

UNIVERSIDAD
CIENTÍFICA
DEL SUR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROFORESTAL

**“EFECTO DE LA AGRICULTURA MIGRATORIA (TUMBA Y
QUEMA) EN LA CALIDAD DE SUELO DEL BOSQUE EN
PICHARI-CUSCO 2019”**

Tesis para optar el título profesional de:
INGENIERO AGROFORESTAL

Presentado por:
Markristian Madariaga Pareja (0009-0004-1271-9650)

Asesor:
José Eloy Cuellar Bautista (0000-0001-5087-5719)

Lima – Perú
2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 07 de marzo de 2023.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Luis Paul Quirós Rossi
Integrante: Dr. Brenton Mark Ladd
Integrante: Ing. Julio Víctor Ocaña Vidal

Se reúnen para evaluar la tesis titulada: EFECTO DE LA AGRICULTURA MIGRATORIA (TUMBA Y QUEMA) EN LA CALIDAD DE SUELO DEL BOSQUE EN PICHARI-CUSCO 2019

Presentada por:

- Markkristian Madariaga Pareja

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroforestal

Asesorada por: Dr. José Eloy Cuellar Bautista

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiantes en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple () calificar a:

Integrante: Markkristian Madariaga Pareja			Nota (escrito): 16
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. Luis Paul Quirós Rossi
Presidente del jurado



Dr. Brenton Mark Ladd
Miembro del jurado



Ing. Julio Víctor Ocaña Vidal
Miembro del jurado



Dr. José Eloy Cuellar Bautista
Asesor

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN¹

Lima, 26 de Marzo del 2023

Señor,
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo Markristian Madariaga Pareja, egresado de la carrera de Ingeniería Agroforestal de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con José Eloy Cuellar, declaramos que este informe final de tesis de investigación titulado: Efecto de la Agricultura migratoria (tumba y quema) en la calidad de suelo del bosque en Pichari-Cusco 2019, sustentado para obtener el título de Ingeniero Agroforestal es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos², que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista
DNI: 72394638



Firma del asesor de tesis
DNI: 09367073

¹ En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

² Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Efecto de la agricultura migratoria (tumba y quema) en la calidad de suelo del bosque en Pichari-Cusco 2019

Autores. Markristian Madariaga Pareja.

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2088653659).

Resultado de la evaluación. 3%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.

v.2.0. Efecto de la agricultura migratoria

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%
2	fuegored.weebly.com Fuente de Internet	<1%
3	Ante un futuro incierto Cómo se pueden adaptar los bosques y las comunidades al cambio climático, 2009. Publicación	<1%
4	1library.co Fuente de Internet	<1%
5	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1%
7	bambou-diffusion.com Fuente de Internet	<1%
8	"XXV IUFRO World Congress: Forest Research and Cooperation for Sustainable", XXV IUFRO	<1%

INDICE

INDICE	1
Resumen.....	6
Abstract.....	7
I. Introducción.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.1.1 Justificación.....	2
II. Marco teórico.....	3
2.1 Suelo.....	3
2.2 Purma alta.....	4
2.3 Agricultura Migratoria.....	5
2.4 Efectos de la agricultura migratoria.....	6
III. Objetivo e Hipótesis.....	8
IV. Metodología.....	9
4.1 Lugar del estudio.....	9
4.2 Proceso experimental.....	9
4.2.1 Toma de muestras de Suelo.....	9
4.2.2 Determinación de la biomasa contenida en la purma alta.....	12
V. Resultados.....	13
5.1 Con respecto al análisis de suelo.....	13
Tabla 1. Análisis de Suelo antes de la quema.....	13
Tabla 2. Análisis de Suelo después de la quema.....	14
5.2 Con respecto al análisis de suelo entre antes de la quema y después, considerando los 4 estratos.....	14
Gráfico 2. El valor de conductividad eléctrica del suelo.....	15
Gráfico 3. El valor de nitrógeno del suelo.....	15
Gráfico 4. El valor de materia orgánica del suelo.....	16
5.3 Con respecto al análisis de suelo en el estrato A entre antes y después de la quema.....	19
Tabla 3. Inventario forestal arboles DAP>10cm.....	24
Tabla 4. Inventario forestal arboles DAP 5-10cm.....	25
Tabla 5. Inventario forestal arboles DAP < 5cm.....	25
Tabla 6. Peso de Hojarasca.....	25
Tabla 7. Biomasa y Carbono.....	25
VI. Discusión.....	26
VII. Conclusiones.....	27

VIII.	Recomendaciones	28
IX.	Referencias bibliográficas	30
X.	Abreviaturas	33
XI.	Anexos	34
	Anexo 1. Mapa ubicación del predio	34
	Anexo 2. Área del predio y arboles con DAP > 10cm	34
	Anexo 3. Análisis antes de la quema	35
	Anexo 4. Análisis después de la quema	35
	Anexo 5. Flora antes de la quema	36
	Anexo 6. Flora antes de la quema	37
	Anexo 7. Flora antes de la quema	38
	Anexo 8. Flora antes de la quema	39
	Anexo 9. Flora antes de la quema	40
	Anexo 10. Flora antes de la quema	41
	Anexo 11. Flora antes de la quema	42
	Anexo 12. Flora antes de la quema	43
	Anexo 13. Flora antes de la quema	44
	Anexo 14. Flora antes de la quema	45
	Anexo 15. Flora antes de la quema	46
	Anexo 16. Flora antes de la quema	47
	Anexo 17. Flora antes de la quema	48
	Anexo 18. Flora antes de la quema	49
	Anexo 19. Flora antes de la quema	50
	Anexo 20. Muestreo de suelo	51
	Anexo 21. Muestreo de suelos a distintas profundidades	52
	Anexo 22. Medicion de profundidad de muestreo	53
	Anexo 23. Secado de predio	54
	Anexo 24. Secado de predio	55
	Anexo 25. Secado de predio	56
	Anexo 26. Secado de predio	57
	Anexo 27. Secado de predio	58
	Anexo 28. Quema de predio	59
	Anexo 29. Quema de predio	60
	Anexo 30. Quema de predio	60
	Anexo 31. Quema de predio	61
	Anexo 32. Quema de predio	61
	Anexo 33. Quema de predio	62

Anexo 34. Quema de predio	63
Anexo 35. Quema de predio	64
Anexo 36. Biomasa quemada	65
Anexo 37. Biomasa quemada	66
Anexo 38. Biomasa quemada	67
Anexo 39. Biomasa quemada	68

DEDICATORIA

A mi familia y todas las personas que siempre estuvieron a lo largo de este camino.

AGRADECIMIENTOS

A mi profesor, asesor y amigo, José Eloy Cuellar, por ayudarme desde el inicio a plasmar mis ideas.

A los bomberos de Pichari y Kimbiri por colaborar con el desarrollo de esta investigación y a darme el apoyo logístico en mi estadía.

A mi familia por siempre apoyarme en cada decisión tomada.

A ti Lis, por el soporte emocional y amor.

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo observar y examinar los efectos de la práctica de rozo, tumba y quema RTQ en la agricultura migratoria, sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y la pérdida de biomasa al término de estas prácticas, previa búsqueda se determinó como lugar de estudio, un predio privado con una masa forestal conocida como purma alta o bosque secundario alto en la comunidad de Tarancato alto, distrito Pichari, Región de Cusco, el dueño realizó esta práctica y con su permiso se pudo obtener los datos de acuerdo al plan de investigación; análisis del suelo y de la biomasa presente antes y después de la quema del predio, obteniendo como resultado datos que demuestran un cambio en sus propiedades, aumentando significativamente la presencia de materia orgánica, fósforo y potasio, mostrando una mayor variación en el primer estrato de profundidad de 0 a 5 cm. En las propiedades químicas (cationes intercambiables) existe una variación producto de la RTQ, originando cambios en la calidad de suelo y la absorción de nutrientes. Además, cambios en el suelo como la variación del pH en el estrato más superficial. Recomendando profundizar investigaciones con mayor tiempo de duración y evaluación permanente a lo largo del tiempo para obtener información sobre la recuperación o degradación del suelo afectado.

Palabras clave: Agricultura Migratoria, propiedades de suelo, RTQ, efectos.

Abstract

This research aims to observe and examine the effects of the practice of “roza, tumba y quema – RTQ” (Cultivation technique that consists of burning the forest and undergrowth to enrich the land) in migratory cultivation, on the physical and chemical properties of the soil and the loss of biomass at the end of these practices, after a search it was determined as a place study, a private property with a forest mass known as high purma or high secondary forest in the community of Tarancato alto, Pichari district, Cusco Region, the owner carried out this practice and with his permission the data could be obtained according to the plan research; analysis of the soil and the biomass present before and after the burning of the property, obtaining as a result data that demonstrates a change in its properties, significantly increasing the presence of organic matter, phosphorus and potassium, showing a greater variation in the first stratum of depth from 0 to 5 cm. In the chemical properties (exchangeable cations) there is a variation due to the RTQ, causing changes in soil quality and nutrient absorption. In addition, changes in the soil such as the variation of the pH in the most superficial stratum. Recommending deepening investigations with a longer duration and permanent evaluation over time to obtain information on the recovery or degradation of the affected soil.

Keywords: Migratory Agriculture, soil properties, “RTQ”, effects.

I. Introducción

En la investigación se quiere evaluar el efecto que tiene la agricultura migratoria en las prácticas de Roza, Tumba y Quema (RTQ) sobre la calidad de suelo del bosque; sea físico o químico, y poder medir la pérdida de biomasa al término de esta práctica. Estas son actividades muy comunes en el territorio nacional, que también está considerada dentro de la seguridad alimentaria ya que poco a poco se van necesitando más áreas agrícolas para mantener la oferta de productos en el mercado nacional e internacional. La relación que existe entre el estado y la calidad de suelo se puede evidenciar en las facilidades económicas o culturales que tienen los agricultores para poder manejar sus terrenos de cultivo. (Barrett & Bevis, 2015)

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) realizaron evaluaciones que corroboran que la acumulación de dióxido de carbono (Co₂) y las variaciones del clima generaran efectos en la interrelación de la flora y fauna con sus hábitats en cuanto a la estructura y función, así como en su disposición geográfica. Los más afectados serían la biodiversidad y los ecosistemas por una composición de cambio climático, perturbaciones vinculadas con éste, como: inundaciones, sequía, incendios, plagas de insectos, entre otros y generadores de alteraciones como el cambio de uso del suelo, contaminación, explotación irracional de recursos), lo cual elevaría la fragilidad de los ecosistemas. (Asner et al., 2010; FAO, 2014)

Existe una brecha de información a nivel nacional de efectos por RTQ en diferentes medios para determinar la cantidad de CO₂ liberado al ambiente, y

aplicar los nuevos métodos de manejo y recuperación de esas áreas degradadas.

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Justificación

La investigación está relacionada a una práctica local tradicional y como esta afecta la calidad del suelo y con ello los cambios climáticos que se desarrollan a nivel mundial (elevación de temperatura y bajas precipitaciones) y la alteración o degradación de la calidad del suelo como resultado de la expansión del uso de suelo por el hombre; principalmente para realizar agricultura migratoria, aunque en otros casos también para infraestructura, la liberación de CO₂ a la atmósfera, la pérdida de sumideros de carbono, pérdida de bosques, degradación de los suelos y las prácticas agrícolas del hombre. (Cuellar & Salazar Hinojosa, 2016)

Se estima que 13 millones de hectáreas de bosques tropicales son destruidos, liberando un aproximado de 5.8Gt (Giga toneladas) de CO₂ a la atmósfera, contribuyendo al calentamiento global. Entre los factores más importantes están el aprovechamiento comercial de la madera, manejo de cultivos, ganadería en desarrollo y crecimiento de las construcciones rurales; disminuyendo la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos. La preocupación es progresiva por las emisiones originadas por la deforestación y deterioro forestal en muchos países. (Cuellar-Bautista *et al.*, 2015)

Obteniendo información sobre el impacto y las variaciones en las características del suelo, se generarán registros de ecosistemas capaces de adaptarse y/o recuperarse, beneficiando la implementación sustentada del estado en la reforestación o del manejo post RTQ con técnicas de recuperación

o aprovechamiento más sostenibles como la agroforestería para sustentar técnicamente normativas, leyes o políticas públicas sobre recuperación de áreas degradadas.

Estas técnicas de aprovechamiento son utilizadas en los países que tienen bosques tropicales, pero como Perú es considerado a nivel mundial una superpotencia en biodiversidad al tener 84 ecosistemas y 28 climas mundiales, gracias a la ubicación geográfica del territorio en el planeta, la placa de Nazca y la Cordillera de los Andes. Es por ello la importancia de investigar o modificar las prácticas agrícolas y no dejar perder áreas de bosque por estas alteraciones.

En el país, las prácticas de tumba rozo y quema, también conocidas como agricultura migratoria es tradicional, es ese sentido, el número de agricultores que están involucrados en este problema relacionado al uso inadecuado de la aptitud de los suelos justifica inexorablemente el presente estudio.

II. Marco teórico

2.1 Suelo

El suelo es la superficie terrestre y un ente vivo en el cual ocurren fenómenos físicos, químicos y biológicos que dan sustento al desarrollo de la vida. Está compuesto por 3 fases: sólido (minerales y materia orgánica), líquido y gaseoso. (Hernández Galindo & Valera Camacho, 2018; Quinto, 2016; Torres et al., 2017; Zumaeta et al., 2018)

Los suelos cumplen un papel importante dentro de la denominación de servicios ecosistémicos, que se definen como los beneficios que los ecosistemas brindan al desarrollo del hombre. Existen 4 tipos de servicios:

1) de aprovisionamiento, 2) de regulación, 3) culturales 4) de apoyo; la calidad del suelo está presente en cada uno. (Guarín & Hotz, 2015; Martínez-rodríguez et al., 2017) Ejemplo del rol de la calidad del suelo es la aparición de nichos ecológicos, control de la infiltración de agua proveniente de ríos o lluvias generando el desarrollo de acuíferos y reservorios de agua, soporte de bosques, aumento de sumideros de carbono; captación del CO₂ de la atmósfera y almacenándola en el suelo o biomasa (Cuellar & Salazar Hinojosa, 2016; Gibbon et al., 2010; Quizhpe et al., 2017)

El cambio de uso de suelo se origina desde la aparición de la agricultura en el desarrollo del hombre con el cual se relacionan tipos de manejo y prácticas de aprovechamiento de los recursos naturales generando una variación sobre la vegetación existente. Además, generan una alteración en el paisaje y la pérdida de biodiversidad. (Barrett & Bevis, 2015; Díaz Villarruel, 2016; Vega Pazmiño, 2018)

2.2 Purma alta

Se denomina así al bosque secundario alto, es la cobertura natural que surge después de modificación realizada por el hombre o tala rasa, originando una estructura distinta a la del bosque original o primario, (Valverde, 2017) tiene equivalencia al termino barbecho prolongado utilizada para lineamientos técnicos. La purma alta se caracteriza por la presencia de árboles en estadio latizal tardío y/o fustal, es decir con un diámetro a la altura del pecho mayor a 20 cm. en promedio.

2.3 Agricultura Migratoria

En el caso de la agricultura migratoria o también conocida como rozo, tumba y quema - RTQ, se refiere a la creación de un área agrícola por un tiempo reducido alterando la biomasa original, casi en su mayoría con ayuda de quemados o incendios controlados. Esta práctica es, según estudios, la que más contribuye al cambio climático con la liberación de CO₂ a la atmósfera. (Bedoya Garland et al., 2017; Lopez Martinez & Anaya Garduño, 1993; Muñoz-gómez & Galicia-sarmiento, 2018; Ravikumar et al., 2017)

Consiste en primero eliminar la vegetación del sotobosque, después solo se dejan los árboles más grandes y se tala el resto para luego dejar por un tiempo que la vegetación cortada se seque y pueda generar mejor combustión en el incendio o quema controlada. Las cenizas que quedan en el suelo se dejan como fertilizante para la producción agrícola a realizar. (Alva et al., 2018; Campo Velasquez, 2012)

Estas prácticas son realizadas por los nuevos y antiguos agricultores que llegan a una zona de bosque tropical amazónico y quieren aprovechar un espacio para la siembra de cultivos comerciales de poca duración, en un menor porcentaje las comunidades nativas dentro de sus tierras por necesidad de alimentos, la aparición de grandes agroindustrias de monocultivos, también el cultivo de plantas ilícitas o crecimiento y expansión rural. (Alarcón Aguirre et al., 2018; Barragan Tello, 2018; Delgado & Cañas, 2016; Galán de Mera et al., 2016)

La deforestación que se realiza para el aprovechamiento con la tala ilegal y la venta de árboles como fuente de carbón, elimina toda la protección y

cobertura vegetal del suelo, dejándolo más susceptible contra los factores climáticos (golpe de gota de agua, rayos solares, corrientes de viento) y elimina la mayor parte de la biomasa que se encontraba. (Jara Gavilán, 2018; La Rosa, 2016; Rojas Montes, n.d.)

2.4 Efectos de la agricultura migratoria

La práctica intensiva e indiscriminada de la agricultura migratoria, eleva el proceso de pérdida de suelos o erosión, ya sea por el exceso de calor que no es regulado por los árboles aumentando así la temperatura en el suelo, o por climas con presencia alta de precipitación pluvial, donde las gotas caen de manera directa al suelo por la falta de cobertura generando dispersión de las partículas del suelo, luego ocurre erosión por la escorrentía, pérdida de suelo, lavado de nutrientes e inundaciones. En terrenos con presencia de pendientes pronunciadas la erosión es más rápida. (Luchetti et al., 2016; Mataix-Solera & Guerrero, 2007)

Debido a estas prácticas, los suelos van perdiendo fertilidad en muy corto tiempo, los agricultores van buscando nuevas áreas de bosque para volver a realizar el ciclo de roza, tumba y quema – RTQ. Muchos de estos terrenos al ser abandonados empiezan un proceso lento de recuperación con los pocos nutrientes que quedan en el suelo; pero hay ocasiones que la actividad ganadera aprovecha esas zonas degradadas para el pastoreo de sus animales. Con ello terminan de eliminar todo rastro de nutrientes y generan una erosión del suelo por compactación. Tomando esos suelos más tiempo para poder ser recuperados o aprovechados. (Bedoya Garland et al., 2017; Lopez Martinez & Anaya Garduño, 1993; Marín et al., 2017)

Las cenizas son dejadas para fertilizar el suelo, la acción de los vientos cumple una labor importante en retirar o mover la capa superficial del suelo con más nutrientes o la propagación de manera accidental del fuego por fuera de las barreras del área controlada, siendo provocador de uno de los fenómenos más dañinos para el bosque como lo son los incendios forestales, generando una mayor pérdida de bosque y modificaciones en el suelo, como pérdida de nitrógeno y azufre debido a la volatilización y reducción en la materia orgánica presente. (Ávila Flores et al., 2013; Geodem, 2007; Minervini et al., 2018)

Si bien es cierto, los incendios forestales que afectan los bosques pueden ser originados de manera natural (rayos, erupciones volcánicas, etc.) el mayor porcentaje de los incendios viene relacionado a la tendencia de prácticas locales de uso y cambio de uso de las tierras forestales y agrícolas. Además, se añade el crecimiento poblacional, los requerimientos de carreteras para que los poblados tengan accesos, la aparición de minería informal y la tala ilegal. (Ávila Flores et al., 2013; Ladrach, 2009; Laurance et al., 2002).

Frente a este problema de pérdida de calidad de suelo del bosque, se vienen investigando la aplicación de la agroforestería, para que los agricultores conozcan y entiendan los beneficios de no modificar completamente el bosque para generar ingresos económicos.

La Agroecología es un término que se viene utilizando para explicar el buen manejo, basado en la diversificación que se debe realizar a los sistemas de producción, entendiendo que cada especie cumple una función importante y

se debe mantener así. (Becerra Zambrano, 2018; Ladd & Peri, 2013; Quintana et al., 2017; Vos et al., 2015).

III. Objetivo e Hipótesis

3.1 Objetivos

3.1.1 Objetivo General

- Determinar el efecto en la calidad de suelo del bosque debido a la agricultura migratoria

3.1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto en la propiedad física del suelo debido a la agricultura migratoria.
- Evaluar el efecto en la propiedad química del suelo debido a la agricultura migratoria.

3.2 Hipótesis

3.2.1 Hipótesis

- Existe diferencias significativas en la calidad de suelo del bosque, debido a la agricultura migratoria.

3.2.2 Hipótesis Nula

- No existen diferencias significativas en la calidad de suelo del bosque, debido a la agricultura migratoria.

3.3 Variables

3.3.1 Variable Independiente

- Agricultura Migratoria

3.3.2 Variable Dependiente

- Calidad de suelo del bosque

IV. Metodología

4.1 Lugar del estudio

Se trata de una purma alta o bosque secundario alto, ubicado en el distrito de Pichari que pertenece a la provincia de La Convención, Región de Cusco con coordenadas geográficas: Latitud: -12.5197, Longitud: -73.8286 o 12°31'11" S – 73°49'46" O, se ubica a 600 m.s.n.m. Los bosques subtropicales de Cusco ocupan una superficie de 3,103.24 Km² que representa el 9.79 % del total, presenta alto potencial forestal (Palomino et al., 2005).

La temperatura promedio es 25°C con aumento entre los meses de mayo a setiembre entre 28° a 30°C con baja precipitación pluvial muy diferenciada a los meses de noviembre a marzo donde presentan abundante precipitación pluvial (2,100 a 3,374 mm).

El área de estudio es una zona de bosque tropical con presencia predominante de árboles maderables de alto rendimiento económico y comercial, como lo son el tornillo, la caoba, el nogal, el roble amarillo, el diablo fuerte, el quinacho, el alcanfor, el lagarto fuerte, el roble, la moheña y el palo lechero. Actualmente se realizan actividades agrícolas basadas en la producción de cacao, café, coca o frutales como cítricos, plátano y piña (Pinco, n.d.).

4.2 Proceso experimental

4.3

4.2.1 Toma de muestras de Suelo

El análisis de suelo se dividirá en 2 etapas importantes siguiendo la modalidad de roza, tumba y quema - RTQ, que se aplica en la zona para generar nuevos suelos agrícolas. Entre los meses de agosto y setiembre se tomará la primera muestra de suelo sin modificaciones, antes de que se lleve a cabo la práctica de RTQ, para obtener muestras de suelo *in situ* y puedan ser enviadas a evaluar a un laboratorio y obtener datos del suelo.

La segunda toma de muestra de suelo será inmediatamente después de la quema de los restos de biomasa en el área, obteniendo datos para enviar a analizar al laboratorio e identificar si existió alguna variación en comparación con el primer análisis de suelo.

La delimitación de la parcela de 20m x 20m a evaluar se realizará en base a los siguientes criterios de inclusión como; la semejanza en propiedades físicas del suelo, posiciones topográficas, pendientes iguales, estratos semejantes de bosque y accesibilidad.

Se toma como punto de referencia un cincel colocado en el suelo, luego con una brújula ubicamos el norte y avanzamos con una cinta métrica 10 metros en 90°, de igual forma se realiza al lado contrario del punto de referencia, de igual forma se marcan los otros puntos con la ayuda de estacas señalizadas hasta delimitar un cuadrado de 20 m. x 20 m. por lado. Dentro del cuadrado mas grande se marca las esquinas de un cuadrado más pequeño a una distancia de 5m de los lados, formando un cuadrado de 10 m. x 10 m.

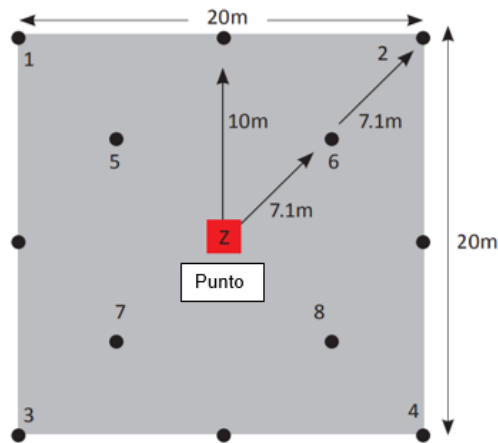


Figura 1. puntos para marcar el muestreo de suelos. (Cuellar & Salazar Hinostroza, 2016)

En los puntos 5, 6, 7 y 8 se tomarán las muestras de suelo a 4 profundidades diferentes:

- a) 0-5 cm,
- b) 5 a 10 cm,
- c) 10 a 15 cm,
- d) 15 a 20 cm.

Para obtener una muestra compuesta por cada profundidad, lo mismo se realizará en las 4 parcelas, rotulando y marcando las muestras para tener un orden evitando que se pierdan o confundan para luego enviar según la metodología aplicada por el laboratorio de suelos para la caracterización del suelo, una muestra homogénea de 1kg por cada profundidad de cada parcela. Obteniendo así 4 muestras para cada una de las 4 profundidades, un total de 16 muestras de suelo para obtener mejores datos. Este estudio solo tomará un dato previo a la tumba para poder comparar suelos y tener una estimación de

biomasa localizada con la restante luego de la quema. Se recogerán datos inmediatamente después de pasada la quema para evitar modificaciones por el tiempo.

4.2.2 Determinación de la biomasa contenida en la purma alta

En la toma de datos de biomasa se usarán las mismas 4 parcelas establecidas para el muestreo de suelo, será una sola toma de datos antes de que el bosque sea tumbado y quemado; será la biomasa total contenida sobre el suelo para luego observar la pérdida, producto de la quema.

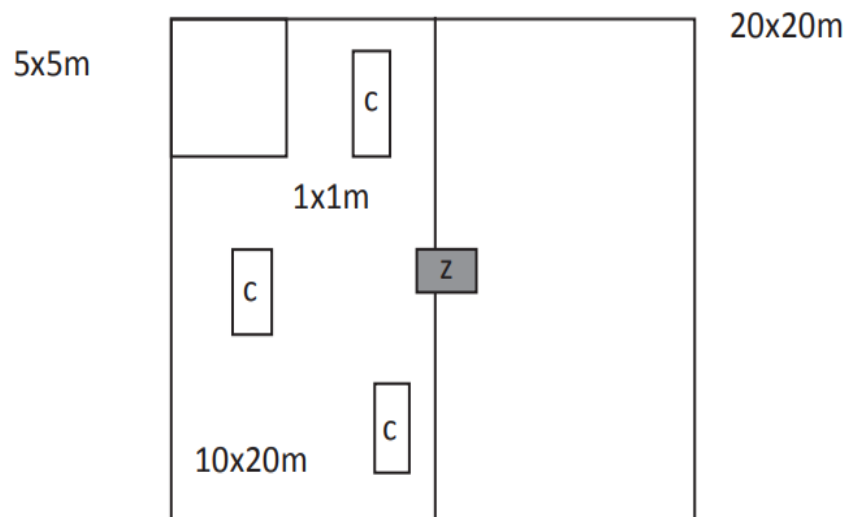


Figura 2. División de cuadrantes para toma de datos de biomasa. (Cuellar & Salazar Hinostroza, 2016)

5.2.2.1 Biomasa de Hojarasca

Dentro de uno de los cuadrantes de 1m x 1m se hará la recolección de hojarasca encontrada sobre el suelo, se pesará en el lugar con la ayuda de una balanza.

5.2.2.2 Biomasa de Brinzales

Dentro de los cuadrantes de 5m x 5m se hará la toma de datos de brinzales de DAP 0 a 5 cm.

5.2.2.3 Biomasa de Fustales

Dentro de los cuadrantes de 10m x 10m, se tomarán datos de fustales de DAP 5 a 10 cm.

5.2.2.4 Biomasa del Bosque

Dentro de la parcela de 20m x 20m se tomarán datos de árboles con DAP > 10 cm, con identificación de familias de especies forestales presentes.

V. Resultados

Los resultados se han organizado de acuerdo con los objetivos de la investigación

5.1 Con respecto al análisis de suelo

En la tabla 1 y 2 se puede observar el análisis de suelo antes y después de la quema, considerando los 4 estratos.

Tabla 1. Análisis de Suelo antes de la quema.

Momento	estrato	ph	ce (dS.m-1)	Nt%	Mo%	P ppm	k ppm	arena %	limo%	arcilla %	Cmol (+). Kg -1						sat. Base%
											cic	ca++	mg++	k+	na+	al(+3) + h(+)	
Antes	A	4.75	0.06	0.17	3.54	3.79	101	53	21	26	16.51	5.77	1.4	0.29	1.85	1.38	56
Antes	B	4.7	0.06	0.12	2.55	2.04	61.5	47	25	28	14.77	4.28	1.22	0.2	1.43	1.82	48
Antes	C	4.71	0.06	0.19	3.92	1.25	34	45	21	34	15.24	3.91	1.19	0.16	1.41	2.36	44
Antes	D	4.91	0.07	0.13	2.61	1.16	41	37	25	38	18.5	3.74	3.62	0.17	2.12	2.14	52
Antes	Promedio	4.768	0.0625	0.153	3.155	2.06	59.4	45.5	23	31.5	16.26	4.425	1.858	0.21	1.703	1.925	50

Tabla 2. Análisis de Suelo después de la quema.

Momento	estrato	ph	ce (dS.m-1)	Nt%	Mo%	P ppm	k ppm	arena %	limo%	arcilla %	Cmol (+). Kg -1					sat. Base%	
											cic	ca++	mg++	k+	na+		al(+3) + h(+)
Despues	A	6.26	0.42	0.35	7.13	25.1	755	46	21	33	14.54	6.82	1.71	1.79	0.8	0	77
Despues	B	5.14	0.15	0.27	5.49	5.81	249	46	23	31	12.36	3.82	1.25	0.62	0.84	1.38	53
Despues	C	4.87	0.09	0.22	4.5	2.74	73.5	52	17	31	10.94	2.86	0.87	0.21	1.17	2.26	47
Despues	D	4.98	0.04	0.18	3.61	3.09	43	44	21	35	10.08	2.47	0.76	0.13	1.09	2.8	44
Despues	Promedio	5.313	0.175	0.255	5.183	9.19	280	47	20.5	32.5	11.98	3.993	1.148	0.69	0.975	1.61	55.25

5.2 Con respecto al análisis de suelo entre antes de la quema y después, considerando los 4 estratos.

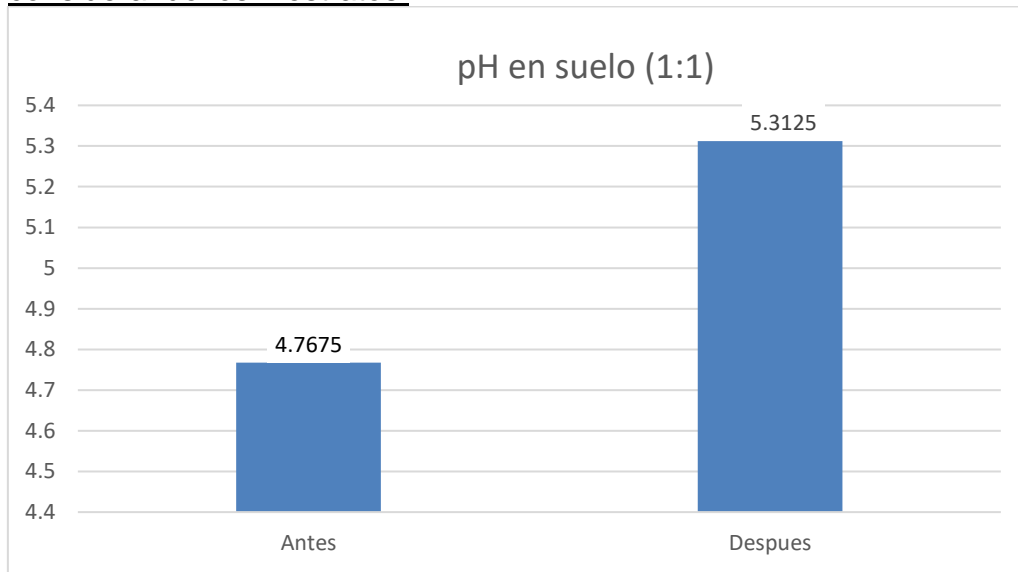


Gráfico 1. Valor del pH del suelo

Como se puede observar, el valor del pH en suelo antes de realizar la quema era de 4.7675, y posterior a la quema se obtuvo un valor de 5.3125

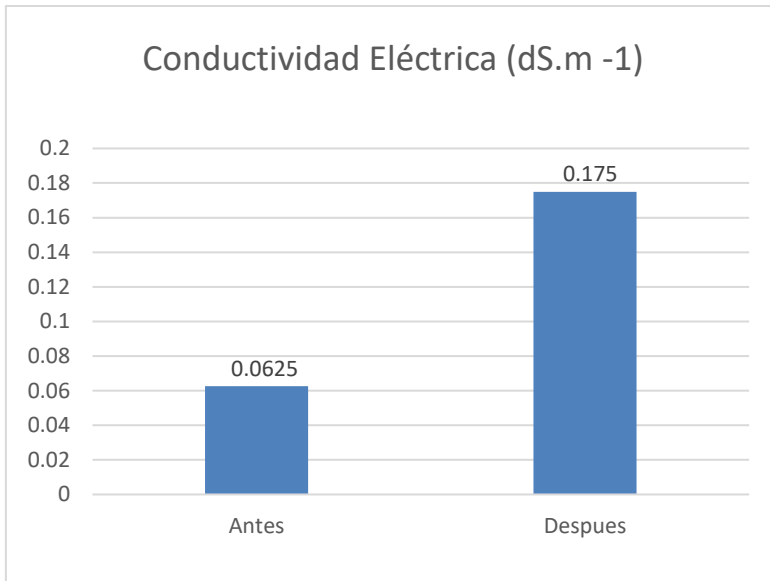


Gráfico 2. El valor de conductividad eléctrica del suelo

Como se puede observar, el valor de conductividad antes de realizar la quema era de 0.0625 ds.m, y posterior a la quema se obtuvo un valor de 0.175 ds.m

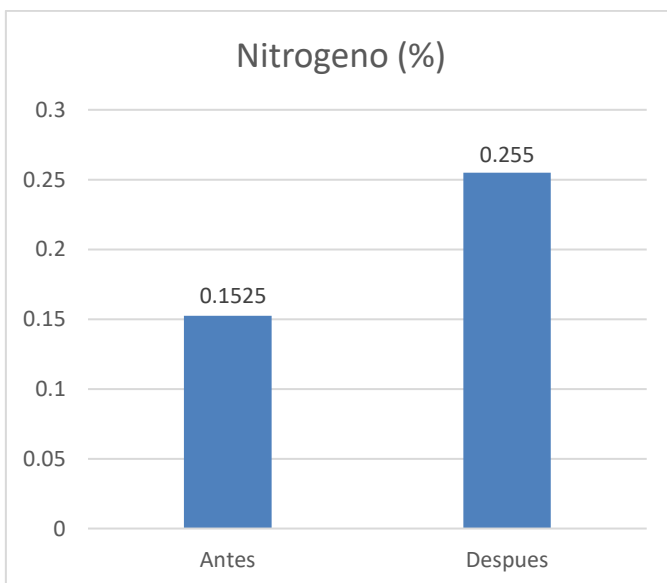


Gráfico 3. El valor de nitrógeno del suelo

Como se puede observar, el valor de nitrógeno antes de realizar la quema era de 0.1525 %, y posterior a la quema se obtuvo un porcentaje de 0.255 %.

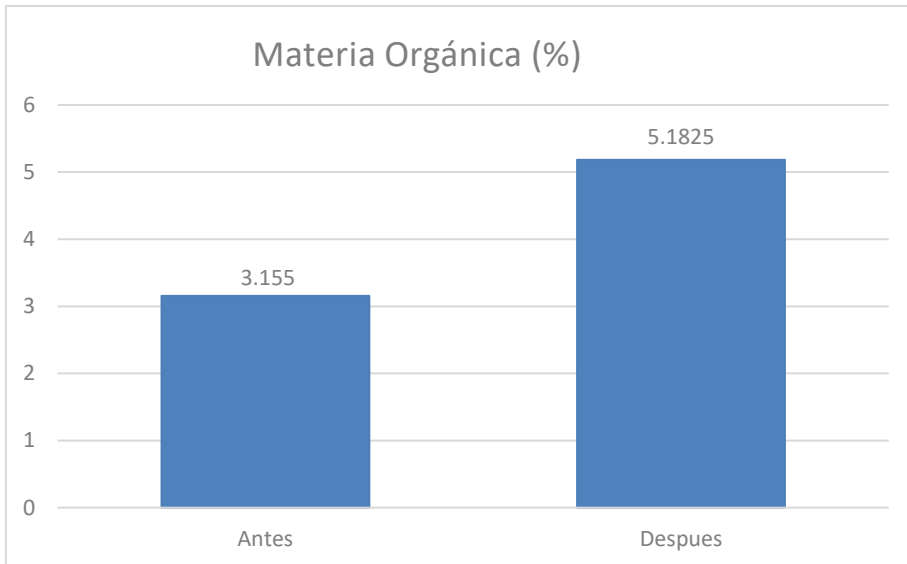


Gráfico 4. El valor de materia orgánica del suelo

Como se puede observar, antes de realizar la quema era de 3.155%, y posterior a la quema se obtuvo un porcentaje de 5.1855%.

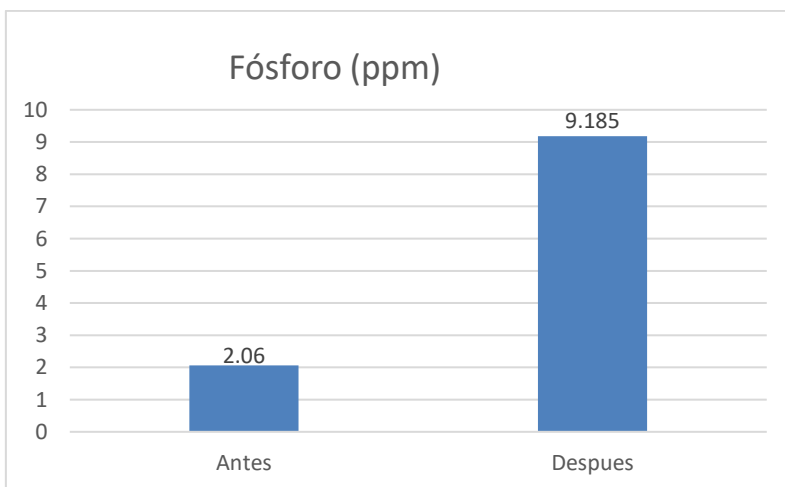


Gráfico 5. El valor de fósforo del suelo

Como se puede observar, antes de realizar la quema era de 2.06 ppm, y posterior a la quema se obtuvo un valor de 9.185 ppm.

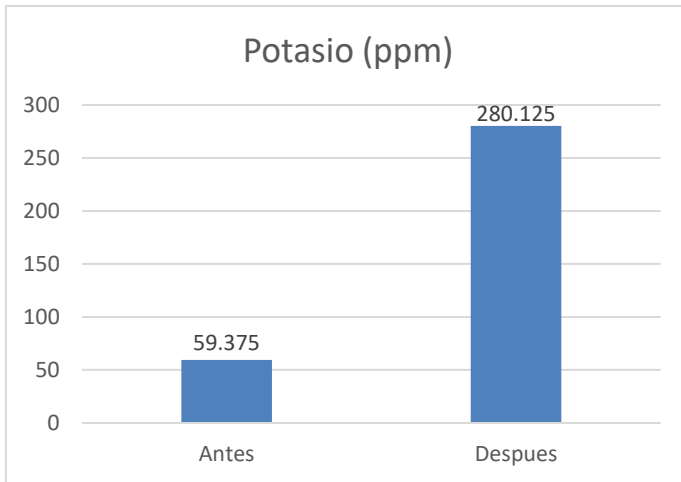


Gráfico 6. El valor de potasio del suelo

Como se puede observar, antes de realizar la quema era de 59.375 ppm, y posterior a la quema se obtuvo un valor de 280.125 ppm.

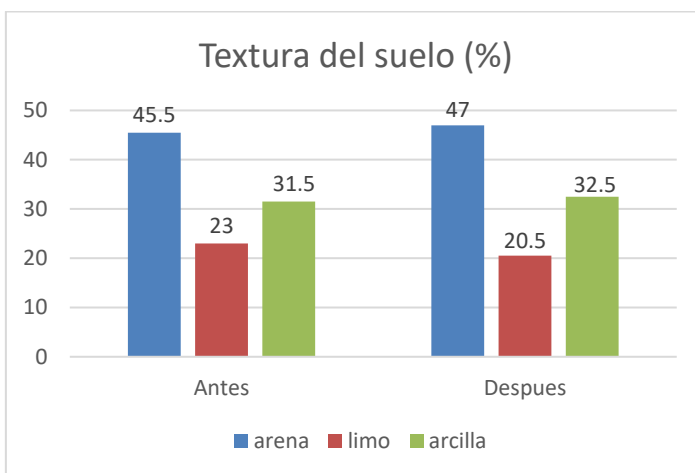


Gráfico 7. El valor de arena, limo y arcilla en la textura del suelo

Como se puede observar, antes de realizar la quema era de 45.5%, 23% y 31.5% respectivamente y posterior a la quema se obtuvo un porcentaje de 47%, 20.5% y 32.5% respectivamente.

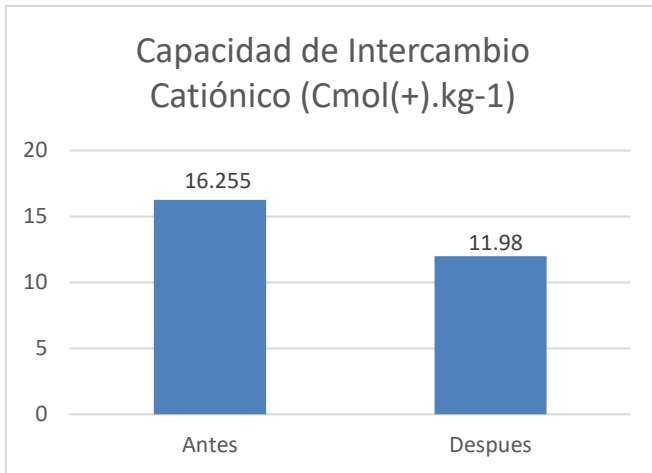


Gráfico 8. El valor de capacidad de intercambio catiónico del suelo

Como se puede observar, antes de realizar la quema era de 16.255 C.mol y posterior a la quema se obtuvo un 11.98 Cmol.

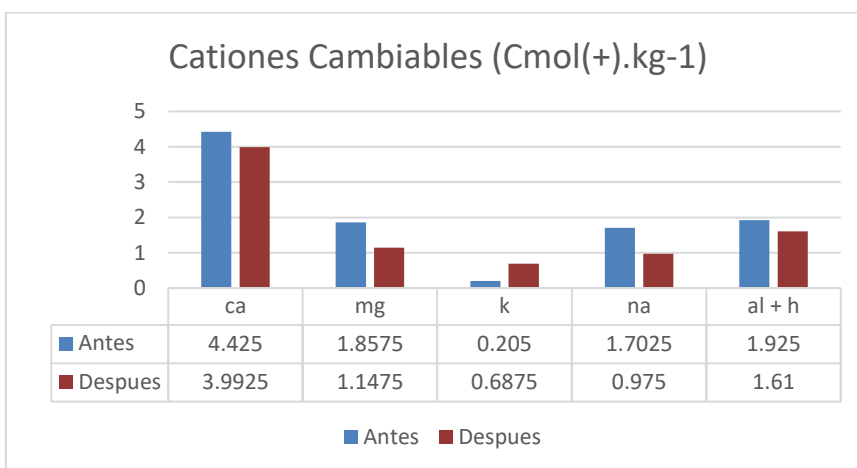


Gráfico 9. Presencia de cationes cambiables en el suelo antes y después de la quema

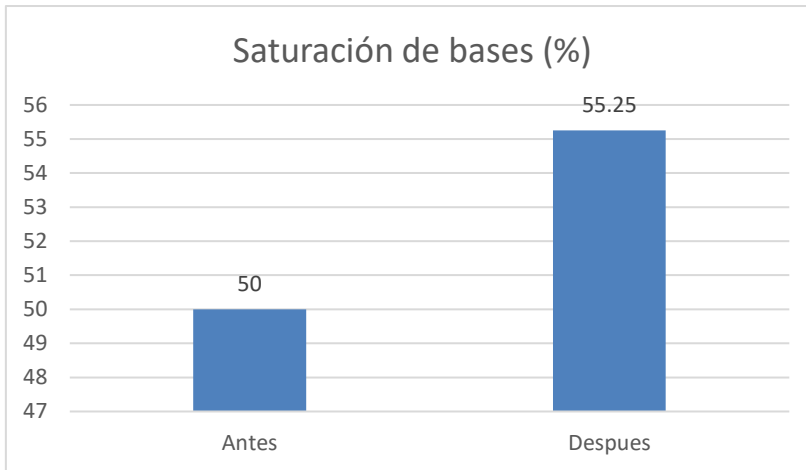


Gráfico 10. El valor de la saturación de bases del suelo

Como se observa, antes de realizar la quema era de 50%, y posterior a la quema se obtuvo un porcentaje de 55.25%.

5.3 Con respecto al análisis de suelo en el estrato A entre antes y después de la quema

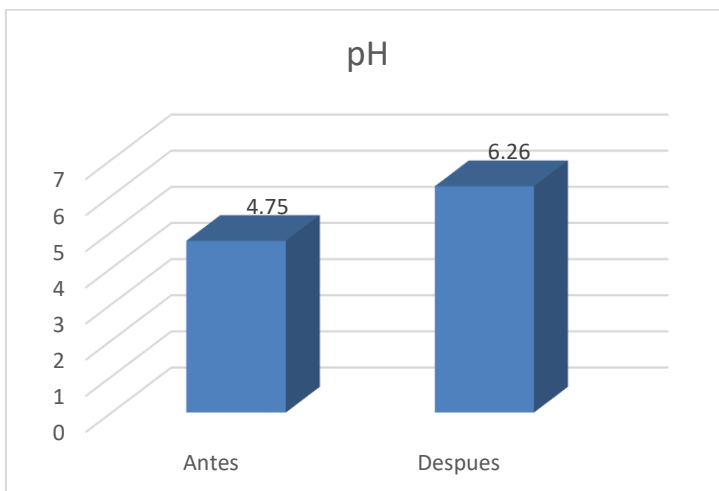


Gráfico 11. El valor del pH del suelo, estrato A

Como se puede observar, antes de realizar la quema era de 4.75, y posterior a la quema se obtuvo un valor de 6.26.

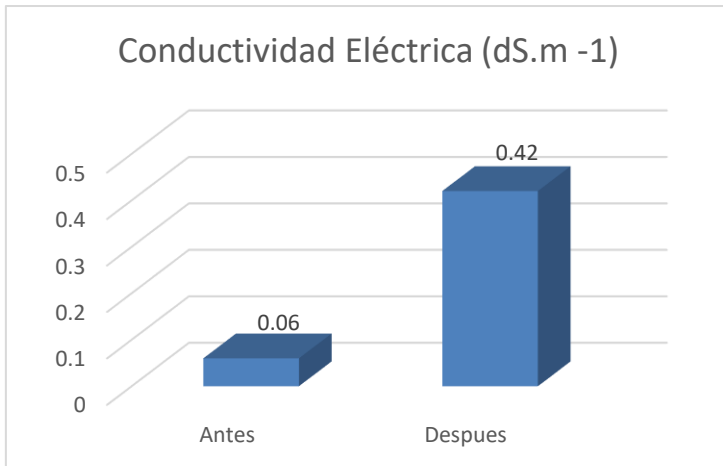


Gráfico 12. El valor de la conductividad del suelo, estrato A

Como se puede observar, antes de realizar la quema era de 0.06 ds.m, y posterior a la quema se obtuvo un valor de 0.42 ds.m.

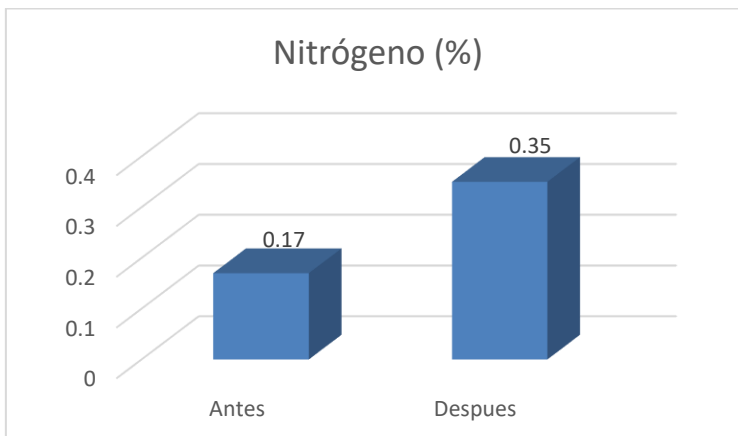


Gráfico 13. El valor de nitrógeno del suelo, estrato A

Como se puede observar, antes de realizar la quema era de 0.17%, y posterior a la quema se obtuvo un porcentaje de 0.35%.

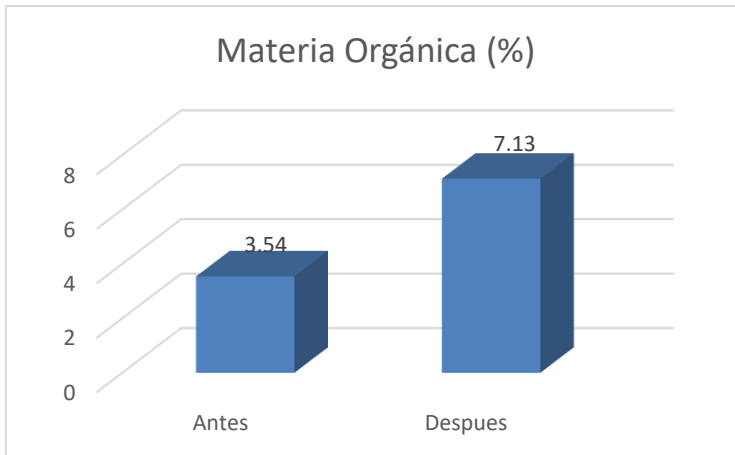


Gráfico 14. El valor de materia orgánica del suelo, estrato A

Como se puede observar, antes de realizar la quema era de 3.54 % y posterior a la quema se obtuvo un porcentaje de 7.13%.

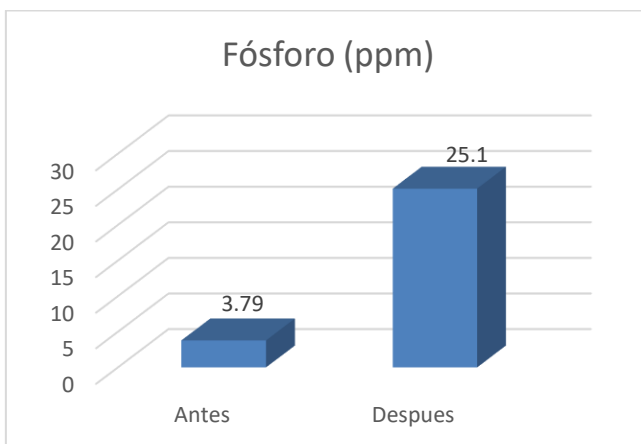


Gráfico 15. El valor de fósforo del suelo, estrato A

Como se puede observar, antes de realizar la quema era de 3.79 ppm, y posterior a la quema se obtuvo un valor de 25.1 ppm.

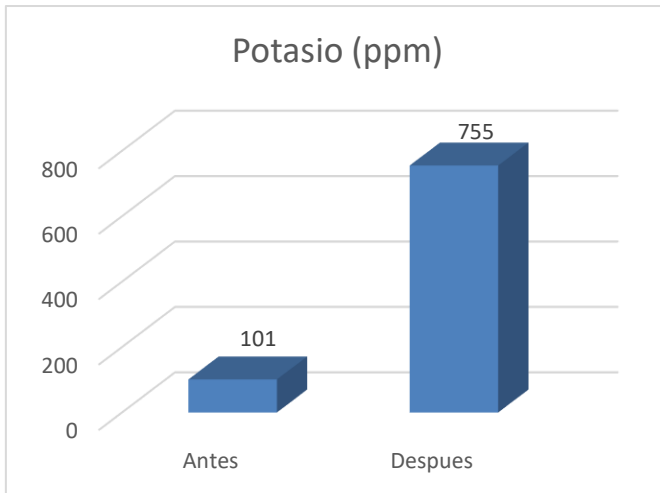


Gráfico 16. El valor de potasio del suelo, estrato A

Como se puede observar, antes de realizar la quema era de 101 ppm, y posterior a la quema se obtuvo un valor de 755 ppm.

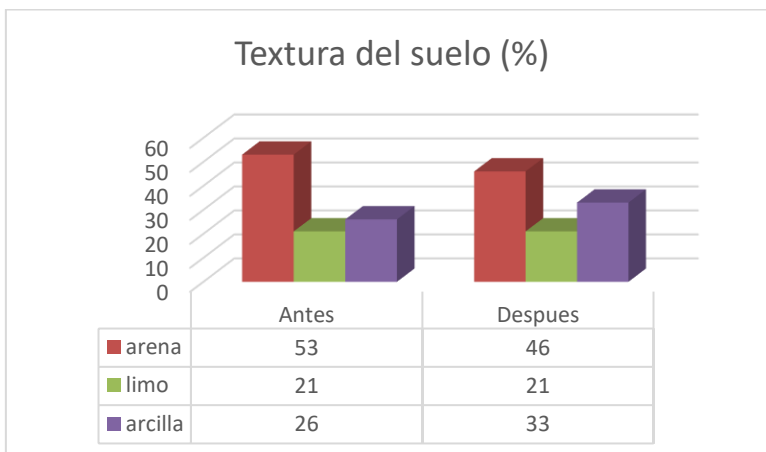


Gráfico 17. El valor de arena, limo y arcilla en la textura del suelo, estrato A

Como se puede observar antes de realizar la quema era de 53%, 21% y 26% respectivamente y posterior a la quema se obtuvo un porcentaje de 46%, 21% y 33% respectivamente.

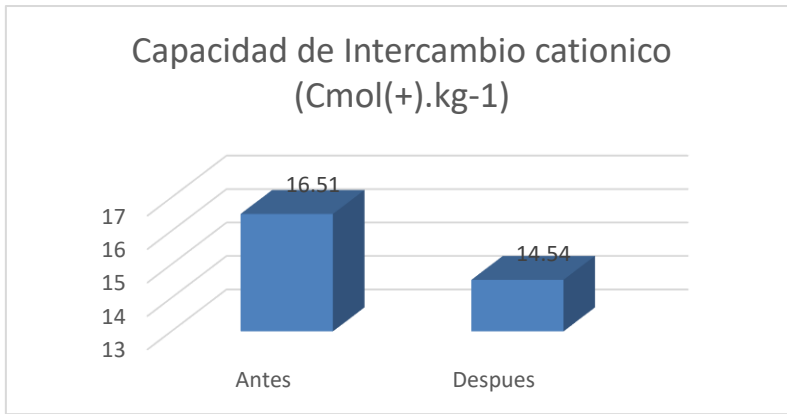


Gráfico 18. El valor de capacidad de intercambio catiónico del suelo, estrato A Como se puede observar, antes de realizar la quema era de 16.51, y posterior a la quema se obtuvo un 14.54 Cmol.

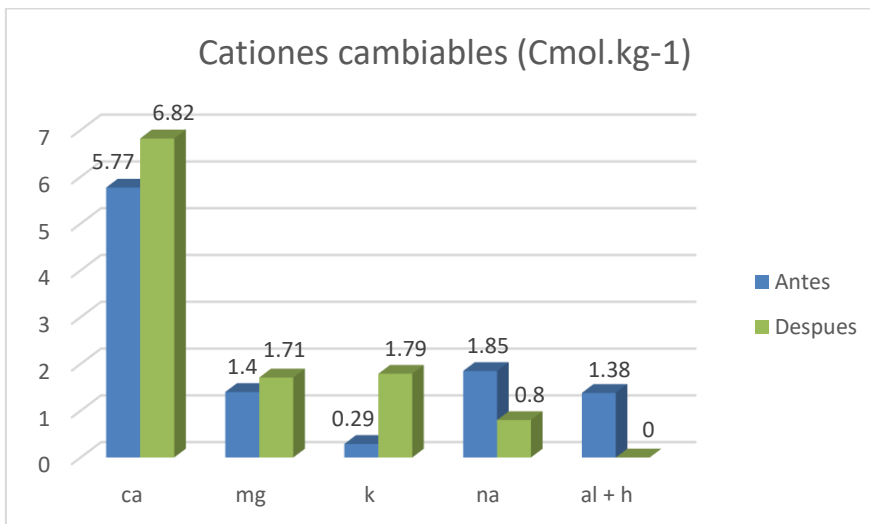


Gráfico 19. Presencia de cationes cambiabiles del suelo, estrato A; antes y después de la quema

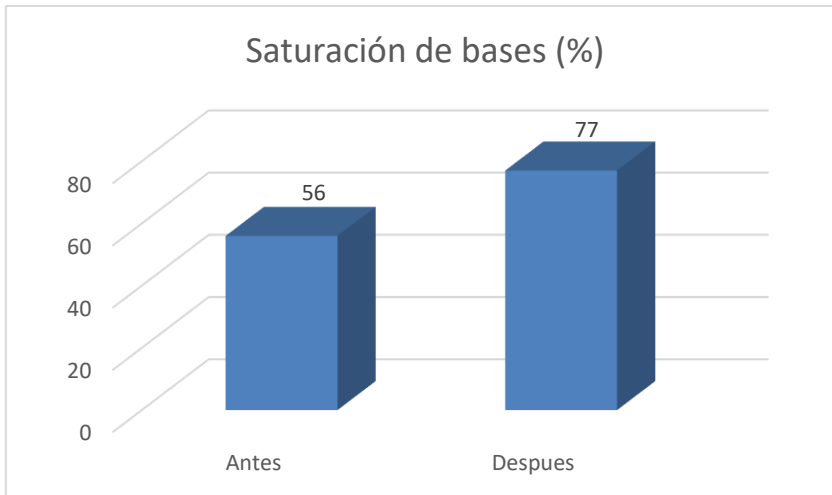


Gráfico 20. El valor de la saturación de bases del suelo, estrato A

Como se puede observar, antes de realizar la quema era de 56%, y posterior a la quema se obtuvo un porcentaje de 77%.

Tabla 3. Inventario forestal arboles DAP>10cm

INVENTARIO FORESTAL DE PREDIO								
UBICACIÓN: Localidad Tarancato alto, Distrito de Pichari, Provincia de La convención - Cusco								
UBICACIÓN GEOGRÁFICA: -12.511853 -73.780854								
NOMBRE: Markristian Madariaga Pareja								
FECHA:10/08/2021								
N°	Especie	Nombre común	DAP (cm)	HF (m)	HT (m)	Calidad	Coordenadas	
1	<i>Crecopia peltata</i>	Cetico	15	10	12	2	-12.511764°	-73.780880°
2	<i>Crecopia peltata</i>	Cetico	12	7	10	3	-12.511772°	-73.780931°
3	<i>Crecopia peltata</i>	Cetico	11	7	9	3	-12.511772°	-73.780931°
4	<i>Ochroma pyramidale</i>	Gilma	17	11	14	2	-12.511673°	-73.780854°

Tabla 4. Inventario forestal arboles DAP 5-10cm

INVENTARIO FORESTAL DE PREDIO						
UBICACIÓN: Localidad Tarancato alto, Distrito de Pichari, Provincia de La convención - Cusco						
UBICACIÓN GEOGRÁFICA: -12.511853 -73.780854						
NOMBRE: Markristian Madariaga Pareja						
FECHA:10/08/2021						
Nº	Especie	Nombre común	DAP (cm)	HF (m)	HT (m)	Calidad
1	Theobroma cacao	cacao	6		4	2
2	Theobroma cacao	cacao	5		3	3
3	Theobroma cacao	cacao	5		3	2
4	Crecopia palmata	Cetico	8	5	7	3
5	Bellucia pentamera	níspero	5	4	6	2
6	Bellucia pentamera	níspero	5	4	5	2
7	Bellucia pentamera	níspero	5	3	5	3

Tabla 5. Inventario forestal arboles DAP < 5cm

Nº	Especie	Nombre común	DAP (cm)
1	Manihot esculenta crantz	yuca	3
2	Manihot esculenta crantz	yuca	4
3	Manihot esculenta crantz	yuca	4
4	Bellucia pentamera	níspero	3
5	Desmodium molliculum	pega pega	2

Tabla 6. Peso de Hojarasca

Nº muestra	Hojarasca	Peso kg.
1		0.310
2		0.280
3		0.270

Tabla 7. Biomasa y Carbono

Nº	Especie	Biomasa	Carbono (kgCo2)
1	Crecopia peltata	45.361	22.680
2	Crecopia peltata	24.354	12.177
3	Crecopia peltata	18.472	9.236
4	Ochroma pyramidale	69.712	34.856
	TOTAL	157.898	78.949

*Se utilizó ecuación de Feldpausch.

VI. Discusión

La práctica RTQ genera variación en las propiedades del suelo, producto de las cenizas se pierden grupos OH de los minerales y se forman óxidos; eso se refleja en el aumento de pH en el suelo, favoreciendo así la actividad microbiana (Mataix-Solera & Guerrero, 2007), como se puede evidenciar en los resultados de análisis de suelos obtenidos.

Los incendios de alta intensidad son capaces de producir fusiones térmicas de partículas de arcilla (Mataix-Solera & Guerrero, 2007), aunque se tiene datos de no generar siempre una variación en la textura, más si en tamaño de agregados (Benito *et al.*, 2014); en los resultados obtenidos por el análisis de suelo se obtuvo una variación en el estrado C de profundidad de 10-15 cm, cambiando de una textura Franco Arcilloso a Franco Arcillo Arenoso.

Incendios de una temperatura no mayor a los 450 °C pueden hacer cambios en la cantidad de materia orgánica aumentándola (Rosero Cuesta & Osorio Giraldo, 2013) y no disminuyéndola como se tiene registros. Reflejado también en el aumento de Nitrógeno por residuos semipirolizados (Mataix-Solera & Guerrero, 2007) como en los resultados. Abriendo una investigación sobre las temperaturas alcanzadas en los incendios forestales y diferentes efectos en acumulación de ceniza.

El incremento de fósforo en los resultados obtenidos, concuerda con presencia de fósforo en formas asimilables, incrementando el fósforo inorgánico en función a la temperatura alcanzada y mineralización del fósforo orgánico indicado por (Mataix-Solera & Guerrero, 2007).

La Capacidad de Intercambio Catiónico descendió, indicando la no retención de cationes liberados, producto del incendio. (Minervini *et al.*, 2018)

El aumento de la conductividad eléctrica que indican los resultados se asocia a las cenizas incorporadas, al igual que el aumento de Potasio, pero ella no dura mucho tiempo en el suelo (Rosero Cuesta & Osorio Giraldo, 2013).

La emisión de gases de efecto invernadero son un punto a tratar en la práctica de RTQ, ya que se realiza la quema de bosques, generando pérdida de cobertura vegetal (Perez-cabello & Ibarra, 2011) y una diferencia significativa en la pérdida de biomasa arbórea y posible degradación de suelos por el cambio de uso como nos indica (Cuellar-Bautista *et al.*, 2015).

El cambio de manejo de la agricultura migratoria por una de conservación es un tema importante a fortalecer por parte de las autoridades y agricultores, como la implementación de prácticas sostenibles, rotación de cultivos, ejemplo que nos da (Verhulst & Govaerts, n.d.).

VII. Conclusiones

- Se demuestran cambios en las propiedades del suelo, aumentando significativamente la presencia de fósforo(P), potasio(K) y materia orgánica (MO), mostrando una mayor variación en el primer estrato de profundidad de 0 a 5 cm. Mejorando así las propiedades del suelo relacionadas a condiciones para el crecimiento y desarrollo de las plantas. La mayor presencia de fósforo mejora la elongación radical, madurez temprana y desarrollo de semillas; la mayor presencia de potasio se desarrolla mejor la actividad enzimática dando mayor resistencia a plagas y enfermedades. Además, aumento de materia orgánica en el suelo, que mejora su estructura y es fuente de elementos nutritivos. En esta investigación está relacionada con la incorporación de cenizas producto de la quema.

- Existe una variación en las propiedades químicas (cationes intercambiables) producto de la RTQ, originando cambios en la calidad de suelo, mejorando la habilidad de retener cationes por la cantidad de carga negativa, atrayendo y reteniendo los nutrientes, influenciando en la fertilidad y pH del suelo. En consecuencia, disminuye la lixiviación de micro y macronutrientes otorgando una condición en el manejo de la cantidad y frecuencia de aplicación de fertilizantes en las plantas.
- En este caso, el proceso de RTQ genera cambios en el suelo, incrementando el pH en el estrato más superficial por la incorporación de cenizas producto del incendio, influenciando la reducción de acidez del suelo acercándose al punto de neutralidad, para poder tener mayor rendimiento y productividad del suelo.
- La tala de árboles y plantas detiene el proceso de captación de carbono, el cual ayuda a regular la cantidad de gases en la atmosfera, además, con la práctica de la quema de biomasa superficial contribuyen a la liberación acelerada de CO₂ a la atmosfera, generando desbalances.

VIII. Recomendaciones

Al ser riesgosa la práctica de RTQ, y por los efectos del cambio climático anteriormente mencionado, es importante implementar con la ayuda del Estado planes y campañas de trabajo en conjunto con las comunidades de agricultores que realizan esta práctica agrícola para la enseñanza de mejores alternativas de aprovechamiento de suelo que generen menor impacto ambiental con la recuperación de buenas prácticas.

Profundizar investigaciones con mayor tiempo de duración y más tomas de datos a lo largo del tiempo para obtener información de recuperación o

degradación del suelo afectado y como se van desarrollando las características indicadas.

Continuar con nuevas investigaciones sobre efectos de los incendios forestales en diferentes zonas o tipos de geografía o vegetación para obtener información complementaria como la incorporación de Biochar o carbón vegetal para mejorar la fertilización en comparación de fertilizantes químicos, son temas para tener en consideración para la elaboración de planes y estrategias de manejo integral.

Aún hay zonas dentro del país donde se necesita mayor investigación y recopilación de datos, para poder tener mapas o información precisa de las clasificaciones de usos de suelo, ya que existe mucha diferencia entre las aptitudes de un suelo forestal de uno de aptitudes agrícolas.

Con la información obtenida, generar datos para la actualización de prácticas o leyes que incentiven el cuidado de los ecosistemas.

Tener bastante cuidado al realizar pruebas con fuego ya que podrían ocasionar incendios o daños personales.

IX. Referencias bibliográficas

- Alarcón Aguirre, G., Díaz Revoredo, J. Luis, Vela Da Fonseca, M., Quiñonez, J. José, Zevallos Pollito, P., & Gutiérrez Alberoni, J. (2018). *Valor de conservación en bosques de comunidades indígenas: Un estudio de caso en la Amazonía Peruana, San Jacinto y Puerto Arturo*. 20(3), 301–314.
- Alva, D., Manosalva, H., Micha, E., & Rojas, E. (2018). *Impacto de los incendios en la vegetación y suelo del bosque*. [http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13758/Soriano Cabrera%20 Carlos Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13758/Soriano%20Cabrera%20Carlos%20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Asner, G. P., Powell, G. V. N., Mascaró, J., Knapp, D. E., Clark, J. K., Jacobson, J., Kennedy-Bowdoin, T., Balaji, A., Paez-Acosta, G., Victoria, E., Secada, L., Valqui, M., & Hughes, R. F. (2010). High-resolution forest carbon stocks and emissions in the Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(38), 16738–16742. <https://doi.org/10.1073/pnas.1004875107>
- Ávila Flores, D., González Tagle, M., Jiménez Pérez, J., Aguirre Calderon, O., Treviño Garza, E., Vargas Larreta, B., & Eduardo, A. R. (2013). *Efecto de la severidad del fuego en las características de la estructura forestal en rodales de coníferas*. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2013.01.005>
- Barragan Tello, C. A. (2018). *Seguridad Alimentaria asociada a la degradación del suelo en Colombia*.
- Barrett, C. B., & Bevis, L. E. M. (2015). The self-reinforcing feedback between low soil fertility and chronic poverty. *Nature Geoscience*, 8(12), 907–912. <https://doi.org/10.1038/ngeo2591>
- Becerra Zambrano, M. (2018). *Agroforestería como una propuesta de agricultura sostenible en ecosistemas amazónicos. Caso de estudio distrito de Santa Ana, La convención, Cusco*.
- Bedoya Garland, E., Eduardo Aramburú, C., & Burneo, Z. (2017). Una agricultura insostenible y la crisis del barbecho: el caso de los agricultores del valle de los ríos Apurímac y Ene, VRAE. *Anthropologica*, 35(38), 211–240. <https://doi.org/http://doi.org/10.18800/anthropologica.201701.008>
- Benito, E., Varela, M. E., & Rodríguez, M. (2014). *Efectos de los incendios forestales en la erosionabilidad de los suelos en Galicia*. September. <https://doi.org/10.18172/cig.2502>
- Campo Velasquez, J. (2012). *Efectos de incendios experimentales repetidos en la agregación del suelo y su evolución temporal. Tesis Doctoral*. Universidad de Valencia España. 688. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=102721>
- Cuellar-Bautista, J. E., Judith, E., & Hinojroza, S. (2015). Patrón de cambios del carbono almacenado en el ecosistema debido al cambio de uso del bosque tropical en la Cuenca de Aguaytía, Perú. *Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA*, October, 133p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1323.6886>
- Cuellar, J. E., & Salazar Hinojroza, E. (2016). Dinámica del carbono almacenado en los diferentes sistemas de uso de la tierra en el Perú. In *Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)*.
- Delgado, E., & Cañas, K. (2016). *Programa de educación ambiental para la promoción de la agroforestería*. July.
- Díaz Villarruel, A. (2016). Impacto ambiental del cambio de uso del suelo sobre

- los parámetros edáficos en la reserva de biosfera Sumaco, Provincia de Napo. *IOSR Journal of Economics and Finance*, 3(1), 56.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-b-000238666>
- FAO. (2014). *Los bosques y el cambio climático en el Perú: situación y perspectivas*. 1–73.
- Galán de Mera, A., Campos, J., Linares, E., Montoya, J., Trujillo, C., & Vicente, J. (2016). *Vegetación y actividad humana en los andes y amazonía del Perú: una perspectiva bioclimática*. 17(3), 296–313.
- Geodem. (2007). *Manual para la restauración de terrenos afectados por incendios forestales*.
- Gibbon, A., Silman, M. R., Malhi, Y., Fisher, J. B., Meir, P., Zimmermann, M., Dargie, G. C., Farfan, W. R., & Garcia, K. C. (2010). Ecosystem Carbon Storage Across the Grassland-Forest Transition in the High Andes of Manu National Park, Peru. *Ecosystems*, 13(7), 1097–1111.
<https://doi.org/10.1007/s10021-010-9376-8>
- Guarín, A., & Hotz, H. (2015). El análisis de servicios ecosistémicos forestales como herramienta para la formulación de políticas nacionales en el Perú. *Global Green Growth Institute-Deutsches Institut Für Entwicklungspolitik*, 1–23.
- Hernández Galindo, E., & Valera Camacho, S. (2018). *Apoyo en la identificación, clasificación y análisis integral de los servicios ecosistémicos de los Parques Nacionales Naturales de Colombia, Regional Caribe y Amazonía Bajo los escenarios de cambio climático; Un acercamiento al Estado, comportamiento y estra.*
- Jara Gavilán, J. (2018). *Análisis del uso de la reforestación y la regeneración natural en zonas degradadas de la Amazonía peruana.*
- La Rosa, M. (2016). *Determinantes de la deforestación en el Perú: Evidencia de un panel de datos de 10 departamentos para el periodo 2001-2012.*
- Ladd, B., & Peri, P. L. (2013). REDD+ en Latinoamérica: el caso de Perú. *Bosque (Valdivia)*, 34(2), 1–2. <https://doi.org/10.4067/s0717-92002013000200001>
- Ladrach, W. (2009). El efecto del fuego en los ecosistemas agrícolas y forestales. *Sociedad Internacional de Forestales Tropicales*, Mayo, 6.
http://www.istf-bethesda.org/specialreports/fuego_fire/ecologia_del_fuego-esp.pdf
- Laurance, W. F., Schroth, A. K. M. A. G., Fearnside, P. M., Bergen, S., Venticinque, E. M., & Costa, C. Da. (2002). Predictors of Deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of Biogeography*, 29, 737.
- Lopez Martinez, J., & Anaya Garduño, M. (1993). *Efecto de tres prácticas agronómicas sobre la conservación y productividad de Suelos de ladera de la Fraylesca, Chiapas* (Vol. 20).
- Luchetti, J., Olivera, F., & Rodríguez, L. (2016). *Brasil: la deforestación de la Selva Amazónica y la producción sojera* (Issue 1995).
- Marín, M. A. M., Pescador, L. R., Ramos, L. R., & Charry, J. L. A. (2017). Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. *Ingeniería y Región*, 17, 1. <https://doi.org/10.25054/22161325.1212>
- Martínez-rodríguez, M. R., Donatti, C. I., & Harvey, C. A. (2017). *La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura.*
- Mataix-Solera, J., & Guerrero, C. (2007). Efectos de los incendios forestales en las propiedades edáficas. *Incendios Forestales, Suelos y Erosión Hídrica*,

- January 2007, 5–40. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803622-8.00006-9>
- Minervini, M., Morrás, H. J., & Taboada, M. A. (2018). Efectos del fuego en la matriz del suelo . Consecuencias sobre las propiedades físicas y mineralógicas. *Asociación Argentina de Ecología*, 12–27.
- Muñoz-gómez, F. A., & Galicia-sarmiento, L. (2018). *Agricultura migratoria conductor del cambio de uso del suelo de ecosistemas alto-andinos de colombia*. 16(1), 15–25.
- Palomino, E., Chávez, W., Maxi, J., & Cusquispe, M. (2005). *Zonificación Ecológica Económica-La Convención*.
- Perez-cabello, F., & Ibarra, P. (2011). *Apuntes sobre los efectos de los incendios forestales y restauración ambiental de área quemadas . Estado de la cuestión y principios generales*. August 2015.
<https://doi.org/10.26754/ojs>
- Pinco, P. (n.d.). *Mejoramiento y ampliación de los servicios de educación primaria en la I.E N° 38824 de la comunidad de Tarancato, Distrito de Pichari - La Convención-Cusco*.
- Quintana, G., Crespo, A., Esponda, C., & Pérez, L. (2017). *Contribución de herramientas ecológicas en la formación agropecuaria y forestal en las condiciones amazónicas del Ecuador*.
- Quinto, C. (2016). *Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo bajo la influencia de tres sistemas de uso de la tierra en el distrito José Crespo y Castillo, Leoncio Praso*.
- Quizhpe, W., Pacheco, E., & Ponce, E. (2017). *Riqueza florística y carbono almacenado en tres pisos altitudinales de bosques amazónicos, Zamora Chinchipe, Ecuador*. 1, 1–16.
- Ravikumar, A., Sears, R. R., Cronkleton, P., Menton, M., & Pérez-Ojeda del Arco, M. (2017). Is small-scale agriculture really the main driver of deforestation in the Peruvian Amazon? Moving beyond the prevailing narrative. *Conservation Letters*, 10(2), 170–177.
<https://doi.org/10.1111/conl.12264>
- Rojas Montes, V. V. (n.d.). *La protección de los recursos forestales en el Perú*.
- Rosero Cuesta, J., & Osorio Giraldo, I. (2013). Efectos de los incendios forestales en las propiedades del suelo. *Ingenium*, 7(16), 11.
<https://doi.org/10.21774/ing.v7i16.264>
- Torres, B., Vargas, J., Arteaga, Y., Torres, A., & Lozano, P. (2017). *Gente, bosque y biodiversidad. El rol del bosque sobre la biodiversidad y las poblaciones rurales*.
- Valverde, J. C. (2017). *Captura De Carbono Y Diversidad Florística En La Dinámica Del Cambio De Uso De La Tierra*. 1–112.
- Vega Pazmiño, S. (2018). *Valoración económica de servicios ecosistémicos según el uso de suelo en la cuenca del río capucuy*.
- Verhulst, N., & Govaerts, B. (n.d.). *Agricultura de conservación y captura de carbono en el suelo: Entre el mito y la realidad del agricultor*.
- Vos, V. A., Vaca, O., & Cruz, A. (2015). *Sistemas Agroforestales en la Amazonía boliviana Una valoración de sus múltiples funciones* (Issue October).
- Zumaeta, E. R. R., Ramos, M. F. V., & Alvarado, J. W. V. (2018). *Génesis , morfología , clasificación y susceptibilidad de suelos de la parte media de la cuenca del río Abujao Región Ucayali Genesis , morphology , classification and susceptibility soil part middle river*. 79(2), 368–376.

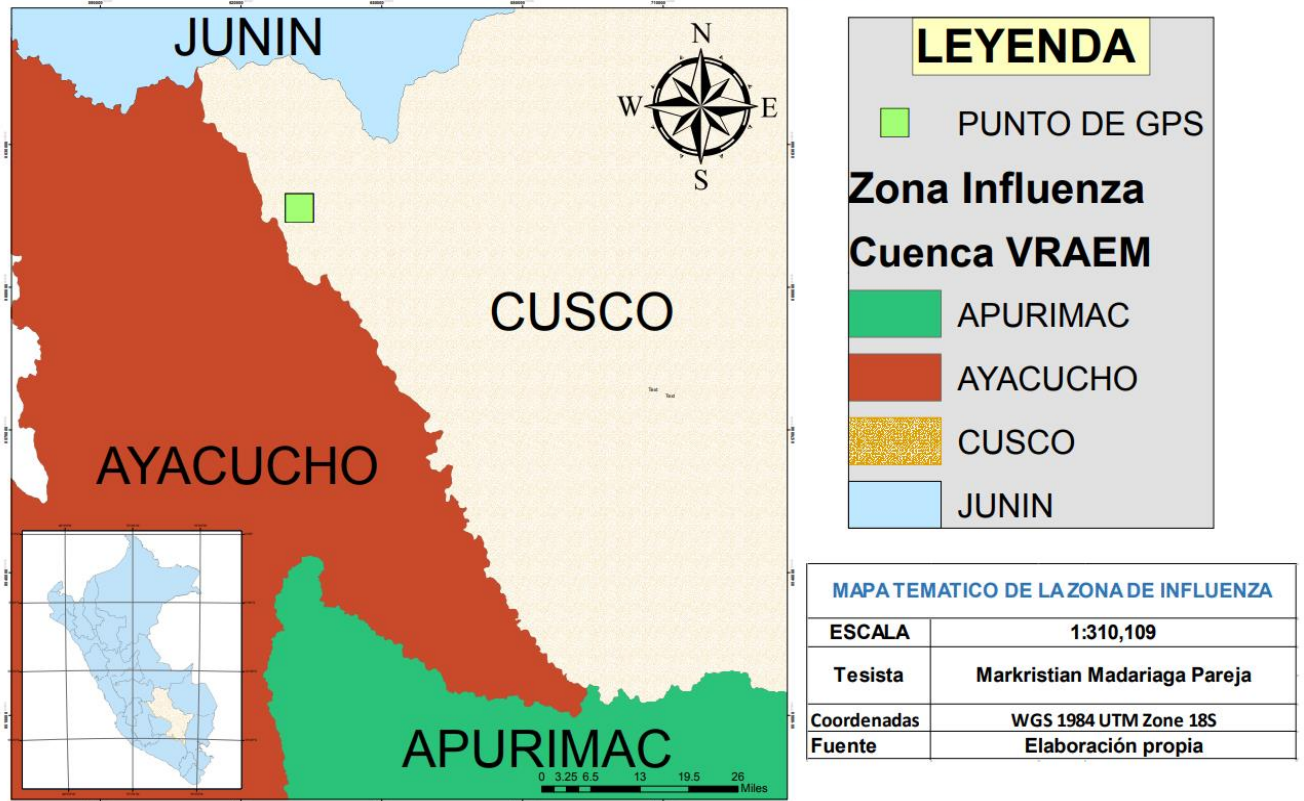
X. Abreviaturas

Al.	Aluminio
Ca.	Calcio
CE	Conductividad Eléctrica
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico
DAP	Diámetro altura de pecho
H	Hidrógeno
HF	Altura de Fuste
HT	Altura total
K	Potasio
MO	Materia Orgánica
Mg	Magnesio
Na	Sodio
P	Fósforo
RTQ	Roza, tumba y quema

XI. Anexos

Anexo 1. Mapa ubicación del predio

UBICACION ZONA DE MUESTREO



Anexo 2. Área del predio y arboles con DAP > 10cm



Anexo 3. Análisis antes de la quema



MULTISERVICIOS AGROLAB
INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES
ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN:

- EVALUACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS.
- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS AGRÍCOLA.
- USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS.
- ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
- AGRICULTURA SUSTENTABLE.

1054292

Solicitante: Sr. Markristian Madariaga Pareja

Departamento: Cusco

Provincia: La Convención

Distrito: Pichari

Localidad: Tarancato alto

Fecha: 11/08/2021

Lab	Numero de Muestra Campo	pH (t:t)	C.E. (t:t) dS.m ⁻¹	CaCO ₃ %	Nt %	MO %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes cambiabiles					% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺	
10644	Estrato A (0 - 5 cm)	4.75	0.06	0.00	0.17	3.54	3.79	101	53	21	26	Fr.Ar.A.	16.51	5.77	1.40	0.29	1.85	1.38	56
10643	Estrato B (5-10 cm)	4.70	0.06	0.00	0.12	2.55	2.04	61.5	47	25	28	Fr.Ar.A.	14.77	4.28	1.22	0.20	1.43	1.82	48
10642	Estrato C (10 - 15 cm)	4.71	0.06	0.00	0.19	3.92	1.25	34	45	21	34	Fr.Ar.	15.24	3.91	1.19	0.16	1.41	2.36	44
10641	Estrato D (15 - 20 cm)	4.91	0.07	0.00	0.13	2.61	1.16	41	37	25	38	Fr.Ar.	18.50	3.74	3.62	0.17	2.12	2.14	52

PROYECTO: EFECTO DE LA AGRICULTURA MIGRATORIA (TUMBA Y QUEMA) EN LA CALIDAD DE SUELO DEL BOSQUE EN PICHARI-CUSCO.

Ph. D. MARILENI CERBA GÓMEZ
Responsable de Laboratorio

A = arena, A.Fr = Arena franca; Fr.A. = Franco arenoso; Fr = Franco; Fr.L = Franco limoso; L = Limoso; FrArA = Franco arcillo arenoso; FrAr = Franco arcilloso; FrArL = Franco arcillo limoso; ArA = Arcillo arenoso; ArL = Arcillo limoso; Ar = Arcilloso.

Urb. Mariscal Cáceres Mz. "G-12" - Ayacucho / ☎ (066) 312049 - 📞 966938028 - 966631889 / 📠 982781298 ✉ agrolab01@yahoo.es - agrolab107@gmail.com

Anexo 4. Análisis después de la quema



MULTISERVICIOS AGROLAB
INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES
ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN:

- EVALUACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS.
- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS AGRÍCOLA.
- USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS.
- ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
- AGRICULTURA SUSTENTABLE.

1054399

Solicitante: Sr. Markristian Madariaga Pareja

Departamento: Cusco

Provincia: La Convención

Distrito: Pichari

Localidad: Tarancato alto

Fecha: 20/09/2021

Lab	Numero de Muestra Campo	pH (t:t)	C.E. (t:t) dS.m ⁻¹	CaCO ₃ %	Nt %	MO %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes cambiabiles					% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺	
10770	Estrato A (0 - 5 cm)	6.26	0.42	0.00	0.35	7.13	25.1	755	46	21	33	Fr.Ar.A.	14.54	6.82	1.71	1.79	0.80	0.00	77
10771	Estrato B (5-10 cm)	5.14	0.15	0.00	0.27	5.49	5.81	249	46	23	31	Fr.Ar.A.	12.36	3.82	1.25	0.62	0.84	1.38	53
10772	Estrato C (10 - 15 cm)	4.87	0.09	0.00	0.22	4.50	2.74	73.5	52	17	31	Fr.Ar.A.	10.94	2.86	0.87	0.21	1.17	2.26	47
10773	Estrato D (15 - 20 cm)	4.98	0.04	0.00	0.18	3.61	3.09	43	44	21	35	Fr.Ar.	10.08	2.47	0.76	0.13	1.09	2.80	44

PROYECTO: EFECTO DE LA AGRICULTURA MIGRATORIA (TUMBA Y QUEMA) EN LA CALIDAD DE SUELO DEL BOSQUE EN PICHARI-CUSCO.

Ph. D. MARILENI CERBA GÓMEZ
Responsable de Laboratorio

A = arena, A.Fr = Arena franca; Fr.A. = Franco arenoso; Fr = Franco; Fr.L = Franco limoso; L = Limoso; FrArA = Franco arcillo arenoso; FrAr = Franco arcilloso; FrArL = Franco arcillo limoso; ArA = Arcillo arenoso; ArL = Arcillo limoso; Ar = Arcilloso.

Urb. Mariscal Cáceres Mz. "G-12" - Ayacucho / ☎ (066) 312049 - 📞 966938028 - 966631889 / 📠 982781298 ✉ agrolab01@yahoo.es - agrolab107@gmail.com

Anexo 5. Flora antes de la quema



Anexo 6. Flora antes de la quema



Anexo 7. Flora antes de la quema



Anexo 8. Flora antes de la quema



Anexo 9. Flora antes de la quema



Anexo 10. Flora antes de la quema



Anexo 11. Flora antes de la quema



Anexo 12. Flora antes de la quema



Anexo 13. Flora antes de la quema



Anexo 14. Flora antes de la quema



Anexo 15. Flora antes de la quema



Anexo 16. Flora antes de la quema



Anexo 17. Flora antes de la quema



Anexo 18. Flora antes de la quema



Anexo 19. Flora antes de la quema



Anexo 20. Muestreo de suelo



Anexo 21. Muestreo de suelos a distintas profundidades



Anexo 22. Medicion de profundidad de muestreo



Anexo 23. Secado de predio



Anexo 24. Secado de predio



Anexo 25. Secado de predio



Anexo 26. Secado de predio



Anexo 27. Secado de predio



Anexo 28. Quema de predio



Anexo 29. Quema de predio



Anexo 30. Quema de predio



Anexo 31. Quema de predio



Anexo 32. Quema de predio



Anexo 33. Quema de predio



Anexo 34. Quema de predio



Anexo 35. Quema de predio



Anexo 36. Biomasa quemada



Anexo 37. Biomasa quemada



Anexo 38. Biomasa quemada



Anexo 39. Biomasa quemada

