

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



**“EFECTO DE LA QUEMA DE UN BOSQUE SECUNDARIO EN LAS
PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO EN EL FUNDO Nvo.
TRUJILLO”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

PRESENTADO POR:

SANTO LINS DIAZ MEZA

Tingo María – Perú

2020



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 008-2022-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 23 de enero de 2020, a horas 04:00 p.m. en la Sala de Conferencias de la Escuela Profesional de Ingeniería Conservación Suelos y Agua para calificar la Tesis titulada:

“EFECTO DE LA QUEMA DE UN BOSQUE SECUNDARIO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO EN EL FUNDO Nvo. TRUJILLO”

Presentado por el Bachiller: **DIAZ MEZA, Santo Lins**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **“BUENO”**

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

Tingo María, 18 de Mayo de 2022

Dr. ROBERTO OBREGÓN PEÑA
PRESIDENTE

Ing. ERLE OTTO JAVIER BUSTAMANTE SCAGLIONI
MIEMBRO

Ing. JAIME TORRES GARCIA
MIEMBRO



Dr. JOSE DOLORES LEVANO CRISOSTOMO
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 157 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital 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).

Facultad:

Facultad de Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
“EFECTO DE LA QUEMA DE UN BOSQUE SECUNDARIO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO EN EL FUNDO Nvo. TRUJILLO	SANTO LINS DIAZ MEZA	22% Veintidós

Tingo María, 19 de junio de 2023


Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN OFICINA DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE Y TESISISTA

(Resol. 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos generales de Pregrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Facultad de Recursos Naturales Renovables
Título de tesis	: Efecto de la quema de un bosque secundario en las propiedades físicas y químicas del suelo en el fundo Nvo. Trujillo.
Autor	: Díaz Meza, Santo Lins.
Asesor de tesis	: Ing. MSc. Lévano Crisóstomo, José D.
Escuela Profesional	: Ingeniería de Conservación de Suelos y Agua.
Programa de investigación	: Ciencias Básicas.
Línea(s) de investigación	: Física y Química del Suelos.
Eje temático de investigación	: Indicadores Físicos y Químicos del Suelo.
Lugar de ejecución	: CC, PP. Nvo. Trujillo – Puerto Inca.
Duración	: Inicio : 01 – 08 – 2017 Término : 30 – 03 – 2018
Financiamiento	: FEDU : 0 soles Propio : 3890,0 soles Otros : 0 soles

Tingo María, Perú, mayo del 2023

Bach. Santo Lins, Diaz Meza
Tesisista

Ing. MSc. Lévano Crisitomo, José D.
Asesor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por haberme permitido llegar a este momento tan importante de mi formación profesional

A mis padres; Edgar Díaz Ruiz y Salustia Meza Segovia, por estar siempre conmigo brindándome su amor y comprensión.

A mis queridos hermanos; Jerns Díaz Ponce, Andy Díaz Meza y Rody Díaz Meza, por su apoyo y su amor inagotable que me brindan día a día.

A mi querida hija Eillem Áliz, y a Mercedes Herrera, por darme la fuerza para seguir adelante cada día.

A mi mamita Dominica Ruiz por darme su cariño infinito, y apoyarme en los momentos que necesitaba.

A Elver, Shalle y Admir, por ser unos buenos amigos que me han acompañado en esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Durante mi formación profesional, personal y elaboración de la presente investigación, diversas personas colaboraron directa e indirectamente, a quienes deseo expresar mi más profundo reconocimiento:

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables y docentes del departamento de conservación de suelos y agua que se esforzaron por entregarme sus conocimientos y experiencias.

Al Ing. MSc. LÉVANO CRISÓSTOMO, José, asesor del presente trabajo, por sus consejos y asesoramiento en el desarrollo académico del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Roberto Obregón Peña, Ing. Jaime Torres García, Ing. MSc. Erle Bustamante Scaglioni, Jurados de esta investigación, por la amistad, exigencia, orientación y confianza que me brindaron en la realización del presente trabajo.

A mis amigos: Shalle Ramirez Silva, Elver Chahua Melgar, Ademir Lujan, Karen, Percy, Diana, Michael, Karol, Priscila.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. El suelo.....	3
2.2. Propiedades físicas de los suelos	3
2.2.1. Textura de los suelos	3
2.2.2. Densidad aparente.....	4
2.2.3. Estructura de los suelos	5
2.2.4. Color	5
2.2.5. Profundidad de suelo	5
2.3. Propiedades químicas de los suelos	6
2.3.1. pH del suelo	6
2.3.2. Materia orgánica	6
2.3.3. Fósforo	7
2.3.4. Potasio.....	7
2.3.5. Capacidad de intercambio catiónico	8
2.3.6. Cationes cambiabiles	8
2.4. Agricultura migratoria	9
2.4.1. La tala y quema en el manejo en la agricultura	9
2.4.2. Efecto en las propiedades físicas del suelo	10
2.4.3. Efecto en las propiedades químicas del suelo.....	10
2.5. Calidad de suelo	11
2.5.1. Indicadores de calidad de suelos.....	12
2.6. Antecedentes	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Lugar de ejecución	15
3.1.1. Accesibilidad	15
3.1.2. Vegetación	15
3.2. Materiales y equipos	16
3.2.1. Material cartográfico	16
3.2.2. Materiales y equipos de campo.....	16

3.2.3.	Equipos de laboratorio	16
3.3.	Metodología	16
3.3.1.	Unidades exploratorias (UE)	17
3.3.2.	Recopilación de datos de campo.....	17
3.3.3.	Determinar el perfil edafogénico del suelo.....	18
3.3.4.	Determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo en laboratorio.....	19
3.4.	Características del estudio.....	20
3.4.1.	Tipo de investigación.....	20
3.4.2.	Unidades exploratorias (UE)	20
3.5.	Variables	20
3.5.1.	Variables independientes	20
3.5.2.	Variables dependientes	20
3.6.	Análisis estadístico.....	21
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1.	Perfil edafogénico del suelo sin quema (SSQ)	22
4.1.1.	Suelo sin quema (SSQ).....	22
4.2.	Efecto de la quema sobre las propiedades físicas del suelo en las unidades exploratorias (SSQ y SCQ).....	23
4.2.1.	Textura.....	23
4.3.	Efecto de la quema sobre las propiedades químicas del suelo en las unidades exploratorias (SSQ y SCQ).....	26
4.3.1.	Reacción del suelo o pH del suelo.....	26
4.3.2.	Contenido de materia orgánica en el suelo	27
4.3.3.	Contenido de nitrógeno en el suelo	29
4.3.4.	Contenido de fósforo disponible (ppm) en el suelo.....	31
4.3.5.	Contenido de potasio (kg/ha ⁻¹) en el suelo	33
4.3.6.	Contenido de CICE en el suelo	34
4.3.7.	Contenido de calcio (Ca ²⁺) del suelo	36
4.3.8.	Contenido de Mg ²⁺ del suelo	37
V.	CONCLUSIONES	40
VI.	PROPUESTA A FUTURO	41
VII.	REFERENCIAS.....	42
	ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas	Página
1. Definición de los separados del suelo.	3
2. Clasificación de la profundidad del suelo para uso agrícola.....	5
3. Clasificación del pH de los suelos.	6
4. Clasificación de la materia orgánica de los suelos.....	7
5. Clasificación del fósforo para uso agrícola.....	7
6. Clasificación del potasio.	8
7. Clasificación de la capacidad de intercambio catiónico.	8
8. Métodos para determinar los indicadores físicos.	19
9. Métodos para determinar los indicadores químicos.....	20
10. Descripción del perfil edafogénico del suelo sin quema (SSQ).....	22
11. Estadísticos descriptivos del pH en suelos con y sin quema.....	26
12. Prueba t para el pH en suelos con y sin quema.	26
13. Estadísticos descriptivos de la materia orgánica en suelos con y sin quema.	28
14. Prueba t para el contenido de materia orgánica en los suelos con y sin quema.	28
15. Estadísticos descriptivos de nitrógeno en suelos con y sin quema.	30
16. Prueba t para el contenido de nitrógeno en los suelos con y sin quema.	30
17. Estadísticos descriptivos Contenido de fosforo disponible (ppm) en el suelo con y sin quema.....	31
18. Prueba t para contenido de fosforo disponible (ppm) en el suelo con y sin quema.	32
19. Estadísticos descriptivos Contenido de potasio (kg/ha-1) en el suelo sin y con quema.	33
20. Prueba t para el contenido de potasio (kg/ha ⁻¹) en el suelo con y sin quema.....	33
21. Estadísticos descriptivos de la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICe) en el suelo sin y con quema.	35
22. Prueba t para la CIC en suelos con y sin quema.	35
23. Estadísticos descriptivos del contenido de calcio del suelo con y sin quema.....	36
24. Prueba t para el contenido de calcio en suelos con y sin quema.....	37
25. Estadísticos descriptivos de contenido de magnesio (Mg ²⁺) en suelos con y sin quema.	38
26. Prueba t para magnesio en suelos con y sin quema.	38
27. Datos meteorológicos durante la ejecución del experimento Agosto.	46
28. Datos meteorológicos durante la ejecución del experimento Setiembre.	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Relación de los constituyentes de tierra por tamaño, definiendo las clases texturales y sub clases de arena.....	4
2. Croquis de la parcela en estudio.....	17
3. Metodología de muestreo del suelo según Tropical Soil Biolog y and Fertility IProgramme (TSBF, IUBS/UNESCO).	18
4. Porcentaje de arena, limo y arcilla de 0-15 cm de profundidad antes de la quema.	23
5. Porcentaje de arena, limo y arcilla de 15-30 cm de profundidad antes de la quema.	24
6. Porcentaje de arena, limo y arcilla de 0-15 cm de profundidad después de la quema.	24
7. Porcentaje de arena, limo y arcilla de 15-30 cm de profundidad después de la quema.	25
8. Nivel de pH, de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias antes y después de la quema.....	27
9. Porcentaje de materia orgánica, de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias antes y después de la quema.	29
10. Contenido de nitrógeno (%) de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias (SSQ y SCQ).	30
11. Contenido de fosforo disponible (ppm) de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias (SSQ y SCQ).	32
12. Contenido de potasio (kg/ha ⁻¹) de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias (SSQ y SCQ).	34
13. Contenido de CIC de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias (SSQ y SCQ).	35
14. Contenido de calcio de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias (SSQ y SCQ).	37
15. Contenido de magnesio de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias (SSQ y SCQ).	39
16. Área de evaluación.	50

17. Delimitación de la unidad a explorar.	50
18. Ejecución de la calicata.	51
19. Toma de muestra.	51
20. Muestreo de suelo.	52
21. Quema de suelo en estudio.	52
22. Quema del área a explorar.	53
23. Suelo después de la quema.	53

RESUMEN

La actividad de rozo, tumba y quema se ha vuelto utilizada por los agricultores durante muchos años, esta actividad también no es ajena en el centro poblado de Nuevo Trujillo, ubicado en el departamento de Huánuco, donde los agricultores realizan la quema controlada del rozo, para posteriormente utilizar para sus distintos tipos de cultivos. Por esta razón las características físicas y químicas se viene alterando, causando distintos efectos en el suelo. La investigación se realizó en bosque secundario con más de 30 años; con el propósito de conocer el efecto de la quema de las propiedades físicas y químicas de suelo; la metodología consistió en recopilación de datos, donde se tomaron 30 muestras antes y después de la quema controlada, se llevaron analizar en el laboratorio de UNAS, para el estudio se consideró dos unidades exploratorias: Suelo sin quema (SSQ) y con quema (SCQ). Los resultados obtenidos fueron: en las propiedades físicas del suelo cambio la clase textural de franco a Franco arenoso en los dos estratos en estudio (0-15 y 15-30 cm), evidenciándose disminución de limo. En las propiedades químicas del suelo después de la quema a una profundidad de 0-15 y 15 – 30 cm se determinó un incremento de pH; materia orgánica; nitrógeno; fósforo y potasio; la capacidad de intercambio catiónico efectiva cambia en el estrato de 0-15cm, no se encuentran los iones Al^{+3} e H^{+} y a una profundidad de 15-30 cm la CICE disminuye considerablemente; los cationes cambiabiles como calcio disminuyeron y el magnesio incremento.

Palabras claves: Quema, bosque secundario, propiedades físicas y químicas, efectos del suelo.

ABSTRACT

The Effect from Burning Secondary Forest on the Physical and Chemical Properties of the Soil on the Nvo. Trujillo Farm

The activity of slashing, felling, and burning has become [widely] used by farmers for many years; this activity is also not foreign to the town of Nuevo Trujillo, located in the Huánuco department, [of Peru], where farmers carry out controlled burning from slashing, in order to later use [the land] for distinct types of crops. This is the reason that the physical and chemical characteristics are being altered, causing distinct effects on the soil. The research was carried out in a more than thirty year old secondary forest with the purpose of understanding the effect of burning on the physical and chemical properties of the soil. The methodology consisted in collecting data, where thirty samples were taken before and after the controlled burning. They were taken to be analyzed in the UNAS's (acronym in Spanish) laboratory. For the study, two exploratory units were considered: unburned soil (SSQ – acronym in Spanish) and burned [soil] (SCQ – acronym in Spanish). The results that were obtained were that: for the physical properties, the soil changed from a loamy textural class to a sandy loam for the stratum in study (0-15 and 15-30 cm), showing a decrease in the silt. For the chemical properties of the soil after burning, at a depth of 0-15 and 15 – 30 cm, it was determined that there was an increase in the pH, organic matter, nitrogen, phosphorous, and potassium; the cation exchange capacity had a change for the 0 – 15 cm strata; the Al^{+3} and H^{+} ions were not found; and at a depth of 15-30 cm, the CEC (CIC in Spanish) decreased considerably. [Also] the exchangeable cations such as calcium decreased, and the magnesium increased.

Keywords: burning, secondary forest, physical properties, chemical properties, effects on the soil.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la población ha conllevado a la migración de las personas en busca de una mejor calidad de vida y mejores ingresos económicos, migrando hacia la selva peruana, desarrollando la actividad de la agricultura, donde esta actividad se inicia con el corte o rozo, que es la eliminación de los árboles, posteriormente se realiza la quema de la biomasa seca, en algunos casos son quemadas controladas, este tipo de actividad está definido como la agricultura migratoria; que alteran los factores climáticos y biodiversidad y el equilibrio de la naturaleza.

Esta actividad del rozo y tumba son más utilizadas por los agricultores por el fácil manejo posterior a la quema, la intervención del hombre sobre los suelos, mediante la quema genera un incremento de fertilidad a corto plazo, que a su vez los cultivos que se instalan asimilan rápidamente estos nutrientes obteniéndose mejores rendimientos; a pesar del aumento de la fertilidad de los suelos, estos al estar descubiertos son expuestos al sol, las lluvias, y vientos, donde se van perdiendo por volatilización, la escorrentía, la infiltración y por el viento.

Los efectos ocasionados después de la quema que se producen en el suelo, teniendo cambios positivos o negativos en los atributos fisicoquímicas. Entre algunas modificaciones físicas encontradas es la reducción en fracciones de la textura arcillosa, sumando las reducciones de estos volúmenes de compuesto puede verse afectada la micro agregación, esto llevaría a la reducción o degradación de la microestructura edáfica (Andreu et al. 2001); se mostraron incrementos de pH, Ca, Mg, K y Na, los otros elementos que no modificaron variación en sus contenidos como el N total y disponible Arocena y Apio (2003); la destrucción de la materia orgánica por las altas temperaturas generado por el fuego disminuye su concentración de CO (carbono orgánico) en el suelo.

En el distrito de Puerto Inca, los agricultores del centro poblado Nuevo Trujillo buscan los bosques secundarios o también denominados purma alta, para realizar esta labor cultural de la tala y quema, se practica todos los años en la época de menos precipitación (julio-setiembre), ocasionando la deforestación de los bosques y dejando sin cubierta el suelo, vulnerables a la erosión; provocando un desperfecto superior de este medio y una disminución de los suelos aprovechables. Esto conduce a preguntarnos ¿Cuál es el efecto de la quema en los atributos físicas y químicas del suelo? Debido a la problemática mencionada, se plantea la siguiente hipótesis: la quema afecta significativamente en los atributos físicas y químicas en el suelo.

Objetivo general:

– Evaluar el efecto de la quema en las propiedades físico y químicas en un suelo de bosque secundario, Puerto Inca-Huánuco.

Objetivos específicos

- Determinar el perfil edafogénico del suelo de la unidad exploratoria suelo sin quema.
- Realizar el análisis de las propiedades físicas (textura) en las dos unidades exploratorias; suelo sin quema y suelo con quema.
- Realizar el análisis de las propiedades química en las unidades exploratorias; suelo sin quema y suelo con quema.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El suelo

Los medios edáficos son sistemas dinámicos donde se producen modificaciones y transformaciones, es el procedimiento de interacción de los atributos fisicoquímicos y biológicos, estos procedimientos acontecen de manera paralela para producir la materia orgánica que consiste entre nutrientes, agua y sostén para los árboles y organismos distintos (Enríquez, 1999; citado por Domínguez, et al. 2005). Asimismo, el medio edáfico es un grupo o recurso natural desarrollado por fases como sólida entre ellas están los minerales y la MO, al mismo tiempo también está la fase líquida y la gaseosa que compone el área de la tierra, los que componen de forma horizontal o mediante estratos de minerales distintas como rocas que se encuentran en consecuencia de adiciones, en transformaciones de materia y energía, que posee la facultad para asistir de soportar a la vegetación en el medio que se desarrollan (Jordán, 2006).

2.2. Propiedades físicas de los suelos

2.2.1. Textura de los suelos

La propiedad física denominada textura, consiste en la proporción relativa de arena (a), limo (L) y arcilla (A) que se encuentran en distintos medios; estos niveles están constituidas por partículas menores de 2 mm. Este atributo predetermina una mayor relevancia en determinar en el fácil abastecimiento de nutriente, agua y aire, que ayudará el desarrollo de las plantas, también se menciona que es la propiedad que no se modifica (Pritchett, 1990). Sin embargo, ayuda a determinar el grado de abastecimiento de nutrientes, así como el almacenamiento de agua y aire para su normal desarrollo de las plantas (Bullón, 1978; citado por Aliaga y Garzón, 2016).

Tabla 1. Definición de los separados del suelo.

Separado	Rango de Diámetro de partícula		
	USDA*	ISSS**	DIN y BSI***
Arena	2 – 0,05	2 – 0,02	2 – 0,08
Limo	0,05 – 0,002	0,02 – 0,002	0,08 – 0,002
Arcilla	< 0,002	< 0,002	< 0,002

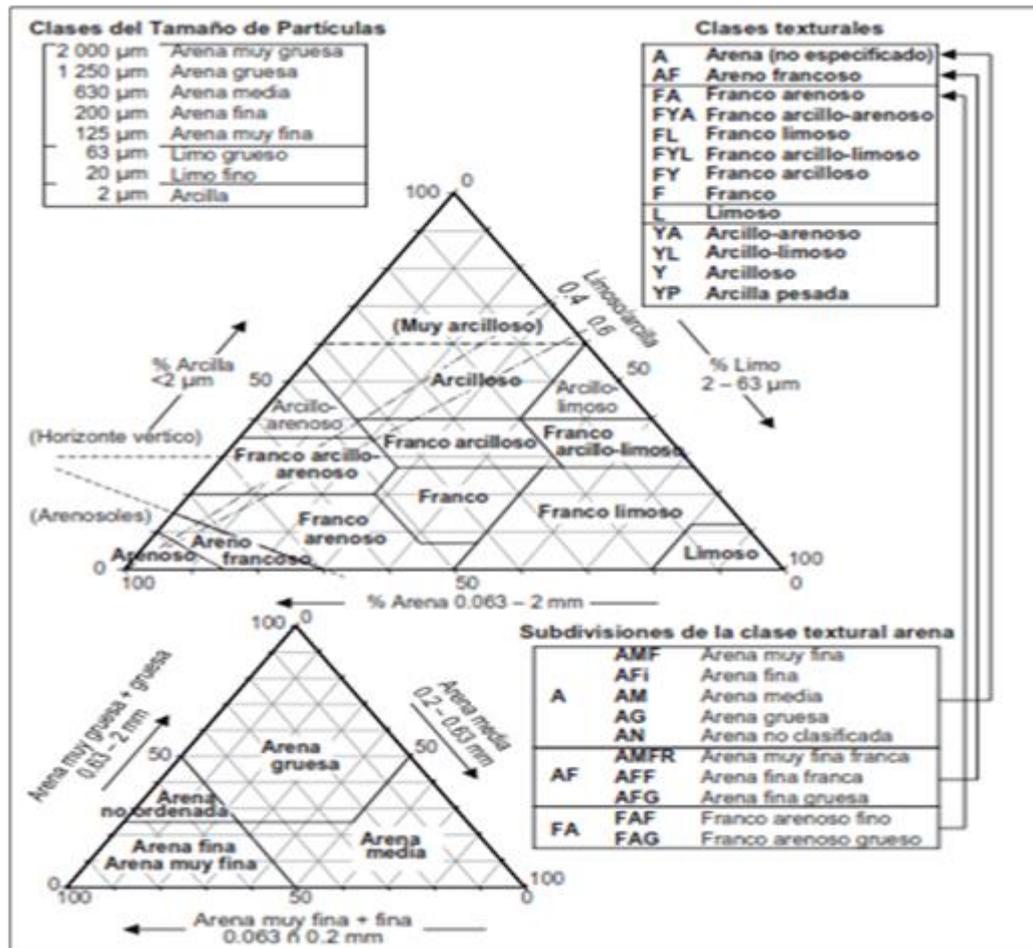
Fuente: (JARAMILLO, 2002).

* : Sistema del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

** : Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo.

***: DIN: Instituto Alemán de Estándares; BSI: Instituto Británico de Estándares.

El triángulo textural se usa para encontrar la clase textural del suelo. Las dimensiones de partículas que superan a 2,0 mm se denominan a nivel textural como gravilla y arenilla, por los arquetipos un suelo arenoso con 20,0% de gravilla está en la clasificación de franco-arenoso con existencia de gravas.



Fuente: Ortiz y Ortiz, (1995).

Figura 1. Relación de los constituyentes de tierra por tamaño, definiendo las clases texturales y sub clases de arena.

2.2.2. Densidad aparente

La densidad volumétrica del suelo depende principalmente del espacio que ocupa los orificios al momento de contar en el volumen de la muestra edáfica, sin embargo, esta distribución de la fracción de las partículas depende de los indicadores físicos como textura, su estructura, humedad y grado de compactación y químicos como el contenido de MO principalmente (Bullón, 1978), citado por Aliaga y Garzón (2016).

2.2.3. Estructura de los suelos

Los atributos físicos del medio edáfico constituyen por su textura y estructura, la estructura edáfica conocida como contenido de formación como, por ejemplo, la formación de terrones con pequeñas aberturas y espacios sin la participación antrópica (Cairo, 1995).

2.2.4. Color

El matiz edáfico es un atributo físico que facilita suponer cualidades interesantes del medio edáfico, por ejemplo, la formación de los minerales, edad y proceso, rubefacción, acumulación de carbonatos, el contenido de MO húmeda. También permite distinguir mediante colores denominado horizonte del suelo (Jordán 2006). Los colores del suelo se distinguen convenientemente en comparación con la tabla de colores del libro Munsell, el libro contiene 175 hojas coloreadas arreglados de acuerdo a las anotaciones (Ortiz y Ortiz, 1995).

2.2.5. Profundidad de suelo

En edafología se denomina al grosor del suelo desde la superficie hasta alcanzar a la roca, sin embargo, la denominación de profundidad efectiva es la profundidad en donde crece la raíz arbórea, desde la superficie hasta la profundidad alcanzable de la raíz (Rodríguez, 2001).

Tabla 2. Clasificación de la profundidad del suelo para uso agrícola

Profundidad (cm)	Clasificación
Más de 90	Optimo
60 a 90	60 a 90 Bueno
40 a 60	Moderado
30 a 40	Regular
Menor de 30	Marginal

Fuente: RODRIGUEZ, (2001).

Las profundidades de las raíces de las plantas están limitadas por barreras físicas y químicas, de igual manera el nivel del agua, la profundidad o perfil edáfica se mide físicamente con equipos como el barreno (Ortiz y Ortiz, 1990).

2.3. Propiedades químicas de los suelos

2.3.1. pH del suelo

El valor de pH del medio edáfico otorga información sobre los efectos perjudiciales de la acidez, el suelo se puede clasificar según el valor de su pH, así como también el según su escala de acidez o basicidad, y estas se expresan en pH (Jordán, 2006). El rango o escala de estas son de 0 – 14, consideradas menores a 7 ácidos y mayores a 7 alcalinos (Quintana, et al., 1983).

Tabla 3. Clasificación del pH de los suelos.

pH	Clasificación
<4,6	Extremadamente ácidos
4,6 a 5,2	Muy fuertemente ácidos
5,2 a 5,6	Fuertemente ácidos
5,6 a 6,2	Medianamente ácidos
6,2 a 6,6	Ligeramente ácidos
6,6 a 6,8	Muy ligeramente ácidos
6,8 a 7,2	Neutros
7,2 a 7,4	Muy ligeramente alcalinos
7,4 a 7,8	Ligeramente alcalinos
7,8 a 8,4	Medianamente alcalinos
8,4 a 8,8	Fuertemente alcalinos
8,8 a 9,4	Muy fuertemente alcalinos
>9,4	Extremadamente alcalinos

Fuente: Quintana, et al. (1983).

2.3.2. Materia orgánica

La materia orgánica del suelo desde el punto de vista práctico utilizando para la mejora del suelo, la materia orgánica es la fuente primordial natural que se relaciona fácilmente con otros atributos del suelo para un buen desarrollo de la planta. Según el Soil Survey Laboratory [SSL], citado por Jaramillo (2002).

El concepto de MO del suelo se refiere a los elementos compuestos orgánicamente, sin embargo, en ella están los componentes de animales, vegetales y finalmente la descomposición de ambos. El comportamiento complejo y dinámico de este sistema alimenta de manera natural suelo para el desarrollo biológico, físico y químico bajo la transformación de los factores físicos, químicos y biológicos (Jordán, 2006).

Tabla 4. Clasificación de la materia orgánica de los suelos.

Rango %	Clasificación
<2	Pobre
2 a 4	Medio
>4	Alto

Fuente: Quintana, et al. (1983).

2.3.3. Fósforo

El P se menciona que es permanente en el medio edáfico, porque este elemento no muestra composición inorgánica que podrían ser volatilizado y lixiviado. Este elemento por su elevada estabilidad o permanencia provoca muy poca solubilidad (capacidad de disolverse), que en algunos casos muestra deficiencia en la disponibilidad del recurso de P para la vegetación, por más que exista la continua mineralización de este elemento. Sin embargo, la capacidad del contenido de este elemento P total parece estar vinculado con el contenido de MOS Fassbender, (1984), citado por Jordán, (2006).

Tabla 5. Clasificación del fósforo para uso agrícola.

Rango (ppm)	Clasificación
<10	Pobre
10 a 20	Medio
>20	Alto

Fuente: Quintana, et al. (1983).

2.3.4. Potasio

El elemento de potasio trae consigo a nivel mundial, su presencia y su distribución meteorizado se genera de presentaciones geomorfológicos relacionados de minerales como feldespatos y micas. Sin embargo, en los suelos arenosos el potasio será pobre porque su meteorización está formada a partir de materiales pobres, ahora en suelos arcillosos el potasio es alto porque su meteorización está formada a partir de materiales ricas en potasio (feldespatos y micáceos). La presentación del elemento K en el suelo contiene una fracción mínima del K total (Fassbender, 1984; citado por Jordán, 2006).

Tabla 6. Clasificación del potasio.

Rango (meq/100g)	Clasificación
<0,2	Pobre
0,2 a 0,3	Medio
>0,3	Alto

Fuente: Quintana, et al. (1983).

2.3.5. Capacidad de intercambio catiónico

Por CIC (capacidad de intercambio catiónico) se comprende como los procedimientos reversibles, por ejemplo: las partículas sólidas del suelo retienen iones en la fase líquida y que al mismo tiempo dejan de absorber otros cationes con el fin de establecer un equilibrio entre ambas del mismo (Fassbender, 1975 citado por Jordán, 2006).

Tabla 7. Clasificación de la capacidad de intercambio catiónico.

Rango (meq/100g)	Clasificación
<5	Muy bajo
5 a 15	Bajo
15 a 25	Media
25 a 40	Alta
>40	Muy alta

Fuente: Quintana, et al. (1983).

Este proceso de intercambio catiónico procede gracias a los atributos específicos del complejo intercambio coloidal de las partículas del suelo, esta carga electrostática tiene un gran espacio para generar el intercambio. La MOS, arcillas y los hidróxidos cumplen una función de intercambio (Domínguez, 2005). Para que haya intercambio existe la preferencia, favoritismo de la selectividad del catión por otros, es así que este proceso es competitivo y reversible (Silva, 2004).

2.3.6. Cationes cambiables

Calcio: el Ca^{+2} intercambiable es el catión con mayoría entre las bases cambiables. Los contenidos de Ca^{+2} dependerán del material parental meteorizado y el contenido de MOS y la arcilla, generalmente la cantidad de Ca^{+2} en el suelo excede a las exigencias del cultivo.

Magnesio: la fracción del Mg^{+2} intercambiable en proporción es menor al Ca^{+2} (20,0% de BT), el contenido de Mg^{+2} dependerán del material parental meteorizado y el contenido de MOS y la arcilla (Aliaga y Garzón, 2016).

2.4. Agricultura migratoria

También conocido como corte y quema de los bosques, es un sistema preminente de la selva peruana y otros países amazónicos. Que este sistema consiste en derribar los arboles ya sean bosques primarios o secundarios para aprovechar su máxima producción de los cultivos y luego abandonar por un lapso de tiempo hasta que se recupere el suelo y volver con las mismas actividades. Esta actividad tradicional sigue de generación en generación perdiéndose rápidamente su esencia de concentración de los minerales producidos por la alteración brusca en los atributos biológicos del suelo y también por la deforestación (Alegre, et al., 2006).

Los nutrientes generados por la quema suelen a perderse muy rápidamente por lixiviación y volatilización por consecuencia de muchos factores precipitación, viento, insolación, cubierta vegetal. Estos nutrientes liberados por la quema duran muy poco tiempo dependiendo del cultivo que se realice (Vélez, 2000).

2.4.1. La tala y quema en el manejo en la agricultura

Estas actividades son los antecedentes de los agricultores de época antigua y los agricultores de ahora siguen arrastrando, esas actividades no se pueden seguir arrastrando porque las áreas disminuyeron por el crecimiento poblacional. También realizaban por la mano de obra, era más fácil después de la quema, la actividad de la agricultura en las áreas de tala y quema se hacía hasta que el terreno quemado ya no responda con buena producción luego consistía en el abandono para migrar (Fernández, et al., 2002).

Las actividades de rozo, tumba y quema fue parte de desarrollo de la agricultura tradicional migratorio de la zona amazónica. La actividad es cuestionable y la presión incrementa y los interesados en el tema están en la búsqueda de alternativas. Para disminuir el suelo desnudo generado por la agricultura migratoria es generar una vegetación para mejorar la estructura del suelo para el desarrollo de la raíz. Condiciones después de la quema:

- (i): Incremento en el pH del suelo debido a la alcalinidad de la ceniza.
- (ii) Mejora el acceso a la siembra.
- (iii) La reducción de las malas hierbas, así como las plagas y enfermedades.

Las desventajas de la quema son: pérdidas de nutrientes de N, S y también en mínimas cantidades el P y K, se asume que esta pérdida asciende a 96%, 76%, 47% y 48% (Holscher, et al., 1997).

Mcgrath, et al. (2001) manifestaron que los cambios generados por la quema traen consigo en el suelo como a pérdida de las propiedades fisicoquímicas, biológicas y la acumulación del CO₂, así como también por cambiar a otro sistema agroforestal. Siguen creciendo las preocupaciones en temas relacionados al efecto invernadero y como mitigar el cambio climático, una de las propuestas es generar cultivos masivos de bosques, que cada vez estos temas son investigados.

2.4.2. Efecto en las propiedades físicas del suelo

Se concluye en la modificaciones o cambios por ejemplo en las propiedades físicas como el decremento de las arcillas, disminución del contenido de compuesto orgánico. Estos cambios podrían reducir en la microagregación y llevar a la degradación estructura edáfica (Andreu, et al., 2001).

Otra de las propiedades físicas afectadas es la textura, ya que el fuego influye en eliminar la cobertura y mediante ello provocar la erosión. Los suelos sin cobertura (quema) provocan la erosión en suelos arenosos por factores extremas de precipitación, a eso se suma una fuerte pendiente. En zonas planas el daño es menor con las precipitaciones en suelos arenosos, por la propia textura la infiltración es rápida en caso de otros elementos hay pérdida como en cualquier suelo (Smith, 1962 citado por Gaspar, 2012).

Según Ketterings, et al. (2000) en el estudio realizado en campo, encontraron una deducción de las siguientes propiedades física como limo, arcilla y un incremento súbita de arena. Este experimento se realizó en campo a temperaturas mayores a 600 °C y a temperaturas menores un incremento de arena en los primeros cinco centímetros de la superficie del suelo.

En la región semiárida de Argentina predominan las cenizas volcánicas, minerales amorfos y esmectitas, por lo tanto, el contenido del CIC y la arcilla son bastante altas. Sin embargo, si se provocará un fuego o quema, las altas temperaturas provocarían una disminución del CIC y la fracción de la arcilla, esto llevaría a ciertas consecuencias al rendimiento promedio del cultivo (Hepper, et al., 2006).

2.4.3. Efecto en las propiedades químicas del suelo

Según Arocena y Opio (2003) menciona que, al generar quemas las propiedades químicas como pH, Ca, Mg, K y Na incrementaron en sus contenidos, sin embargo, en el contenido de nitrógeno total y disponible no encontraron modificaciones.

En los suelos afectados por quema, la pérdida de nutrientes se debería a la volatilización, así como el lavado de cenizas por el suelo sin cobertura y el viento, sin embargo, el enriquecimiento de la mineralización es atribuida atreves de ceniza provocado

por la quema de la biomasa aérea, estas minerales están en gran cantidad (exceso) y la mayoría de estos se desperdicia mediante factores antes mencionados (Giardina, et al., 2000 citado por Gaspar, 2016).

Según Seubert, (1974) citado por Gaspar (2016), nace su interrogante sobre la quema de la biomasa aérea en el medio edáfico y su efecto sobre los niveles nutrimentales. El estudio realizado en la selva peruana, realizado en la agricultura migratoria y los efectos en los resultados fueron:

- El estado de las bases incremento con notoriedad en la actividad de las quemas.
- El contenido de Ca, Mg y K intercambiables incrementó el triple después de la quema, sin embargo, en la zona aclarada con el buldózer se ha mantenido igual.
- El P disponible incrementó considerablemente con la quema.
- El contenido de MOS no ha disminuido con la quema, pero el carbón orgánico y el N han disminuido en la zona aclarada con buldózer porque se arrastró la capa superior del suelo (humus) a las pilas de desperdicio.

Martínez (2001) afirma que, el deterioro del suelo se presenta siempre en cuando se pierde la MOS y para que este activa la MOS depende de la humedad del suelo, con la actividad de la quema se altera al sistema del suelo y se pierde.

En las investigaciones realizados en temas de quema de residuos vegetales y mantenimiento de residuos en superficie del suelo, se encontraron que en 24 meses después de la quema, el suelo mostraba deficiencias en carbono orgánico, N total, en cambio no se vio esa deficiencia en P y K, otros elementos como Ca y Mg fueron volatilizados por altas temperaturas (quema) en 10 centímetros del suelo (Fernández, et al., 1999).

Según Batista (2005), en su investigación realizada en Brasil sobre quema y no quema de los residuos vegetales resultaron con discrepancias sobre la pérdida e incremento de nutrientes antes y después de la quema, en los resultados de su investigación no mostró alteraciones en el suelo, tampoco en la acides y otros elementos como: Ca^{++} , Mg^{++} , P, K^+ en los primeros 10 cm del suelo.

2.5. Calidad de suelo

En suelos con diversidad por propia naturaleza o por alteraciones antrópicas en: frágiles, ácidos, escaso en nutrientes, variantes en condiciones de climas (temperatura, viento y precipitación), estas limitarían el avance tecnológico y convencional en la agricultura. Unas de las características de suelos ácidos generalmente son escaso en nutrientes, pobres en atributos fisicoquímicas, biológicas y bajo en disponibilidad nutrimental (He, et al., 2003).

Los suelos con características antes mencionadas son limitados para la producción agrícola, su degradación es rápido mediante (erosión, lixiviación y contaminación). Sin embargo, los suelos ácidos tienen un manejo especial, así como en socio-económico y ecológico en la zona tropical y subtropical. Un suelo con eficiente calidad de mínima aceptabilidad en condiciones para cultivo, también es necesario conocer su dinámica de la calidad mediante el análisis, monitoreo de suelos para mejorar sus prácticas agrícolas (He, et al., 2003).

En las propiedades del suelo, se podrían caracterizar como la actividad, diversidad de organismo (organismos en los procesos bioquímicos), sostenibilidad, calidad ambiental del suelo, sanidad vegetal y otros atributos relacionados a la calidad (He et al., 2003).

Se ha escuchado el termino sobre la calidad por primera vez en “Un informe” fue en una agenda para la agricultura en “National Research Council Committee (NRCC)” con el título de “Calidad del Suelo y Agua” en EE. UU. En las décadas de 90 (Acevedo, et al., 2005).

2.5.1. Indicadores de calidad de suelos

Los indicadores son la forma en que se mide una variable (variables de análisis que permiten simplificar, cuantificar y comunicar algo complejo de la manera más sencilla) para poder obtener de ese variable el valor final por ejemplo en las propiedades físicas tenemos: textura, densidad, temperatura del suelo (SQI, 1996).

2.5.1.1. Indicadores físicos

Los indicadores físicos en gran medida permiten la capacidad de soporte para las plantas, la condición física como, por ejemplo: rigidez, fuerza de sostenimiento, facilidad de penetración, aireación, capacidad de drenaje, almacenamiento de agua, plasticidad, retención de nutrientes, textura, estructura, densidad, consistencia, temperatura, color, disponibilidad de oxígeno, dinámica del agua (Rucks, et al., 2004).

2.5.1.2. Indicadores químicos

Lo indicadores químicos en gran medida permite la fertilidad, el alimento para las plantas entre ellos tenemos: CIC, reacciones del ion, pH y otros (Lazo, 1992).

2.6. Antecedentes

Oliveira (2006), en su investigación titulado “Los efectos del fuego prescrito sobre matorral en las propiedades del suelo”, desarrolló los atributos del suelo quemado en Tuña, municipio de Tineo. Las muestras recolectadas fueron de una parte afectada por quema

controlada. Los resultados mostraron incremento temporal de fertilidad de suelos, la recolección de datos se realizó en 7, 30 y 90 días, con profundidades de 2, 5 y 10 cm de la superficie, es notoriedad el incremento de carbono, nitrógeno, potasio, calcio, magnesio y el fósforo asimilable. También después de la quema disminuyeron las arcillas e incrementaron las arenas y viceversa en los días antes mencionados de recolección de datos. Sugerencia del autor para aprovechar los nutrientes después de la quema, una buena alternativa sería instalar rápidamente el cultivo y así mismo cubrir rápidamente el suelo, para no volatilizar, lavado de nutrientes, dejar que la brotación quemada germine.

Pascual (2011), en la investigación titulada “Efectos a corto y largo plazo del fuego sobre algunas propiedades del suelo”, en este estudio se evaluaron diferentes intensidades del fuego provocados con fines de estudio en zonas de bosque de eucalipto, cercal al parque nacional Namadgi (ACT, Australia). Los resultados mostraron modificaciones en pH porque, toda la superficie estuvo cubierta de cenizas por corto tiempo, durante ese tiempo la liberación de grandes cantidades de cationes y la oxidación de MOS contribuyeron en el incremento de pH.

Aguirre (2000), en la investigación titulada “Impacto de la quema controlada en los pastizales de los páramos de la Sierra Central – Perú”, menciona que los siguientes atributos fisicoquímicos como: temperatura, humedad, pH, %MOS, P, K, CIC y % saturación de bases no se encontró una afectación directa por la combustión provocada. El investigador menciona que, se puede utilizar el fuego como recurso para controlar algunos excesos (mejorar la condición de vegetación). Pero cabe tener mayor investigación para señalar que factores podrían ser más afectados (impacto) como tipos, subtipos de la vegetación.

Aliaga y Garzón (2016), en su investigación titulada “Efecto de la quema de purmas sobre la calidad del suelo en el distrito de Pichanaki – Chanchamayo”, los procedimientos para obtener los datos siendo la recolección de 36 muestras de 1,0 kg a 5, 30 y 60 cm de profundidad de la superficie del suelo al inicio y final de la quema. Los resultados siendo en la textura (franco arenoso) no se modificó, Porosidad al inicio a 5 cm de profundidad 50,76% y al final 53,04%. Al inicio a 30 cm de profundidad 47,5% al final 47,17%, se interpreta a los primeros 5 cm de profundidad las modificaciones son más altas que según la profundidad, capacidad de campo perdió la humedad en las dos profundidades de 29,38% a 14,13% y 21,34% a 14,62%. Los atributos químicos fueron variantes como: pH, (6,09 a 7,46), aumentó en los primeros 5 cm de profundidad y la MOS (4,5% a 2,04%) bajó en los primeros cinco centímetros y los cationes intercambiables aumentaron en las dos profundidades (5 y 30 cm).

Gaspar (2012), en su investigación titulado “Efecto de la quema en las propiedades químicas y carbono orgánico en el suelo, en condiciones de selva alta en la microcuenca “La alcantarilla” Tingo María”, el procedimiento de recolección de datos consistió (área sin quema y área quemada). Los resultados muestran las siguientes propiedades fisicoquímicas: pH (4,54 a 4,29), P (5,82 a 4,32 ppm), N (0,05%) constante, MOS (1,01 a 1,14%), K (164,46 a 176,46 g/ha⁻¹) y la capacidad de intercambio catiónico (2,69 a 3,36 meq/100 gr de suelo).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en el Fundo Díaz ubicado en el centro poblado de Nuevo Trujillo, en el distrito y provincia de Puerto Inca, región Huánuco, aproximadamente 3,5 horas de la ciudad de Pucallpa. El área a explorar se encuentra en las coordenadas UTM (Zona 18 L, Datum WGS 84), a 393578 m E., 8966248 m N; altitud de 168 msnm.

El lugar cuenta con 60 Ha de terreno de los cuales se distribuye con 30 Ha de bosque primario (bosque virgen) y 20 Ha de bosque secundario (purma alta y baja) y 10 Ha con cultivo como cacao, bolaina cítrico y plátano.

Así mismo el trabajo de gabinete se llevó a cabo en el laboratorio de conservación de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales Renovables y en el laboratorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

3.1.1. Accesibilidad

Para llegar al área de estudio partimos de la ciudad de Pucallpa, el viaje se puede realizar con auto, camioneta y minivans con dirección al centro poblado de Puerto Súngaro, por la carretera Fernando Belaunde Terry llegamos a Puerto Súngaro en 3 horas aproximadamente, partimos del pueblo con dirección al caserío de Nuevo Trujillo con una movilidad de motokar que se llegara en 20 min. Aproximadamente en el área de investigación.

3.1.2. Vegetación

En el área de estudio está conformada por árboles grandes, que presenta tres estratos relativamente diferenciados. La altura del dosel varía aproximadamente de 25 a 30 m con árboles emergentes que pueden llegar hasta 35 m de alto; el estrato medio entre los 8 hasta los 15 m. El sotobosque presenta sectores densos y otros pueden ser ralos, con cobertura del dosel semi-cerrada.

Las formas de vida más predominantes son los árboles, luego en menor importancia los arbustos y finalmente las hierbas; también varias especies de lianas y algunas especies de epífitas. Las familias más representativas son: Annonaceae, Myristicaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Flacourtiaceae, Meliaceae, Nyctagynaceae, Melastomataceae, Cecropiaceae, Piperaceae, Acanthaceae, Icacinaceae, Tiliaceae, Ulmaceae, Sterculiaceae, Gesneriaceae, Violaceae, Arecaceae, Bombacaceae, Thymeliaceae, Sapotaceae, entre otras. Así mismo las especies más representativas son: *Oxandra mediocres*, *Dendrobangia multinervia*, *Guarea pterorhachis*, *Matisia cordata*, *Conceveiba rhytidocarpa*,

Virola peruviana cf., *Neea spruceana*, *Pentagonia spathicalyx*, *Schoenobiblus diphnoides*, *Apeiba membranacea*, *Celtis schippii*, *Leonia glycycarpa*, *Aphelandra arundinacea*, *Mendoncia smithii*, *Guatteria megalophylla*, *Guatteria* spp., *Oxandra xylopioides*, *Rollinia schunkei* cf., *Rollinia* sp., *Trigynaea* sp., *Unonopsis* sp., *Tabernaemontana undulata*, *Euterpe precatoria*, *Geonoma diversa* cf., *Jacaranda copaia*, *Cordia nodosa*, *Jacaratia digitata*, *Cecropia sciadophylla*, *Coussapoa* sp., *Pourouma mollis* cf., *Chrysochlamys ulei*, *Tapura* sp., *Alchornea glandulosa*, *Alchorneopsis floribunda*, *Drypetes amazonica*, *Hevea guianensis*, *Nealchornea yapurensis*, *Sapium marmieri*, *Albizia niopoides* aff., *Bauhinia longicuspis*, *Bauhinia* sp., *Inga* spp., *Inga tomentosa*, *Carpotroche* sp., *Carpotroche longifolia*, *Casearia* sp., *Laetia procera*, *Tetrathylacium macrophyllum*, *Besleria aggregata*, *Heliconia chartacea*, *Pleurothyrium* sp., *Eschweilera andina*, *Tetrapteryx* sp., *Calathea* sp., *Miconia amazonica*, entre otras.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material cartográfico

Carta elaborada a escala 1:100,000 elaborado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

3.2.2. Materiales y equipos de campo

- Bolsas.
- Recipientes.
- Pala.
- Machete
- Cámara digital.
- GPS.
- Termómetro.
- Laptop.
- Libreta.
- Cilindro de densidad aparente.

3.2.3. Equipos de laboratorio

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

3.3. Metodología

La metodología del proyecto de investigación, consistió en la recopilación de datos de las propiedades físicas y químicas del suelo antes del rozo y después de la quema de

bosque secundario de 20 años. Para el estudio se consideró dos unidades exploratorias (UE) a las que se denominó suelo sin quema (SSQ) y suelo con quema (SCQ).

3.3.1. Unidades exploratorias (UE)

3.3.1.1. Suelo sin quema (SSQ)

Se realizó a identificación del suelo con características de un bosque secundario (purma alta), donde se procedió a realizar el muestreo del suelo por el método de transecto.

3.3.1.2. Suelo con quema (SCQ)

Después de ejecutar las actividades de rozo y tumba, se procedió a realizar la actividad de la quema controlada después de dejar secar durante de tres meses, posteriormente después de un lapso de tres días, se realizó el muestreo del suelo, esta actividad también se realizó por el método de transectos.

3.3.2. Recopilación de datos de campo

Se realizó la identificación de la unidad exploratoria Suelo Sin Quema (CSQ). Posteriormente se ejecutó la demarcación del área a explorar, el cual fue de 50 m de largo x 50 m de ancho para cada tipo de SUT (Figura 2).

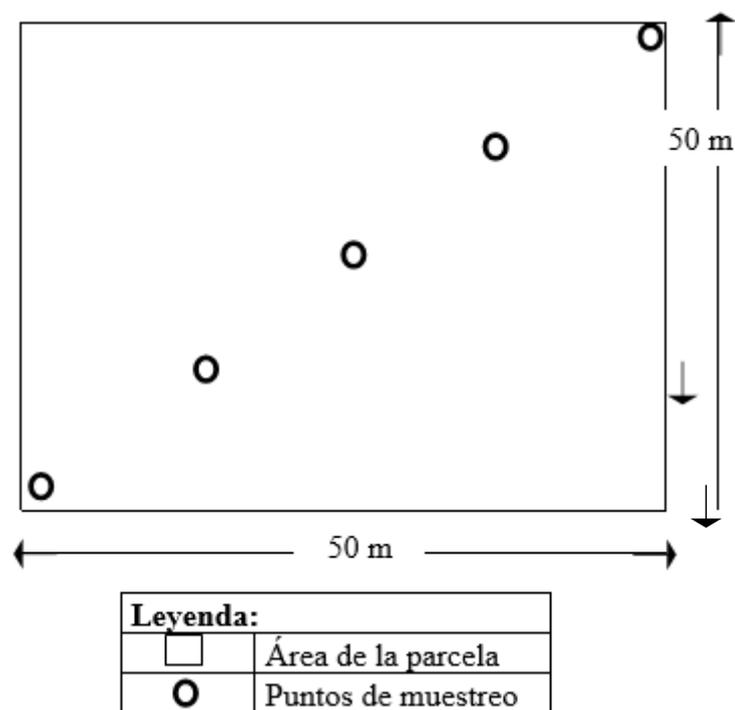


Figura 2. Croquis de la parcela en estudio.

El método de muestreo del suelo a evaluar es similar al recomendado por Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF), el área de la unidad básica de muestreo es un monolito de 25 cm x 25 cm x 30 cm de profundidad, a lo largo de un transecto para cada uno de las unidades exploratorias (Suelo Sin Quema y Suelo Con Quema).

Por cada unidad exploratoria descrita, se tomó seis muestras (monolitos) entre cada siete metros aproximadamente entre la longitud del transecto; por lo cual, se realizó doce puntos de muestreo en total. En cada muestra que representa un monolito se separaron en tres estratos sucesivos (0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm), extrayéndose un total de treinta y seis muestras, para ser analizadas en el laboratorio (Figura 3).

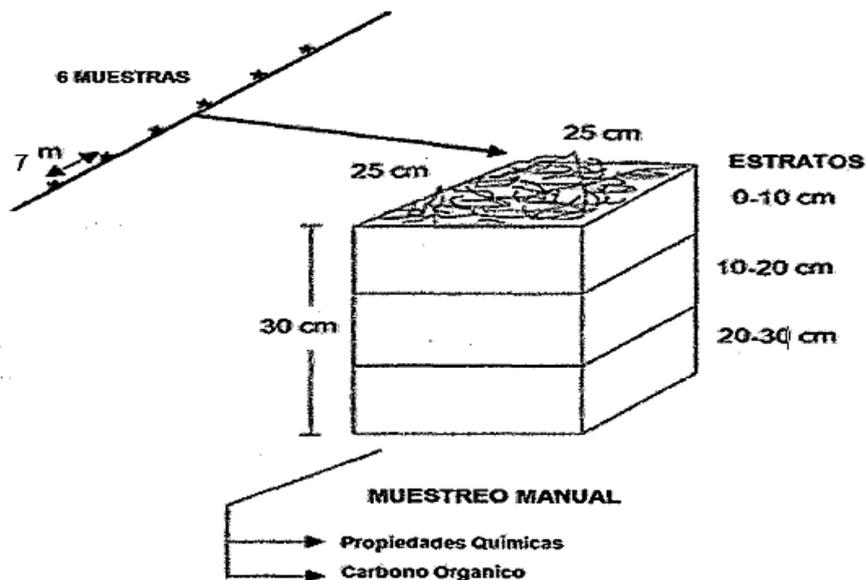


Figura 3. Metodología de muestreo del suelo según Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF, IUBS/UNESCO).

Se realizó una calicata con una dimensión de 80 cm X 80 cm X 100 cm, de largo, ancho y profundidad respectivamente. A fin de permitir una adecuada inspección de las paredes, El material excavado se depositó en la superficie en forma ordenada, separado de acuerdo a la profundidad y horizonte correspondiente.

3.3.3. Determinar el perfil edafogénico del suelo

Para determinar el perfil edafogénico del suelo se realizó una calicata antes del rozo y fue clasificada según la clasificación Soil Taxonomy realizando las siguientes actividades:

- Reconocimiento preliminar de la zona con la finalidad de determinar los patrones geológicos y edáficos dominantes.
- Lectura de algunos cortes naturales con la finalidad realizar la lectura de las características físico-morfológicas del suelo.
- Elaboración de una leyenda cartográfica de los suelos a estudiar.
- Mapeo sistemático de los suelos mediante chequeos o perforaciones hasta 1,50 m. de profundidad. En cada chequeo se evaluaron los parámetros edáficos siguientes:

Tipo de material parental	(M)
Textura en superficie (30cm)	(t)
Altitud	(msnm)
Coordenadas	(UTM)
Reacción o pH	(r)
Pendiente	(p)
Profundidad	(pr)
Dist. Raíces	
Nivel freático	(cm)
Vegetación	(V)

3.3.4. Determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo en laboratorio

La determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo fue de acuerdo a las siguientes tablas:

Tabla 8. Métodos para determinar los indicadores físicos.

Indicadores físicos	Método
Textura del suelo	Método del hidrómetro de Boyoucos

Fuente: Acevedo, et al. (2005).

La estimación de la densidad aparente fue determinada por el método del cilindro, que consistió en introducir un cilindro metálico en las paredes del monolito, diferenciándolos por estratos (0-15cm y 15-30cm.) para lo cual cada cilindro poseía un volumen definido, luego estas muestras fueron secados al horno a 105°C por 72. horas, para determinar su peso seco (ms). Posteriormente, el peso seco se dividió entre el volumen del suelo (volumen interno del cilindro).

Tabla 9. Métodos para determinar los indicadores químicos.

Indicadores químicos	Método
Materia orgánica	Método de Walkley y Black
Reacción del Suelo o pH	Método del Potenciómetro
Nitrógeno Total	Método de Kjeldahl
Fosforo disponible	Método de Olsen
Potasio disponible	Método del Ácido Sulfúrico
CIC	Método del Acetato
Bases cambiables (Ca + Mg)	Método del Versenato

Fuente: Acevedo, et al. (2005).

3.4. Características del estudio

3.4.1. Tipo de investigación

El trabajo correspondió al tipo de investigación descriptivo.

3.4.2. Unidades exploratorias (UE)

Para el estudio se consideraron dos unidades exploratorias suelo sin quema (SSQ) y suelo con quema (SCQ).

3.5. Variables

3.5.1. Variables independientes

Las variables independientes son las dos unidades exploratorias en estudio:

- Suelo sin quema (SSQ).
- Suelo con quema (SCQ).

3.5.2. Variables dependientes

- Textura del suelo.
- Materia orgánica.
- Reacción del suelo o Ph.
- Nitrógeno total.
- Fosforo disponible.
- Potasio disponible.
- CIC.
- Bases cambiables (Ca y Mg).

3.6. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se analizaron aplicando estadística descriptiva en un inicio para evaluar su comportamiento entre las dos unidades exploratorias, suelo sin quema (SSQ) y suelo con quema (SCQ). Para encontrar diferencias estadísticas entre las dos unidades exploratorias SSQ SCQ con respecto a las variables dependientes se utilizó la prueba t de student para la inferencia basadas en dos muestras.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Perfil edafogénico del suelo sin quema (SSQ)

Se realizó la identificación y descripción de los horizontes del suelo de la unidad exploratoria suelo sin quema (SSQ) en estudio.

4.1.1. Suelo sin quema (SSQ)

- Región : Huánuco.
- Provincia : Puerto Inca.
- Distrito : Puerto Inca.
- Microcuenca : Nuevo Trujillo.
- Clasificación Soil Taxonomy : Aquic Udifluvents.
- Pendiente : 5 %
- Zona de Vida : Bosque húmedo Premontano Tropical (bh – BT)
- Drenaje : Bueno.
- Nivel freático : No visible.
- Material Parental : Aluvial.
- Vegetación : Monte alto (Purma).

Tabla 10. Descripción del perfil edafogénico del suelo sin quema (SSQ).

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
O	0 -1	Materia orgánica
A	22	Franco, marrón claro (10 YR 7/1) en húmedo, granular fino y medio, débil, fuertemente ácido (pH 4,24), bajo contenido de materia orgánica, (2,02%), bajo contenido de fósforo (5,13 ppm), muy bajo contenido de potasio (47 ppm), CIC bajo (7,53 meq/100 g suelo), raíces poco abundantes finas y gruesas, permeabilidad moderada, limite gradual.
B	25	Franco, marrón claro (10 Y 8/3) en húmedo, bloques subangulares finos y medios, moderados, fuertemente ácido (pH 4,25), bajo contenido de materia orgánica, (1,82%), bajo contenido de fósforo (5,84 ppm)., muy bajo contenido de potasio (48,27 ppm), CIC bajo (9,89 meq/100 g suelo), pocas raíces finas y gruesas, permeabilidad moderada, limite gradual.

En la agricultura migratoria que se practica en la región de la selva, se realiza la quema, con el fin de eliminar toda vegetación y así tener mayor disponibilidad de nutrientes con la presencia de las cenizas al mismo tiempo de extender sus terrenos agrícolas consideran que ahorran tiempo; pero en realidad deben cultivar más terreno para cosechar lo mismo. Esta práctica va traer consigo efectos colaterales, como cambio en la textura y la pérdida de las propiedades químicas, tal como mencionan Volke, et al., (2005) que la quema altera las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, provocando erosión de los suelos y consigo trayendo consecuencias ecológicas. De acuerdo a los horizontes que presenta el área en estudio, es un suelo con características de ser pobre en sus propiedades químicas del suelo.

4.2. Efecto de la quema sobre las propiedades físicas del suelo en las unidades exploratorias (SSQ y SCQ)

4.2.1. Textura

4.2.1.1. Suelo sin quema (SSQ)

Se observa en la Figura 4, que seis de las muestras extraídas presentan una textura Franco.

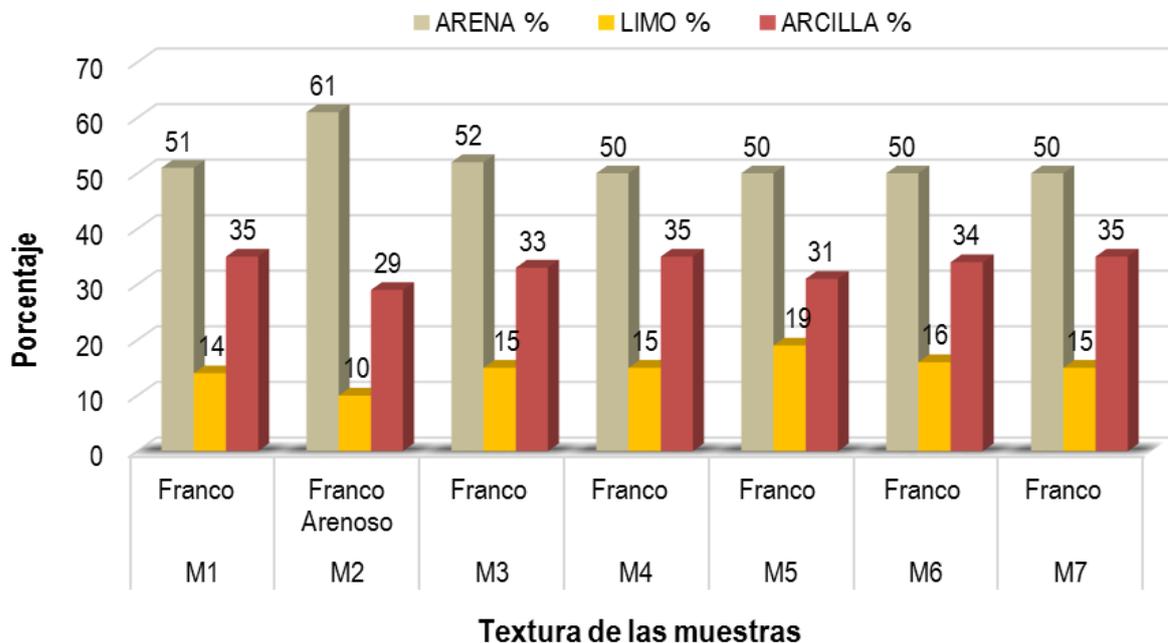


Figura 4. Porcentaje de arena, limo y arcilla de 0-15 cm de profundidad antes de la quema.

En la Figura 5, se observa que de las siete muestras tomadas solo la dos es de textura franco arenosa, posiblemente sea por el menor porcentaje de arcilla y limo con respecto a las demás muestras en estudio.

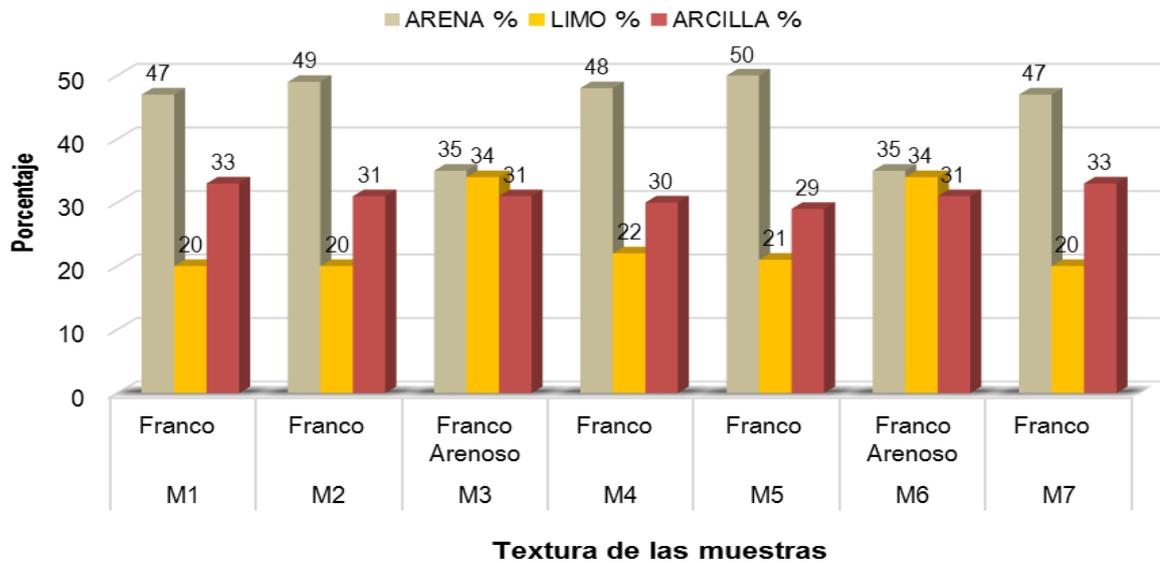


Figura 5. Porcentaje de arena, limo y arcilla de 15-30 cm de profundidad antes de la quema.

En la Figura 5, se aprecia que de las siete muestras tomadas la tres y seis son de textura franco arenosa, posiblemente sea por que tienen porcentaje similares de arena, limo y arcilla; con respecto a las demas muestras en estudio.

4.2.1.2. Suelo con quema (SCQ)

Se observa en la Figura 6 y 7 que en todas las muestras extraídas son de textura franco arenoso y que presentan un mayor porcentaje de arena, seguido de arcilla y limo.

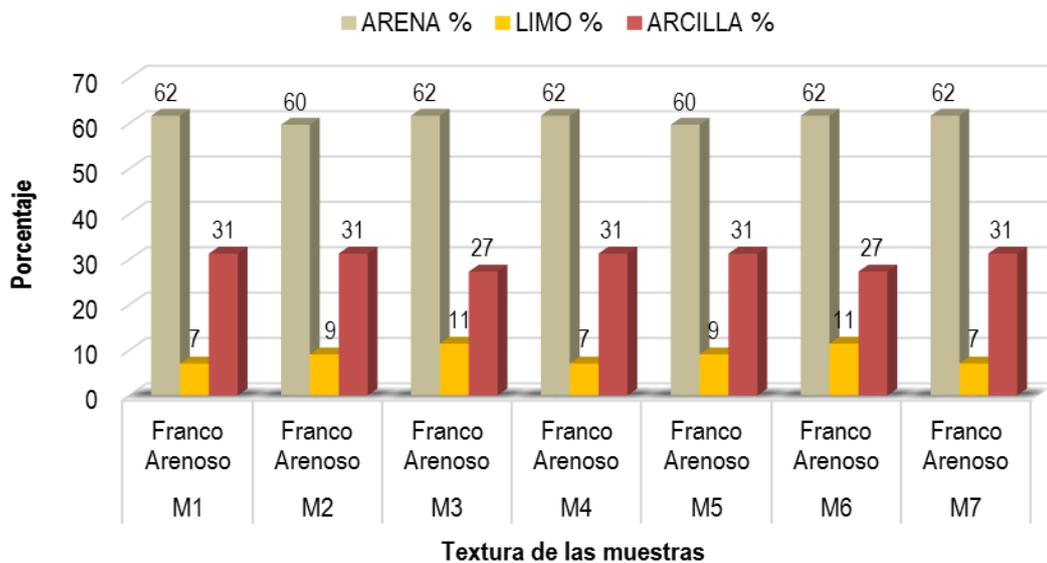


Figura 6. Porcentaje de arena, limo y arcilla de 0-15 cm de profundidad después de la quema.

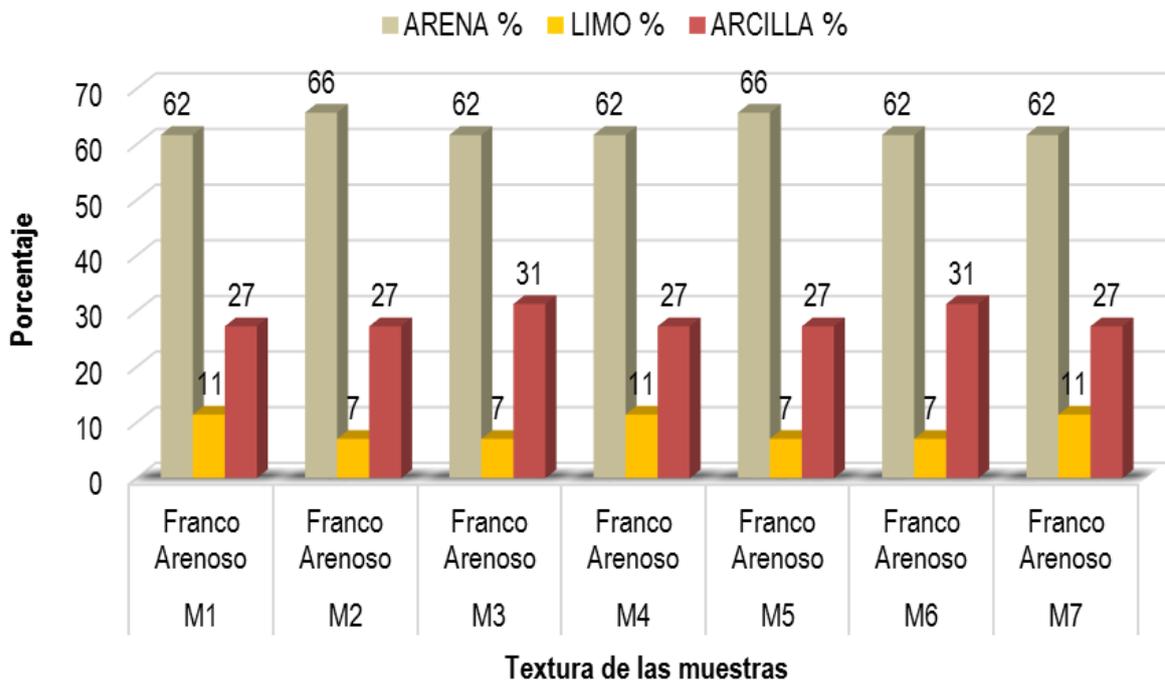


Figura 7. Porcentaje de arena, limo y arcilla de 15-30 cm de profundidad después de la quema.

El conocimiento de la composición granulométrica de los suelos sin quema (SSQ) y con quema (SCQ) es importante para cualquier estudio por que ayuda a determinar no solo la facilidad de abastecimiento de nutrientes si no también agua y aire tan importantes para la vida de las plantas y su nutrición tal como menciona Bullón (1978); citado por Aliaga y Garzón (2016); por lo tanto es necesario mencionar que el suelo antes de la quema presento una textura franco y franco arenoso (Figura 4 y 5); indicándonos ser suelos adecuados para cualquier cultivo debido a que favorecen los procesos biológicos, fisiológicos y químicos del suelo tal como reporta López (2015). No obstante, los suelos después de la quema (Figura 6 y 7) solo presentaron la clase textural Franco arenoso indicándonos ser adecuadas para el desarrollo de diferentes clases de cultivo debido a ser muy productivos si se les maneja correctamente Mogollón y Comerma (1994), citado por Herrera (2015), debido a la mayor cantidad de arena que presenta y por ende es probable que tenga mayor capacidad de aireación y una baja retención de agua. Después de la quema del suelo se incrementó las partículas texturales de arena posiblemente por la acción del fuego y alta intensidad; coincidiendo con los estudios de Pascual (2011), Aliaga y Garzón (2016), quienes después de la acción del fuego encontraron un aumento de la fracción gruesa (arena).

4.3. Efecto de la quema sobre las propiedades químicas del suelo en las unidades exploratorias (SSQ y SCQ)

4.3.1. Reacción del suelo o pH del suelo

En la tabla 11 se observa, las medias por estratos estudiados con un incremento de 2,64 y 1,14 cm a una profundidad de 0-15 y 15-30 cm respectivamente, además presentan un coeficiente de variación (cv) de 2,22, 6,93, 3,23 y 1,26 % en ambos estratos, antes y después de quemar el suelo, es decir una excelente homogeneidad de datos observados para el pH.

Tabla 11. Estadísticos descriptivos del pH en suelos con y sin quema.

Profundidad (cm)	Quema	N	Media	CV (%)
0-15	Antes	7	4,24	2,22
	Después	7	6,88	6,93
15-30	Antes	7	4,25	3,23
	Después	7	5,39	1,26

En la tabla 12, muestra los resultados de la prueba de t para la reacción del suelo o pH. En el primer estrato (0-15 cm) existe alta significación estadística con un p-valor=0,0001 a un nivel de 5% es decir existe diferencias antes y después de realizar la quema. En cuanto al segundo estrato (15-30 cm) también existe alta significación estadística con un p-valor=0,0001 a un nivel de 5% es decir que existe diferencias antes y después de realizar la quema entre las unidades exploratoria (SCQ y SSQ).

Tabla 12. Prueba t para el pH en suelos con y sin quema.

Profundidad (cm)	t	GL	Sig.
0-15	-12,24	6,00	<0,0001**
15-30	-19,33	6,00	<0,0001**

** : Alta significancia estadística (p=0.01).

En la figura 8, se observa con más detalle los niveles de pH en un suelo con y sin quema en las diferentes profundidades de suelo.

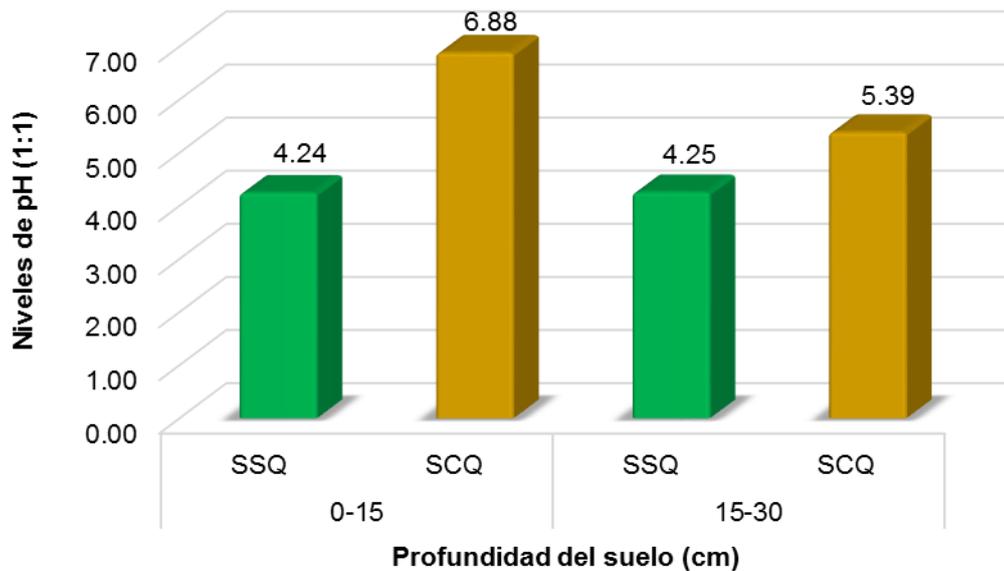


Figura 8. Nivel de pH, de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias antes y después de la quema.

Al presentar los datos en la tabla 11, observamos que a la profundidad de 0- 15 y 15 - 30 cm antes de la quema del suelo el pH es de 4,24 y 4,25 respectivamente, caracterizándolo como extremadamente ácido; y después de quema el pH incremento a 6,88 y 5,39 en la profundidad del suelo de 0-15 y 15-30 cm teniendo una clasificación de ligeramente ácido y fuertemente ácido respectivamente, los cuales se consideran favorables para la mayoría de los cultivos tal como menciona Domínguez, (2005). El incremento de pH posiblemente se deba a la ceniza y sus componentes tal como reportan Ullery, et al, (1995), citado por Giovannini, et al. (1990), que en suelos quemados se incrementa el pH, debido a que las cenizas aportan carbonatos, óxidos y cationes básicos, donde el humedecimiento de las mismas produce la hidrólisis de los cationes básicos contenidos en ellas y consecuentemente la elevación del pH, debido a que la humedad relativa 97% (Tabla Anexo B) posiblemente humedeció el suelo; también es probable que la intensidad del incendio aumento considerablemente debido a la pérdida de grupos OH^- de los minerales de la arcilla y la formación de óxidos Giovannini, et al. (1990) con lo que concordamos con Aliaga y Garzón (2016), quienes tuvieron un ligero incremento del pH después de la quema del suelo.

4.3.2. Contenido de materia orgánica en el suelo

En la tabla 13 se observa, las medias por estratos estudiados con un incremento de 1,81 y 2,48 cm a una profundidad de 0-15 y 15-30 cm respectivamente, además presentan un coeficiente de variación (cv) de 2,33 % para 0-15 cm de profundidad antes de la

quema, es decir una excelente homogeneidad de datos observados y después de la quema el cv es 17,14% es decir los datos son variados; a la profundidad de 15-30 cm presento un cv de 41,53 y 20,34 % antes y después de la quema respectivamente es decir que los datos observados son muy variables.

Tabla 13. Estadísticos descriptivos de la materia orgánica en suelos con y sin quema.

Profundidad (cm)	Quema	N	Media	CV (%)
0-15	Antes	7	2,02	2,33
	Después	7	3,85	17,14
15-30	Antes	7	1,82	41,53
	Después	7	4,30	20,34

En la tabla 14, muestra los resultados de la prueba de t para la materia orgánica. En el primer estrato (0-15 cm) existe alta significación estadística con un p-valor=0,0001 a un nivel de 5% es decir existe diferencias antes y después de realizar la quema. En el segundo estrato (15-30 cm) también existe alta significación estadística con un p-valor=0,0001 a un nivel de 5% es decir que existe diferencias antes y después de realizar la quema entre las unidades exploratoria (SCQ y SSQ).

Tabla 14. Prueba t para el contenido de materia orgánica en los suelos con y sin quema.

Profundidad (cm)	t	GL	Sig.
0-15	-7,91	6,00	<0,0002**
15-30	-6,51	6,00	<0,0006**

** : Alta significancia estadística (p=0,01).

En la Figura 9, se observa con más detalle el porcentaje de materia orgánica en un suelo con y sin quema en las diferentes profundidades.

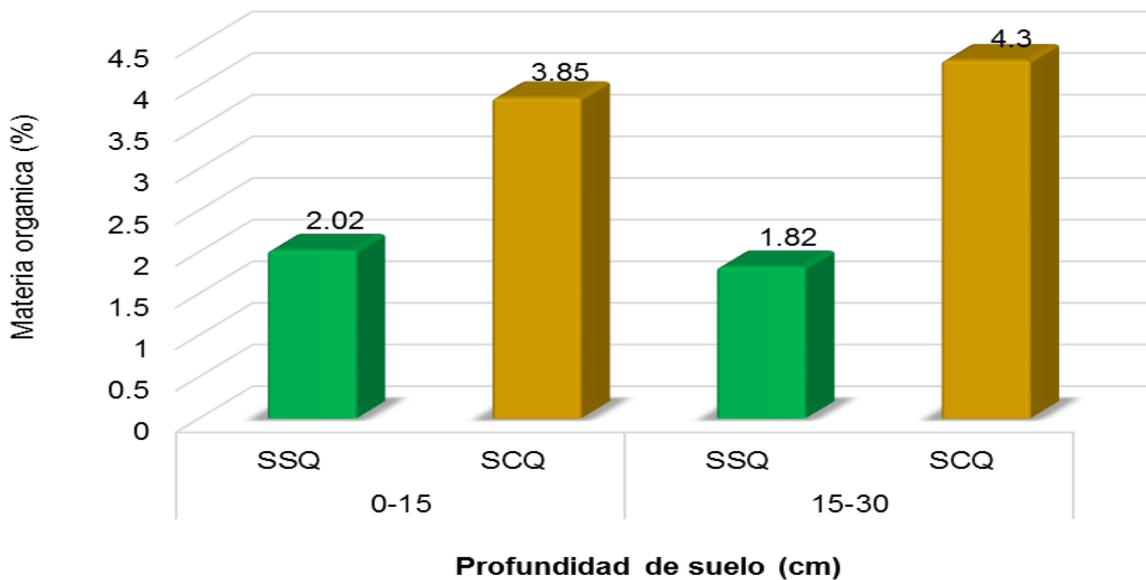


Figura 9. Porcentaje de materia orgánica, de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias antes y después de la quema.

En los resultados que se muestran en la tabla 13, los suelos antes de la quema en 0-15 y de 15-30 cm presentan 2,02 y 1,82 de materia orgánica teniendo una clasificación de medio a bajo respectivamente; sin embargo, se vieron incrementados en 3,85 y 4,30 después de la quema del suelo, siendo de clasificación de medio a alta respectivamente posiblemente se deba a que se formaron complejo órganos-metálicos, tal como menciona Allison, et al. (1985), citado por Ramos, et al. (2001), que cuando hay mayor contenido de materia orgánica se pueden estar formando complejos de cambio, quelatos, complejos organometálicos donde los suelos generan procesos que gobiernan la solubilidad y la bioasimilación de metales pesados, los cuales conllevan a una alta toxicidad en los suelos, estos complejos pasan a mayores profundidades, constituyéndose una mayor contaminación de las napas freáticas según Jackson (1982), citado por Quiroz (2011); sin embargo los resultados obtenidos coinciden con Gaspar (2012) quien reporta que sus resultados obtenidos con referencia a la materia orgánica no disminuyeron después de la quema.

4.3.3. Contenido de nitrógeno en el suelo

En la tabla 15 se observa, las medias por estratos estudiados con un incremento de 0,10 y 0,11 a una profundidad de 0-15 y 15-30 cm respectivamente, además presentan un coeficiente de variación (cv) de 14,85 18,81, 42,20 y 20,89 % en ambos estratos, antes y después de quemar el suelo, es decir una alta variabilidad de datos observados para el contenido de Nitrógeno.

Tabla 15. Estadísticos descriptivos de nitrógeno en suelos con y sin quema.

Profundidad (cm)	Quema	N	Media	CV (%)
0-15	Antes	7	0,10	14,85
	Después	7	0,17	18,81
15-30	Antes	7	0,08	42,20
	Después	7	0,19	20,89

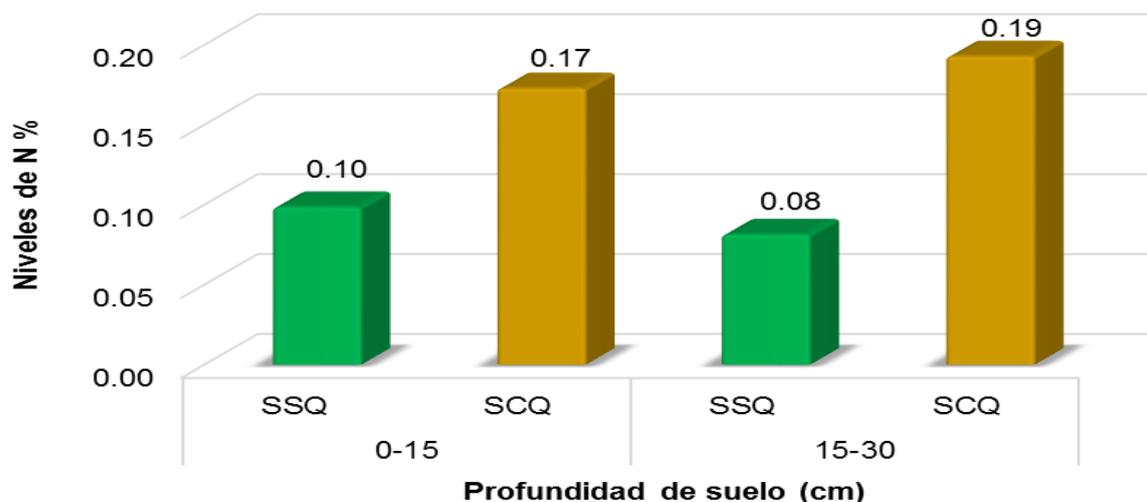
En la tabla 16, muestra los resultados de la prueba de t para el contenido de Nitrógeno. En el primer estrato (0-15 cm) existe significación estadística con un p-valor=0,0001 a un nivel de 5% es decir existe diferencias antes y después de realizar la quema. En el segundo estrato (15-30 cm) también existe alta significación estadística con un p-valor=0,0001 a un nivel de 5% es decir que existe diferencias antes y después de realizar la quema entre las unidades exploratoria (SCQ y SSQ).

Tabla 16. Prueba t para el contenido de nitrógeno en los suelos con y sin quema.

Profundidad (cm)	t	GL	Sig.
0-15	-5,03	6,00	<0,0024*
15-30	-6,27	6,00	<0,0008**

** : Alta significancia estadística (p=0,01).

En la Figura 10, se observa con más detalle los niveles de nitrógeno (%) en el suelo, con y sin quema en las diferentes profundidades.

**Figura 10.** Contenido de nitrógeno (%) de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias (SSQ y SCQ).

En cuanto a los resultados que se muestran en las tablas 15, a 0-15 y 15 - 30 cm presenta 0,10 y 0,08 % de N respectivamente incrementaron ligeramente después de la quema de suelo en 0,17 y 0,19 los cuales concuerdan con Oliveira (2006) y Gaspar (2012), quienes mencionaron que las alteraciones en el suelo, inmediatamente después de la quema incrementaron ligeramente el contenido de nitrógeno temporal de la fertilidad de los suelos quemados.

4.3.4. Contenido de fósforo disponible (ppm) en el suelo

En la tabla 17 se observa, las medias por estratos estudiados con un incremento de 3,55 y 3,63 a una profundidad de 0-15 y 15-30 cm respectivamente, además presentan un coeficiente de variación (cv) de 3,65 % para 0-15 cm de profundidad antes de la quema, es decir una excelente homogeneidad de datos observados y después de la quema el cv es 38,16% es decir los datos son variados; a la profundidad de 15-30 cm presento un cv de 12,38 % antes de la quema es decir una muy buena homogeneidad de datos y después de la quema el cv es de 6,31 % es decir una excelente homogeneidad de datos observados.

Tabla 17. Estadísticos descriptivos Contenido de fósforo disponible (ppm) en el suelo con y sin quema.

Profundidad (cm)	Quema	N	Media	CV (%)
0-15	Antes	7	5,13	3,65
	Después	7	8,68	38,16
15-30	Antes	7	5,84	12,38
	Después	7	9,47	6,31

En la tabla 18, muestra los resultados de la prueba de t para el contenido de Fósforo. En el primer estrato (0-15 cm) existe significación estadística con un p-valor=0,0001 a un nivel de 5% es decir existe diferencias antes y después de realizar la quema. En el segundo estrato (15-30 cm) también existe alta significación estadística con un p-valor=0,0001 a un nivel de 5% es decir que existe diferencias antes y después de realizar la quema entre las unidades exploratoria (SCQ y SSQ).

Tabla 18. Prueba t para contenido de fósforo disponible (ppm) en el suelo con y sin quema.

Profundidad (cm)	t	GL	Sig.
0-15	-2,86	6,00	<0,0289*
15-30	-7,27	6,00	<0,0003**

** : Alta significancia estadística (p=0,01).

En la Figura 11, se observa con más detalle los niveles de fósforo (ppm) en el suelo, con y sin quema en las diferentes profundidades.

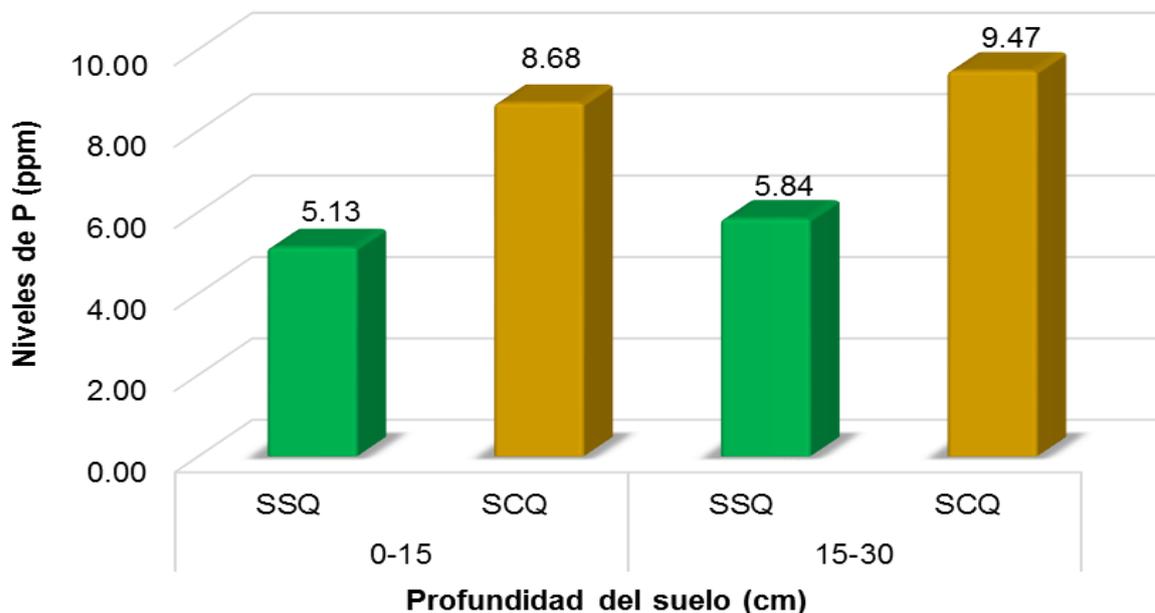


Figura 11. Contenido de fósforo disponible (ppm) de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias (SSQ y SCQ).

En los resultados que se muestran en la tabla 17, se puede apreciar el incremento después de la quema de 3,55 y 3,63 a una profundidad de 0-15 y 15-30 cm respectivamente, indicándonos mayor disponibilidad de P debido a que también incremento el pH, y la materia orgánica así como reporta Fassbender (1984); citado por Domínguez (2005) que el contenido de fósforo en los suelos parece estar ligado con el contenido de materia orgánica y con su evolución pedológica; estos resultados obtenidos coincide con Oliveira (2006), quien determino que las alteraciones en el suelo, inmediatamente después de la quema y a los 7, 30 y 90 días, se produjeron a 0-2, 2-5 y 5-10 cm de profundidad, demostrando la existencia de un incremento temporal de la fertilidad de los suelos quemados (aumento de C, N, K, Ca, Mg y sobre todo de P asimilable); también con Aliaga y Garzón (2016) que

tuvieron incrementos significativos en los 5 cm; sin embargo se discrepa con Gaspar (2012) quien presento disminución de fosforo después de la quema.

4.3.5. Contenido de potasio (kg/ha^{-1}) en el suelo

En la tabla 19 se observa, las medias por estratos estudiados con un incremento de 62,83 y 16,14 cm a una profundidad de 0-15 y 15-30 cm respectivamente; a una profundidad de 0-15 cm presentan un coeficiente de variación (cv) de 4,22 y 6,02 % antes y después de quemar el suelo respectivamente, es decir una excelente homogeneidad de datos observados, en una profundidad de 15 -30 cm con un cv 11,59 y 20,08 % antes y después de quemar el suelo respectivamente, es decir es muy buena homogeneidad de datos para el antes y datos muy variables para el después.

Tabla 19. Estadísticos descriptivos Contenido de potasio (kg/ha^{-1}) en el suelo sin y con quema.

Profundidad (cm)	Quema	N	Media	CV (%)
0-15	Antes	7	47,00	4,22
	Después	7	109,83	6,02
15-30	Antes	7	48,13	11,59
	Después	7	64,77	20,08

En la tabla 20, muestra los resultados de la prueba de t para el contenido de Potasio. En el primer estrato (0-15 cm) existe alta significación estadística con un p-valor=0,0001 a un nivel de 5% es decir existe diferencias antes y después de realizar la quema. En el segundo estrato (15-30 cm) también existe alta significación estadística con un p-valor=0,0001 a un nivel de 5% es decir que existe diferencias antes y después de realizar la quema entre las unidades exploratoria (SCQ y SSQ).

Tabla 20. Prueba t para el contenido de potasio (kg/ha^{-1}) en el suelo con y sin quema.

Profundidad (cm)	t	GL	Sig.
0-15	-21,30	6,00	<0,0000**
15-30	-5,47	6,00	<0,0016**

** : Alta significancia estadística ($p=0,01$).

En la Figura 12, se observa con más detalle los niveles de potasio (Kg/ha^{-1}) en el suelo, con y sin quema en las diferentes profundidades.

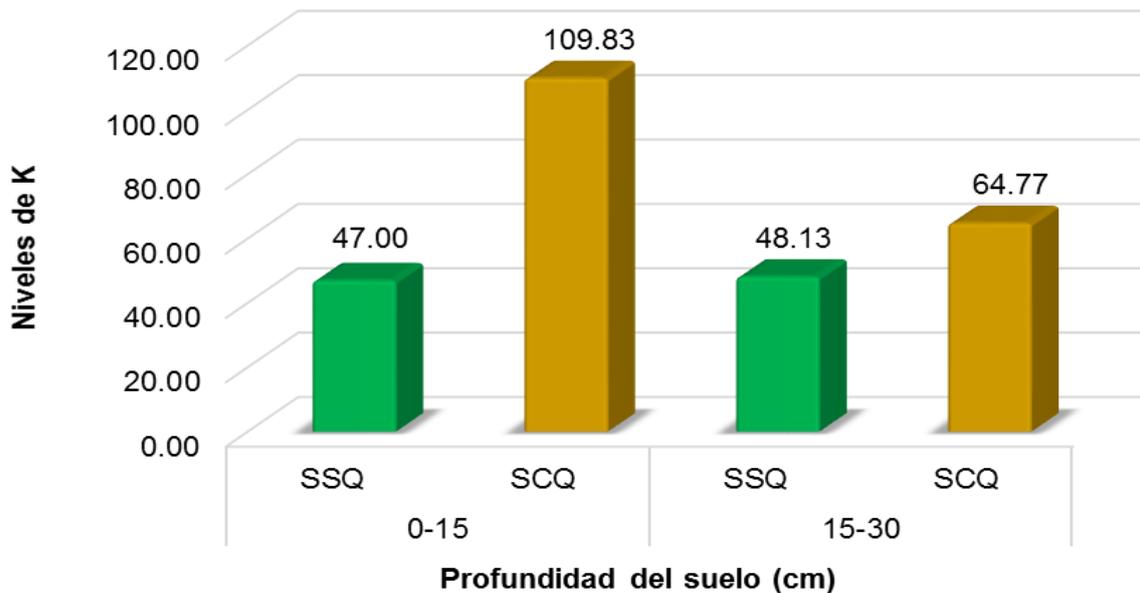


Figura 12. Contenido de potasio (kg/ha^{-1}) de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias (SSQ y SCQ).

En la tabla 19, presenta en los estratos de 0-15 y 15-30 cm un incremento de potasio positivamente en 109,83 y 64,77 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente, posiblemente sea por la descomposición de la materia orgánica ocasionada por el fuego; incrementando así el potasio en el suelo, sin embargo es muy riesgoso para la agricultura por que pueden ser lixiviados, tal como reportan Havlin, et al. (2005) que el K^+ es un ion bastante móvil y se pierde muy fácil por escorrentía y lixiviación; los resultados coinciden con Gaspar (2012) que tuvieron incrementos de potasio a profundidades de 0 – 30 cm; asimismo Seubert (1974), citado por Gaspar (2012), menciona que el potasio incremento considerablemente después de la quema; también podemos atribuir a que no se tuvo buena intensidad o una intensidad baja del fuego lo cual no disminuyo la cantidad de nutrientes tal como describe Carter, et al. (1997) que cuando el fuego es más intenso provoca una pérdida severa de nutrientes.

4.3.6. Contenido de CICE en el suelo

En la tabla 21 se observa, las medias por estratos estudiados con una disminución de 2,50 y 6,84 cm a una profundidad de 0-15 y 15-30 cm respectivamente; a una profundidad de 0-15 cm presentan un coeficiente de variación (cv) de 1,87 % antes de quemar el suelo, es decir una excelente homogeneidad de datos observados y después de quemar tiene 14,6% de cv, es decir muy buena homogeneidad de datos; en una profundidad de 15 -30 cm presenta un cv 10,54 y 10,40 % antes y después de quemar el suelo respectivamente, es decir es muy buena homogeneidad de datos observados.

Tabla 21. Estadísticos descriptivos de la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICe) en el suelo sin y con quema.

Profundidad (cm)	Quema	N	Media	CV (%)
0-15	Antes	7	7,60	1,87
	Después*	7	5,10	14,6
15-30	Antes	7	10,0	10,54
	Después	7	3,16	10,4

*: CIC

En la tabla 22, muestra que en el segundo estrato (15-30 cm) existe alta significación estadística con un p -valor=0,0001 a un nivel de 5% es decir que existe diferencias antes y después de realizar la quema entre las unidades exploratoria (SCQ y SSQ).

Tabla 22. Prueba t para la CIC en suelos con y sin quema.

Profundidad (cm)	t	GL	Sig.
15-30	20,9	6,00	<0,0000**

** : Alta significancia estadística ($p=0,01$).

En la Figura 13, se observa con más detalle la capacidad de intercambio catiónico en el suelo, con y sin quema en las diferentes profundidades.

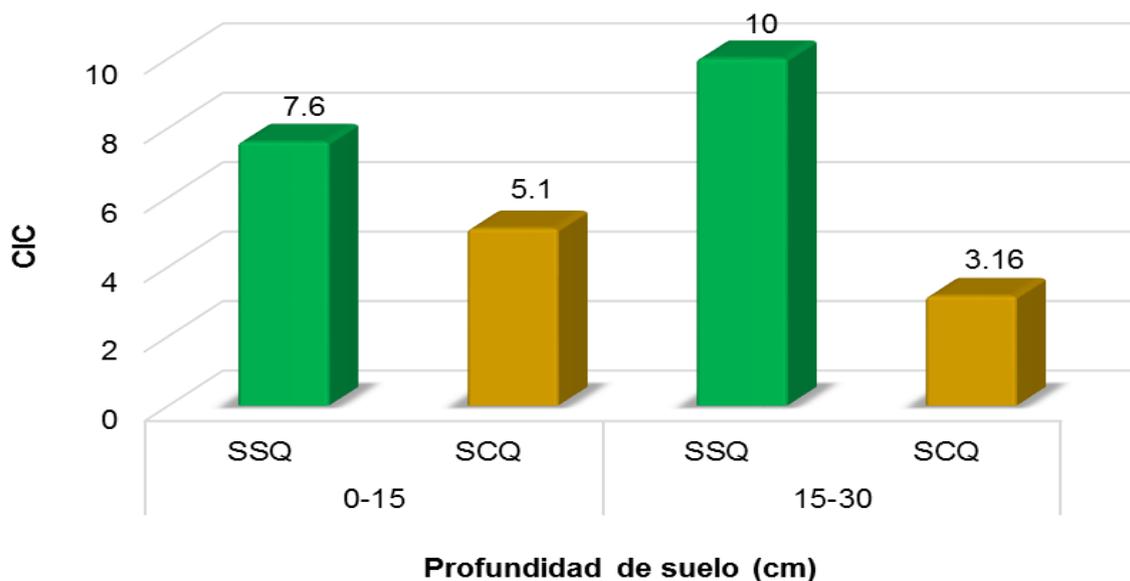


Figura 13. Contenido de CIC de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias (SSQ y SCQ).

En los resultados que se muestran en la tabla 21, se observa que existe una disminución de la CICE después de la quema a 15 -30 cm. Este descenso será más o menos importante dependiendo de la severidad del incendio, contenido previo de materia orgánica, y cantidad de las arcillas tal como menciona Aliaga y Garzón (2016), además de que sus resultados también disminuyeron; de esta manera se pudo haber destruido el complejo coloidal del suelo tal como reporta Fassbender, (1975), citado por Domínguez (2005) que, la materia orgánica, las arcillas y los hidróxidos funcionan como cambiadores; no obstante, es necesario señalar que a la profundidad de 0-15 cm de suelo después de la quema incrementaron los cationes intercambiables obteniendo así una CIC de 5,10 con un aumento de ph de 6,88 (Tabla 11), donde el Al^{+3} y H^+ que representan la acidez potencial en la CIC, el H^+ intercambiable que está presente a $pH < 7$, mientras que el Al^{+3} intercambiable ocurre predominantemente a $pH < 5,5$ tal como señala Havlin, et al. (2005) se vieron afectados por los cationes en la solución del suelo que se incrementaron después de la quema los cuales tendrán efectos de un abonado temporal a mediano y largo plazo, que se irán perdiendo por las pérdidas de lavado después de una lluvia.

4.3.7. Contenido de calcio (Ca^{2+}) del suelo

En la tabla 23 se observa, las medias por estratos estudiados con una disminución de 1,12 y 1,71 cm a una profundidad de 0-15 y 15-30 cm respectivamente; a una profundidad de 0-15 cm presentan un coeficiente de variación (cv) de 4,22 y 6,02 % antes y después de quemar el suelo respectivamente, es decir una excelente homogeneidad de datos observados, en una profundidad de 15 -30 cm con un cv 6,70 % antes de quemar el suelo es decir que tiene una excelente homogeneidad de datos y 16,55 % para el después de la quema, es decir buena homogeneidad de datos.

Tabla 23. Estadísticos descriptivos del contenido de calcio del suelo con y sin quema.

Profundidad (cm)	Quema	N	Media	CV (%)
0-15	Antes	7	3,94	4,22
	Después	7	2,82	6,02
15-30	Antes	7	3,54	6,70
	Después	7	1,83	16,55

En la tabla 24, muestra los resultados de la prueba de t para el contenido de Potasio. En el primer estrato (0-15 cm) existe alta significación estadística con un p-

valor=0,0001 a un nivel de 5% es decir existe diferencias antes y después de realizar la quema. En el segundo estrato (15-30 cm) también existe alta significación estadística con un p-valor=0,0001 a un nivel de 5% es decir que existe diferencias antes y después de realizar la quema entre las unidades exploratoria (SCQ y SSQ).

Tabla 24. Prueba t para el contenido de calcio en suelos con y sin quema.

Profundidad (cm)	t	GL	Sig.
0-15	6,52	6,00	<0,0006**
15-30	69,26	6,00	<0,0000**

** : Alta significancia estadística (p=0,01).

En la Figura 14, se observa con más detalle los niveles de calcio en el suelo, con y sin quema en las diferentes profundidades.

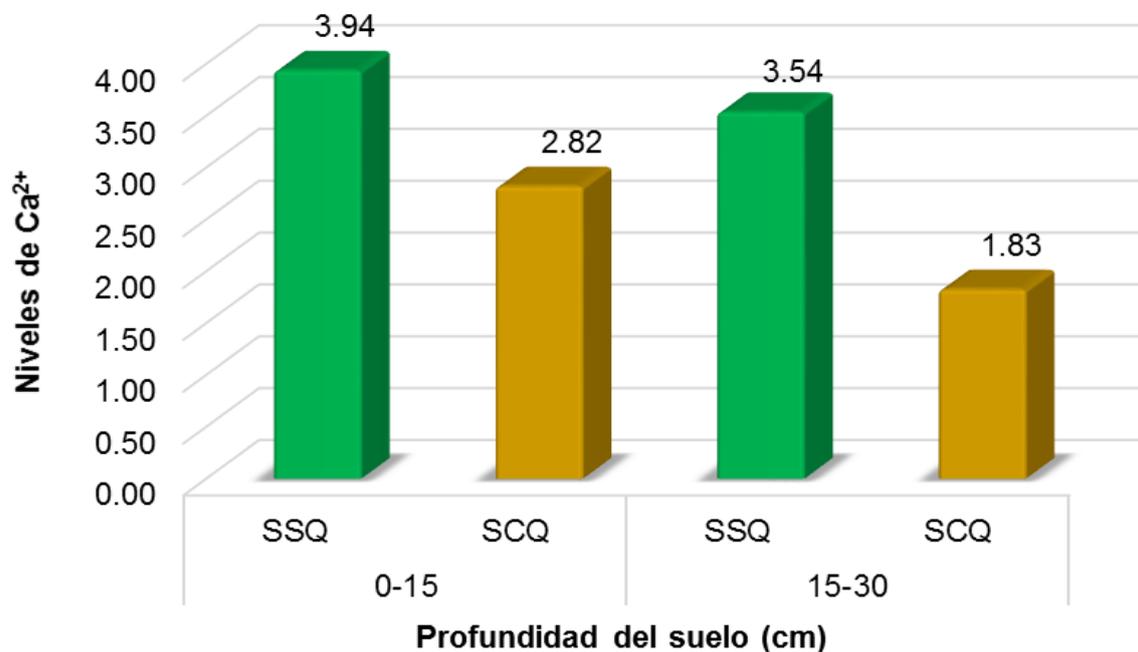


Figura 14. Contenido de calcio de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias (SSQ y SCQ).

4.3.8. Contenido de Mg²⁺ del suelo

En la tabla 25 se observa, las medias por estratos estudiados con un incremento de 0,51 y 0,2 cm a una profundidad de 0-15 y 15-30 cm respectivamente; a una

profundidad de 0-15 cm presentan un coeficiente de variación (cv) de 2,25 % antes del quemado del suelo, es decir una excelente homogeneidad de datos observados y después de la quema presento un cv de 21,85% es decir que los datos observados son muy variables; en una profundidad de 15-30 cm antes de la quema del suelo presenta un cv de 5,37% es decir una excelente homogeneidad de datos y después de la quema presento un cv de 10,41% es decir una muy buena homogeneidad de datos.

Tabla 25. Estadísticos descriptivos de contenido de magnesio (Mg^{2+}) en suelos con y sin quema.

Profundidad (cm)	Quema	N	Media	CV (%)
0-15	Antes	7	0,81	2,25
	Después	7	1,32	21,85

15-30	Antes	7	0,76	5,37
	Después	7	0,96	10,40

En la tabla 26, muestra los resultados de la prueba de t para el contenido de Potasio. En el primer estrato (0-15 cm) existe alta significación estadística con un p-valor=0,0001 a un nivel de 5% es decir existe diferencias antes y después de realizar la quema. En el segundo estrato (15-30 cm) también existe alta significación estadística con un p-valor=0,0001 a un nivel de 5% es decir que existe diferencias antes y después de realizar la quema entre las unidades exploratoria (SCQ y SSQ).

Tabla 26. Prueba t para magnesio en suelos con y sin quema.

Profundidad (cm)	t	GL	Sig.
0-15	-4,94	6,00	<0,0026**
15-30	-4,07	6,00	<0,0065**

** : Alta significancia estadística (p=0,01).

En la Figura 15, se observa con más detalle los niveles de Magnesio en el suelo, con y sin quema en las diferentes profundidades.

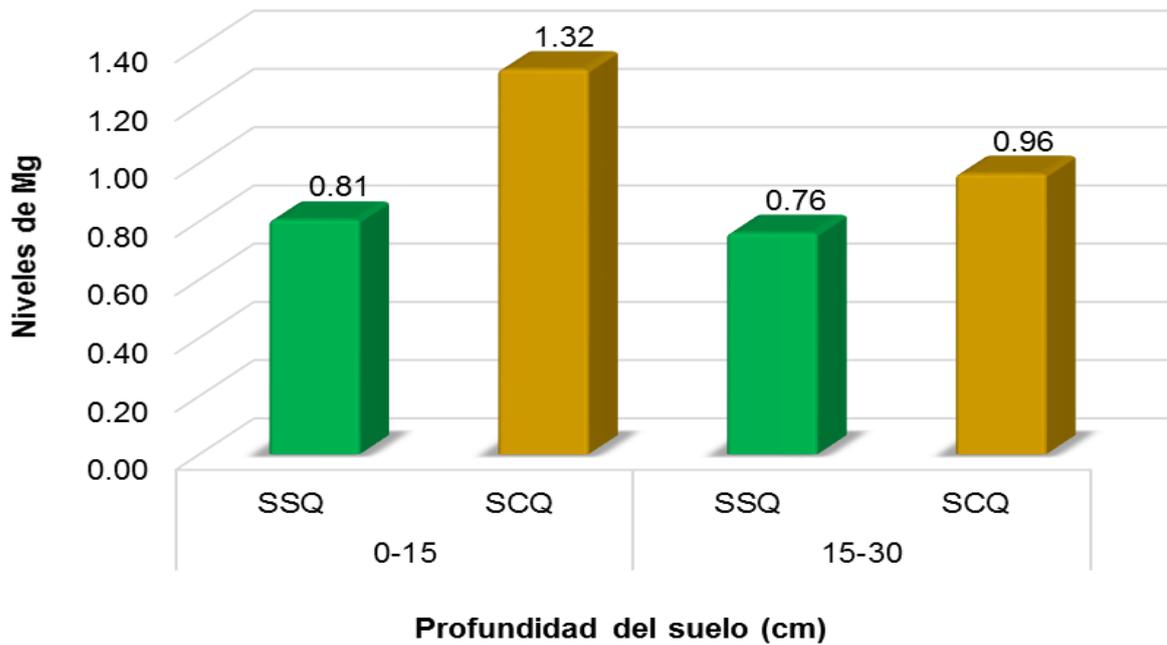


Figura 15. Contenido de magnesio de los estratos sucesivos (0-15 cm y 15-30 cm) entre las unidades exploratorias (SSQ y SCQ).

En las tablas 23 y 25, se puede apreciar una ligera disminución de Ca, y un aumento de Mg en las profundidades de 0-15 y 15-30 cm respectivamente, es posible que estos cationes cambiables tuvieron variación por la composición de la materia orgánica tal como lo reporta Jordán (2006) que el Ca y Mg depende principalmente del material parental y del contenido de arcilla y materia orgánica de los suelos; de esta manera se coincide con Aliaga y Garzón (2016), quien tuvo incremento de Mg en sus diferentes profundidades.

V. CONCLUSIONES

1. El perfil edafogénico del suelo sin quemar se encuentra en rangos de fertilidad baja a media con respecto a los estándares internacionales establecidos.
2. En las propiedades físicas del suelo cambio la clase textural de franco a Franco arenoso en los dos estratos en estudio (0-15 y 15-30 cm), evidenciándose disminución de limo.
3. En las propiedades químicas del suelo después de la quema a una profundidad de 0-15 y 15 – 30 cm se determinó un incremento de pH; materia orgánica; nitrógeno; fósforo y potasio respectivamente; la capacidad de intercambio catiónico efectiva cambia a una profundidad de suelo de 0-15cm por que no se encuentran los iones Al^{+3} e H^+ y a una profundidad de 15-30 cm la CICE disminuye considerablemente; los cationes cambiabiles como calcio disminuyeron y el magnesio incremento.

VI. PROPUESTA A FUTURO

1. Continuar con la investigación para conocer más detalladamente los procesos de recuperación de suelos a largo plazo por ello es importante realizar los muestreos inmediatamente después de la quema y durante varios meses y así poder conocer el impacto y realizar un seguimiento periódico.
2. Es necesario realizar este tipo de estudios en suelos afectados por la quema a diferentes intensidades, con el fin de observar cómo se comportan los microorganismos del suelo bajo esta variable.
3. Estudiar los componentes de la biodiversidad como es la macro, micro y meso fauna involucrada a fin de determinar su rol en la dinámica productiva y su efecto en las condiciones físico-químicas del suelo que conlleven a mejores índices de calidad del recurso suelo.

VII. REFERENCIAS

- Acevedo, E., Carrasco, A., León, O., Silva, P., Castillo, G., Borie, G., Martínez, E., González, S., Ahumada, I. (2005). *Criterios de calidad de suelo agrícola*. http://soils.usda.gov/sqi/soil_quality/what_is/
- Aguirre, L. (2000). *Impacto de la quema controlada en los pastizales de los páramos de la sierra central del Perú*. Laboratorio de Ecología y Evaluación de Pastizales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- Alegre, J., Arévalo, L., Ricse, A., Callo-Concha, D., Palm, C. (2006). *Secuestro de Carbono con Sistemas Alternativos en el Perú*. En: *Sistemas Agroforestales, Tendencia da Agricultura Ecológica nos Trópicos: Sustento da vida e Sustento de vida*. IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroforestais.
- Aliaga, D. y Garzón, B. (2016). *Efecto de la quema de purmas sobre la calidad del suelo en el distrito de Pichanaki – Chanchamayo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional. UNCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/3457>
- Andreu, V., Imeson, A. y Rubio, J. (2001). Temporal changes in soil aggregates and water erosion after a wild-fire in a Mediterranean pine forest. *Elsevier Catena*, 44(1), 69-84. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(00\)00177-6](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(00)00177-6)
- Arocena, J. y Opio, C. (2003). Prescribed fire-induced changes in properties of sub-boreal forest soils. *Elsevier Geoderma*, 113(1), 1-16. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(02\)00312-9](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(02)00312-9)
- Batista, A. C., Reissmann, C. B. y Soares, R. V. (1997). Efeitos da quema controlada sobre algumas propriedades químicas do solo em um povoamento de Pinus taeda. Sangés – PR. *Floresta*, 27(1/2), 59-70.
- Cairo, P. (1995). *La fertilidad física de suelos y la agricultura orgánica en el trópico*. Universidad Nacional Agraria, Managua. 228 pp.
- Domínguez, M. (2005). *Evaluación de la calidad de los suelos de laderas de Nandaimo, a través de la identificación y uso de indicadores técnicos y locales*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional. UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/1056>
- Fernández, R., Rodríguez, F., Lupi, A., Hernández, A. y Reis, H. (1999). *Efectos de diferentes prácticas de preparación del terreno y fertilización sobre el crecimiento inicial del*

pinus spp. INTA EEA Montecarlo. Argentina. 240 p.
<https://doi.org/10.4206/bosque.1999.v20n1-05>

- Gaspar, J. L. (2012). *Efecto de la quema en las propiedades químicas y carbono orgánico en el suelo, en condiciones de selva alta en la microcuenca "La alcantarilla" Tingo María*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/438>
- He, Z., Yang, X., Baligar, V. y Calvert, D. (2003). *Microbiological an biochemical indexing systems for assessing quality of acid soils*. *Advances in Agronomy*, 78, 89-133.
- Hepper, E., Buschiazzo, D., Hevia, G., Urioste, A. y Antón, L. (2006). Cations exchange capacity and specific surface area of soils with different clay mineralogy. *Elsevier Geoderma*, 135, 216-223. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2005.12.005>
- Holscher, D., Moller, R. F., Denich, M. y Folster, H. (1997). Nutrient input-output budget of shifting agriculture in eastern Amazonia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 47, 49-57.
- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Manual. Facultad de ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. 619 p.
- Jordán, A. (2006). *Manual de edafología*. Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química. Universidad de Sevilla. Sevilla. España. 143 p.
- Ketterings, M., Bigham, J. y Laperche, V. (2000). *Changes in soil mineralogy and texture caused by slash-and-burn fires in Sumatra, Indonesia*. 1117 p.
<https://doi.org/10.2136/sssaj2000.6431108x>
- Lazo, O. (1992). *Edafología*. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Perú. 183 p.
- Martínez, E. (2001). *Manual de quemas controladas*. In: El manejo del fuego en la prevención de incendios forestales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 175 p.
- Mcgrath, D., Duryea, M. y Cropper, W. (2001). Soil phosphorous availability and fine root proliferation in Amazonian agroforests 6 years following forest conversion. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 83, 271-284.
- Oliveira, J. (2006). *Efectos del fuego prescrito sobre matorral en las propiedades del suelo*. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas. Universidad de Oviedo. España.
- Ortiz, B. y Ortiz, C. (1990). *Edafología*. Editora V. Gómez Cueva, Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. 394 p.

- Pascual, A. (2011). Efectos a corto y largo plazo del fuego sobre algunas propiedades del suelo. [Tesis de pregrado, Universidad De Sevilla]. Repositorio institucional. US. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=23888>
- Pritchett, W. (1990). *Suelos forestales*. Editorial Limusa, México D.F. 364 pp.
- Quintana, O., Blandón, J., Flores, A. y Mayorga, E. (1983). *Manual de Fertilidad para los suelos de Nicaragua*. Editorial Primer Territorio Indígena Libre de América Latina, Nueva York. Managua. 60 p.
- Quiroz, J. (2011). *Valoración ambiental de la calidad del suelo en la microcuenca Picuroyacu en el distrito de Rupa Rupa, Leoncio Prado, Huánuco*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/891>
- Rodríguez, I. (2001). *Taller de Capacitación en Aspectos Básicos de la Ciencia del Suelo y Clasificación de la Capacidad de uso de la Tierra*. Universidad Nacional Agraria, Proyecto Sur Oeste. Managua – Nicaragua. 120 pp.
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J y Hill, M. (2004). *Propiedades físicas del suelo*. Universidad de la República Facultad de Agronomía. Uruguay. 68 p.
- Silva, C. (2004). Adsorcao competitiva de cádmio, cobre, níquel e zinco em solos. [Tesis de posgrado, Universidad de Sao Paulo]. Repositorio institucional. USP. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-11112004-144415/publico/cindy.pdf>
- Vélez, R. (2000). *La defensa contra los incendios forestales*. Fundamentos y Experiencias. Mc Graw Madrid, España. 1800 p.
- Watson, R., Noble, I., Bolin, B., Ravindranath, N., Verardo, D. y Dokken, D. (2000). *Land Use Change and Forestry: A Special Report of the IPCC*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

ANEXOS

ANEXO A. Datos meteorológicos.

Tabla 27. Datos meteorológicos durante la ejecución del experimento Agosto.

Día / mes / año	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad del viento (m/s)
01/08/2017	26,12	77,54	1,77
02/08/2017	27,09	74,17	1,86
03/08/2017	27,23	73,33	1,75
04/08/2017	26,10	74,71	2,90
05/08/2017	23,40	92,00	0,10
06/08/2017	24,60	89,00	0,00
07/08/2017	24,80	87,00	0,80
08/08/2017	25,30	84,00	0,90
09/08/2017	21,90	97,00	0,10
10/08/2017	24,90	83,00	2,10
11/08/2017	23,90	87,00	0,70
12/08/2017	24,70	95,00	0,60
13/08/2017	22,50	96,00	0,70
14/08/2017	23,90	86,00	0,20
15/08/2017	25,00	88,00	1,40
16/08/2017	25,00	0,00	186,00
17/08/2017	24,70	0,00	222,00
18/08/2017	22,50	0,00	113,00
19/08/2017	24,20	0,00	13,00
20/08/2017	22,70	0,30	180,00
21/08/2017	23,20	96,00	0,80
22/08/2017	21,00	98,00	0,10
23/08/2017	22,50	95,00	1,00
24/08/2017	23,90	96,00	0,90
25/08/2017	25,40	88,00	1,90
26/08/2017	24,50	94,00	0,10
27/08/2017	24,70	85,00	2,50
28/08/2017	22,10	97,00	1,90
29/08/2017	23,80	93,00	1,30
30/08/2017	25,10	90,00	0,20
31/08/2017	22,60	94,00	1,50

Fuente: SENAMHI (2017).

Tabla 28. Datos meteorológicos durante la ejecución del experimento Setiembre.

Día / mes / año	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad del viento (m/s)
01/09/2017	22,20	0,00	1,00
02/09/2017	25,60	0,00	1,00
03/09/2017	23,30	0,00	0,50
04/09/2017	23,70	0,00	0,30
05/09/2017	24,80	0,00	0,70
06/09/2017	23,30	0,00	2,90
07/09/2017	23,20	0,00	0,00
08/09/2017	24,50	0,00	1,80
09/09/2017	23,80	0,00	2,30
10/09/2017	23,10	0,00	0,80
11/09/2017	23,40	0,00	0,70
12/09/2017	25,20	0,00	3,10
13/09/2017	23,70	0,00	1,40
14/09/2017	23,90	0,00	0,50
15/09/2017	22,70	0,00	1,20
16/09/2017	23,50	0,00	2,10
17/09/2017	23,60	0,60	0,90
18/09/2017	22,70	0,00	0,90
19/09/2017	22,80	0,00	0,10
20/09/2017	22,50	0,00	0,40
21/09/2017	24,90	0,00	1,70
22/09/2017	24,20	0,00	1,60
23/09/2017	23,00	0,00	0,80
24/09/2017	22,70	0,00	1,10
25/09/2017	23,50	0,00	0,40
26/09/2017	22,90	0,00	0,60
27/09/2017	25,40	0,00	1,60
28/09/2017	24,70	0,00	1,80
29/09/2017	23,00	0,00	0,90
30/09/2017	27,00	0,00	4,50

Fuente: SENAMHI (2017)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 982047050 - 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:			DIAZ MEZA SANTO LINS						PROCEDENCIA:				NUEVO TRUJILLO - PUERTO INCA									
COD. LAB.	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/Kg						CICe	%	%	%	
	REF.	CULTIVO	Arena %	Arcilla %	Limo %							Textura	1:1	%	%	ppm	ppm					Ca	Mg	K	Na	Al	H	Bas. Camb	Ac. Camb	Sat. Al
S2742	AT1	SSQ	51	14	35	Franco	4.14	1.99	0.09	5.24	44.98	.....	3.78	0.82	.....	.....	2.8	0.1	7.5	61.32	38.68	37.35
S2743	AT2	SSQ	47	20	33		4.33	1.5	0.07	5.14	43.33	.....	3.53	0.76	.....	.....	5	0.1	9.38	45.63	54.37	53.3
S2744	BT1	SSQ	61	10	29	Franco Arenoso	4.28	2.09	0.09	4.86	47.78	.....	4.23	0.78	.....	.....	2.3	0.2	7.5	66.67	33.33	30.66
S2745	BT2	SSQ	49	20	31		4.05	1.21	0.05	6.74	55.78	.....	3.25	0.81	.....	.....	5	0.3	9.36	43.38	56.62	53.42
S2746	CT1	SSQ	52	15	33	Franco	4.35	2	0.12	5.25	49.25	.....	3.88	0.81	.....	.....	3	0.1	7.79	60.2	39.8	38.51
S2747	CT2	SSQ	35	34	31		4.36	2.91	0.13	5.99	47.68	.....	3.83	0.71	.....	.....	6.5	0.5	11.53	39.31	60.69	56.36
S2748	DT1	SSQ	50	15	35	Franco	4.16	1.99	0.09	5.24	44.98	.....	3.78	0.82	.....	.....	2.8	0.1	7.5	61.32	38.68	37.35
S2749	DT2	SSQ	48	22	30		4.32	1.5	0.07	5.14	43.33	.....	3.53	0.76	.....	.....	5	0.1	9.38	45.63	54.37	53.3
S2750	ET1	SSQ	50	19	31	Franco	4.27	2.09	0.09	4.86	47.78	.....	4.23	0.78	.....	.....	2.3	0.2	7.5	66.67	33.33	30.66
S2751	ET2	SSQ	50	21	29		4.06	1.21	0.05	6.74	55.78	.....	3.25	0.81	.....	.....	5	0.3	9.36	43.38	56.62	53.42
S2752	FT1	SSQ	50	16	34	Franco	4.36	2	0.12	5.25	49.25	.....	3.88	0.81	.....	.....	3	0.1	7.79	60.2	39.8	38.51
S2753	FT2	SSQ	35	34	31		4.35	2.91	0.13	5.99	47.68	.....	3.83	0.71	.....	.....	6.5	0.5	11.53	39.31	60.69	56.36
S2754	GT1	SSQ	50	15	35	Franco	4.15	1.99	0.09	5.24	44.98	.....	3.78	0.82	.....	.....	2.8	0.1	7.5	61.32	38.68	37.35
S2755	GT2	SSQ	47	20	33		4.31	1.5	0.07	5.14	43.33	.....	3.53	0.76	.....	.....	5	0.1	9.38	45.63	54.37	53.3
S2756	H1	SSQ	35	34	31	Franco Arcilloso	4.36	2.91	0.13	5.99	47.68	.....	3.83	0.71	.....	.....	6.5	0.5	11.53	39.31	60.69	56.36
S2757	H2	SSQ	23	52	25	Arcilloso	4.75	1.02	0.05	6.92	49.38	.....	3.92	1.44	.....	.....	9	0.4	14.75	36.27	63.73	61.02

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANÁLISIS DE SUELOS
M.Sc. Bigo. Miguel Huaya Rojas
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 982047050 - 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:			DIAZ MEZA SANTO LINS						PROCEDENCIA:					NUEVO TRUJILLO - PUERTO INCA											
COD. LAB.	DATOS		ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/Kg						CICe	%	%	%			
	REF.	CULTIVO	Arena	Arcilla	Limo	Textura							Ca	Mg	K	Na	Al	H					Bas. Camb	Ac. Camb	Sat. Al
			%	%	%								1:1	%	%	ppm	ppm	ppm							
S3129	AT1	SCQ	61.68	7.04	31.28	Franco	7.38	3.44	0.15	6.05	115.07	5.87	3.14	1.63	0.91	0.19	.....	.....	.....	100	.....	.....	
S3130	AT2	SCQ	61.68	11.4	27.28	Arenoso	5.32	3.38	0.15	10.04	57.27	.....	1.82	1.04	.....	.....	0.3	0.1	3.26	87.72	12.28	9.21
S3131	BT1	SCQ	59.68	9.04	31.28	Franco	6.64	4.82	0.22	7.94	100.46	4.7	2.66	1.1	0.85	0.09	.....	.....	.....	100	.....	.....	
S3132	BT2	SCQ	65.68	7.04	27.28	Arenoso	5.4	5.17	0.23	8.71	83.81	.....	1.46	0.82	.....	.....	0.25	0.15	2.68	85.06	14.94	9.34
S3133	CT1	SCQ	61.68	11.4	27.28	Franco	6.38	3.51	0.16	13.37	111.33	4.32	2.5	1.08	0.65	0.09	.....	.....	.....	100	.....	.....	
S3134	CT2	SCQ	61.68	7.04	31.28	Arenoso	5.47	4.82	0.22	9.38	56.98	.....	2.2	0.99	.....	.....	0.18	0.12	3.49	91.41	8.59	5.16
S3135	DT1	SCQ	61.68	7.04	31.28	Franco	7.38	3.44	0.15	6.05	115.07	5.87	3.14	1.63	0.91	0.19	.....	.....	.....	100	.....	.....	
S3136	DT2	SCQ	61.68	11.4	27.28	Arenoso	5.32	3.38	0.15	10.04	57.27	.....	1.82	1.04	.....	.....	0.3	0.1	3.26	87.72	12.28	9.21
S3137	ET1	SCQ	59.68	9.04	31.28	Franco	6.64	4.82	0.22	7.94	100.46	4.7	2.66	1.1	0.85	0.09	.....	.....	.....	100	.....	.....	
S3138	ET2	SCQ	65.68	7.04	27.28	Arenoso	5.4	5.17	0.23	8.71	83.81	.....	1.46	0.82	.....	.....	0.25	0.15	2.68	85.06	14.94	9.34
S3139	FT1	SCQ	61.68	11.4	27.28	Franco	6.38	3.51	0.16	13.37	111.33	4.32	2.5	1.08	0.65	0.09	.....	.....	.....	100	.....	.....	
S3140	FT2	SCQ	61.68	7.04	31.28	Arenoso	5.47	4.82	0.22	9.38	56.98	.....	2.2	0.99	.....	.....	0.18	0.12	3.49	91.41	8.59	5.16
S3141	GT1	SCQ	61.68	7.04	31.28	Franco	7.38	3.44	0.15	6.05	115.07	5.87	3.14	1.63	0.91	0.19	.....	.....	.....	100	.....	.....	
S3142	GT2	SCQ	61.68	11.4	27.28	Arenoso	5.32	3.38	0.15	10.04	57.27	.....	1.82	1.04	.....	.....	0.3	0.1	3.26	87.72	12.28	9.21

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

M.Sc. Bigo. Miguel Huauya Rojas
JEFE

Anexo B. Panel fotográfico**Figura 16.** Área de evaluación.**Figura 17.** Delimitación de la unidad a explorar.



Figura 18. Ejecución de la calicata.



Figura 19. Toma de muestra



Figura 20. Muestreo de suelo



Figura 21. Quema de suelo en estudio.



Figura 22. Quema del área a explorar.



Figura 23. Suelo después de la quema.