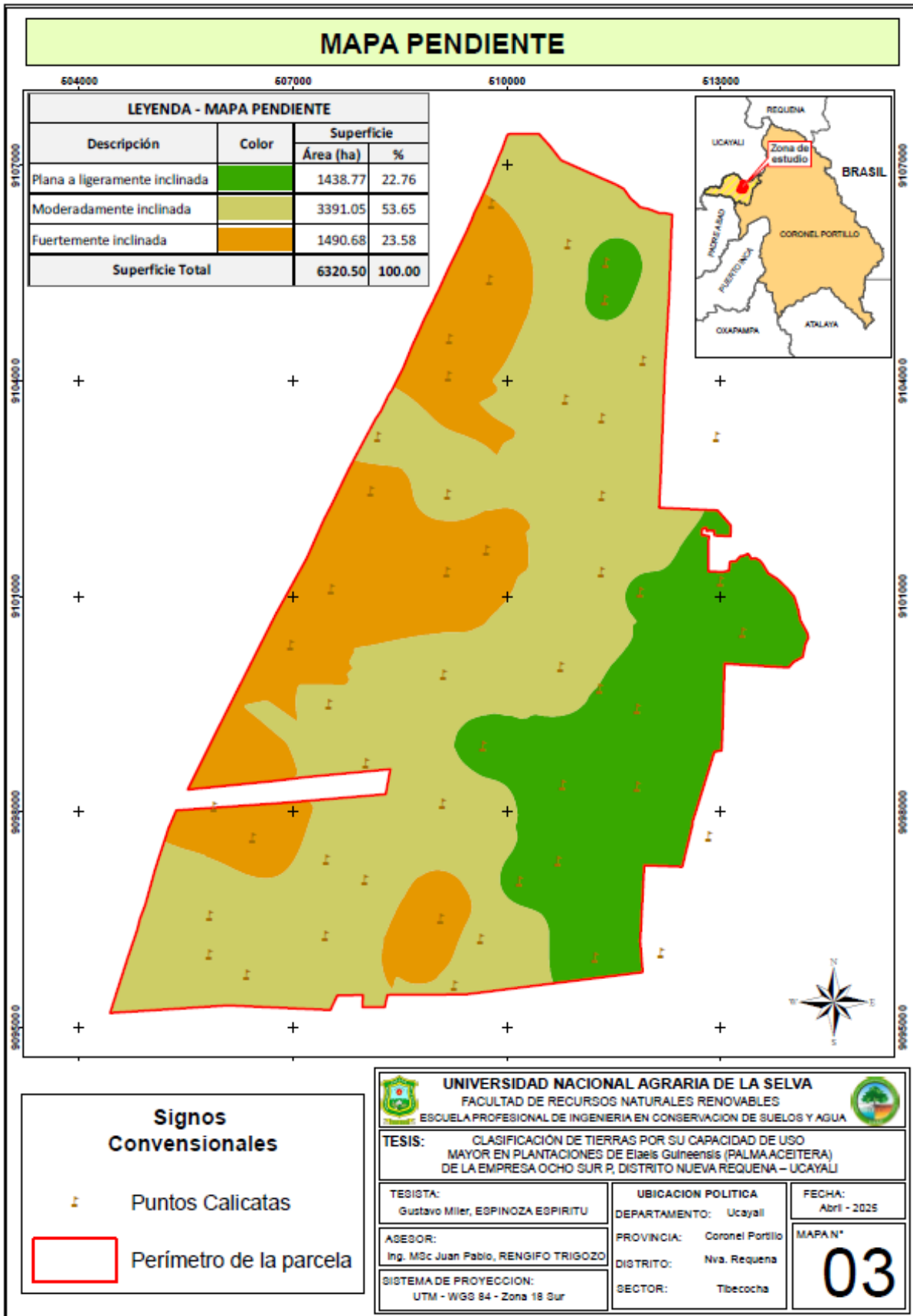


Figura 6. Mapa de pendiente del suelo con plantaciones *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P.

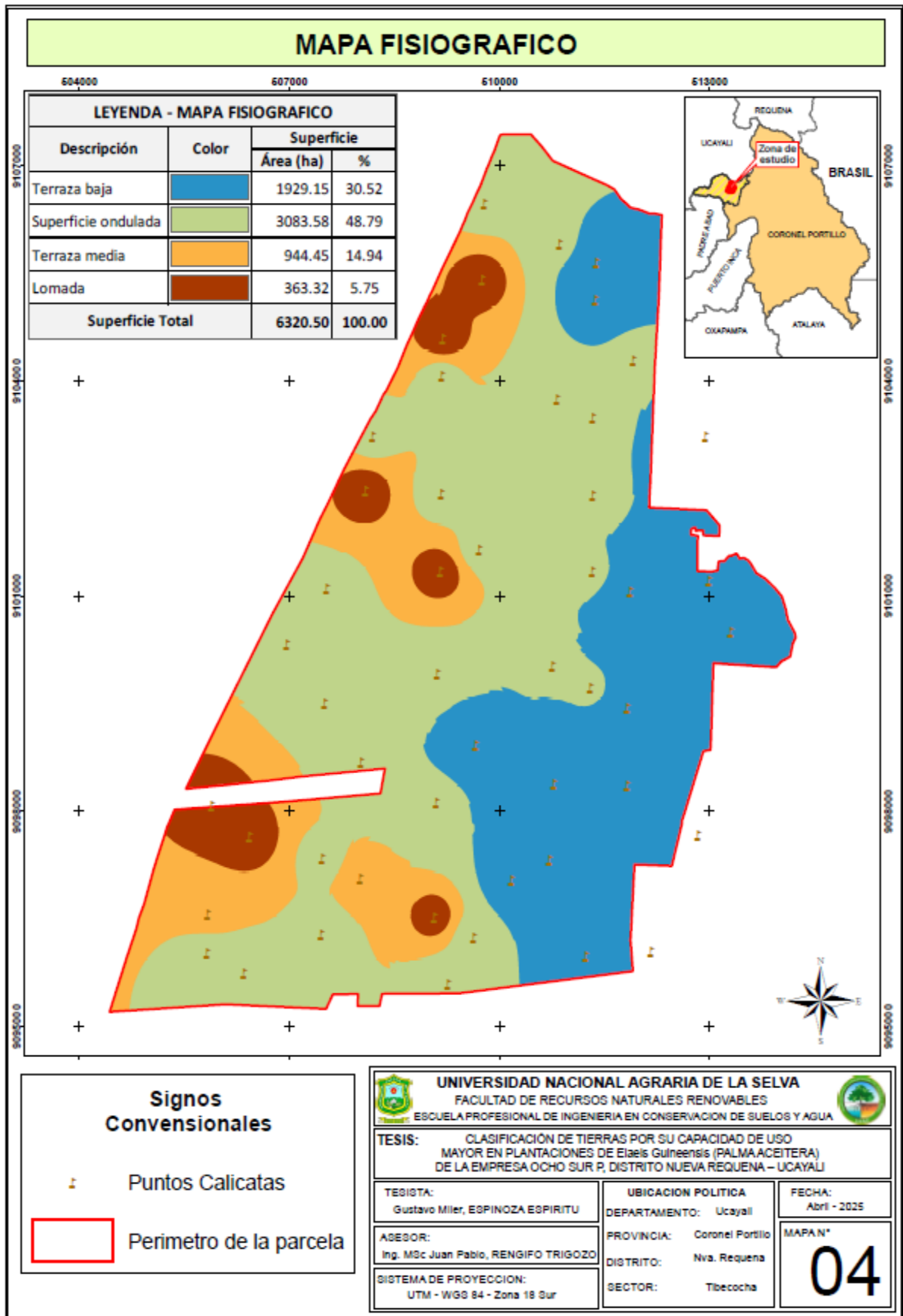


Figura 7. Mapa fisiográfico del suelo con plantaciones *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P.

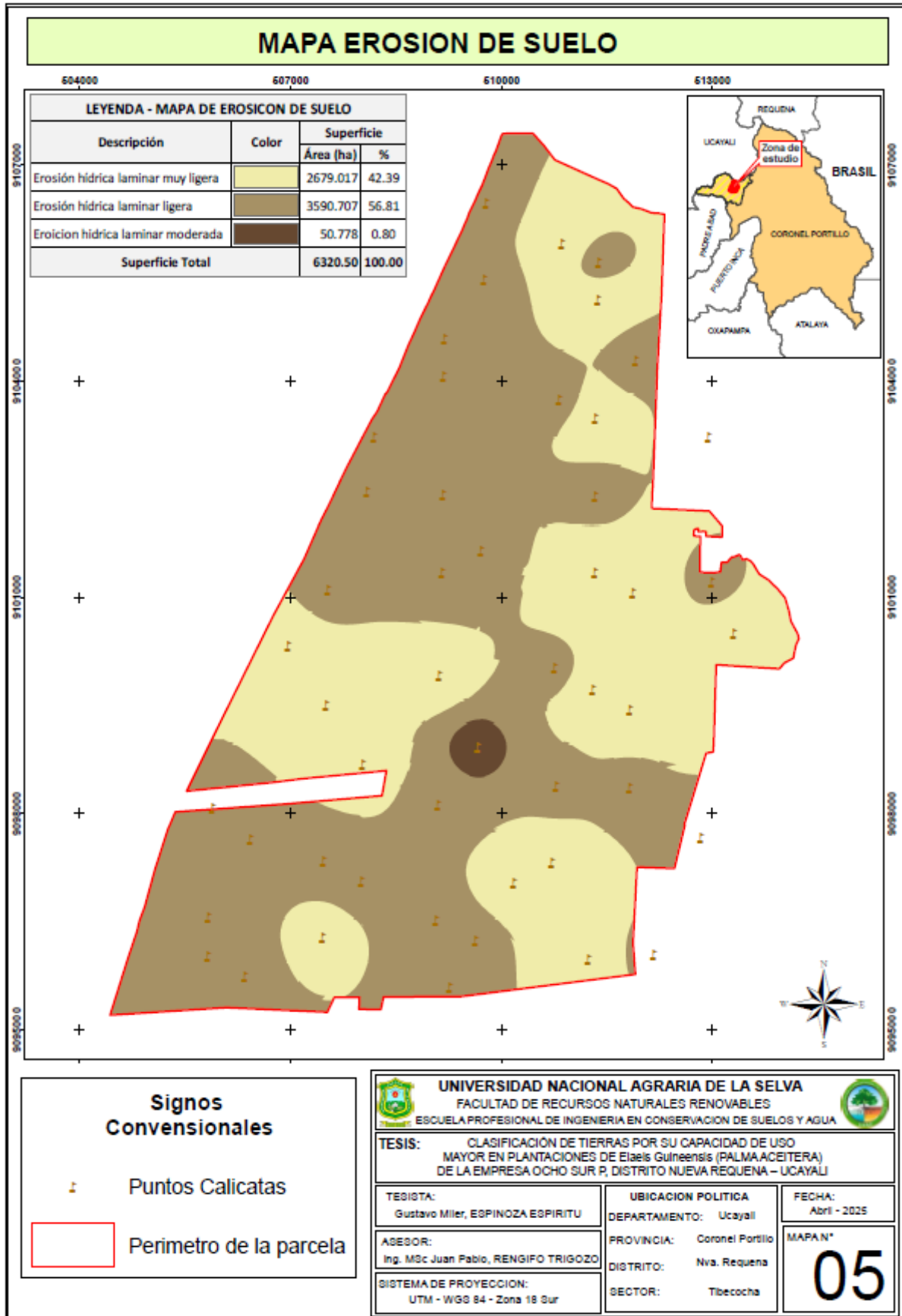


Figura 8. Mapa de erosión del suelo con plantaciones *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P.

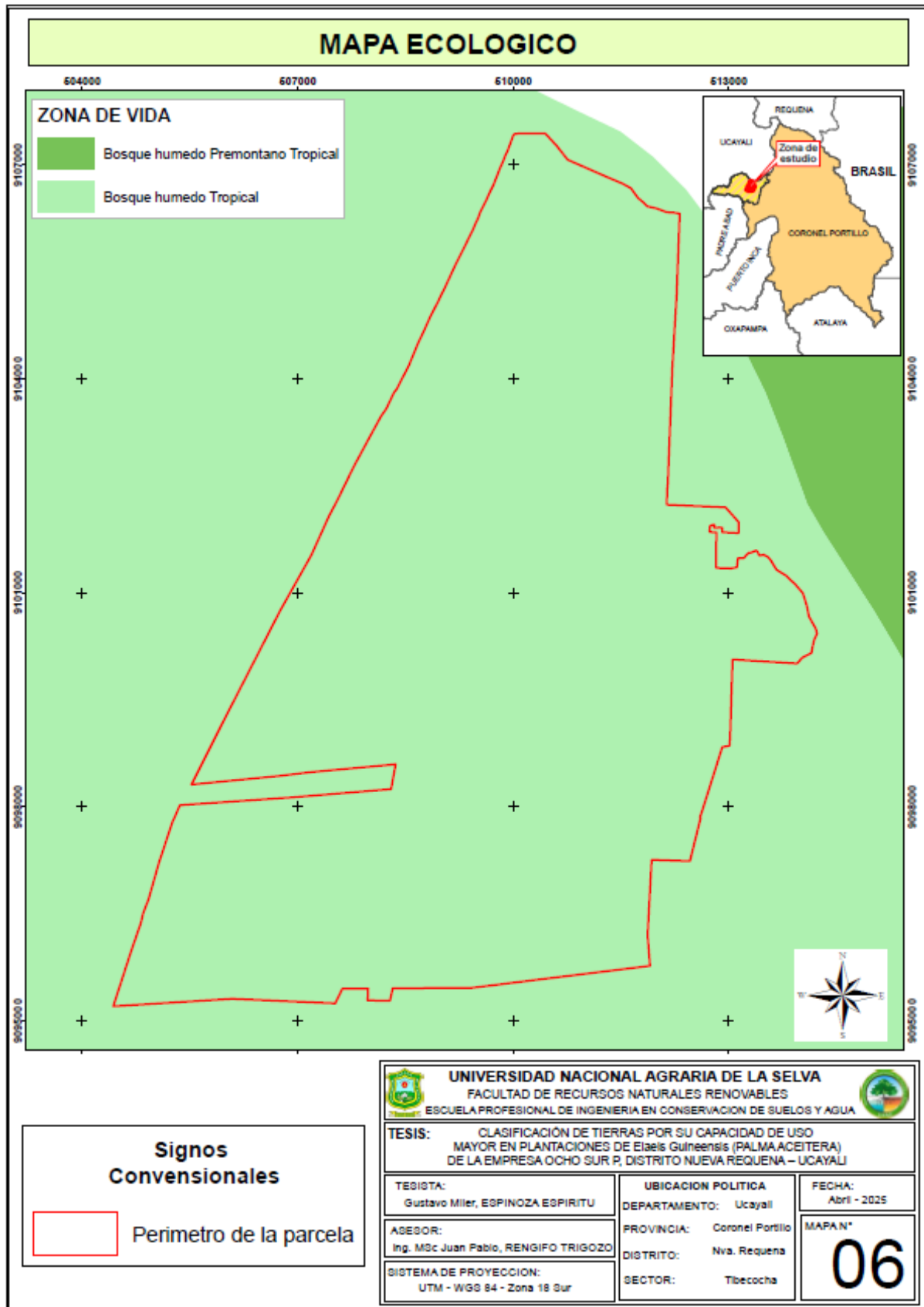


Figura 9. Mapa ecológico del suelo con plantaciones *E. guineensis* de la empresa Ocho Sur P.

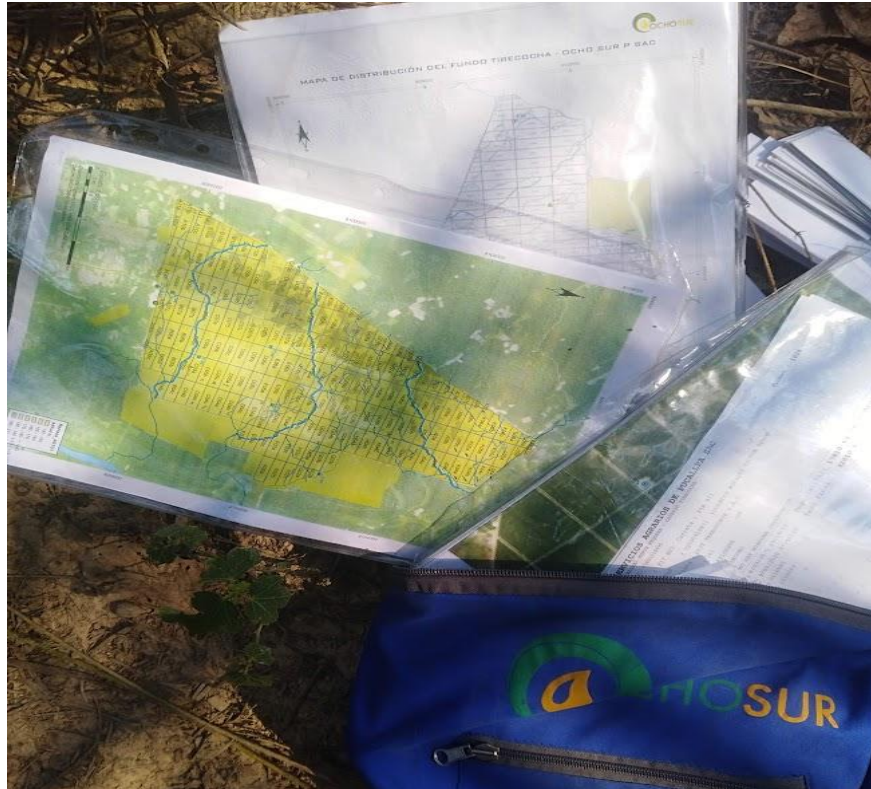


Figura 10. Identificación y reconocimiento de la zona de estudio



Figura 11. Identificación de Horizontes en el perfil modal del suelo



Figura 12. Medición de la profundidad de cada horizonte en el perfil modal del suelo



Figura 13. Descripción del perfil Modal del suelo en la calicata OS-6

Tabla 99. Análisis de suelos empresa Ocho Sur P.

N° Calicata	Horizonte Genético	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
								%	%	%			meq/100g							
Serie Palma (Pa)																				
OS-1	Ap	5.12	0.31	0.00	8.08	19.4	128	68	25	7	Fr.A.	14.40	9.55	2.28	0.35	0.10	0.40	12.69	12.29	85
	C1	5.03	0.18	0.00	1.60	10.2	71	68	25	7	Fr.A.	5.60	3.19	0.73	0.20	0.14	0.40	4.66	4.26	76
	C2	4.06	0.19	0.00	0.64	5.6	39	62	25	13	Fr.A.	4.80	1.38	0.77	0.12	0.15	0.90	3.32	2.42	50
	C3	3.77	0.19	0.00	0.64	2.1	78	50	19	31	Fr.Ar.A.	9.60	0.89	0.67	0.22	0.16	6.05	7.98	1.93	20
Serie Pucallpa (Pu)																				
OS-2	Ap	4.38	0.12	0.00	0.96	5.7	41	54	31	15	Fr.A.	5.60	1.35	0.85	0.13	0.17	1.40	3.90	2.50	45
	AB	4.34	0.03	0.00	0.58	3.8	43	50	31	19	Fr.A.	7.20	1.16	0.82	0.15	0.17	2.45	4.75	2.30	32
	Bw	4.14	0.04	0.00	0.71	1.7	56	42	19	39	Fr.Ar.	11.68	1.07	1.00	0.20	0.17	8.20	10.64	2.44	21
	C1	4.26	0.03	0.00	0.64	1.3	44	42	23	35	Fr.Ar.	12.80	0.67	0.77	0.15	0.18	9.05	10.82	1.77	14
	C2	4.38	0.04	0.00	0.64	1.2	66	40	25	35	Fr.Ar.	16.32	0.56	1.18	0.24	0.27	12.15	14.40	2.25	14
Serie Tambillo (Tb)																				
OS-3	Ap	3.40	0.16	0.00	0.96	15.2	41	58	23	19	Fr.A.	7.04	0.66	0.25	0.12	0.16	3.95	5.14	1.19	17
	C1	3.57	0.10	0.00	0.58	4.6	34	64	21	15	Fr.A.	5.44	0.69	0.22	0.11	0.15	2.65	3.81	1.16	21
	C2	3.81	0.10	0.00	0.64	2.5	37	56	23	21	Fr.Ar.A.	6.88	1.14	0.48	0.12	0.16	4.40	6.30	1.90	28
	C3	3.65	0.14	0.00	0.64	2.5	39	60	17	23	Fr.Ar.A.	8.80	0.80	0.40	0.11	0.22	5.20	6.73	1.53	17
Serie Requena (Re)																				
OS-4	Ap	3.97	0.20	0.00	1.92	4.6	67	58	23	19	Fr.A.	9.60	1.97	1.38	0.21	0.14	4.75	8.45	3.70	39
	C1	4.10	0.05	0.00	0.77	2.0	48	54	19	27	Fr.Ar.A.	9.60	0.93	1.03	0.12	0.18	6.10	8.37	2.27	24
	C2	4.13	0.03	0.00	0.64	1.3	39	50	17	33	Fr.Ar.A.	10.40	0.57	0.77	0.14	0.16	7.45	9.09	1.64	16
	C3	4.18	0.03	0.00	0.58	1.3	35	52	23	25	Fr.Ar.A.	8.64	0.66	0.60	0.12	0.15	6.15	7.68	1.53	18
Serie Ucayali (Uc)																				
OS-5	Ap	3.93	0.16	0.00	1.22	3.7	49	48	35	17	Fr.	8.00	1.34	0.60	0.16	0.16	2.60	4.86	2.26	28
	C1	4.26	0.03	0.00	0.58	1.3	58	36	29	35	Fr.Ar.	13.10	0.99	0.85	0.16	0.19	10.90	13.10	2.20	17
	C2	4.29	0.05	0.00	0.58	2.0	37	40	35	25	Fr.	8.80	1.83	1.05	0.14	0.22	4.10	7.34	3.24	37
	C3	4.31	0.06	0.00	0.96	2.5	36	44	35	21	Fr.	7.68	2.07	0.93	0.11	0.16	2.70	5.97	3.27	43

Serie San Alejandro (SA)																				
OS-6	Ap	4.95	0.29	0.00	3.85	4.8	85	70	19	11	Fr.A.	9.60	6.29	1.03	0.25	0.14	0.40	8.11	7.71	80
	Bw	3.73	0.19	0.00	1.28	1.3	64	50	21	29	Fr.Ar.A.	8.32	1.88	0.55	0.22	0.15	4.30	7.10	2.80	34
	C1	3.82	0.17	0.00	0.83	4.0	53	62	23	15	Fr.A.	4.80	0.86	0.28	0.14	0.11	2.30	3.69	1.39	29
	C2	3.69	0.14	0.00	0.64	1.3	109	50	15	35	Ar.A.	9.60	0.80	0.28	0.31	0.16	6.00	7.55	1.55	16
Serie Neshuya (Ne)																				
OS-7	Ap	4.34	0.04	0.00	1.60	7.1	46	70	21	9	Fr.A.	4.80	0.95	0.38	0.14	0.13	1.20	2.81	1.61	33
	AC	4.18	0.05	0.00	0.64	3.7	26	62	25	13	Fr.A.	4.80	0.82	0.50	0.09	0.17	1.55	3.13	1.58	33
	C1	3.86	0.12	0.00	0.58	1.3	44	54	15	31	Fr.Ar.A.	9.60	0.53	1.35	0.14	0.16	5.70	7.88	2.18	23
	C2	4.34	0.08	0.00	0.64	1.4	55	48	17	35	Fr.Ar.A.	11.68	0.55	1.55	0.19	0.37	8.10	10.75	2.65	23
Serie Aguaytia (Ag)																				
OS-8	Ap	6.91	0.27	0.00	2.69	6.7	113	68	25	7	Fr.A.	7.50	4.69	2.33	0.34	0.13	0.00	7.50	7.50	100
	AC	5.45	0.06	0.00	0.64	5.2	278	64	23	13	Fr.A.	4.48	1.52	0.72	0.88	0.21	0.25	3.57	3.32	74
	C1	4.15	0.05	0.00	0.96	1.4	176	52	17	31	Fr.Ar.A.	9.60	0.67	0.45	0.60	0.15	6.55	8.42	1.87	19
	C2	3.79	0.12	0.00	0.58	1.8	81	56	21	23	Fr.Ar.A.	6.40	0.62	0.32	0.25	0.17	3.80	5.16	1.36	21
Serie Contamana (Co)																				
OS-9	Ap	5.69	0.05	0.00	2.44	1.5	49	76	15	9	Fr.A.	6.40	4.82	0.60	0.18	0.03	0.15	5.78	5.63	88
	C1	4.71	0.05	0.00	0.59	3.4	39	64	21	15	Fr.A.	5.28	3.16	0.62	0.19	0.12	0.20	4.29	4.09	78
	C2	4.25	0.05	0.00	0.46	1.3	71	52	17	31	Fr.Ar.A.	11.04	1.86	0.78	0.30	0.06	5.60	8.60	3.00	27
Serie Aguaje (Au)																				
OS-10	Ap	6.47	0.35	0.00	1.41	7.7	152	80	15	5	A.Fr.	5.99	4.54	0.90	0.42	0.13	0.00	5.99	5.99	100
	C1	7.84	0.20	0.00	0.58	4.0	56	84	11	5	A.Fr.	2.40	1.69	0.27	0.16	0.12	0.00	2.24	2.24	93
	C2	7.47	0.09	0.00	0.71	4.7	45	80	13	7	A.Fr.	2.24	1.46	0.32	0.12	0.14	0.00	2.04	2.04	91
	C3	4.44	0.07	0.00	0.71	1.7	126	62	9	29	Fr.Ar.A.	7.36	2.27	1.63	0.42	0.20	1.65	6.17	4.52	61
Serie Raymondi (Ra)																				
OS-11	Ap	5.43	0.13	0.00	4.22	1.0	86	44	35	21	Fr.	9.60	4.59	1.43	0.29	0.03	0.15	6.50	6.35	66
	Bw	4.42	0.04	0.00	1.39	2.7	68	22	45	33	Fr.Ar.	10.40	4.32	0.50	0.23	0.05	3.45	8.55	5.10	49
	C	4.16	0.10	0.00	0.53	1.7	59	32	29	39	Fr.Ar.	17.28	1.34	0.23	0.23	0.26	10.65	12.71	2.06	12
Serie Mamani (Ma)																				
OS-12	Ap	3.95	0.10	0.00	0.58	13.8	20	90	5	5	A.	2.40	0.75	0.23	0.07	0.13	0.25	1.44	1.19	49
	C1	4.96	0.03	0.00	0.58	4.3	18	88	7	5	A.	2.08	0.75	0.20	0.08	0.15	0.25	1.42	1.17	56
	C2	4.23	0.05	0.00	0.58	2.6	30	56	35	9	Fr.A.	2.56	0.76	0.27	0.08	0.12	0.45	1.68	1.23	48
	C3	3.87	0.11	0.00	0.64	1.5	42	66	11	23	Fr.Ar.A.	7.20	1.56	0.72	0.14	0.17	3.30	5.89	2.59	36

Serie Pastraña (Pñ)																				
OS-13	A	5.04	0.05	0.00	0.71	13.9	24	88	7	5	A.	2.88	1.42	0.30	0.09	0.16	0.30	2.26	1.96	68
	AC	5.00	0.02	0.00	0.64	7.9	19	84	11	5	A.Fr.	2.56	1.21	0.27	0.08	0.14	0.25	1.94	1.69	66
	C1	4.15	0.04	0.00	0.58	2.2	39	70	15	15	Fr.A.	5.60	1.02	0.47	0.12	0.20	2.65	4.45	1.80	32
	C2	3.96	0.07	0.00	0.58	1.3	43	62	11	27	Fr.Ar.A.	9.60	0.70	0.68	0.17	0.21	5.90	7.66	1.76	18
Serie Boqueron (Bo)																				
OS-14	Ap	4.50	0.07	0.00	0.66	10.7	41	70	17	13	Fr.A.	3.68	1.48	0.38	0.15	0.03	0.55	2.60	2.05	56
	C1	4.12	0.48	0.00	0.92	1.5	39	72	17	11	Fr.A.	3.20	1.28	0.32	0.15	0.02	0.15	1.91	1.76	55
	C2	4.35	0.31	0.00	0.99	9.4	60	80	11	9	A.Fr.	2.88	1.14	0.38	0.19	0.03	0.15	1.89	1.74	61
	C3	4.20	0.07	0.00	0.33	1.6	116	66	13	21	Fr.Ar.A.	4.96	1.50	0.57	0.31	0.04	1.20	3.62	2.42	49
Serie Esperanza (Es)																				
OS-15	Ap	5.08	0.11	0.00	3.72	21.2	121	56	27	17	Fr.A.	10.40	4.09	1.57	0.41	0.17	0.50	6.73	6.23	60
	AC	4.35	0.08	0.00	0.96	8.3	60	50	23	27	Fr.Ar.A.	10.24	3.16	2.38	0.18	0.23	2.55	8.50	5.95	58
	C1	3.90	0.19	0.00	0.64	1.3	56	52	15	33	Fr.Ar.A.	16.64	1.14	2.45	0.19	0.34	11.60	15.72	4.12	25
	C2	4.35	0.14	0.00	0.58	1.2	59	44	27	29	Fr.Ar.	15.96	0.89	2.52	0.19	0.65	11.70	15.95	4.25	27
Serie Puerto Esperanza (PE)																				
OS-16	Ap	4.43	0.27	0.00	4.81	1.3	87	60	29	11	Fr.A.	9.92	4.43	1.63	0.24	0.15	0.35	6.80	6.45	65
	AB	3.68	0.15	0.00	0.83	5.9	57	50	33	17	Fr.	5.76	1.00	0.37	0.18	0.14	2.90	4.59	1.69	29
	Bw	3.62	0.19	0.00	0.96	4.1	42	44	31	25	Fr.	7.20	1.32	0.68	0.14	0.17	4.00	6.32	2.32	32
	C	3.66	0.17	0.00	0.77	2.3	54	40	23	37	Fr.Ar.	11.04	0.71	0.93	0.16	0.19	7.75	9.74	1.99	18
Serie Padre Abad (PA)																				
OS-17	Ap	4.27	0.02	0.00	0.96	9.9	30	62	33	5	FrA	2.88	0.73	0.23	0.09	0.10	0.50	1.66	1.16	40
	AC	4.11	0.05	0.00	0.58	4.8	16	64	29	7	FrA	3.20	0.75	0.18	0.08	0.15	0.70	1.86	1.66	36
	C1	3.99	0.04	0.00	0.64	2.9	30	56	27	17	FrA	6.24	0.79	0.33	0.10	0.18	3.60	5.00	1.40	22
Serie Kudzu (Ku)																				
OS-18	Ap	4.27	0.12	0.00	1.73	2.9	33	60	23	17	Fr.A.	8.00	3.33	1.27	0.13	0.17	1.00	5.90	4.90	61
	Bw	4.27	0.10	0.00	0.58	5.6	28	58	23	19	Fr.A.	8.00	2.63	1.45	0.11	0.16	1.75	6.09	4.34	54
	C1	4.13	0.11	0.00	0.64	2.9	32	56	21	23	Fr.Ar.A.	8.32	2.11	1.48	0.12	0.13	2.55	6.40	3.85	46
	C2	3.74	0.36	0.00	0.51	1.3	101	34	17	49	Ar.	26.40	3.25	3.58	0.35	0.34	16.30	23.82	7.52	28
Serie Marquez (Mq)																				
OS-19	Ap	4.42	0.08	0.00	1.78	4.2	126	54	23	23	Fr.Ar.A.	8.16	2.61	0.45	0.33	0.05	1.70	5.15	3.45	42
	C1	4.16	0.04	0.00	0.59	2.4	70	58	21	21	Fr.Ar.A.	6.72	1.74	0.33	0.26	0.06	4.20	6.59	2.39	36
	C2	4.16	0.08	0.00	0.40	2.4	67	48	31	21	Fr.	4.96	0.91	0.67	0.26	0.04	1.75	3.63	1.88	38

Serie Purus (Pr)																				
OS-20	Ap	4.74	0.10	0.00	1.41	4.0	196	52	29	19	Fr.	8.00	2.24	1.02	0.74	0.17	0.80	4.97	4.17	52
	C1	4.26	0.05	0.00	1.22	2.4	167	42	21	37	Fr.Ar.	14.24	1.03	0.50	0.38	0.14	9.45	11.50	2.05	14
	C2	3.86	0.08	0.00	0.51	1.8	47	64	11	25	Fr.Ar.A.	12.00	0.62	0.65	0.15	0.17	8.40	9.99	1.59	13
	C3	3.87	0.16	0.00	0.64	1.3	37	76	5	19	Fr.A.	9.76	0.62	0.85	0.14	0.30	6.80	8.70	1.90	20
Serie Galindo (Ga)																				
OS-21	Ap	4.26	0.05	0.00	1.41	9.2	97	72	21	7	Fr.A.	4.80	1.01	0.28	0.34	0.16	0.85	2.64	1.79	37
	AC	4.11	0.04	0.00	0.71	2.8	54	64	21	15	Fr.A.	5.60	0.78	0.25	0.16	0.17	3.45	4.81	1.36	24
	C1	4.06	0.03	0.00	0.64	2.5	38	62	17	21	Fr.Ar.A.	8.00	0.85	0.32	0.12	0.18	5.05	6.52	1.47	18
	C2	3.45	0.22	0.00	0.71	1.4	24	50	27	23	Fr.Ar.A.	7.84	0.64	0.40	0.10	0.16	5.90	7.20	1.30	17
Serie Pachitea (Pt)																				
OS-22	Ap	5.98	0.05	0.00	2.57	8.4	58	78	15	7	AFr	6.08	4.21	0.88	0.23	0.03	0.15	5.51	5.36	88
	C1	4.63	0.03	0.00	0.07	3.2	49	70	19	11	FrA	3.20	1.69	0.38	0.23	0.04	0.55	2.90	2.35	73
	C2	4.54	0.03	0.00	0.07	0.5	116	48	13	39	ArA	16.64	2.22	1.88	0.51	0.52	10.70	15.83	5.13	51
Serie Marañon (Mr)																				
OS-23	Ap	4.83	0.30	0.00	6.09	2.7	305	26	29	45	Ar.	25.28	11.70	5.25	0.84	0.22	0.80	18.81	18.01	71
	C	4.31	0.16	0.00	2.12	2.1	207	20	21	59	Ar.	25.60	7.62	6.92	0.79	0.19	6.65	22.17	15.52	61
	Cg	3.99	0.17	0.00	0.64	2.3	145	18	27	55	Ar.	31.66	0.90	3.90	0.54	0.23	26.10	31.66	5.56	18
Serie Timoteo (Ti)																				
OS-24	Ap	4.10	0.05	0.00	1.28	2.4	43	54	29	17	Fr.A.	6.40	1.47	0.28	0.16	0.16	3.75	5.82	2.07	32
	AC	3.98	0.08	0.00	0.83	2.4	25	58	27	15	Fr.A.	4.32	0.68	0.27	0.09	0.16	2.30	3.49	1.19	28
	C1	3.87	0.06	0.00	0.58	1.8	30	50	27	23	Fr.Ar.A.	6.24	0.68	0.50	0.12	0.17	4.70	6.17	1.47	24
	C2	3.82	0.05	0.00	0.58	2.4	50	46	25	29	Fr.Ar.A.	9.72	0.74	0.78	0.18	0.17	7.85	9.72	1.87	19
Serie Abujau (Ab)																				
OS-25	Ap	4.46	0.03	0.00	0.26	4.2	57	70	15	15	Fr.A.	5.60	1.42	0.98	0.24	0.05	1.45	4.14	2.69	48
	C1	4.50	0.03	0.00	0.26	3.4	30	62	25	13	Fr.A.	3.36	1.21	0.38	0.17	0.04	0.70	2.51	1.81	54
	C2	4.20	0.03	0.00	0.26	1.1	55	48	23	29	Fr.Ar.A.	7.84	1.17	0.47	0.25	0.08	3.65	5.62	1.97	25
	C3	4.16	0.02	0.00	0.53	1.5	44	56	25	19	Fr.A.	6.40	0.84	0.35	0.20	0.07	3.20	4.66	1.46	23
Serie Juantia (Ju)																				
OS-26A	Ap	4.68	0.14	0.00	2.25	2.5	419	58	17	25	Fr.Ar.A.	12.32	3.81	1.72	1.28	0.15	1.80	8.75	6.95	56
	C1	4.48	0.05	0.00	0.64	3.9	32	82	13	5	A.Fr.	2.40	0.80	0.23	0.12	0.13	0.55	1.83	1.28	53
	C2	5.05	0.10	0.00	1.48	4.0	40	68	19	13	Fr.A.	6.72	3.56	1.38	0.18	0.18	0.45	5.76	5.31	79
	C3	3.90	0.08	0.00	0.77	9.4	99	40	15	45	Ar.	20.80	1.38	1.22	0.35	0.21	17.50	20.65	3.15	15

Serie Yarinacocha (Ya)																				
OS-27	Ap	4.81	0.08	0.00	0.51	6.7	22	90	5	5	A.	2.12	1.07	0.28	0.08	0.13	0.55	2.12	1.57	74
	AC	6.70	0.24	0.00	2.63	11.4	21	82	13	5	A.Fr.	4.64	3.59	0.82	0.08	0.15	0.00	4.64	4.64	100
	C	7.23	0.08	0.00	0.51	7.7	21	82	13	5	A.Fr.	2.40	1.91	0.30	0.07	0.12	0.00	2.40	2.40	100
Serie Santa Cruz (SC)																				
OS-28	Ap	3.98	0.22	0.00	1.73	1.2	34	70	23	7	Fr.A.	3.34	1.43	0.42	0.11	0.17	1.20	3.33	2.13	64
	Bw	3.90	0.09	0.00	0.58	1.6	54	44	15	41	Ar.	11.04	1.55	1.07	0.18	0.17	6.95	9.92	2.97	27
	C	3.69	0.10	0.00	0.58	1.6	44	48	15	37	Ar.A.	10.52	0.57	0.55	0.14	0.15	9.10	10.51	1.41	13
Serie Chilete (Ch)																				
OS-29	Ap	5.71	0.18	0.00	2.25	3.1	84	56	33	11	Fr.A.	4.48	2.10	1.08	0.25	0.15	0.75	4.33	3.58	80
	C1	4.48	0.08	0.00	0.51	2.9	52	56	31	13	Fr.A.	3.52	1.01	0.45	0.12	0.16	0.65	2.38	1.73	49
	C2	4.41	0.04	0.00	0.51	3.7	28	70	15	15	Fr.A.	4.80	0.68	0.25	0.11	0.23	3.00	4.27	1.27	27
Serie Catalina (Ca)																				
OS-30	Ap	5.98	0.06	0.00	3.04	1.1	120	72	17	11	Fr.A.	8.64	5.45	1.50	0.18	0.07	0.10	7.30	7.20	83
	AC	5.90	0.05	0.00	0.59	4.3	95	62	23	15	Fr.A.	4.48	2.17	1.08	0.34	0.03	0.05	3.68	3.63	81
	C1	4.08	0.08	0.00	0.33	1.3	116	48	17	35	Ar.A.	10.24	2.96	0.98	0.49	0.03	5.75	10.22	4.47	44
	C2	3.70	0.13	0.00	0.33	1.1	77	58	17	25	Fr.Ar.A.	7.04	1.71	0.42	0.29	0.03	4.50	6.94	2.44	35
Serie San Mateo (SM)																				
OS-31	Ap	4.97	0.03	0.00	0.40	3.5	92	64	23	13	Fr.A.	4.64	1.73	1.60	0.32	0.03	0.15	3.84	3.69	79
	AB	4.42	0.05	0.00	0.33	1.3	114	60	19	21	Fr.Ar.A.	8.80	1.27	1.55	0.44	0.04	4.65	7.95	3.30	38
	Bw	4.50	0.01	0.00	0.26	1.7	92	66	19	15	Fr.A.	6.40	0.98	1.13	0.36	0.07	3.10	5.65	2.55	40
	C	4.92	0.06	0.00	0.13	1.0	208	22	35	43	Ar.	24.80	2.43	7.30	0.57	1.97	11.75	24.01	12.26	49
Serie Urubamba (Ur)																				
OS-32	Ap	7.00	0.04	0.00	11.05	1.9	139	70	19	11	Fr.A.	20.48	17.05	3.02	0.40	0.01	0.00	20.48	20.48	100
	AC	4.21	0.06	0.00	1.06	5.9	129	52	21	27	Fr.Ar.A.	8.48	2.70	0.53	0.29	0.06	3.95	7.54	3.59	42
	C1	3.91	0.09	0.00	0.79	5.2	119	50	15	35	Ar.A.	9.60	1.47	0.17	0.33	0.12	6.50	8.59	2.09	22
	C2	3.74	0.21	0.00	0.40	3.1	71	48	19	33	Fr.Ar.A.	9.76	0.89	0.13	0.18	0.12	6.55	7.88	1.33	14