

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO E INGENIERA AMBIENTALES**

**TEMA:
EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE METALES PESADOS EN SUELOS
AFECTADOS POR INCENDIOS FORESTALES EN UNA ZONA DEL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO**

**AUTORES:
SHAKESPEARE JHOSSIMAR ALARCÓN CUEVA
NADIA STEFANIA TAPIA AMORES**

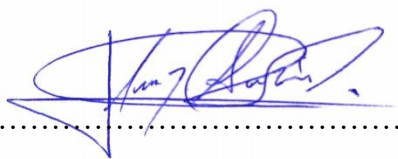
**TUTOR:
CARLOS ANDRÉS ULLOA VACA**

Quito, marzo del 2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Shakespeare Jhossimar Alarcón Cueva con documento de identificación N° 172136022-8 y Nadia Stefania Tapia Amores con documento de identificación N° 050341466-6, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE METALES PESADOS EN SUELOS AFECTADOS POR INCENDIOS FORESTALES EN UNA ZONA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO E INGENIERA AMBIENTALES, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Shakespeare Jhossimar Alarcón Cueva

CI: 172136022-8



Nadia Stefania Tapia Amores

CI: 050341466-6

Quito, marzo 2021

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo Experimental, EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE METALES PESADOS EN SUELOS AFECTADOS POR INCENDIOS FORESTALES EN UNA ZONA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO realizado por Shakespeare Jhossimar Alarcón Cueva y Nadia Stefania Tapia Amores, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, marzo 2021



.....
Carlos Andrés Ulloa Vaca

CI: 171645797-1

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme en cada paso que doy.

A mis padres, Guillermo y Carmen quienes han sido soporte y apoyo incondicional durante todo este proceso, por desear lo mejor para mí y con su ejemplo de lucha constante mostrarme el camino hacia la superación.

A mis hermanos, Carla, Anita, Carlos y Bryan quienes con su cariño y palabras de aliento han sido un gran apoyo para mí.

A Carlos Alberto, por ser una parte muy especial de mi vida y ese apoyo incondicional que me impulsa a seguir adelante.

Nadia Stefania

A mis Padres, Franklin y Piedad les quiero dedicar este logro con todo mi corazón, para ellos que me supieron inculcar el valor de la perseverancia, el trabajo y la dedicación, que a pesar de los tropiezos y las malas decisiones en la vida no me dejaron que fracase y que ahora en este punto de mi vida solo quiero agradecer por todo ese esfuerzo que hicieron para darme una carrera universitaria.

A Dios, porque con la fe se puede llegar muy lejos.

A mis hermanos, Sebastián y Jennyfer que con su cariño y paciencia me supieron dar su mano y su empuje para culminar esta etapa de mi vida.

A mi suegrita Nancy y mi enamorada Michele que fueron parte importante de estos cinco años de esfuerzo y dedicación siendo un pilar fundamental en mi estabilidad emocional.

Esto fue posible gracias a ustedes. ¡Lo logramos!

Jhossimar Alarcón

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirnos llegar hasta este punto y habernos dado salud para lograr nuestros propósitos.

A nuestros padres, gracias a su sacrificio, sus consejos, su amor y su apoyo moral, material y espiritual que nos han permitido lograr una meta más en la vida.

A nuestros maestros, quienes han sido partícipes de nuestra formación universitaria de los cuales aprendimos una parte de su valioso conocimiento.

De manera muy especial a nuestro tutor de trabajo experimental Carlos Andrés Ulloa, por guiarnos en la realización de esta investigación, por su gran calidad humana, por brindarnos su tiempo, apoyo y amistad.

A la Universidad Politécnica Salesiana, nuestra segunda casa, por habernos permitido forjar en ella para nuestra formación profesional.

Nadia y Jhossimar

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
3. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1 Incendios forestales	4
3.1.1 Intensidad de los incendios forestales	4
3.2 Factores que intervienen en los incendios forestales	5
3.2.1 Calor	5
3.2.2 Oxígeno	5
3.2.3 Combustible.....	5
3.2.3.1 Especies vegetales.....	5
3.2.4 Topografía	6
3.2.5 Condiciones meteorológicas.....	6
3.2.5.1 Radiación solar.....	7
3.2.5.2 Humedad relativa.	7
3.2.5.3 Viento.....	7
3.2.5.4 Precipitación.	7
3.2.6 Tiempo.....	8
3.3 Propiedades del suelo	8
3.3.1 Materia orgánica.....	8
3.3.2 Humedad.....	8
3.3.3 Capacidad de intercambio catiónico.....	9
3.3.4 Textura.....	9
3.3.5 pH	9
3.3.6 Densidad aparente.....	10
3.3.7 Nitrógeno	10
3.4 Metales pesados en el suelo	10
3.4.1 Plomo.....	11
3.4.2 Cadmio.....	11

3.4.3 Cobalto.....	12
3.4.4 Cromo	12
3.4.5 Cobre	12
3.4.6 Normativa ambiental en el Ecuador	13
4. MATERIALES Y MÉTODOS	14
4.1 Descripción del área de estudio.....	14
4.1.1 Ubicación y descripción de los sitios de muestreo.	15
4.2 Materiales	19
4.2.1 Materiales para la toma de muestra de suelo	19
4.2.2 Materiales para la determinación de pH en el suelo	19
4.2.3 Materiales para la determinación de densidad aparente del suelo	19
4.2.4 Materiales para la determinación de infiltración del suelo.....	20
4.2.5 Materiales para la determinación de humedad del suelo	20
4.3 Métodos.....	20
4.3.1 Método de muestreo en campo.....	21
4.3.2 Método para la determinación de pH	21
4.3.3 Método para la determinación de densidad aparente.....	21
4.3.4 Método para la determinación de infiltración.....	22
4.3.5 Método para la determinación de humedad.....	22
4.3.6 Método para la determinación de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, textura de suelo y nitrógeno total.....	23
4.3.7 Método para la determinación de metales pesados	23
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
5.1 Recolección de datos.....	24
5.2 Análisis y discusión de resultados.....	24
5.2.1 Potencial hidrógeno (pH).....	24
5.2.2 Densidad aparente.....	28
5.2.3 Infiltración	31
5.2.4 Humedad.....	34
5.2.5 Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	37
5.2.6 Materia orgánica (MO).....	40
5.2.7 Nitrógeno total (NT).....	43

5.2.8 Textura.....	46
5.2.8.1 <i>Arena</i>	47
5.2.8.2 <i>Limo</i>	48
5.2.8.3 <i>Arcilla</i>	49
5.2.9 Metales.....	50
5.2.9.1 <i>Cadmio</i>	51
5.2.9.2 <i>Cromo</i>	54
5.2.9.3 <i>Cobre</i>	57
5.2.9.4 <i>Cobalto</i>	60
5.2.9.5 <i>Plomo</i>	63
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
6.1 Conclusiones	67
6.2 Recomendaciones.....	69
7. BIBLIOGRAFÍA	70
8. ANEXOS	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de muestreo en el volcán Ilaló	15
Figura 2. Ubicación de los puntos de muestreo en la zona afectada por el incendio forestal	16
Figura 3. Ubicación de los puntos de muestreo en la zona testigo	17
Figura 4. Ubicación de los puntos de muestreo de las dos zonas utilizadas para el estudio	18
Figura 5. Boxplot de la variación de pH en la zona afectada (Q) y la zona testigo (B)	25
Figura 6. Variación de pH con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio	26
Figura 7. Residuos Normalizados de pH con respecto a la altura	27
Figura 8. Boxplot de la variación de la densidad aparente en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B).....	28
Figura 9. Variación de la densidad aparente con respecto a la altura en la zona afectada (Q)...	30
Figura 10. Residuos Normalizados de la densidad aparente con respecto a la altura.....	30
Figura 11. Boxplot de la variación de la infiltración en la zona quemada (Q) y testigo (B)	31
Figura 12. Variación de la infiltración con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio.....	33
Figura 13. Residuos Normalizados de la infiltración con respecto a la altura.....	34
Figura 14. Boxplot de la variación de la humedad en la zona quemada (Q) y testigo (B)	35
Figura 15. Variación de la humedad con respecto a la altura en la zona afectada (Q)	36
Figura 16. Residuos Normalizados de la humedad con respecto a la altura.....	37
Figura 17. Boxplot de la variación de la CIC en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B).....	38
Figura 18. Variación de la CIC con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio	39
Figura 19. Residuos Normalizados de la CIC con respecto a la altura.....	40
Figura 20. Boxplot de la variación de la MO en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B).....	41
Figura 21. Variación de la MO con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio.....	42
Figura 22. Residuos Normalizados de la MO con respecto a la altura.....	43
Figura 23. Boxplot de la variación de NT en la zona quemada (Q) y la zona testigo(B)	44
Figura 24. Variación de NT con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio	45
Figura 25. Residuos Normalizados de NT con respecto a la altura	46
Figura 26. Boxplot de la variación de arena en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B)	47
Figura 27. Boxplot de la variación de limo en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B).....	48

Figura 28. Boxplot de la variación de arcilla en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B)	49
Figura 29. Boxplot de la variación de cadmio en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B) ...	51
Figura 30. Variación de la concentración de cadmio respecto a la altura en la zona afectada por el incendio.....	52
Figura 31. Residuos Normalizados de cadmio con respecto a la altura	53
Figura 32. Boxplot de la variación de cromo en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B)	54
Figura 33. Variación de la concentración de cromo con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio.....	55
Figura 34. Residuos Normalizados de cromo con respecto a la altura	56
Figura 35. Boxplot de la variación de cobre en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B)	57
Figura 36. Variación de la concentración de cobre con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio.....	58
Figura 37. Residuos Normalizados de cobre con respecto a la altura	59
Figura 38. Boxplot de la variación de cobalto en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B) ...	60
Figura 39. Variación de la concentración de cobalto con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio.....	61
Figura 40. Residuos Normalizados de cobalto con respecto a la altura	62
Figura 41. Boxplot de la variación de plomo en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B)	63
Figura 42. Variación de la concentración de plomo con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio.....	64
Figura 43. Residuos Normalizados de plomo con respecto a la altura	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de calidad del suelo.....	13
Tabla 2. Materiales y equipos para el muestreo de suelo en el área de estudio.....	19
Tabla 3. Materiales y equipos para la determinación de pH en el suelo.....	19
Tabla 4. Materiales y equipos para la determinación de densidad aparente en el suelo.....	19
Tabla 5. Materiales y equipos para la determinación de infiltración en el suelo.....	20
Tabla 6. Materiales y equipos para la determinación de humedad en el suelo.....	20
Tabla 7. Análisis de la varianza ANOVA de pH comparado con las dos zonas de estudio.	26
Tabla 8. Análisis de la varianza ANOVA de la densidad aparente en las dos zonas de estudio	29
Tabla 9. Análisis de la varianza ANOVA de la infiltración en las dos zonas de estudio.	32
Tabla 10. Análisis de la varianza ANOVA de la humedad en las dos zonas de estudio.....	35
Tabla 11. Análisis de la varianza ANOVA de la CIC en las dos zonas de estudio.....	38
Tabla 12. Análisis de la varianza ANOVA de la MO en las dos zonas de estudio.....	41
Tabla 13. Análisis de la varianza ANOVA del NT en las dos zonas de estudio.....	44
Tabla 14. Análisis de la varianza ANOVA de Arena comparando las dos zonas de estudio.....	47
Tabla 15. Análisis de la varianza ANOVA de la textura limo en las dos zonas de estudio.....	49
Tabla 16. Análisis de la varianza ANOVA de la textura arcilla en las dos zonas de estudio.....	50
Tabla 17. Análisis de la varianza ANOVA de cadmio en las dos zonas de estudio.....	51
Tabla 18. Análisis de la varianza ANOVA de cromo en las dos zonas de estudio.....	54
Tabla 19. Análisis de la varianza ANOVA de cobre en las dos zonas de estudio.....	57
Tabla 20. Análisis de la varianza ANOVA de cobalto en las dos zonas de estudio.....	60
Tabla 21. Análisis de la varianza ANOVA de plomo en las dos zonas de estudio.....	63

RESUMEN

Los incendios forestales son una de las mayores causas de la degradación de los ecosistemas en el Ecuador. Cada año se destruyen miles de hectáreas de bosques sensibles al fuego, la intervención del ser humano en la tierra está alterando los regímenes de incendios naturales, como resultado, el fuego ha sido visto por muchos como un desastre ambiental. El presente estudio pretende mostrar los resultados de las alteraciones físico-químicas (pH, materia orgánica, textura, nitrógeno total, densidad aparente, infiltración, humedad y capacidad de intercambio catiónico) que se han registrado en una zona afectada por incendios forestales, además de evaluar la presencia de metales pesados (cobre, plomo, cadmio, cobalto y cromo). Las áreas investigadas, una zona testigo (B) y una zona afectada por el fuego en septiembre de 2019 (Q), se encuentran ubicadas en las faldas del volcán Ilaló el cual tiene gran importancia ambiental ya que forma parte del Bosque y Vegetación Protectora Flanco Oriental del Volcán Pichincha y Cinturón Verde de Quito. A pesar de esto, se ve afectado por actividades antropogénicas de turismo, recreación y agricultura, que podrían ser la causar de recurrentes incendios forestales. Los resultados del presente estudio revelan que los parámetros fisicoquímicos estudiados entre la zona (Q) y la zona (B) presentan una diferencia significativa en: pH, densidad aparente, textura y humedad, se determinó también que en ambas áreas analizadas existen niveles de cobre y cobalto que igualan a los niveles máximos permitidos en la normativa vigente y que podrían causar problemas eco-toxicológicos.

Palabras clave: Incendios forestales, metales pesados, Ilaló.

ABSTRACT

Wildfires are one of the major causes of environmental degradation in Ecuador. Thousands of hectares of fire-sensitive forests are destroyed each year, human activities have altered fire regimes, as a result, fire has been seen by many institutions as an environmental disaster. The present study has been developed that aims to show the results of the physical-chemical alterations (pH, organic matter, texture, total nitrogen, apparent density, infiltration, humidity, and cation exchange capacity) that have been recorded in an area affected by wildfires in addition to evaluating the presence of heavy metals (copper, lead, cadmium, cobalt and chromium). The investigated areas, a witness zone (B) and an area affected by wildfire in September 2019 (Q) that are located on the Ilaló volcano, which has great environmental importance since it is part of the East Flank Protective Forest and Vegetation of the Pichincha Volcano and the Green Belt of Quito and which is also affected by anthropogenic activities such as tourism, recreation and agriculture, which could be the cause of new wildfires. The results of the present study reveal that the physicochemical parameters between the zone (Q) and the zone (B) present a significant difference in the following parameters: pH, apparent density, texture and humidity, in addition, it was determined that there are high levels of copper and cobalt that equal the maximum levels allowed in the current regulations and that could cause eco-toxicological problems.

Keywords: Wildfires, heavy metals, Ilaló

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene como principal finalidad evaluar la presencia de metales pesados como cadmio, cobalto, cromo, cobre y plomo y otras alteraciones físico-químicas en suelos afectados por el fuego, el área de estudio que fue seleccionada corresponde a un sector del volcán Ilaló que registró la ocurrencia de un incendio forestal en el mes de septiembre del año 2019.

Los incendios forestales se registran sobre todo durante la época de verano, posiblemente debido a la falta de precaución durante el uso del fuego en las actividades agropecuarias, así como a los descuidos de lugareños y excursionistas en sus visitas a los bosques (Castro de la Sen, 2009) y actividades crecientes promovidas por la búsqueda del avance socioeconómico de los comuneros que habitan el cerro. El Ilaló es una zona representativa para el Distrito Metropolitano de Quito caracterizado por sus condiciones topográficas de montaña en donde su tipo de vegetación, condiciones del ambiente y actividades humanas dan lugar para que ocurran este tipo de eventos (Estacio y Narváez, 2012). Un gran número de agricultores utilizan el fuego para mejorar la calidad del suelo, teniendo un efecto positivo siempre y cuando esta actividad sea controlada. Las propiedades físico-químicas, biológicas y mineralógicas del suelo pueden verse afectadas por los incendios forestales, los efectos dependerán de la intensidad, recurrencia y el tiempo del incendio, pudiendo ser estos directos como la pérdida de fauna y flora e indirectos como erosión del suelo y contaminación ambiental (González, 2017).

Para alcanzar los objetivos propuestos se tomaron 54 muestras que representan a una zona afectada por incendios y a otra zona colindante como testigo. La evaluación de los metales pesados se realizó por medio de la técnica de espectrofotometría por absorción atómica, dichos análisis fueron realizados por el Laboratorio de Análisis de Agua, Medicamentos, Alimentos, Fertilizantes Clínicos (CENTROCESAL), mientras que los análisis de materia orgánica, nitrógeno total, textura

y capacidad de intercambio catiónico se encargó de realizar el Laboratorio de Suelos y Agua de la Universidad Politécnica Salesiana, campus Cayambe. Los análisis de los parámetros físico-químicos como la determinación de pH, humedad, densidad aparente e infiltración tuvieron lugar en el Laboratorio de Química de la Universidad Politécnica Salesiana, campus Sur.

Para el análisis de datos se realizó comparaciones de todos los parámetros: pH, materia orgánica, textura, nitrógeno total, densidad aparente, infiltración, humedad y capacidad de intercambio catiónico entre la zona testigo y la zona quemada realizándose un análisis de varianza (ANOVA) que permitiera encontrar diferencias significativas entre ambas zonas estudiadas; también se compararon los valores obtenidos de las muestras a diferentes alturas de ambas zonas, con las que, utilizando regresión lineal se determinó si las alturas en las que fueron tomadas las muestras presentaban una relación con los valores obtenidos de cada parámetro.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Evaluar la presencia de metales pesados (cadmio, cobalto, cromo, cobre y plomo) aplicando el método de absorción atómica en suelos afectados por incendios forestales.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar alteraciones de las propiedades físico-químicas del suelo afectado por incendios forestales: humedad, materia orgánica, nitrógeno, capacidad de intercambio catiónico, textura, pH, densidad aparente e infiltración, y compararlas con muestras testigos de suelos no quemados adyacentes a la zona investigada.
- Evaluar el nivel de presencia de metales pesados en las áreas afectadas y no afectadas por incendios forestales.
- Establecer posibles relaciones entre la concentración de metales pesados y variables tales como: tipo de vegetación, distribución espacial en una zona determinada y propiedades del suelo.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Incendios forestales

Se define como incendio forestal a todo fuego sin control que se presenta en el bosque o terreno forestal, causando afectación a las funciones ambientales de los mismos, de igual modo, afectando a la protección de los cuerpos de agua y del suelo generando pérdidas económicas y disminuyendo las actividades recreacionales en los bosques (Vélez, 2009).

3.1.1 Intensidad de los incendios forestales

La duración del fuego y la temperatura alcanzada en un incendio son dos variables que determinan la intensidad del mismo. Los siguientes factores: cantidad de material combustible presente, distribución espacial y velocidad de combustión son los que determinan la duración del fuego, mientras que las temperaturas alcanzadas están asociadas principalmente por el calor que se genera en la combustión. (Pérez, 2016).

La intensidad de los incendios está clasificada de la siguiente manera:

- Incendios de intensidad baja: Este tipo de incendios no causa mayor daño al ecosistema, estimula el incremento de nutrientes en el suelo, remueve la vegetación no deseada para promover la renovación de la vegetación dominante. El rango de temperatura de este tipo de incendios está entre 100 y 300 °C (Bodi et al., 2012).
- Incendio de intensidad media: Los efectos que se generan en este tipo de incendios son la disminución de materia orgánica y acidez del suelo debido a que su pH aumenta. En este caso, las temperaturas oscilan entre 300 a 400 °C (Úbeda, 2001).
- Incendio de intensidad alta: Las temperaturas que alcanzan este tipo de incendios van desde los 500 a 700 °C, en esta clase de incendios la materia orgánica es

eliminada en un gran porcentaje, existe una pérdida de nutrientes considerable, la estructura del suelo se ve afectada y se produce erosión (González, 2017).

3.2 Factores que intervienen en los incendios forestales

El combustible, calor y oxígeno son tres factores determinantes para que un incendio forestal se desarrolle, para que el fuego tenga prolongación dependerá de otras variables tales como: tipo de material combustible, condiciones topográficas, variables climáticas y el tiempo (Aguirre, 2001).

3.2.1 Calor

En un incendio forestal existe una transferencia de calor al exterior que se da por diferentes mecanismos como son: conducción, radiación y convección; dependiendo del tipo de mecanismo puede generar daños significativos a la salud de las personas como quemaduras, afectación a las vías respiratorias, entre otras, así como también pérdida de edificaciones (Pérez, 2015).

3.2.2 Oxígeno

En un incendio forestal el principal comburente es el oxígeno ya que este alimenta el fuego, su función principal es oxidar a un combustible en cualquier estado de la materia en que se halle, esto se da cuando el agente reductor reduce al oxidante entregando electrones (Segumar, 2015).

3.2.3 Combustible

El combustible es cualquier sustancia, materia o compuesto que tenga la capacidad de encenderse y mantener un proceso de combustión. La cantidad de combustible disponible tanto vivo (biomasa) como muerto (necromasa), es un factor de gran importancia, ya que cuanto más combustible se encuentre disponible mayor será la intensidad del incendio (Aguirre, 2001).

3.2.3.1 Especies vegetales. Las especies vegetales generan combustión, el grado de combustión depende de varias condiciones que están relacionadas con los diferentes tipos de especies

vegetales que existen, debido a que no todas se comportan de la misma manera ante el fuego, unas pueden generar mayor propagación que otras, dentro de las características para que aumente la inflamabilidad está tener hojas y ramas finas o secas, madera ligera o que tenga un elevado contenido de compuestos volátiles (Directorio Forestal Maderero, 2018).

El calor de combustión puede presentarse en mayor o menor intensidad según la especie vegetal, esto quiere decir que las plantas vivas tienen mayor calor de combustión que las plantas muertas debido a que aún contienen resinas y aceites (Ramos, 2010). Un ejemplo de este tipo de vegetación es el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), originario de Australia que ocupa grandes extensiones de terreno en el continente americano y parte del europeo, al existir este tipo de plantaciones en el terreno forestal se propagará un incendio con mayor facilidad debido a que la especie permite una rápida acumulación de hojarasca, desprendimiento de cortezas y aceites volátiles (Anchaluisa y Suárez, 2013).

3.2.4 Topografía

Las condiciones topográficas de la ubicación del terreno forestal son muy importantes para determinar la velocidad de propagación del fuego; los terrenos con grandes pendientes son más susceptibles a que el fuego se propague más rápido debido a que en una pendiente el combustible está más próximo y el aire caliente va desecando la vegetación permitiendo que, cuando el fuego llegue, se esparza con mayor facilidad y velocidad (Aguilera, 2015).

3.2.5 Condiciones meteorológicas

Dentro de un incendio forestal el clima tiene un papel importante en la propagación del fuego influyendo a que sea de menor o de mayor intensidad. Cuando el clima esta cálido, seco, con fuertes vientos y la vegetación presenta poca humedad, el incendio será de gran intensidad y

muy difícil de controlar porque se propagará rápidamente (Quiroz, 1975). Existen diferentes condiciones meteorológicas que se describen a continuación:

3.2.5.1 Radiación solar. La variación de la temperatura del aire está dada por los rayos solares, estos permiten secar la vegetación y facilitar la propagación del fuego; al caer los rayos solares perpendicularmente secan muy rápido a los combustibles y en especial en los terrenos que tengan una vegetación más delgada y pequeña, permitiendo con esto que el fuego se esparza rápidamente por la superficie (Ramos, 2010).

3.2.5.2 Humedad relativa. La humedad relativa tiene un papel importante en el comportamiento de un incendio, debido a que, en los lugares con humedad relativa alta, la vegetación no pierde mucha humedad, por esta razón, la generación y propagación de un incendio es muy complicado, mientras que en los terrenos con humedad relativa baja, los combustibles se van a secar más rápida y fácilmente generando con esto un espacio propicio para que un incendio se propague (Thomas y McAlpine, 2010).

3.2.5.3 Viento. En un incendio forestal el viento es una de las características de propagación del fuego más importantes ya que provee oxígeno para la combustión; si el viento llega con una gran velocidad, el fuego se propagara más intensamente, lo más complejo es cuando el viento cambia la dirección porque agranda el área de propagación generando mayor complicación en su control (Aguirre, 2001).

3.2.5.4 Precipitación. La vegetación por medio de la precipitación define su característica, debido a que, cuando hay lluvias constantes en invierno las plantas se mantienen vivas y cuando llega el verano soportan las altas temperaturas manteniendo la humedad en sus hojas y troncos, por lo que se vuelve más complicado que se genere un incendio forestal (Fundación Cruzada Patagónica, 2009), mientras que, cuando no hay acumulación de lluvia la vegetación pierde

humedad y se torna en combustible inmediato para la propagación de un incendio forestal ocasionando que sea un incendio muy difícil de controlar (Vélez, 1995).

3.2.6 Tiempo

El tiempo es un factor muy importante, mientras dure más tiempo un incendio forestal y sea intenso provoca mayor daño a la parte subterránea del terreno porque abarca mayor profundidad, existen incendios rápidos e intensos que no generan mayor daño al terreno (Certini, 2005).

3.3 Propiedades del suelo

Al generarse un incendio en un terreno forestal las propiedades del suelo se verán afectadas y esto depende de la intensidad, daño y frecuencia con que se propagó el fuego, incluso también depende de las condiciones del clima luego de que se haya generado un incendio (Certini, 2005).

3.3.1 Materia orgánica

Los restos de organismos que pueden ser plantas o animales forman a la materia orgánica del suelo que tiene una gran influencia con sus propiedades. Cuando se presenta un incendio forestal la materia orgánica se ve afectada en su cantidad y calidad debido a que, las tasas de mineralización de carbono orgánico son aceleradas. En los incendios que destruyen la materia orgánica se produce una afectación a la estabilidad estructural del suelo y por ende existirá una disminución de la capacidad de absorción del agua (Céspedes y Millas, 2016).

3.3.2 Humedad

Se considera humedad a la cantidad de agua por volumen de tierra que hay en un área forestal y es de mucha importancia porque el agua ayuda en la formación, fertilidad, conservación y productividad del suelo, además, es un elemento que determina el crecimiento y desarrollo de la vegetación (Steduto et al., 2012). La absorción de humedad tiende a disminuir por la afectación del fuego en las áreas quemadas (Céspedes y Millas, 2016).

3.3.3 Capacidad de intercambio catiónico

La cantidad total de los cationes retenidos en un complejo adsorbente a un pH dado se la conoce como capacidad de intercambio catiónico. Esta propiedad depende de su composición química, del contenido de la arcilla y de la materia orgánica (Jordán y Cerda, 2010).

Luego de ocurrido un incendio forestal los niveles de capacidad de intercambio catiónico descienden afectando principalmente la capa superficial del suelo, este descenso está relacionado con la severidad del fuego, porcentaje de materia orgánica y la cantidad de los minerales de arcilla (Gil et al., 2013).

3.3.4 Textura

La textura de un suelo es la suma de las proporciones del contenido de los principales constituyentes de la tierra como lo son: arcilla, limo y arena (Lozano-Rivas, 2016). Cuando se produce un incendio forestal las temperaturas altas que alcanzan los suelos no son suficientes como para alterar la textura más allá de unos centímetros bajo la tierra. Los suelos expuestos a condiciones áridas son más propensas a las perturbaciones debido a que, el nivel de materia orgánica es mucho menor que en zonas más húmedas y esto lo hace propenso a una mayor afectación durante un incendio forestal (Mataix-Solera y Guerrero, 2013).

3.3.5 pH

Los incendios forestales provocan una variación en el pH aumentando su valor, por lo tanto disminuye la acidez del suelo, esto ocurre por la formación de cenizas sobre el suelo, pero cabe recalcar que con el transcurrir del tiempo y la presencia de lluvias la acidez aumenta paulatinamente (Rosero y Osorio, 2013).

3.3.6 Densidad aparente

La porosidad del suelo está relacionada con la densidad aparente, mientras exista una disminución del espacio poroso la densidad aparente aumenta su valor, al suceder esto puede provocar que exista una mayor conductividad térmica y se torne más difícil la penetración de raíces en el suelo. Al disminuir la materia orgánica, al degradarse la estructura, la densidad aparente disminuirá también (Pascual, 2011).

3.3.7 Nitrógeno

Al existir un incendio forestal de intensidad baja aproximadamente se pierde un 30% de nitrógeno y al formarse un incendio de intensidad media o alta se llega a perder hasta un 75% de nitrógeno, por esta razón se dice que es el elemento que se ve más afectado cuando ocurre un incendio forestal porque se transforma en nitrógeno gaseoso y en formas más complicadas al oxidarse, esto se presenta en los primeros 2 cm de la capa superior del suelo (Ortega y Mena, 2019). Es importante mencionar que el nitrógeno es el elemento principal para todos los agricultores porque mejora la calidad y el rendimiento del producto (FAO, 1993).

3.4 Metales pesados en el suelo

Las actividades agrícolas, antropogénicas y la geología tienen como consecuencia la generación de metales pesados, al igual que otros elementos que se encuentran en la tierra como componente natural del suelo (Larios, 2014). Al acumularse metales pesados en el suelo provoca afectaciones a la vegetación así como también contaminación de acuíferos por procesos de lixiviación, las plantas pueden asimilar fácilmente estos metales pesados, algunos de ellos muy nocivos para la salud y el medio ambiente por los altos niveles de toxicidad que presentan (Micó, 2005).

3.4.1 Plomo

Es un metal pesado presente en el suelo, tiene un origen natural pero muy raramente se encuentra en forma de metal ya que por lo general se lo halla en combinación con otros elementos formando múltiples compuestos de plomo (Poma, 2008). Gran parte de los altos niveles de plomo en el medio ambiente son causados por consecuencia de la actividad humana, la liberación del plomo ocurre cuando se combustiona carbón, petróleo o desechos (ATSDR, 2007).

Puede acumularse de manera muy fácil en todos los vegetales de hoja como la lechuga, si el plomo entra en la cadena alimenticia se puede tener como consecuencia diferentes problemas con la salud de los seres humanos como el incremento de la presión sanguínea, daño a los riñones, entre otros. (Poma, 2008).

3.4.2 Cadmio

El cadmio es un metal que se encuentra en el suelo y puede generarse por contaminación, así como también por procesos litológicos. Puede llegar al suelo por diferentes procesos entre los cuales están la descomposición de una roca, incendios forestales, erupciones volcánicas o de una forma directa que está dada por el uso de fertilizantes fosfatados (Badillo, 1985; Ramirez, 2002).

En el suelo el valor normal de concentración de cadmio está dado por el siguiente rango, de 0,001 a 0,5 mg/kg, cuando la concentración de este metal no sobrepasase esta cantidad, no presentan un poder toxicológico elevado, pero si llegaran a superar este valor, se podría decir que el suelo adquiere un potencial tóxico elevado (Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes, 2007).

Los efectos dañinos que tienen en la salud del ser humano se detallan a continuación, dolor de estómago, vómitos severos, afectación al sistema nervioso central, generación de cáncer, fallos en la reproducción, entre otros (Lenntech, 2015).

3.4.3 Cobalto

El cobalto es un metal pesado que se lo puede localizar en el suelo, la concentración de cobalto dependerá de la roca madre, normalmente es baja, variando entre 1 a 330 ppm. Los aportes de cobalto al suelo se dan de forma no natural a través de diferentes vías, están muy relacionados a la industria plástica (Perez, 1997).

La salud humana se ve afectada por la toma de altas concentraciones de cobalto, las principales afectaciones se detallan a continuación: afectación al funcionamiento del corazón, daños considerables a la tiroides, problemas de visión, vómitos y náuseas (Lenntech, 2015).

3.4.4 Cromo

Es uno de los metales pesados menos comunes que pueden ser generados en procesos de galvanoplastia y se absorben en las superficies del suelo, especialmente de óxidos de hierro y aluminio, se encuentra en sitios contaminados, dependen de las características de sorción del suelo, en el que se toma en cuenta la materia orgánica presente y el contenido de arcilla (NJ Health, 2011).

3.4.5 Cobre

Al cobre se lo puede encontrar en gran proporción en la corteza de la tierra, en el que se encuentran mezclados con diferentes óxidos minerales, además puede generarse por los procesos de manufactura de fertilizantes, plaguicidas, así como también de forma natural dado por las rocas

volcánicas o por las actividades humanas en las cuales se encuentran los procesos de extracción de minerales (Duque et al., 2006).

3.4.6 Normativa ambiental en el Ecuador

En el anexo 2 del Libro VI del TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente) se encuentran establecidas las características ambientales del suelo y los diferentes criterios para determinar la calidad del suelo (TULSMA, 2015). En la tabla 1 se pueden observar los valores de los criterios de calidad del suelo en el Ecuador.

Tabla 1.

Criterios de calidad del suelo

Parámetro	Unidades	Valor máximo permisible
Cadmio	mg/kg	0.5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	25
Cromo Total	mg/kg	54
Plomo	mg/kg	19

Nota. Límites máximos permisibles de Cd, Co, Cu, Cr y Pb para criterios de calidad del suelo.

Tomado de TULSMA (2015).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción del área de estudio

Para la elección del área de estudio se consideró la alta recurrencia de incendios forestales registrados en los últimos años en el volcán Ilaló. Este se encuentra ubicado al oriente del centro urbano del Distrito Metropolitano de Quito, separando los valles de Tumbaco y los Chillos tal y como se observa en la figura N° 1. El volcán Ilaló forma parte del Bosque y Vegetación Protectora Flanco Oriental del Volcán Pichincha y Cinturón Verde de Quito (EMAAPQ, 2013), tiene una altitud que varía aproximadamente de los 2400 a 3185 metros de altura sobre el nivel del mar, se identifican dos tipos de climas: ecuatorial mesotérmico húmedo con una precipitación media anual de unos 1000 y 2000 mm y ecuatorial mesotérmico seco a semihúmedo con lluvias anuales de 500 a 1000 mm (Lasso, 2015). Además, posee temperaturas promedio anuales que varían entre 15,64 y 16,79 °C mientras que los valores más altos de temperatura media mensual se registran entre marzo y abril que corresponden a los meses de mayor precipitación; en cambio, los valores más bajos, lo registran los meses de noviembre y diciembre y los vientos dominantes se orientan de este a oeste (Secretaría de Ambiente, 2013).

Durante las últimas décadas el cerro Ilaló ha experimentado cambios en su cubierta vegetal original, pues ha sido reemplazada por especies introducidas como el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y pino (*Pinus radiata*), lo que ha causado la modificación del paisaje del sector (EMAAPQ, 2013). La vegetación remanente del cerro como el pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*), sachá capulí (*Vallea stipularis*) y el casanto (*Citharexylum ilicifolium*) está desapareciendo, esto debido principalmente a los incendios forestales (Cabezas, 2016), además, una fracción representativa del Ilaló está atravesando procesos erosivos debido a malas prácticas en actividades agrícolas y ganaderas, dejando expuesta la

cangahua (capa endurecida o roca sedimentaria de origen volcánico), donde es poco probable que crezcan los cultivos (Lasso, 2015).

Figura 1.

Ubicación de la zona de muestreo en el volcán Ilaló



Nota. En la figura, el círculo amarillo señala ubicación del área de estudio correspondiente a la comuna Rumiloma ubicada en las faldas del volcán Ilaló. Tomado de Google Earth.

4.1.1 Ubicación y descripción de los sitios de muestreo.

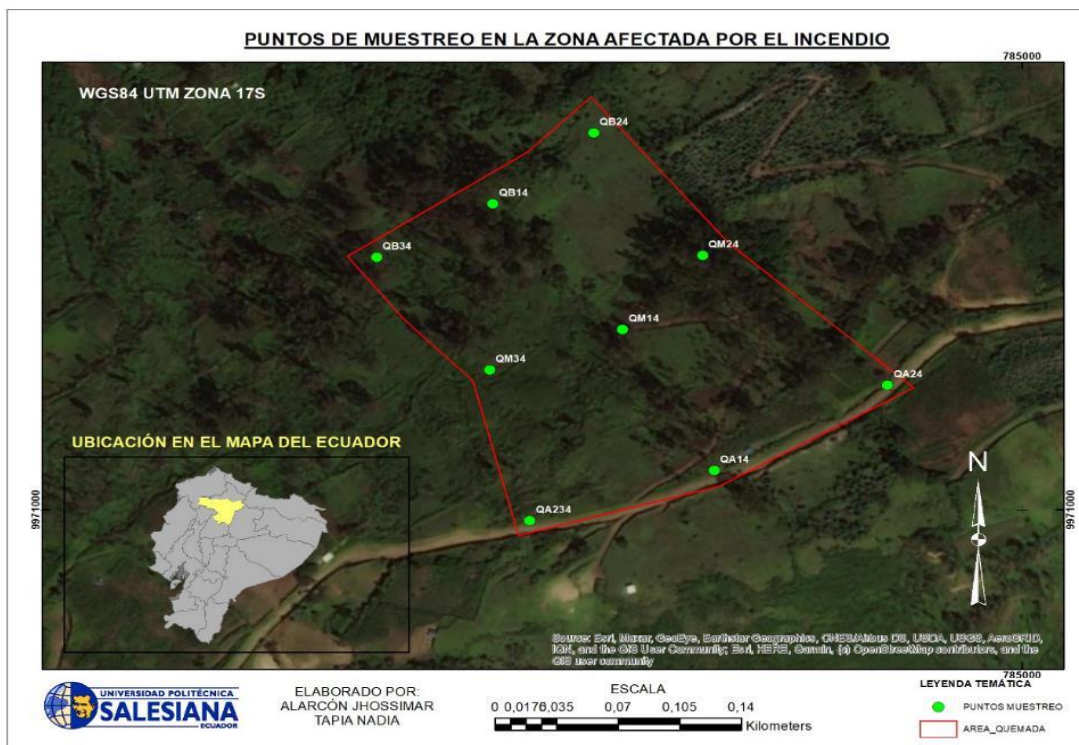
Para esta investigación se seleccionó un área que frecuentemente haya sufrido incendios forestales durante los últimos meses y simultáneamente tenga áreas colindantes que no hayan sido afectadas por el fuego y que sean comparables con las seleccionadas. El sitio escogido responde a los datos que fueron proporcionados por el Cuerpo de Bomberos de Quito de los registros de incendios forestales ocurridos en los últimos tres años en la ciudad que reportó zonas de mayor

afectación respecto a la extensión en la comuna de Rumiloma. En el informe se indica que en el 2019 en la zona seleccionada ocurrió un incendio forestal de tercer nivel (intensidad alta) y afectó una extensión de 4 hectáreas.

Debido a las condiciones de acceso a la zona se determinó realizar el estudio en un área de 6 hectáreas, 2 hectáreas de la zona testigo y 4 hectáreas de la zona afectada, las mismas que se muestran en el siguiente gráfico realizado en el software ArcGIS. En la figura N°2 se identifica la ubicación de la zona quemada del cerro Ilaló.

Figura 2.

Ubicación de los puntos de muestreo en la zona afectada por el incendio forestal

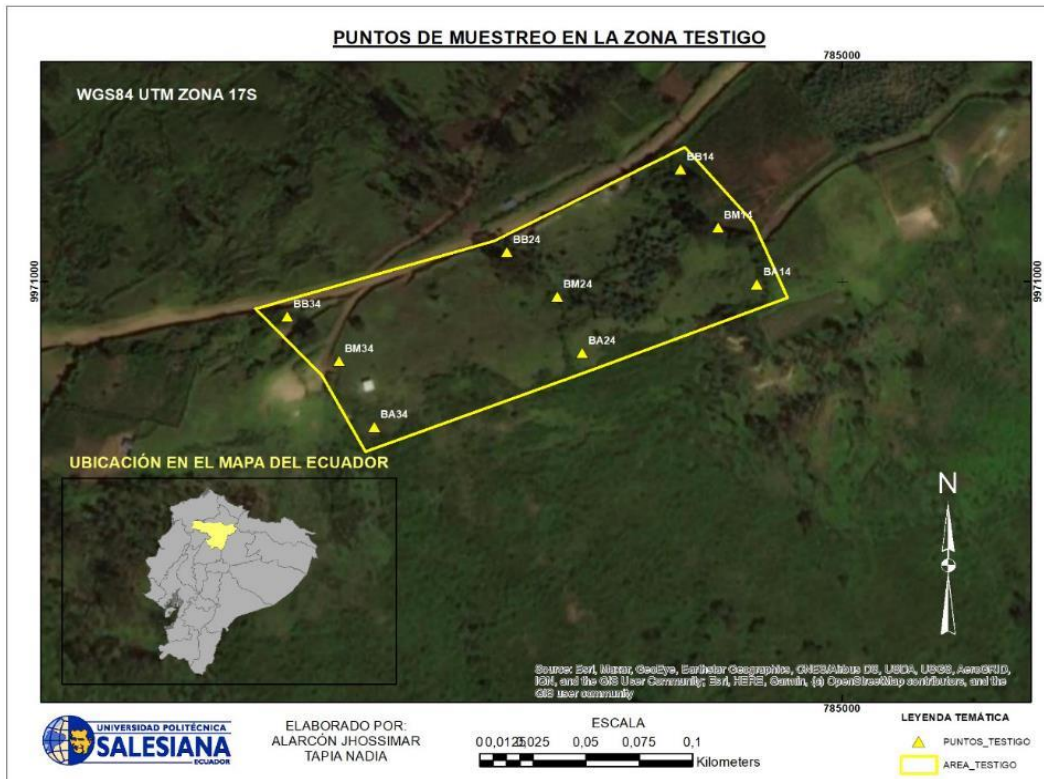


Nota. En la figura, el perímetro en rojo representa el área quemada y los puntos de muestreo se encuentran representados por círculos verdes. Tomado de Google Earth.

En la figura N°3 se identifica la ubicación de la zona testigo o no quemada del área de estudio.

Figura 3.

Ubicación de los puntos de muestreo en la zona testigo



Nota. En la figura, el perímetro en amarillo representa la zona de estudio testigo, además los puntos en donde se realizó el muestreo están representados por triángulos en color amarillo. Tomado de Google Earth.

En la figura N°4 se identifican las dos zonas, tanto quemada como testigo utilizadas para el estudio.

Figura 4.

Ubicación de los puntos de muestreo de las dos zonas utilizadas para el estudio



Nota. En la figura, se diferencia la zona de estudio quemada (color rojo) que limita con la zona de estudio testigo (color amarillo) siendo separadas por una vía de tercer orden. Tomado de Google Earth.

Las siguientes son coordenadas de la zona media del área de estudio del suelo afectado por incendios forestales: 784776.205 E 9971122,846 N WGS84 UTM 17S con una elevación de 2638 msnm; mientras que las coordenadas de la zona media del suelo utilizado como testigo corresponden a: 784878.954 E 9971003.788 N WGS84 UTM 17S elevándose a unos 2707.88 msnm.

4.2 Materiales

4.2.1 Materiales para la toma de muestra de suelo

Tabla 2.

Materiales y equipos para el muestreo de suelo en el área de estudio

Materiales	Equipos
Espátulas	GPS
Fundas plásticas con cierre hermético	
Cooler	

4.2.2 Materiales para la determinación de pH en el suelo

Tabla 3.

Materiales y equipos para la determinación de pH en el suelo

Materiales	Equipos	Reactivos
Vasos de precipitación 10 mL	Balanza analítica de precisión	Agua destilada
Agua destilada	Agitador magnético	
	pH-metro	

4.2.3 Materiales para la determinación de densidad aparente del suelo

Tabla 4.

Materiales y equipos para la determinación de densidad aparente en el suelo

Materiales	Equipos
Vasos de precipitación 100 cm ³	Estufa
Probetas 100 mL	Balanza analítica de precisión
Espátula	

4.2.4 Materiales para la determinación de infiltración del suelo

Tabla 5.

Materiales y equipos para la determinación de infiltración en el suelo

Materiales	Equipos
Botellas plásticas	Balanza analítica
Gasas estériles	
Espátula	

4.2.5 Materiales para la determinación de humedad del suelo

Tabla 6.

Materiales y equipos para la determinación de humedad en el suelo

Materiales	Equipos
Vasos de precipitación 800 mL	Estufa
Guantes térmicos	Balanza analítica
Espátula	

4.3 Métodos

Durante el mes de noviembre del 2020 se realizó una visita de campo a la zona de estudio en donde se recolectó 54 muestras en 18 puntos de los primeros 10 cm de profundidad de suelo con una espátula de jardinería. Se recogieron muestras de 2 kg en bolsas plásticas herméticas que posteriormente fueron trasladadas a los Laboratorios de Ingeniería Ambiental de la Universidad Politécnica Salesiana - campus Sur, Laboratorio de Suelos y Agua - campus Cayambe y Laboratorios CENTROCESAL.

4.3.1 Método de muestreo en campo

Para la toma de muestras se utilizó el método asistemático que es un proceso al azar con un patrón de muestreo de rejillas regulares. La distancia entre los puntos de muestreo fue de aproximadamente 100 metros. Se obtuvo un total de 54 submuestras de 18 puntos de muestreo correspondiendo 27 muestras de 9 puntos de la zona quemada y de igual forma, 27 muestras de 9 puntos de la zona testigo. El proceso realizado para la toma de muestras se detalla a continuación:

1. Se removió la capa de vegetación del sitio de muestreo.
2. Se procedió a la toma de muestras de suelo hasta una profundidad de 10 cm.
3. Cada submuestra de aproximadamente 2 kg se colocó en fundas plásticas con cierre hermético, con su respectiva leyenda de identificación la cual contenía el código de muestra, lugar de muestreo, fecha y coordenadas geográficas.

El medio utilizado para el transporte de las muestras fueron coolers de poliestireno expandido que permite mantener las muestras a una temperatura constante.

4.3.2 Método para la determinación de pH

En la determinación de pH se efectuó una suspensión de suelo y agua destilada, se pesó en un vaso de precipitación 10 gramos de suelo con la ayuda de una balanza de precisión, se lo mezcló con 25 mL de agua destilada, para evitar una lectura errónea se homogenizó la mezcla durante 5 minutos con ayuda de un agitador magnético, finalmente se dejó reposar durante 30 minutos y cuidadosamente se introdujo el pH-metro para tomar la medida (Radojevic y Bashkin, 2006).

4.3.3 Método para la determinación de densidad aparente

Para la determinación de este parámetro se pesó 100 gramos de muestra (previamente seca en la estufa a 105 °C por 24 horas) en una balanza analítica de precisión, luego se introdujo poco

a poco la muestra en una probeta intentando que la muestra quede homogénea, asegurando que no queden espacios sin rellenar.

La densidad aparente de las muestras se estimó considerando el volumen ocupado por los 100 gramos de suelo seco con la siguiente fórmula (Radojevic y Bashkin, 2006).

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{Peso del suelo seco (g de suelo)}}{\text{Volumen ocupado (cm}^3 \text{ de suelo)}}$$

4.3.4 Método para la determinación de infiltración

Para la estimación de la infiltración del suelo se procedió a cortar botellas plásticas de 200 mL a la mitad, colocando la parte superior de la botella al revés para que funcione como embudo y la parte inferior como soporte y recogida de la solución que pasará a través de la muestra, para mejorar la filtración se colocó en la boca de la botella un pedazo de gasa estéril y se lo ajustó con ligas. Una vez acoplada la columna de percolación se procedió a pesar 100 gramos de muestra y rápidamente se lo colocó en el embudo, luego se procedió a verter 100 mL de agua por arriba, inmediatamente se cronometró el tiempo de infiltración y se midió el volumen percolado (Badía et al., 2016), posteriormente se manejó la siguiente fórmula para el cálculo de resultados:

$$\text{Infiltración} = \frac{\text{Volumen percolado (L)}}{\text{Superficie (m}^2\text{) Tiempo (h)}}$$

4.3.5 Método para la determinación de humedad

Para determinar la humedad de las muestras se utilizó el método directo o gravimétrico, se colocó un vaso de precipitación de 800 mL en la balanza y se anotó el peso, luego se taró y se procedió a colocar 500 gramos de muestra. Enseguida se llevó las muestras a la estufa precalentada a 105 °C por 24 horas. Transcurrido el tiempo de secado, se retiró las muestras de la estufa y se

dejó enfriar por 30 minutos (Radojevic y Bashkin, 2006). Se pesó en la balanza y se registraron los resultados. Para los cálculos se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(P_h - P_s)}{(P_s - P_v)} * 100$$

En donde:

P_v = Peso del vaso de precipitación vacío

P_h = Peso de la muestra húmeda

P_s = Peso del vaso de precipitación más la muestra seca

4.3.6 Método para la determinación de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, textura de suelo y nitrógeno total.

El Laboratorio de Suelo y Agua de la Universidad Politécnica Salesiana, campus Cayambe se encargó de realizar los análisis de los parámetros de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, textura de suelo y nitrógeno total. Los métodos reportados por el Laboratorio fueron los siguientes:

Capacidad de intercambio catiónico método de valoración SM 3111-B, nitrógeno total método de valoración SM 4500 N org-C (SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater), materia orgánica método WALKEY y BLACK y en la determinación de textura utilizaron el método de la Pipeta Robinson y Centrífuga.

4.3.7 Método para la determinación de metales pesados

El método reportado por el Laboratorio CENTROCESAL fue el de espectroscopia de absorción atómica.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Recolección de datos

Los resultados se recolectaron a partir de las pruebas experimentales de pH, humedad relativa, densidad aparente e infiltración, realizadas en el Laboratorio de Química de la Universidad Politécnica Salesiana, campus Sur. Por otro lado, los resultados correspondientes a los parámetros de capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, textura y nitrógeno total, fueron realizados por el Laboratorio de Suelos y Agua de la Universidad Politécnica Salesiana ubicado en la sede de Cayambe y los resultados de la concentración de metales fueron analizados en el Laboratorio Bioquímico, Químico y Microbiológico, CENTROCESAL CIA. LTDA. ubicado en la Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús, Quito.

5.2 Análisis y discusión de resultados

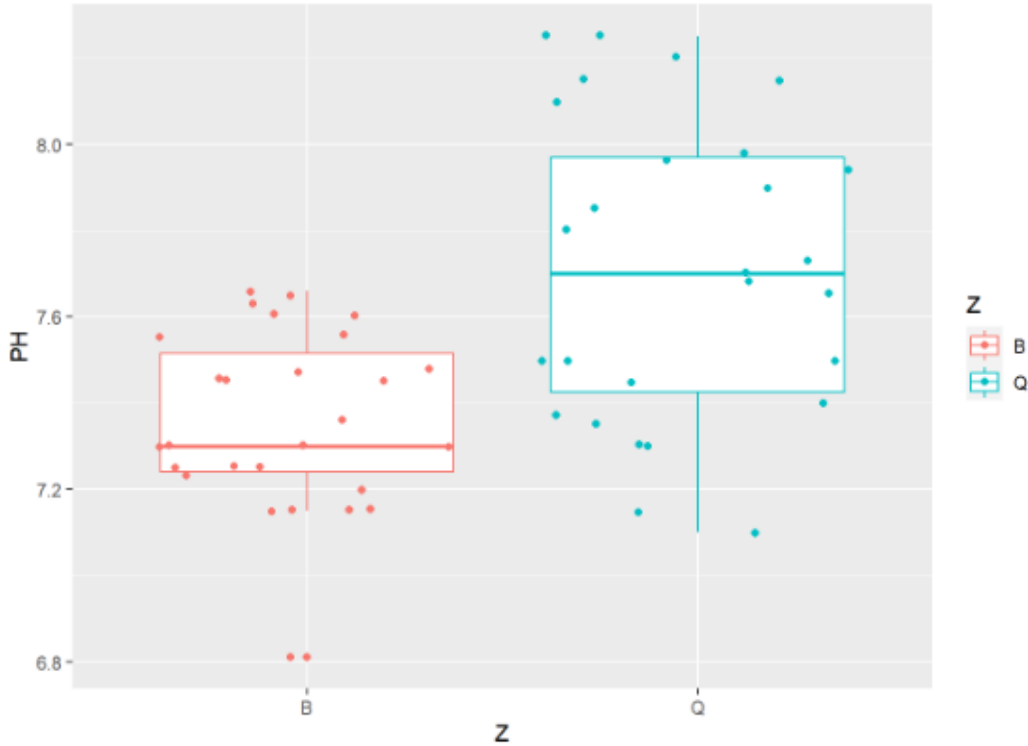
Los datos obtenidos de la toma de muestras, así como también de los análisis realizados en los laboratorios anteriormente mencionados, se sometieron a un análisis estadístico, que con la ayuda de herramientas como Excel y el software RStudio, se realizó análisis de media, mediana, varianza, desviación estándar, ANOVA y regresión lineal para establecer correlaciones.

5.2.1 Potencial hidrógeno (pH)

Se realizó una comparación entre la zona afectada por el incendio (Q) y la zona testigo (B) mediante un boxplot, en el cual se puede analizar la dispersión de los datos y comparar ambas zonas.

Figura 5.

Boxplot de la variación de pH en la zona afectada (Q) y la zona testigo (B)



En la figura 5 se observa que en la zona afectada por el incendio (Q) los datos se encuentran de manera más dispersa ya que posee una desviación estándar de 0,35 con respecto a la media de 7,71 a diferencia de la zona testigo (B), con un valor de desviación estándar de 0,20 con respecto a la media de 7,36. Se puede evidenciar un incremento del valor de la media del pH en un 4,54% en la zona afectada por el incendio con respecto a la zona testigo. Los valores de pH por lo general se incrementan en los suelos afectados por incendios debido a la reducción de los ácidos orgánicos y el aporte de cenizas que poseen un carácter alcalino. (Varela, 2017)

Tabla 7.

Análisis de la varianza ANOVA de pH comparado con las dos zonas de estudio.

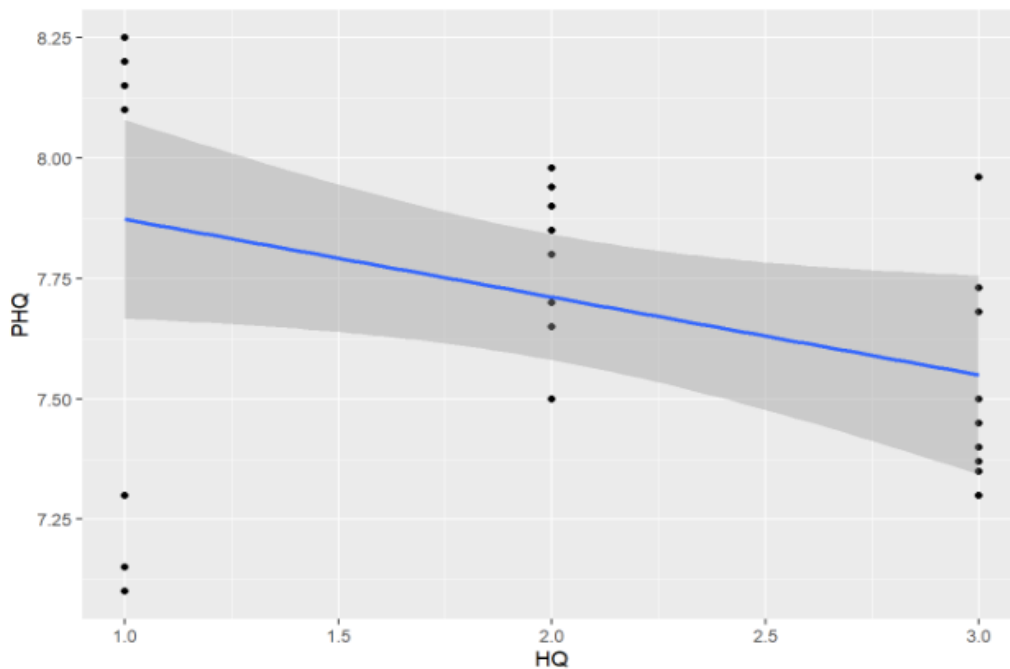
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Z	1	1,668	1,6678	20,4	3,64e-05 ***
Residuals	52	4,251	0,0817		

Mediante el análisis de la varianza, en la tabla 7 se puede determinar que, la diferencia entre las medias de las dos zonas en cuestión es significativa, siendo el valor P menor a 0,05 con lo que se determina que entre las dos zonas existe una variación de pH que las hace diferentes.

Para el análisis de relación que existe entre la variación del pH en la zona incendiada en función de la altura, se realizó un modelo lineal que determine la correlación los dos parámetros.

Figura 6.

Variación de pH con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio

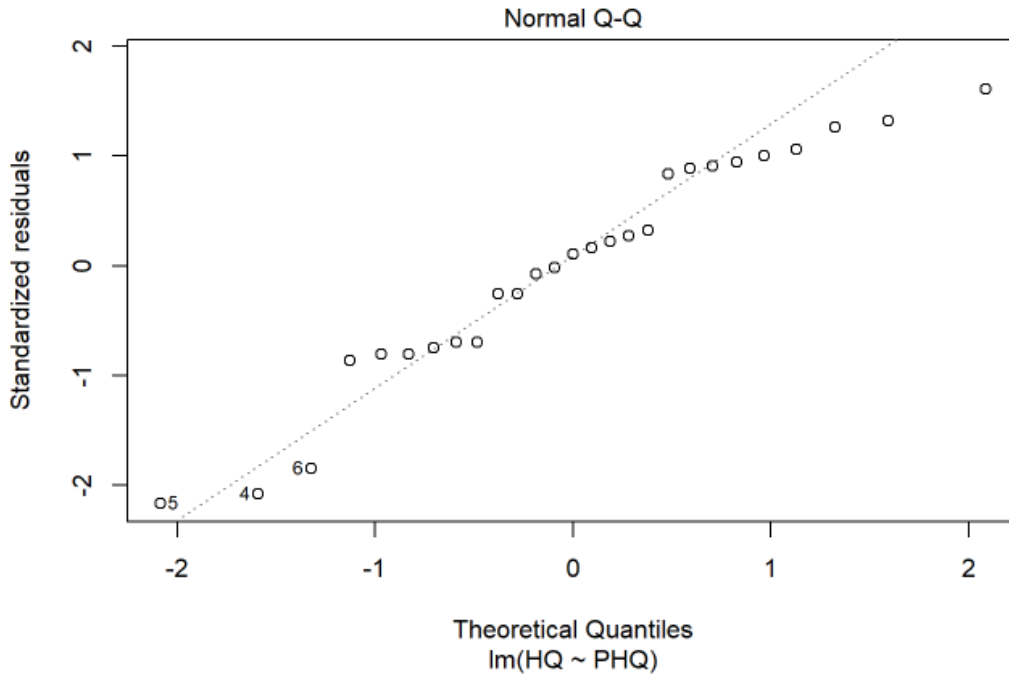


Nota. En HQ (1=alta, 2=media, 3=baja)

El modelo presentado en la figura 6 posee una tendencia en la cual el pH disminuye a medida que la altura disminuye con un factor de correlación R es de 0,1478.

Figura 7.

Residuos Normalizados de pH con respecto a la altura



Para comprobar que no existe linealidad en el modelo generado, en la figura 7 se indica que los residuos normalizados no tienen una tendencia definida, es decir, no hay relación entre los valores de pH y la altura.

Los resultados obtenidos del estudio indican que el pH fue mayor en la zona afectada por el fuego que en la zona testigo, incluso aun cuando ya ha transcurrido un año desde que sucedió el incendio, estos resultados están alineados a la idea general de varios autores en la que establecen que en los suelos afectados por incendios se tiende a incrementar el pH debido a los aportes de carbonatos, óxidos y cationes básicos que son generados por la ceniza, estos cambios ocasionados

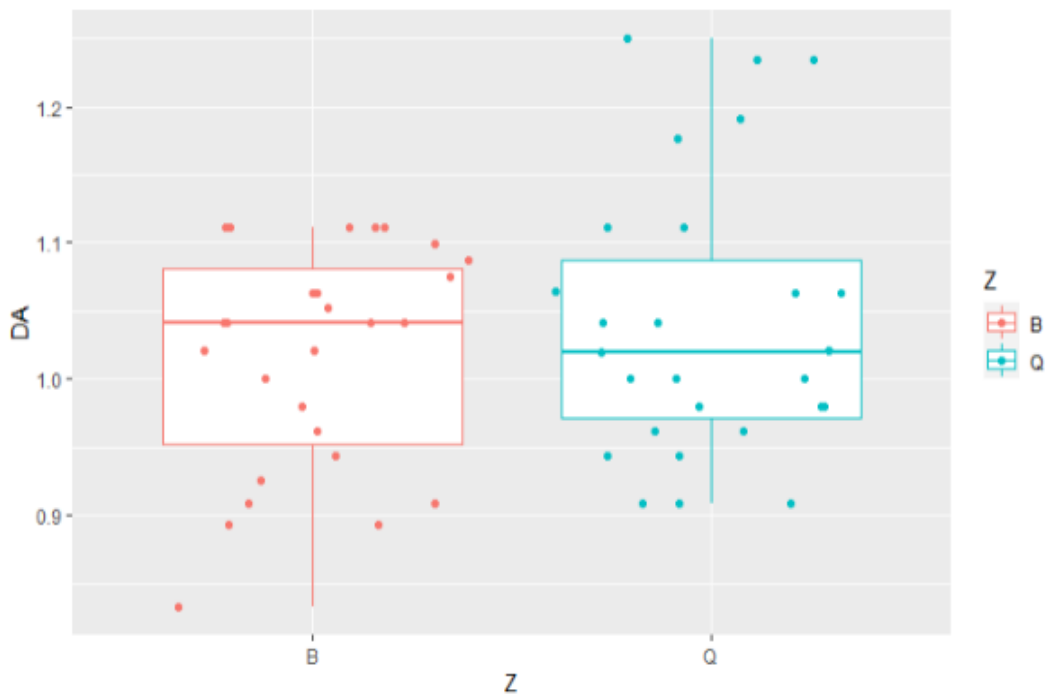
en el pH del suelo que usualmente son de 2 a 3 unidades pueden permanecer hasta 3 años (Gil et al., 2013).

5.2.2 Densidad aparente

Se realizó una comparación de las dos zonas de estudio mediante un boxplot que permitiera ver la dispersión de los datos, así como también la variación de la media en cada uno.

Figura 8.

Boxplot de la variación de la densidad aparente en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B)



Se observa en la figura 8, que existe una mayor dispersión los datos de la zona afectada por el incendio (Q) con una desviación estándar de 0,1 con respecto a la media de 1,04 a diferencia de la zona testigo en la cual sus datos se encuentran de manera más agrupada con una desviación estándar de 0,08 con respecto a la media de 1,01; de la misma manera, la media en la zona afectada por el incendio (Q) disminuye en un 1,96% en relación a la media de la zona testigo (B).

Tabla 8.

Análisis de la varianza ANOVA de la densidad aparente en las dos zonas de estudio

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Z	1	0,0078	0,007810	0,912	0,344
Residuals	52	0,4452	0,008561		

Mediante el análisis de la varianza en la tabla 8, se puede determinar que la diferencia de las medias entre las dos zonas de estudio no es significativa, siendo el valor P mayor a 0,05 con lo que se determina que las dos zonas no poseen una densidad aparente diferente y que no existe una variación considerable entre ellas.

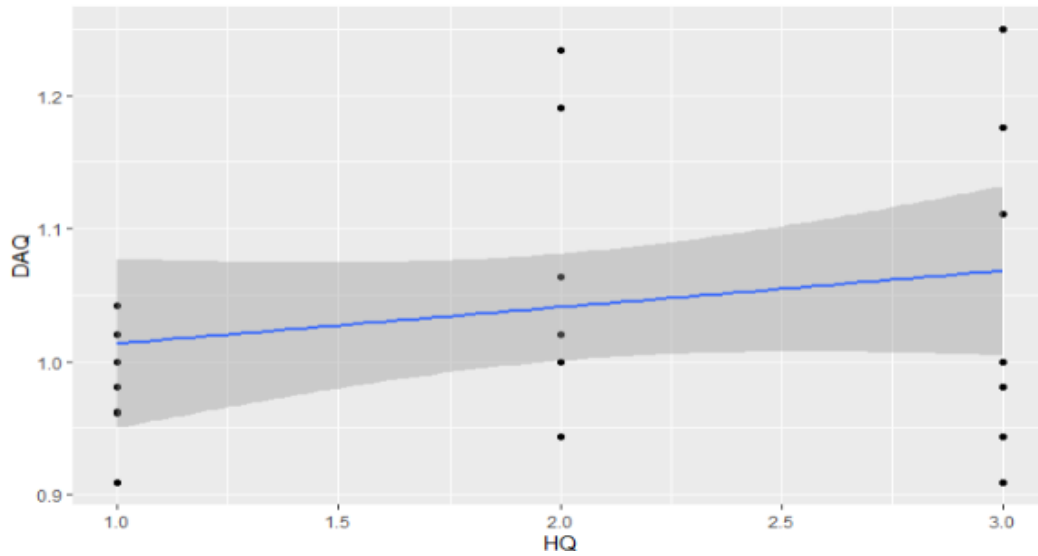
Sin embargo, Pascual (2011) menciona que después de ocurrir un incendio, la densidad aparente tiende a aumentar debido a la obstrucción de los vacíos del suelo por la ceniza, como consecuencia, la porosidad y la permeabilidad del suelo van a disminuir, lo que ocurrió ligeramente en la zona de estudio afectada.

Al igual que para el parámetro de pH se realizó un modelo lineal que indique la variación de la densidad aparente en la zona afectada por el fuego y la altura para poder establecer una correlación.

El modelo presentado en la figura 9 posee una tendencia en la cual, la densidad aparente aumenta a medida que la altura disminuye con un factor de correlación R de 0,049.

Figura 9.

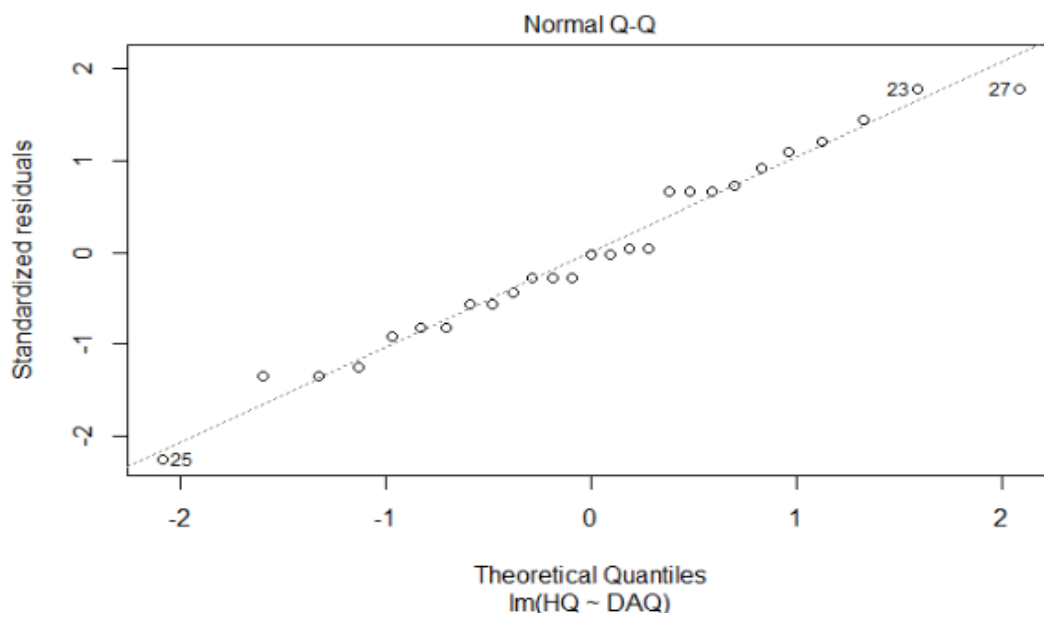
Variación de la densidad aparente con respecto a la altura en la zona afectada (Q)



Nota. Para HQ (1=alta, 2=media, 3=baja)

Figura 10.

Residuos Normalizados de la densidad aparente con respecto a la altura



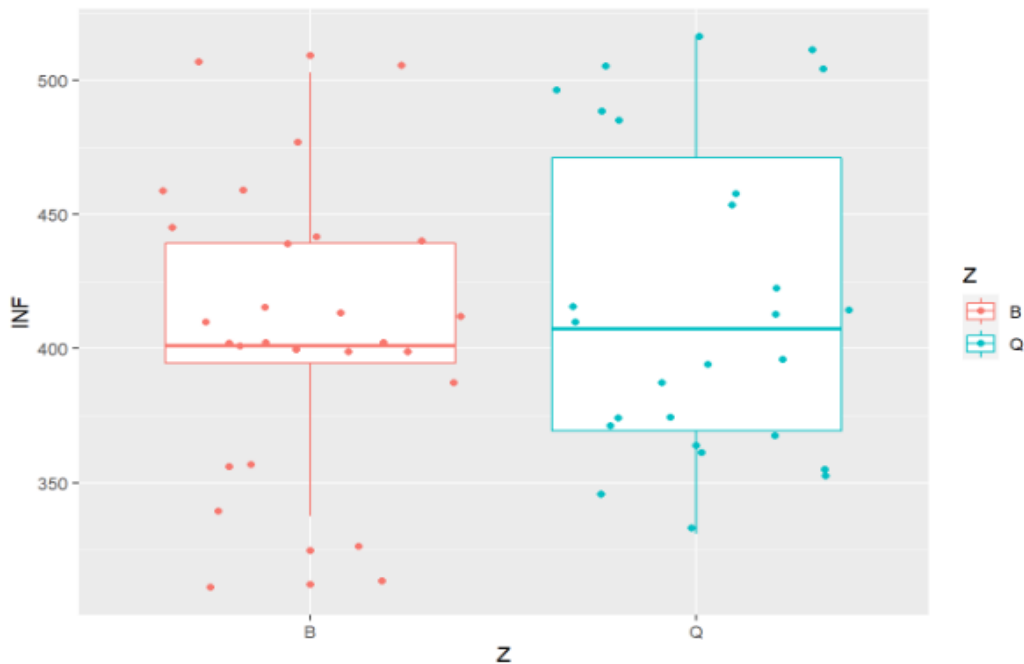
En la figura 10 se observa que los residuos normalizados siguen una tendencia lineal pero no poseen una continuidad, por lo tanto, el modelo de variación de la densidad aparente con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio no sigue una tendencia bien marcada y sin una correlación entre las mismas.

5.2.3 Infiltración

Se elaboró un boxplot entre las dos zonas de estudio, que permita observar la dispersión de los datos y la relación entre las mismas.

Figura 11.

Boxplot de la variación de la infiltración en la zona quemada (Q) y testigo (B)



En la figura 11 se observa que los datos están dispersos en las dos zonas de estudio, en la zona afectada por el incendio (Q) existe una desviación estándar de 58,44 respecto a la media de 416,87 que es un valor mayor comparado con la zona testigo (B) y que posee una desviación estándar de 51,89 respecto a la media, con un valor de 407,91. Se puede observar un leve

incremento de la media de la variación de infiltración en la zona afectada por el incendio de un 2,19%.

La capacidad de infiltración en promedio fue menor en la zona afectada respecto a la zona testigo, los resultados se constatan con bibliografía en la cual se asevera que el impacto directo del agua sobre un suelo afectado por el fuego contribuirá a la pérdida de los agregados del suelo en donde las fracciones granulométricas más finas provocarán la obstrucción de los poros disminuyendo así la velocidad de infiltración (Greene et al., 1990; Úbeda et al., 1990; Andreu et al., 1994 como se citó en Mataix, 1999).

Tabla 9.

Análisis de la varianza ANOVA de la infiltración en las dos zonas de estudio.

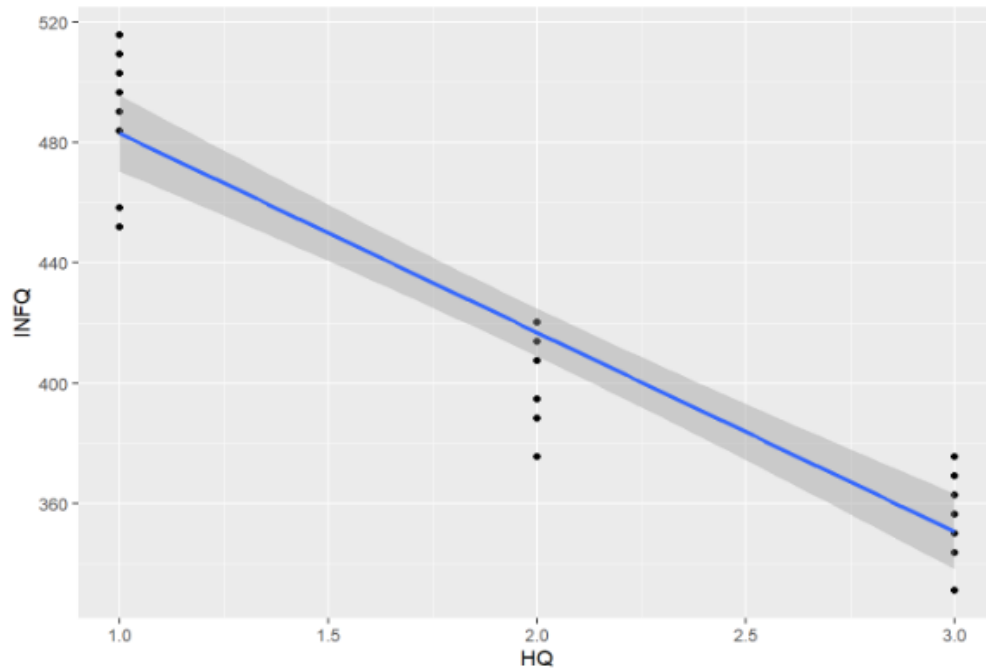
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Z	1	1084	1084	0,355	0,554
Residuals	52	158817	3054		

En la tabla 9 se observa un valor de P mayor a 0,05 por lo tanto, la diferencia entre las medias de las dos zonas comparadas no es significativa, lo que demuestra que no existe variación respecto a la infiltración en las dos zonas analizadas.

A continuación, se analiza el modelo lineal de la variación de infiltración con respecto a la altura y la correlación que existe entre ellas.

Figura 12.

Variación de la infiltración con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio

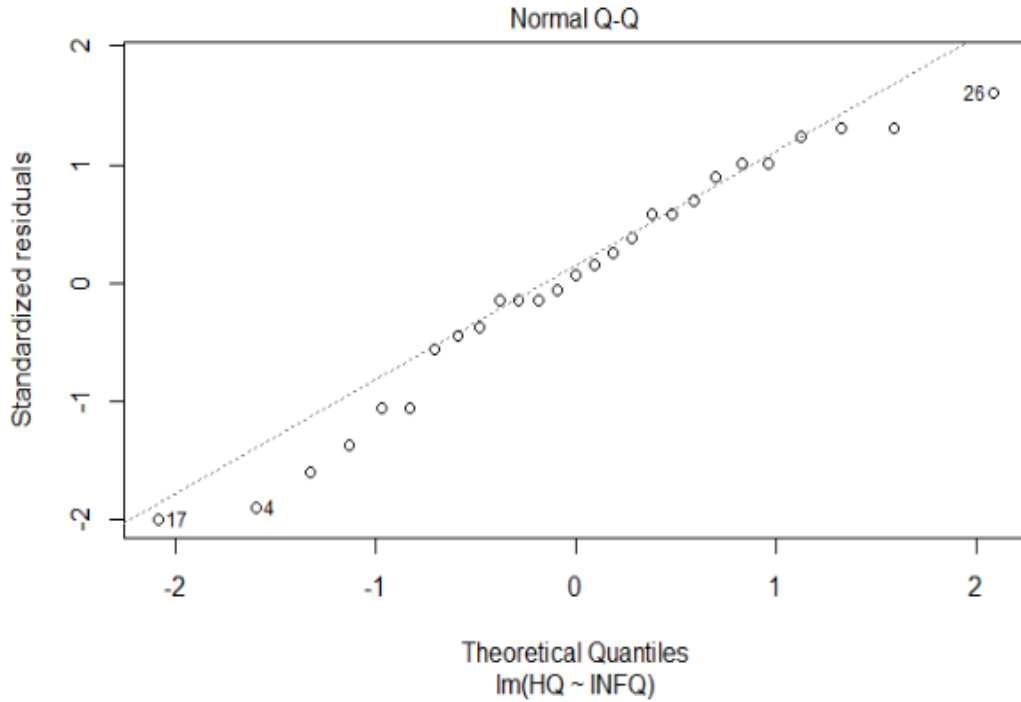


Nota. Para HQ (1=alta, 2=media, 3=baja)

En la figura 12 se puede observar una clara tendencia lineal en la cual el parámetro de infiltración disminuye sus valores a medida que la altura de la zona de estudio afectada por el incendio también desciende, además, los datos arrojaron una correlación de R de 0,8868 es decir, existe una correlación fuerte y puede justificarse debido a que el terreno posee pendiente y mientras mayor sea la pendiente las precipitaciones tienden a permanecer menos tiempo en las zonas bajas.

Figura 13.

Residuos Normalizados de la infiltración con respecto a la altura



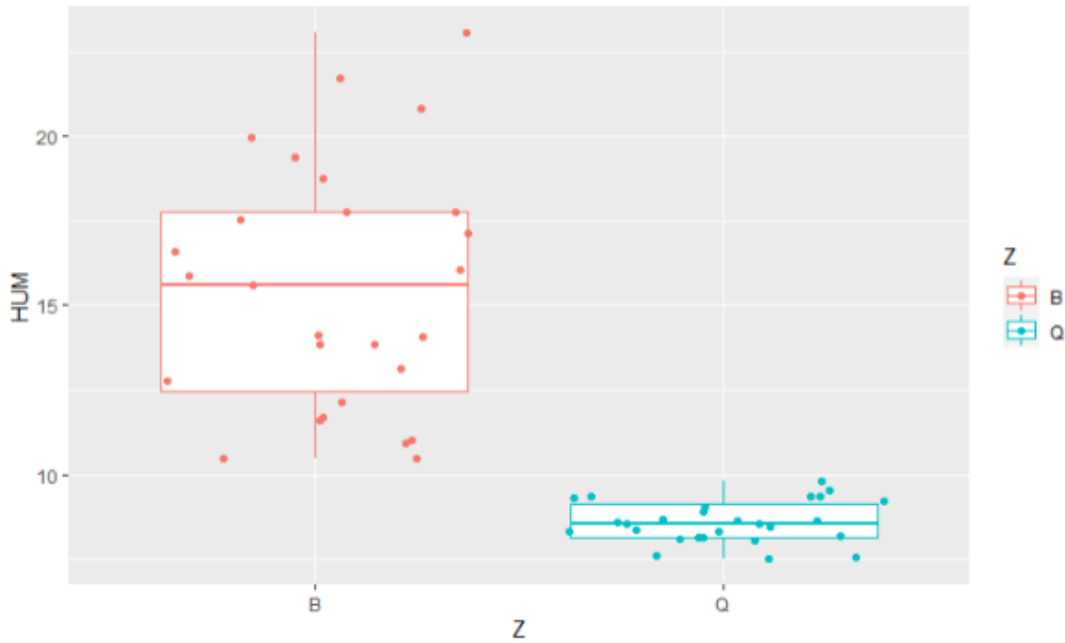
En la figura 13 se comprueba la linealidad del modelo planteado ya que, el gráfico de los residuos normalizados sigue una tendencia lineal, indicando que la infiltración varía con respecto a la altura del área estudiada, es decir, existe una tendencia a poseer mayor infiltración en la zona alta de estudio.

5.2.4 Humedad

Se elaboró un boxplot tanto de la zona quemada como de la zona testigo o blanco que muestren la dispersión de los datos, así como también la variación de la mediana de cada una de ellas.

Figura 14.

Boxplot de la variación de la humedad en la zona quemada (Q) y testigo (B)



En la figura 14 se visualiza una disminución de la humedad en la zona afectada por el incendio (Q) donde sus datos se encuentran estrechamente agrupados, ya que, el valor de la desviación estándar es de 0,61% respecto a la media que es de 8,59% a diferencia de la zona testigo (B) que tiene una desviación estándar de 3,6% con respecto a la media que es de 15,48%. Existe también una disminución del 44,5% en la media de la humedad en la zona afectada por el incendio.

Tabla 10.

Análisis de la varianza ANOVA de la humedad en las dos zonas de estudio

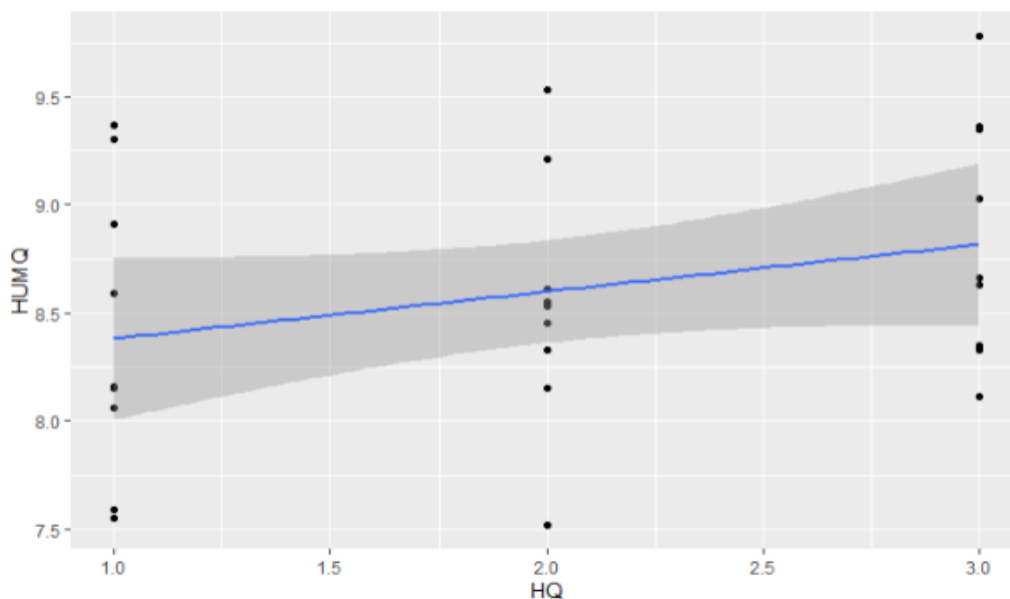
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Z	1	639,6	639,6	94,4	2.79e-13 ***
Residuals	52	352,3	6,8		

En la tabla 10 se evidencia que la diferencia entre las medias de la zona afectada por el incendio y la zona testigo son significativas, por lo cual el valor de P es menor a 0,05 que indica una certeza en que las dos medias son diferentes y que la humedad en la zona afectada por el incendio es menor que en la zona testigo y esto se corrobora con estudios realizados por María Iglesias (1993) en su tesis doctoral en la que menciona que, como consecuencia de un incendio la temperatura del aire y del suelo aumenta provocando una disminución de la humedad, por tales motivos se podrían formar suelos hidrófobos por las sustancias que han evaporado al quemarse y que al descender y condensarse forman una capa afectando así la capacidad de almacenamiento del suelo.

Para la construcción del modelo lineal se tomó en cuenta la variación de la humedad con respecto a la altura en la zona Q para analizar la correlación que existe entre ellas.

Figura 15.

Variación de la humedad con respecto a la altura en la zona afectada (Q)

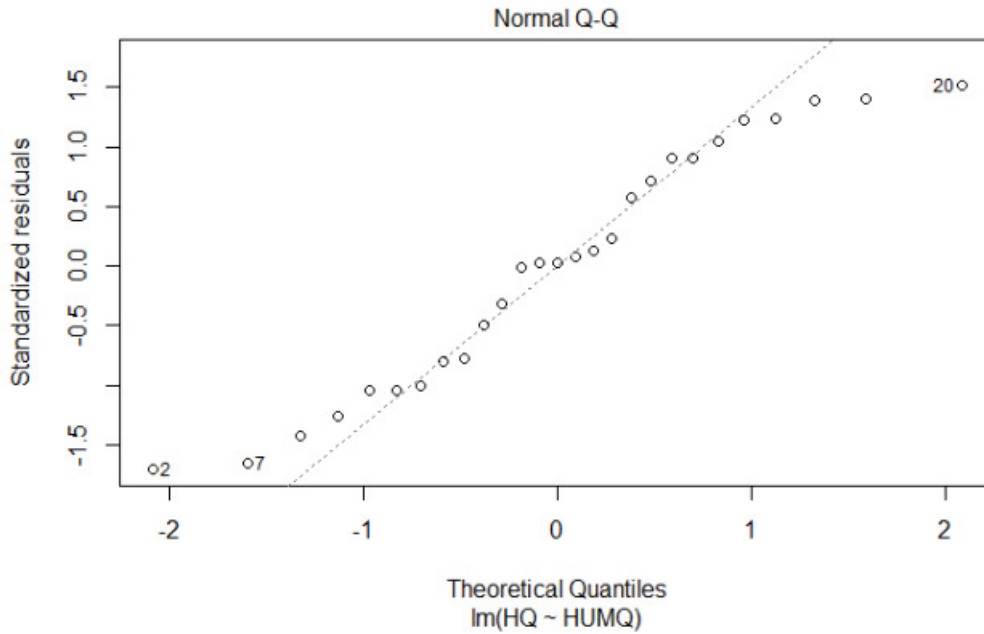


Nota. Para HQ (1=alta, 2=media, 3=baja)

En la figura 15 se observa que no existe una tendencia lineal clara entre los datos como lo indica el factor de correlación R con un valor de 0,087.

Figura 16.

Residuos Normalizados de la humedad con respecto a la altura



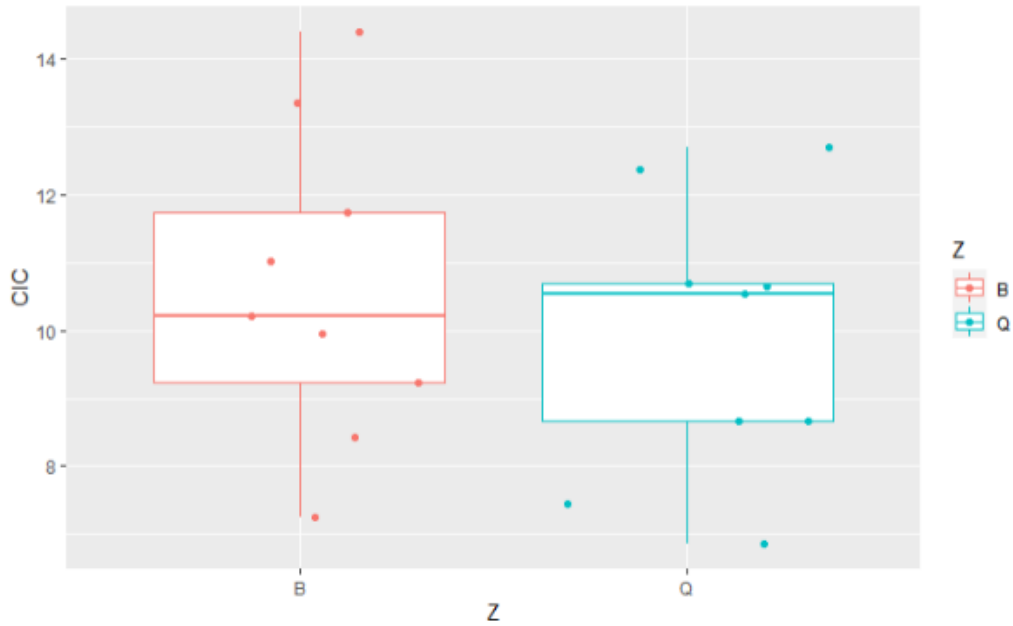
A pesar de que en la figura 16 muestra que los residuos normalizados siguen una tendencia lineal no se puede afirmar que exista una correlación entre estos dos parámetros ya que el factor de correlación R es de 0,087, es decir, los valores de humedad no están relacionados con la altura de la zona.

5.2.5 Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Se realizó un boxplot de los datos analizados tanto en la zona afectada por el fuego, así como la zona testigo para observar la dispersión de los datos y la variación de las medias entre las dos zonas.

Figura 17.

Boxplot de la variación de la CIC en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B)



En la figura 17 se observa que la dispersión de los datos en la zona afectada por el incendio (Q) tienen una desviación estándar de 2,05 respecto a la media que es de 9,84 siendo este valor menor a la desviación estándar en la zona testigo (B) que es de 2,28 respecto a la media que es 10,61; así mismo existe una disminución de la CIC en la zona afectada por el incendio en un 7,25%.

Tabla 11.

Análisis de la varianza ANOVA de la CIC en las dos zonas de estudio

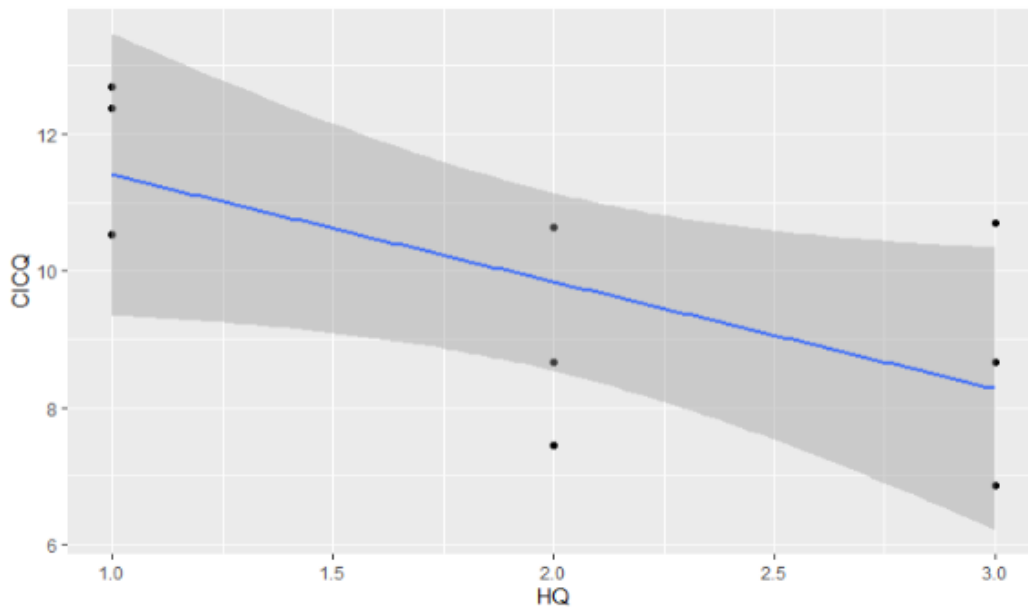
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Z	1	2,71	2,714	0,575	0,459
Residuals	16	75,56	4,723		

En la tabla 11 se muestra que el valor de P es mayor que 0,05 por lo tanto, la diferencia de las medias entre las dos zonas no es significativa, es decir son similares en relación a la capacidad de intercambio catiónico.

Para realizar el modelo lineal se tomó en cuenta la variación de la CIC con respecto a la altura y verificar su correlación.

Figura 18.

Variación de la CIC con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio

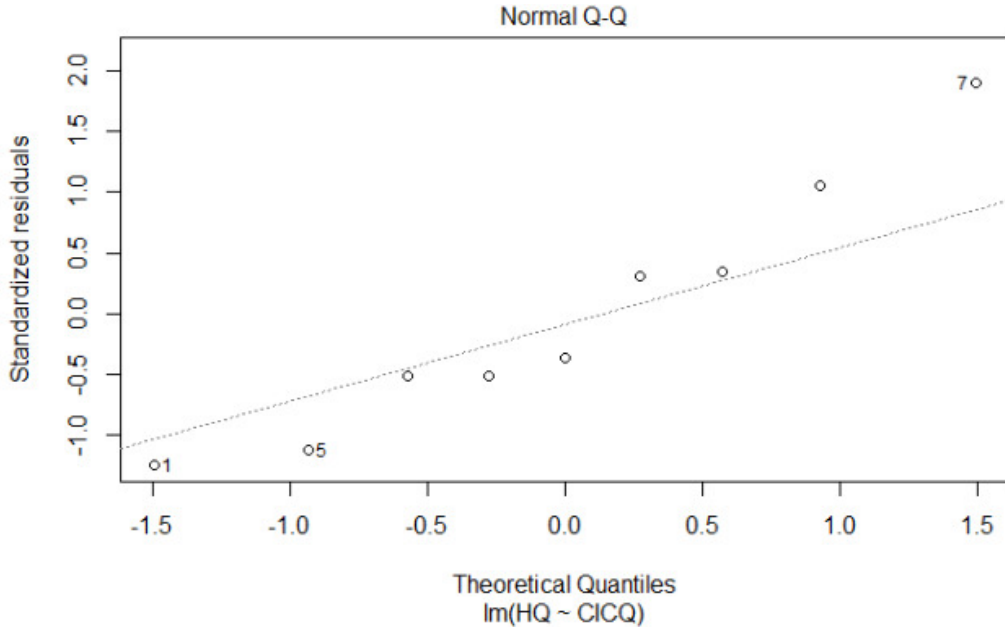


Nota. Para HQ (1=alta, 2=media, 3=baja)

En la figura 18 se muestra una tendencia en la cual la CIC disminuye a medida que la altura va disminuyendo, pero con el factor de correlación R de 0,4342 no se puede afirmar que exista una correlación fuerte entre el parámetro CIC y la altura del terreno.

Figura 19.

Residuos Normalizados de la CIC con respecto a la altura



En la figura 19 se observa que no todos los residuos normalizados tienen una tendencia lineal por lo que se comprueba que no se puede establecer una correlación entre la variación de la capacidad de intercambio catiónico y la altura en la zona que fue afectada por el incendio.

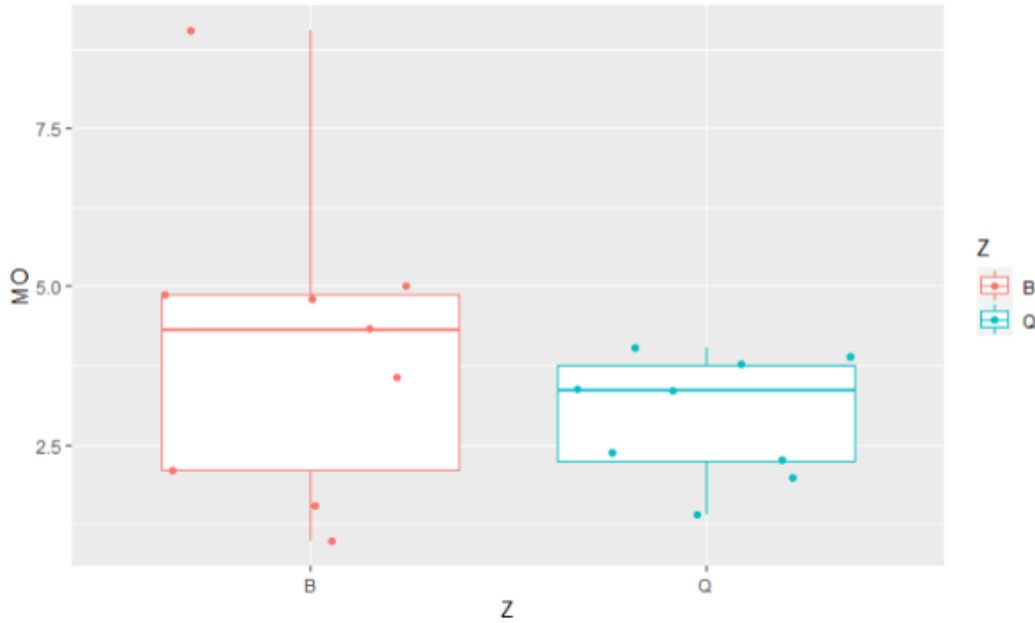
Según Mataix (1999) si en un incendio el fuego actúa directamente sobre la superficie del suelo, la materia orgánica se reducirá y por ende ocasionará un descenso de la capacidad de intercambio catiónico, esto se corrobora con los resultados obtenidos de los análisis realizados puesto que la capacidad de intercambio catiónico en promedio se redujo en la zona afectada respecto a la zona testigo.

5.2.6 Materia orgánica (MO)

Para la elaboración de un boxplot, se consideró los datos de las dos zonas para observar la dispersión de los datos y la variación de las medianas para su comparación.

Figura 20.

Boxplot de la variación de la MO en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B)



Tal como se muestra en la figura 20 existe una baja de la cantidad de materia orgánica en la zona afectada por el incendio (Q) con respecto a la zona testigo (B) en un 27,11%; así como también los datos en la zona afectada por el incendio están agrupados, en relación a la mediana, además, presentan una desviación estándar de 0,95 a diferencia de la zona testigo que tiene una desviación estándar de 2,42.

Tabla 12.

Análisis de la varianza ANOVA de la MO en las dos zonas de estudio

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Z	1	5,39	5,390	1,59	0,225
Residuals	16	54,23	3,389		

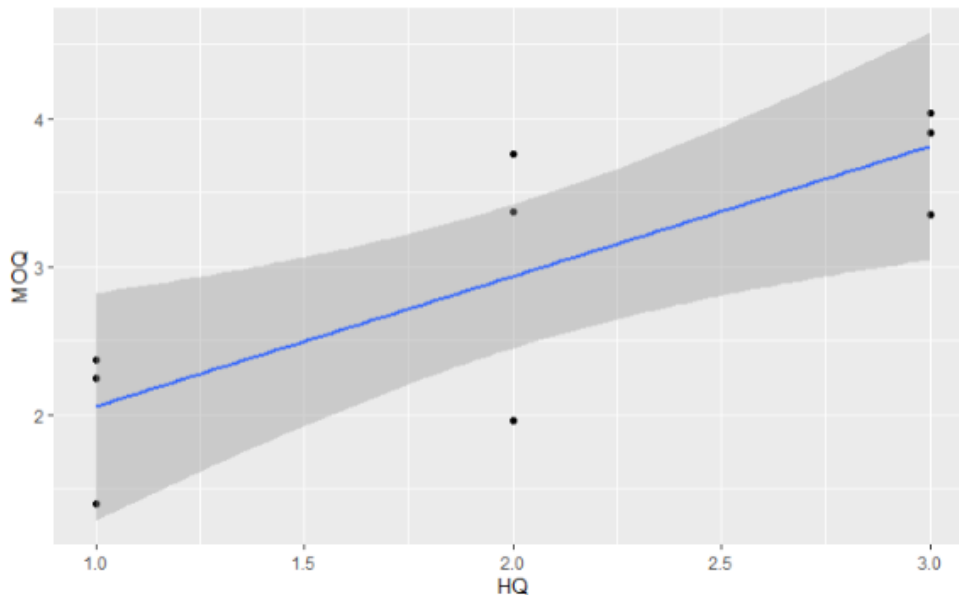
En la tabla 12 se muestra que el valor de P es mayor que 0,05 lo cual indica que la diferencia entre las medias no es significativa, por lo tanto, la cantidad de materia orgánica no varía significativamente entre la zona afectada por el incendio y la zona testigo.

Según estudios realizados en España señalan que los suelos que han sufrido fuertes impactos por incendios forestales producen pérdidas de materia orgánica cuando la intensidad del incendio llega a temperaturas entre 100 y 200 °C perdiendo además los constituyentes volátiles (Varela, 2017). Se asume que, en el caso de la zona afectada estudiada, la materia orgánica ha ido recuperando a través del tiempo sus valores normales puesto que el incendio sucedió en 2019.

Para la creación del modelo lineal se tomó en cuenta los datos de materia orgánica con respecto a las alturas y observar la correlación que existe entre estos parámetros.

Figura 21.

Variación de la MO con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio

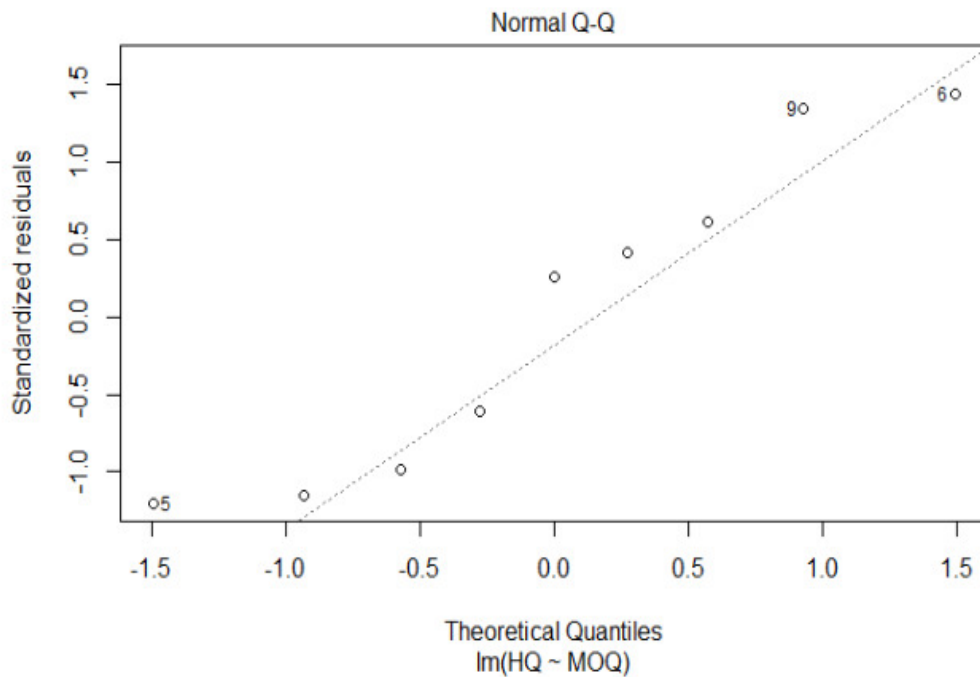


Nota. Para HQ (1=alta, 2=media, 3=baja)

En la figura 21 se observa una tendencia en la cual aumenta la cantidad de materia orgánica a medida que va disminuyendo la altura del terreno con un factor de correlación R de 0,6362, es decir que, a medida que se desciende el área afectada la cantidad de materia orgánica es mayor.

Figura 22.

Residuos Normalizados de la MO con respecto a la altura



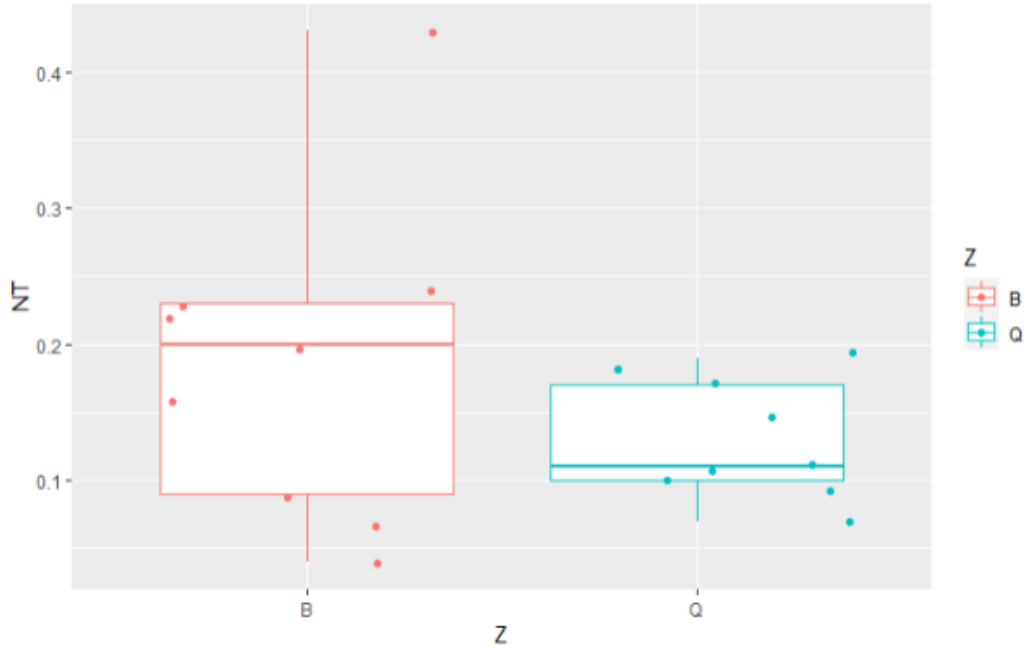
En la figura 22 se establece una tendencia lineal para los residuos normalizados, por lo tanto, se podría afirmar que existe una correlación entre la variación de la cantidad de materia orgánica con respecto a la altura.

5.2.7 Nitrógeno total (NT)

Para el análisis de las dos zonas de estudio se realizó un boxplot que permitiera ver la dispersión de los datos, así como también la variación de la mediana entre las dos.

Figura 23.

Boxplot de la variación de NT en la zona quemada (Q) y la zona testigo(B)



Se observa en la figura 23 que en la zona testigo (B) los datos están más dispersos con una desviación estándar de 0,11 respecto a la media que es de 0,18 a diferencia de la zona afectada por el incendio (Q) que posee los datos con mayor agrupación con un valor de la desviación estándar de 0,04 con respecto a la media de 0,13; de la misma manera, se aprecia una disminución de la cantidad de nitrógeno total en la zona afectada por el incendio en la media de un 27,7%.

Tabla 13.

Análisis de la varianza ANOVA del NT en las dos zonas de estudio

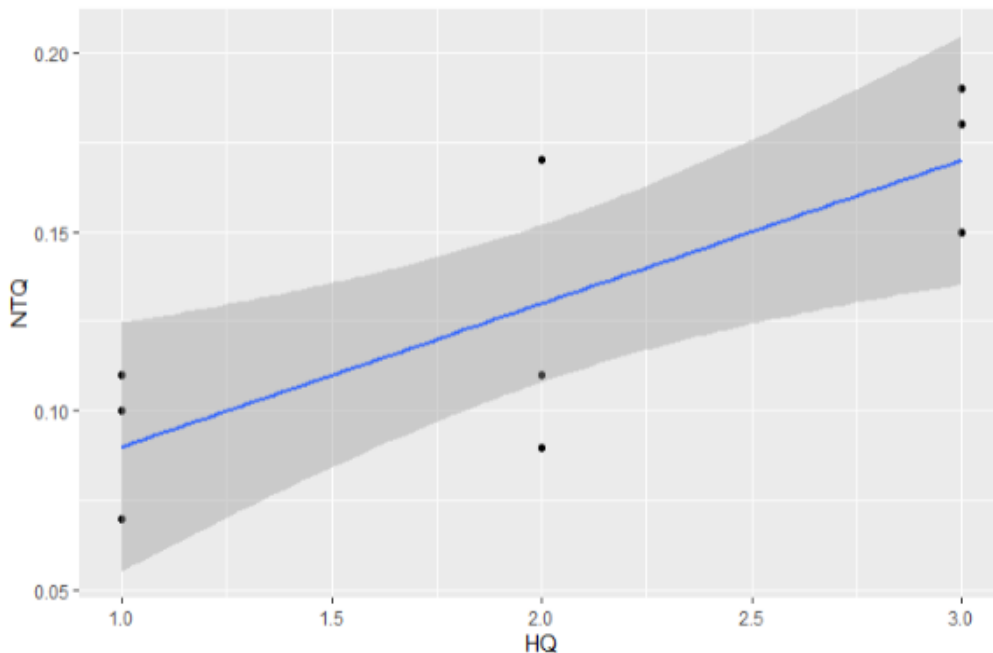
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Z	1	0,01445	0,01445	1,844	0,193
Residuals	16	0.12540	0,007837		

En la tabla 13 se muestra que el valor de P es mayor que 0,05 por lo que las diferencias entre las medias de las dos zonas analizadas no son significativas, por lo tanto, los valores se asumen similares y en consecuencia no existe variación entre las dos zonas. Sin embargo, la media de nitrógeno total fue ligeramente menor en la zona afectada por el fuego respecto a la zona testigo se asume que a través del paso del tiempo este se ha ido recuperando pues después de ocurrido un incendio de alta intensidad el contenido de nitrógeno total suele disminuir de manera proporcional a la intensidad del mismo (Mataix-Solera et al., 2009).

En la elaboración del modelo lineal se utilizó la variación de la cantidad de nitrógeno total con respecto a la altura en la zona que fue afectada por el incendio.

Figura 24.

Variación de NT con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio

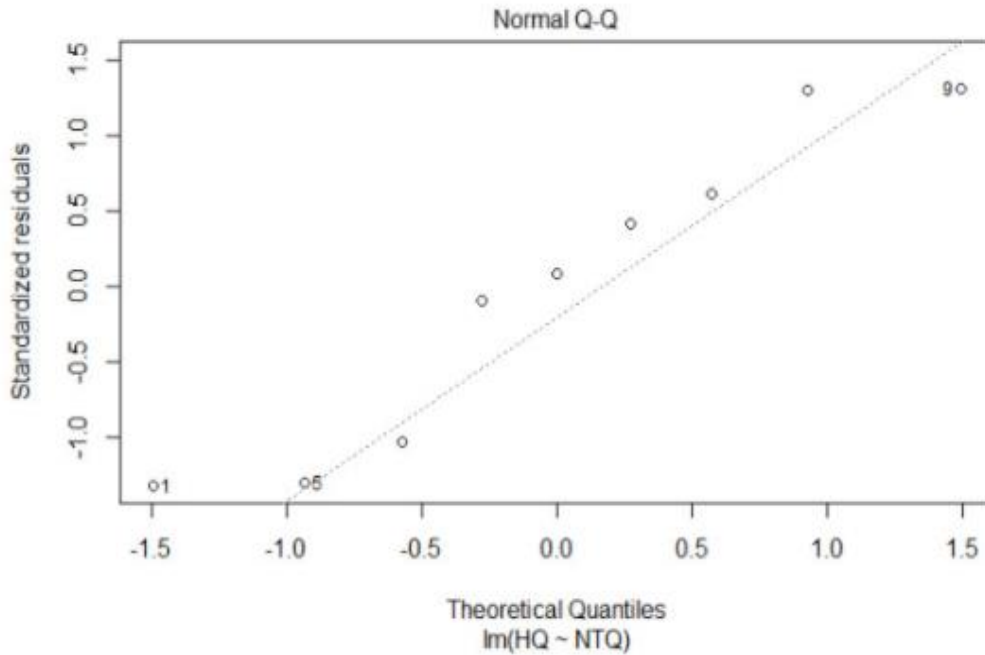


Nota. Para HQ (1=alta, 2=media, 3=baja)

En la figura 24 se marca una tendencia en la cual la cantidad de nitrógeno total aumenta a medida que la altura del terreno va disminuyendo con un factor de correlación del 0,64.

Figura 25.

Residuos Normalizados de NT con respecto a la altura



En la figura 25 el gráfico de los residuos normalizados presenta una tendencia lineal no muy dispersa por lo que se deduce una correlación entre la variación de la cantidad de nitrógeno total y la altura en la zona afectada por el incendio, es decir a menor altura del terreno mayor es la concentración de nitrógeno total.

5.2.8 Textura

Para el análisis de los datos de la textura se realizó un boxplot en el cual se pueda evidenciar la variación de arena, limo y arcilla en la zona afectada por un incendio (Q) con respecto a la zona testigo (B) y verificar la significancia de la misma.

5.2.8.1 Arena

Figura 26.

Boxplot de la variación de arena en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B)

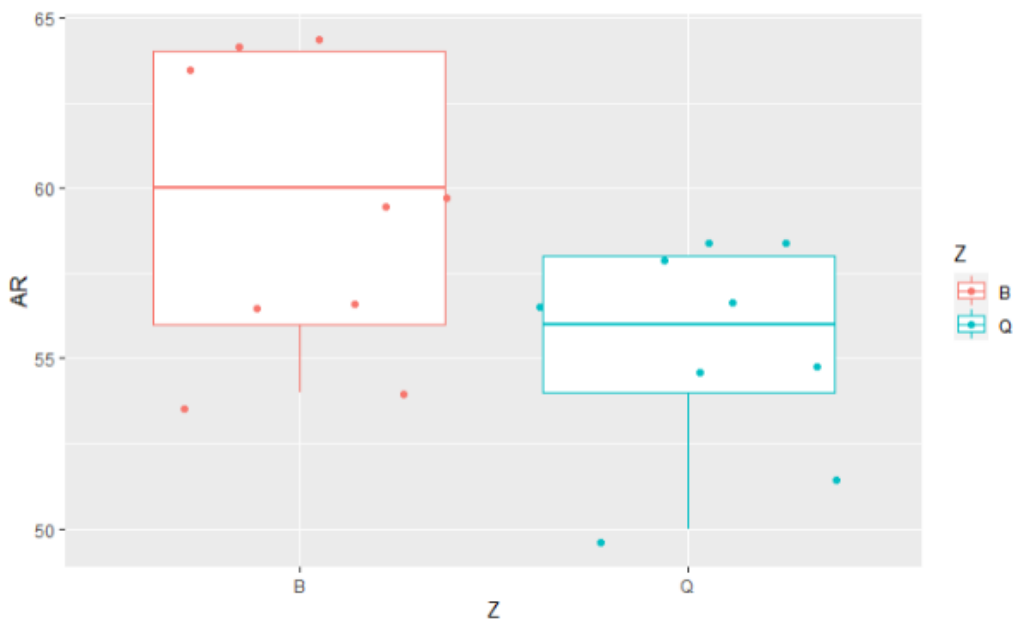


Tabla 14.

Análisis de la varianza ANOVA de Arena comparando las dos zonas de estudio

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Z	1	72,0	72,0	5,492	0,0324*
Residuals	16	209,8	13,11		

En la figura 26 se muestra que el área afectada por el incendio tiene una disminución en su composición textural de arena en un 6,77% con respecto a la zona testigo; así mismo la dispersión de los datos en la zona afectada por el incendio tienen una desviación estándar de 2,85 respecto a la media de 55,11%, a diferencia de la zona testigo que la desviación estándar de los datos es de 4,26 respecto a la media de 59,11%. En la tabla 14 mediante el análisis de la varianza, se determinó

que el valor de P es menor a 0,05 por lo tanto, la diferencia entre las medias de las dos zonas es significativa.

Las temperaturas que se alcanzan en incendios forestales ocasionalmente perturban a las fracciones granulométricas de arena del suelo (Minervini et al., 2018), el resultado obtenido del análisis puede deberse a los incendios frecuentes que sufre la zona de la comuna Rumiloma lo cual en un futuro muy cercano puede desencadenar afectaciones al suelo como la erosión dado que la conciencia ambiental de la población sobre la degradación de los recursos de la tierra y los riesgos potenciales a los que están expuestos es casi nula.

5.2.8.2 Limo

Figura 27.

Boxplot de la variación de limo en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B).

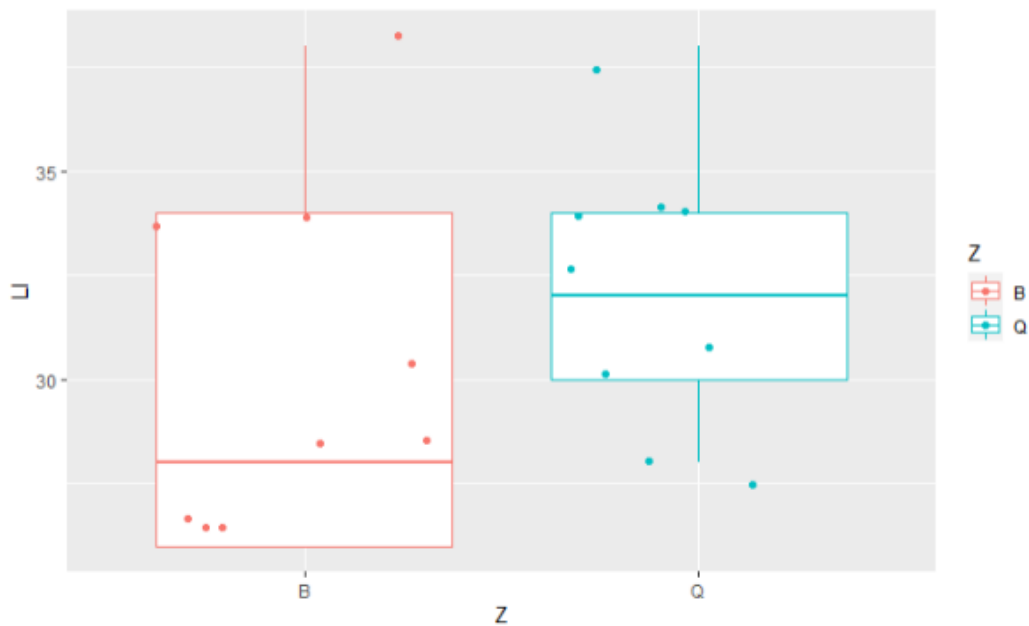


Tabla 15.

Análisis de la varianza ANOVA de la textura limo en las dos zonas de estudio

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Z	1	18	18	1,2	0,29
Residuals	16	240	15		

En la figura 27 se observa que existe un aumento del 6,67% de la clase textural de limo en la zona Q con respecto a la zona B; en la zona testigo se encuentran los datos mayormente dispersos con un valor de la desviación estándar de 4,36 respecto a la media de 30% a diferencia del área afectada por el incendio con un valor de la desviación estándar de 3,31 con respecto a la media de 32%. El valor de P que se observa en la tabla 15 es mayor a 0,05 por lo tanto la diferencia de la media entre las dos zonas de estudio no es significativa, por lo que, no existe una variación de la composición textural de limo en las dos zonas comparadas.

5.2.8.3 Arcilla

Figura 28.

Boxplot de la variación de arcilla en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B)

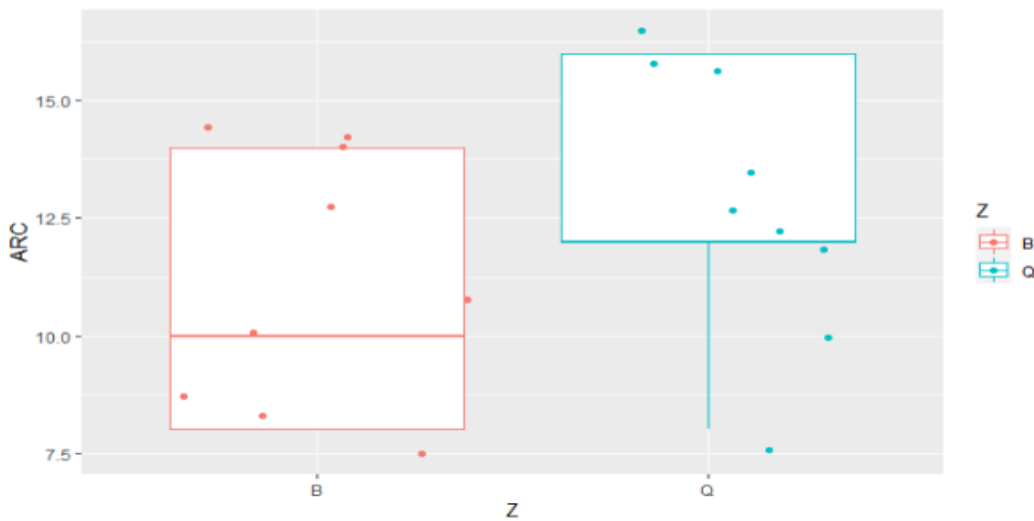


Tabla 16.

Análisis de la varianza ANOVA de la textura arcilla en las dos zonas de estudio

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Z	1	18,0	18,000	2,365	0,144
Residuals	16	121,8	7,611		

En la figura 28 se observa una variación en la zona quemada al aumentar la cantidad de arcilla en su clase textural en un 18,38%. Los datos poseen una mayor dispersión en el área afectada por el incendio con un valor de la desviación estándar de 2,84 con respecto a la media de 12,89, la zona testigo con un valor de la desviación estándar de 2,66 con respecto a la media de 10,89. Al realizar el análisis de la varianza, que se encuentra en la tabla 16, el valor de P es mayor a 0,05 lo cual indica que el valor de la diferencia entre las medias comparadas no es significativo.

La no significancia de los resultados según Varela y Úbeda (2014) se debe a que la afectación de la estructura del suelo dependerá de factores como las propiedades del suelo analizado y la intensidad del incendio por lo que estos cambios serán difíciles de evaluar.

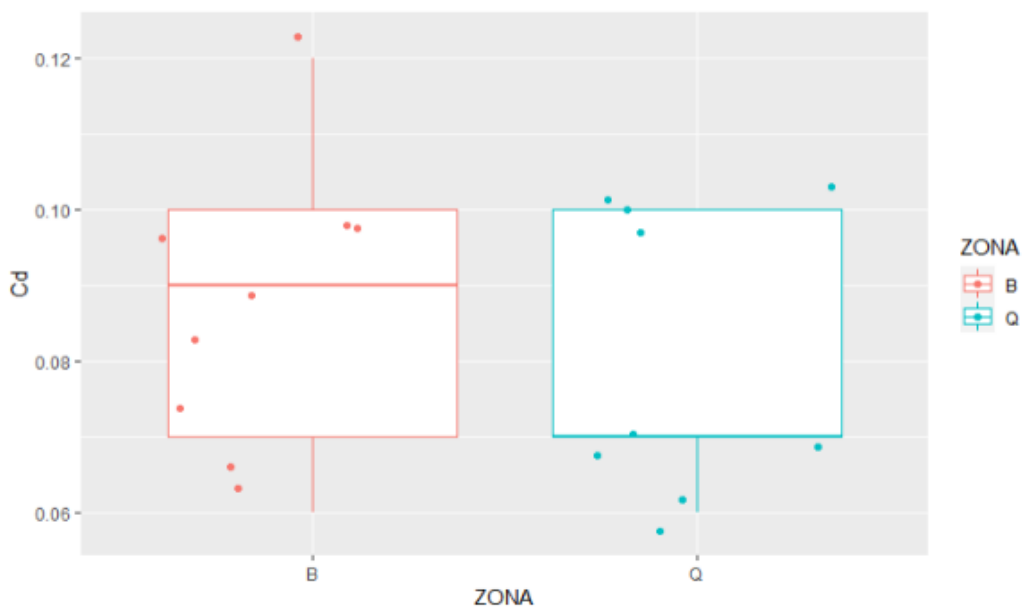
5.2.9 Metales

Para el análisis de los metales, se realizó una comparación entre la zona afectada por el incendio (Q) y la zona testigo (B), mediante un boxplot para diferenciar cada zona y si la variación de la media entre las dos es significativa. Además, se realizó un modelo lineal para confirmar o refutar la correlación que existe entre las variaciones de las concentraciones de los metales respecto a la altura.

5.2.9.1 Cadmio

Figura 29.

Boxplot de la variación de cadmio en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B)



En la figura 29 se observa que los datos en la zona testigo (B) se encuentran más dispersos que en la zona (Q). La desviación estándar de 0,019 con respecto a la media 0,087 en la zona (B) a diferencia de la zona incendiada en donde los datos poseen un valor de la desviación estándar de 0,018 con respecto a la media de 0,081. El valor de la media de la concentración de cadmio en el área incendiada disminuyó en un 6,9% con respecto a la zona testigo.

Tabla 17.

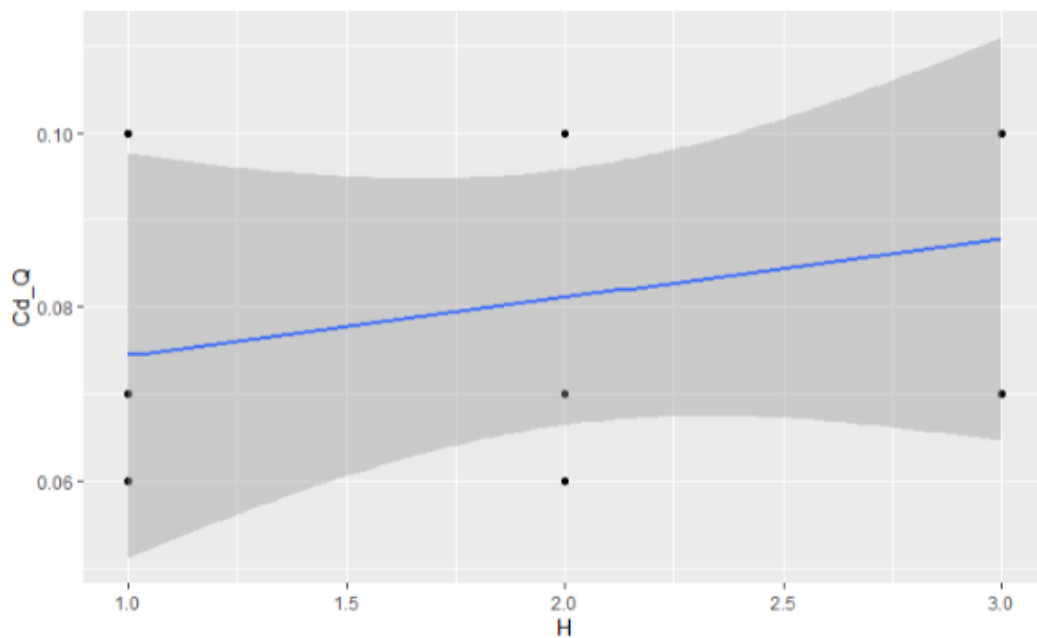
Análisis de la varianza ANOVA de cadmio en las dos zonas de estudio

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Z	1	0,000200	0,0002000	0,567	0,462
Residuals	16	0,005644	0,0003528		

En la tabla 17 se observa que el valor de P es mayor a 0,05 lo que confirma que el valor de la diferencia entre las medias de las dos zonas no es significativo, se debe tomar en cuenta que el cadmio se ha convertido en uno de los metales más contaminantes debido a su creciente utilización en fertilizantes químicos para los cultivos (Larios, 2014).

Figura 30.

Variación de la concentración de cadmio respecto a la altura en la zona afectada por el incendio

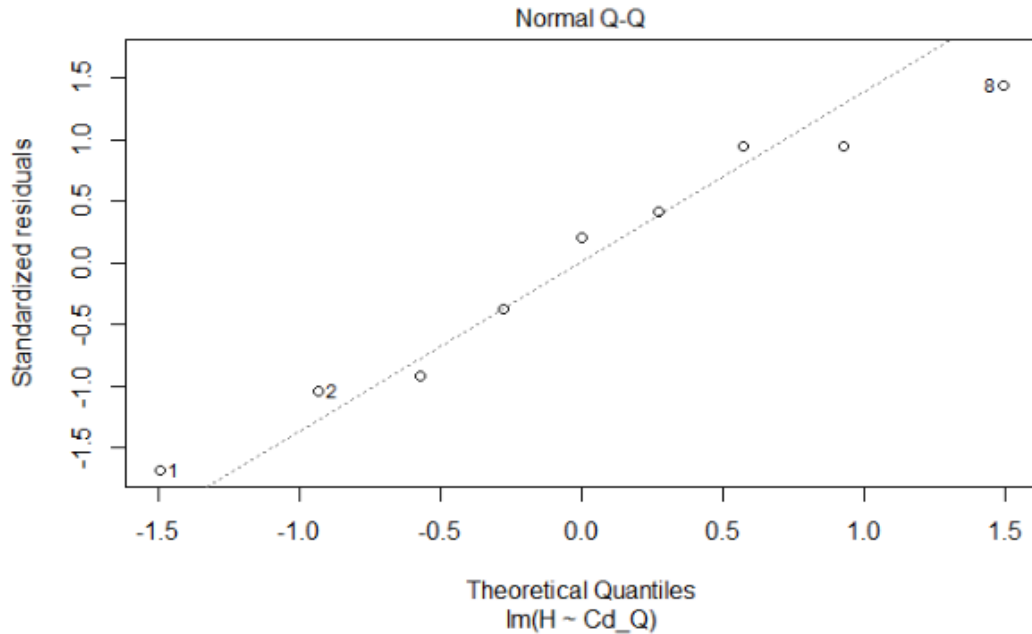


Nota. Para H (1=alta, 2=media, 3=baja)

En la figura 30 se observa una tendencia en la cual, la concentración de cadmio aumenta a medida que la altura va disminuyendo con un factor de correlación R es de 0,09.

Figura 31.

Residuos Normalizados de cadmio con respecto a la altura



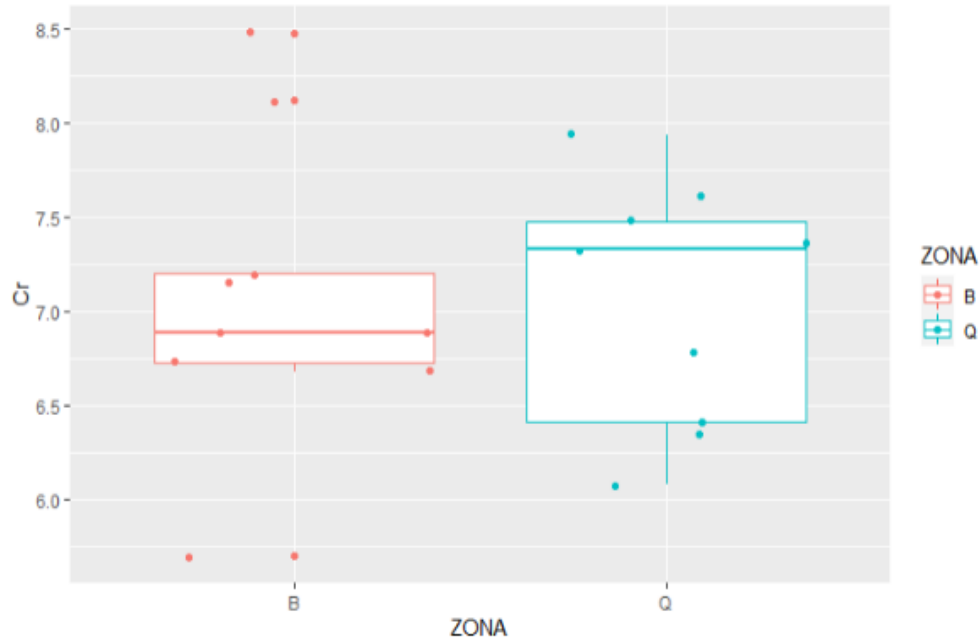
A pesar de que en la figura 31 los residuos parezcan que corresponden a una distribución normal, no se puede afirmar que exista una correlación entre la variación de la concentración de cadmio y la altura en la zona quemada.

El valor promedio de la concentración de cadmio del área afectada por el incendio fue de 0,08 mg/kg siendo mucho menor al valor que se refleja en la normativa para calidad de suelo que es de 0,5 mg/kg (TULSMA, 2015).

5.2.9.2 Cromo

Figura 32.

Boxplot de la variación de cromo en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B)



En la figura 32 se observa que la dispersión de los datos en la zona testigo (B) es mayor y que poseen una desviación estándar de 0,82 con respecto a la media de 7,09 a diferencia de la zona afectada por el incendio (Q) en donde los datos poseen una desviación estándar de 0,64 con respecto a la media de 7,04. El valor de la media de la concentración de cromo en la zona afectada por el incendio aumentó en un 0,85% con respecto a la zona testigo.

Tabla 18.

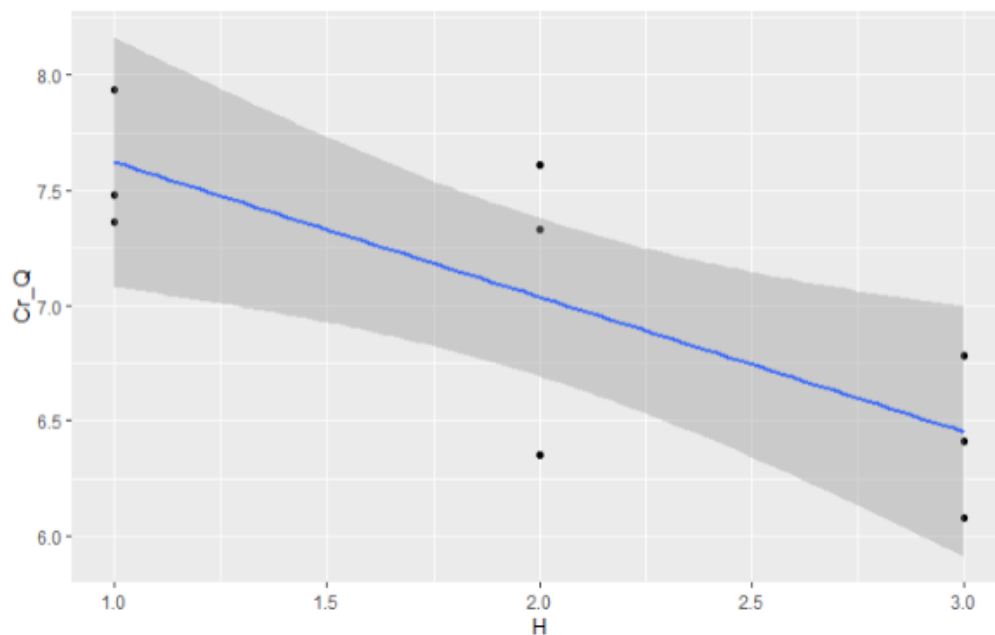
Análisis de la varianza ANOVA de cromo en las dos zonas de estudio

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Z	1	0,013	0,0133	0,025	0,877
Residuals	16	8,700	0,5437		

En la tabla 18 se observa que el valor de P es mayor a 0,05 lo que confirma que el valor de la diferencia entre las medias de las dos zonas no es significativo, no se puede asegurar que el nivel de cromo contenido en el suelo haya sido afectado por el fuego.

Figura 33.

Variación de la concentración de cromo con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio

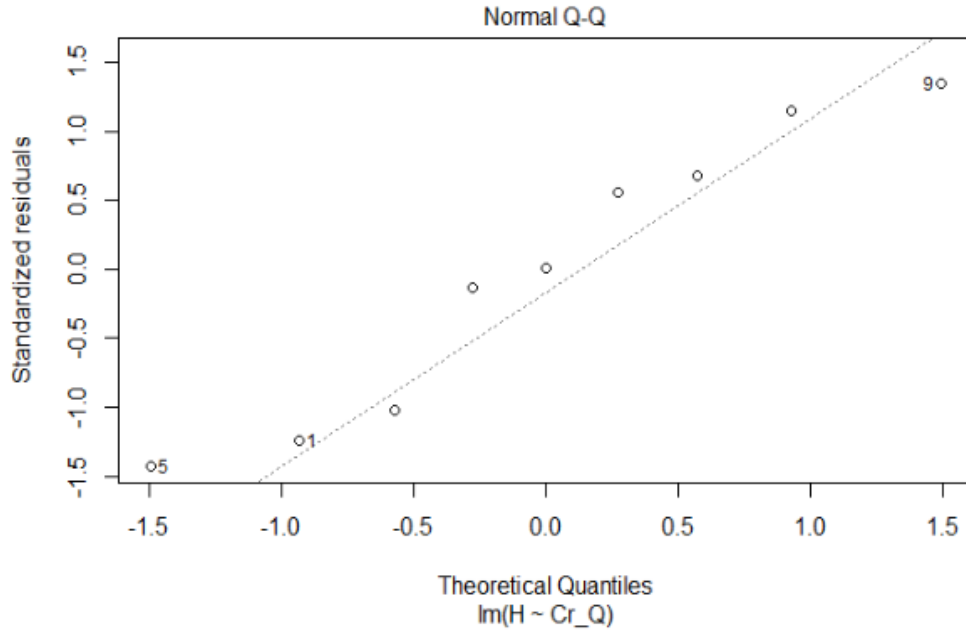


Nota. Para H (1=alta, 2=media, 3=baja)

En la figura 33 se observa que la concentración de cromo disminuye a medida que disminuye la altura en la zona incendiada con un factor de correlación de 0,608.

Figura 34.

Residuos Normalizados de cromo con respecto a la altura



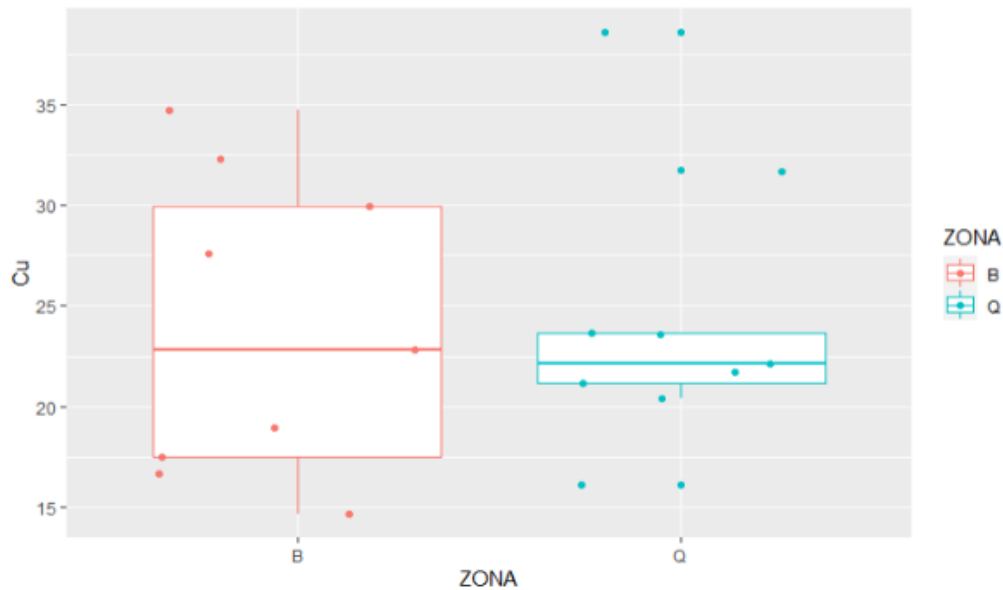
Se observa en la figura 34 que la distribución de los residuos normalizados presenta una tendencia lineal, por lo tanto, se podría afirmar que disminuye la concentración de cromo a medida que va disminuyendo la altura en la zona quemada.

Los resultados obtenidos podrían deberse a que en la parte alta y media de la zona de estudio limita con cultivos de ciclo corto pertenecientes a los agricultores del sector, lo que indica que probablemente los fertilizantes fosfatados y pesticidas utilizados para fumigar los sembríos contienen niveles representativos de cromo en su composición (GTIS y FAO, 2019), sin embargo, el valor promedio de la concentración de cromo en la zona quemada fue de 7,03 mg/kg siendo menor al valor que se refleja en la normativa para calidad de suelo que es de 54 mg/kg (TULSMA, 2015).

5.2.9.3 Cobre

Figura 35.

Boxplot de la variación de cobre en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B)



En la figura 35 se observa que los datos en la zona testigo (B) se encuentran mayormente dispersos con una desviación estándar de 7,44 con respecto a la media de 23,89 a diferencia de los niveles de concentración de cobre en el área que fue afectada por el fuego con un valor de la desviación estándar de 6,75 con respecto a la media de 24,33. La concentración promedio de cobre en el suelo afectado por el incendio aumentó en un 1,84% con respecto a la zona testigo.

Tabla 19.

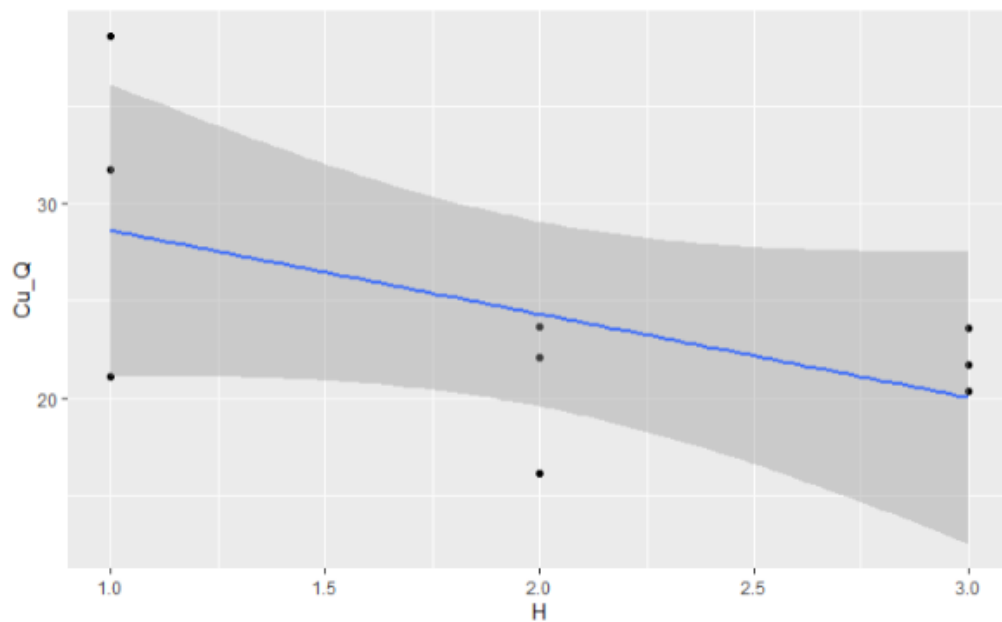
Análisis de la varianza ANOVA de cobre en las dos zonas de estudio

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Z	1	0,8	0,85	0,017	0,898
Residuals	16	808,4	50,53		

En la tabla 19 se observa que el valor de P es mayor a 0,05 lo que indica que la diferencia entre la media de la concentración de cobre en la zona quemada no es significativa con respecto a la zona testigo.

Figura 36.

Variación de la concentración de cobre con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio

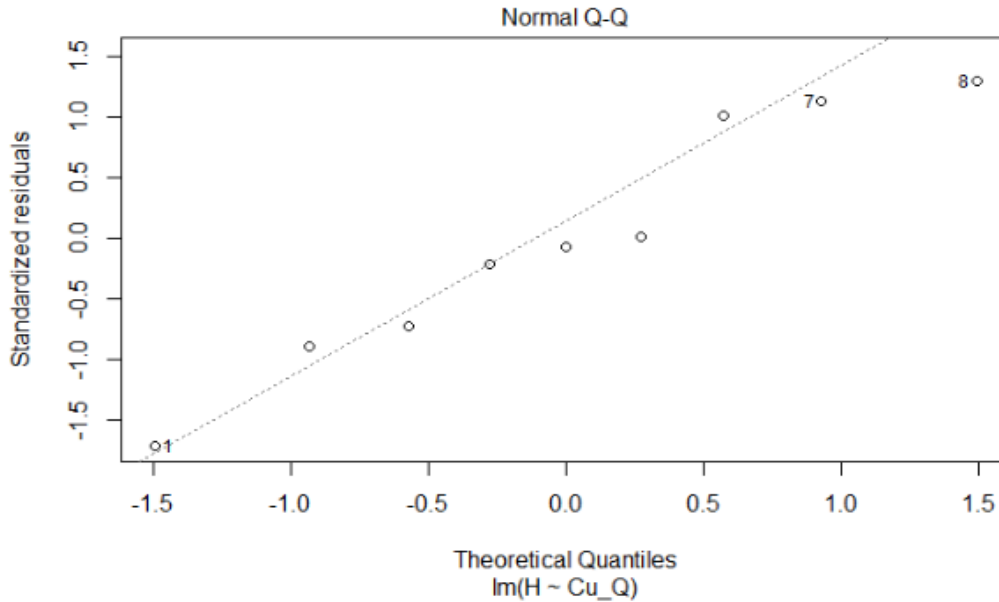


Nota. Para H (1=alta, 2=media, 3=baja)

En la figura 36 se puede observar una tendencia en la cual la concentración de cobre disminuye a medida que disminuye la altura en la zona incendiada con un factor de correlación R es de 0,3031.

Figura 37.

Residuos Normalizados de cobre con respecto a la altura



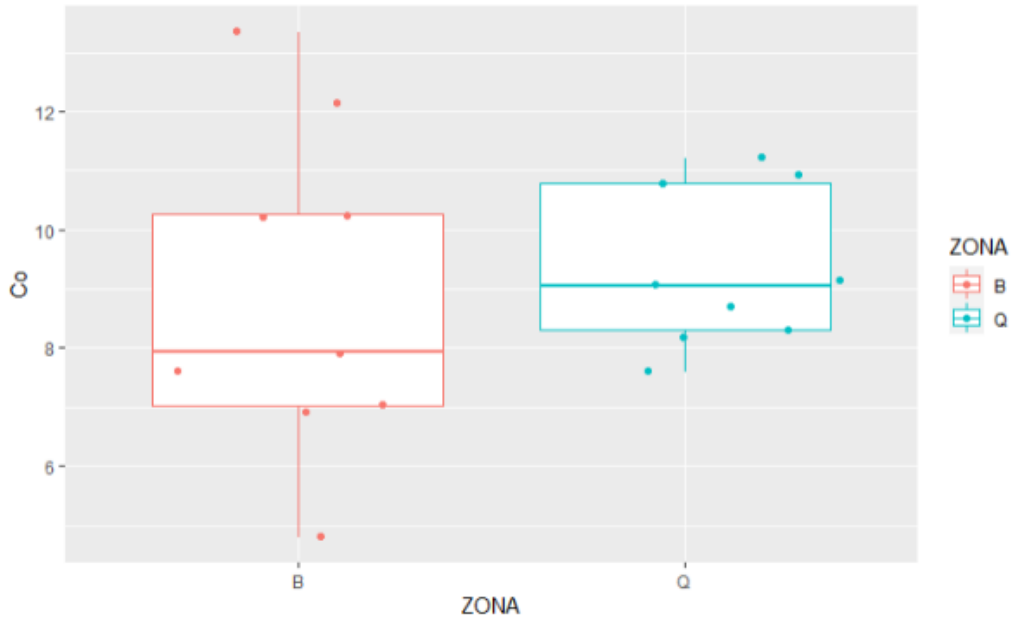
Los residuos normalizados que se observan en la figura 37 se encuentran normalizados, sin embargo, no se puede afirmar que tengan una relación directa debido a que el factor de correlación es de 0,3031.

El valor promedio de la concentración de cobre en la zona quemada fue de 24,33 mg/kg siendo similar al valor que se refleja en la normativa para calidad de suelo que es de 25 mg/kg (TULSMA, 2015), sin embargo, en varios puntos de las dos zonas de estudio el valor de cobre fue superior al valor máximo permitido en la norma debido al uso de productos fitosanitarios, puesto que, los suelos forestales contienen menor cantidad de cobre que los suelos agrícolas convirtiéndose en un riesgo para la salud de las personas debido a que este metal se absorbe por vías digestivas distribuyéndose por todo el organismo (Larios, 2014).

5.2.9.4 Cobalto

Figura 38.

Boxplot de la variación de cobalto en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B)



En la figura 38 se observa que existe menor dispersión en los datos de la zona afectada por el incendio ya que los poseen una desviación estándar de 1,32 con respecto a la media de 9,32 a diferencia de la zona testigo donde sus datos poseen una desviación estándar de 2,75 con respecto a la media de 8,91 que confirma una dispersión mayor. La media de concentración de cobalto en la zona quemada se incrementa en un 4,5% con respecto a la zona testigo.

Tabla 20.

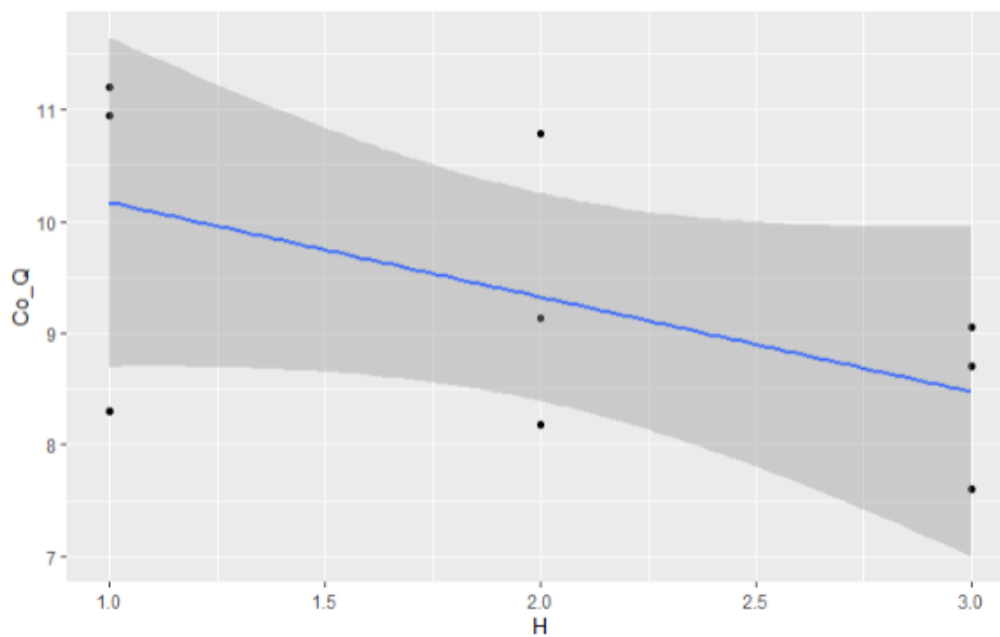
Análisis de la varianza ANOVA de cobalto en las dos zonas de estudio

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Z	1	0,76	0,756	0,162	0,693
Residuals	16	74,78	4,674		

En la tabla 20 se observa que el valor de P es mayor a 0,05 por lo tanto la diferencia entre las medias de las dos zonas comparadas no es significativa.

Figura 39.

Variación de la concentración de cobalto con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio

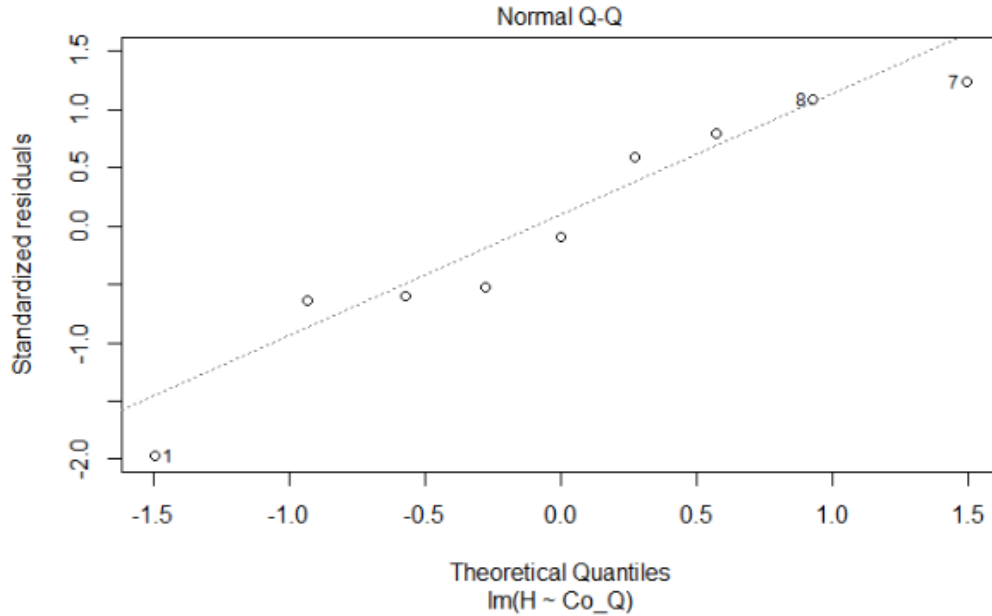


Nota. Para H (1=alta, 2=media, 3=baja)

En la figura 39 se puede apreciar una tendencia donde la concentración de cobalto disminuye a medida que la altura va disminuyendo en la zona incendiada con un factor de correlación R de 0,3056.

Figura 40.

Residuos Normalizados de cobalto con respecto a la altura



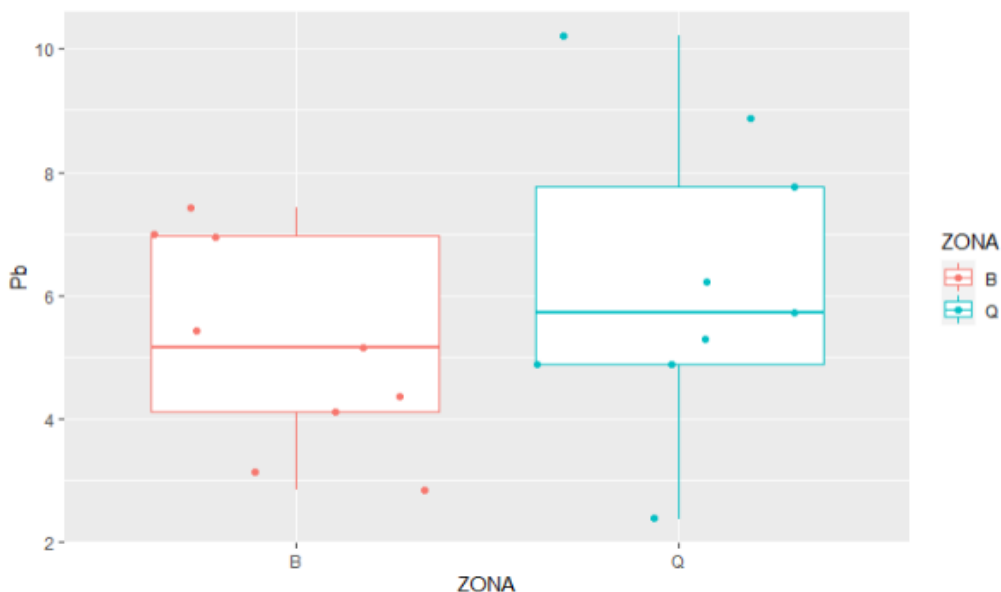
En la figura 40 se analizan los residuos normalizados que no siguen una tendencia lineal, con lo cual se verifica que no existe correlación entre estos dos parámetros. Sin embargo, los niveles de cobalto en varios puntos de ambas zonas estudiadas estuvieron al límite o sobre el límite de la norma de calidad de suelo esto podría deberse a cargas antropogénicas ya que el cobalto se lo utiliza en la industria de automotriz para máquinas y herramientas, en la fabricación de cerámica, sellos de vidrio a metal, plásticos, entre otros (Lenntech, 2015).

El valor promedio de la concentración de cobre en la zona incendiada fue de 9,32 mg/kg siendo similar al valor que se refleja en la normativa para calidad de suelo que es de 10 mg/kg (TULSMA, 2015).

5.2.9.5 Plomo

Figura 41.

Boxplot de la variación de plomo en la zona quemada (Q) y la zona testigo (B)



En la figura 41 se observa que los datos en la zona quemada se encuentran más dispersos con una desviación estándar de 2,37 con respecto a la media de 6,25 a diferencia de la zona testigo la cual posee datos que tienen una desviación estándar de 1,69 con respecto a la media de 5,16. La media de la concentración de plomo en la zona quemada aumentó en un 21,5% con respecto a la zona testigo.

Tabla 21.

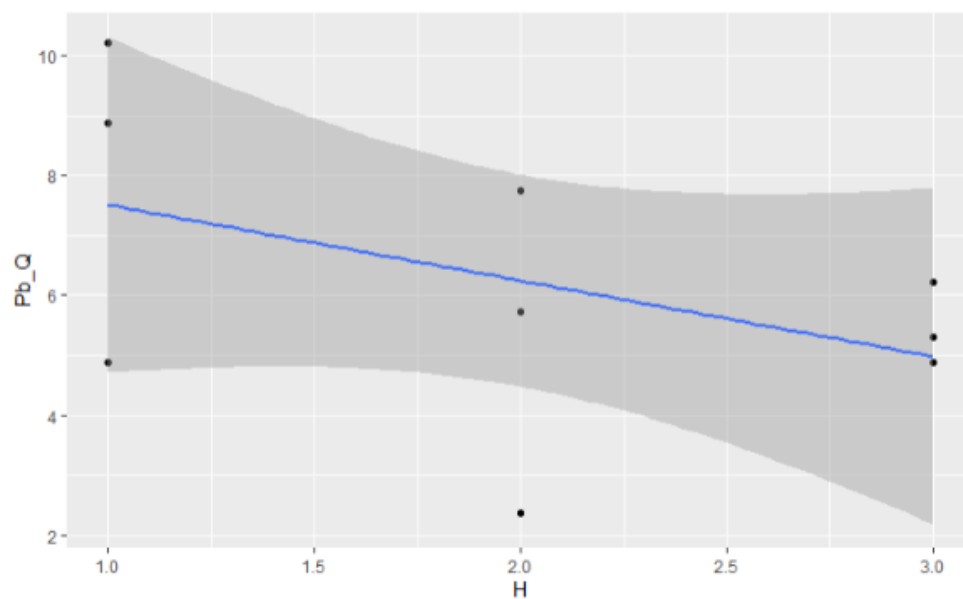
Análisis de la varianza ANOVA de plomo en las dos zonas de estudio

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Z	1	5,36	5,357	1,266	0,277
Residuals	16	67,71	4,232		

En la tabla 21 se observa que el valor de P es mayor a 0,05 con lo que se puede afirmar que la relación de la diferencia de las medias entre la zona afectada por el incendio y la zona testigo no son significativas.

Figura 42.

Variación de la concentración de plomo con respecto a la altura en la zona afectada por el incendio

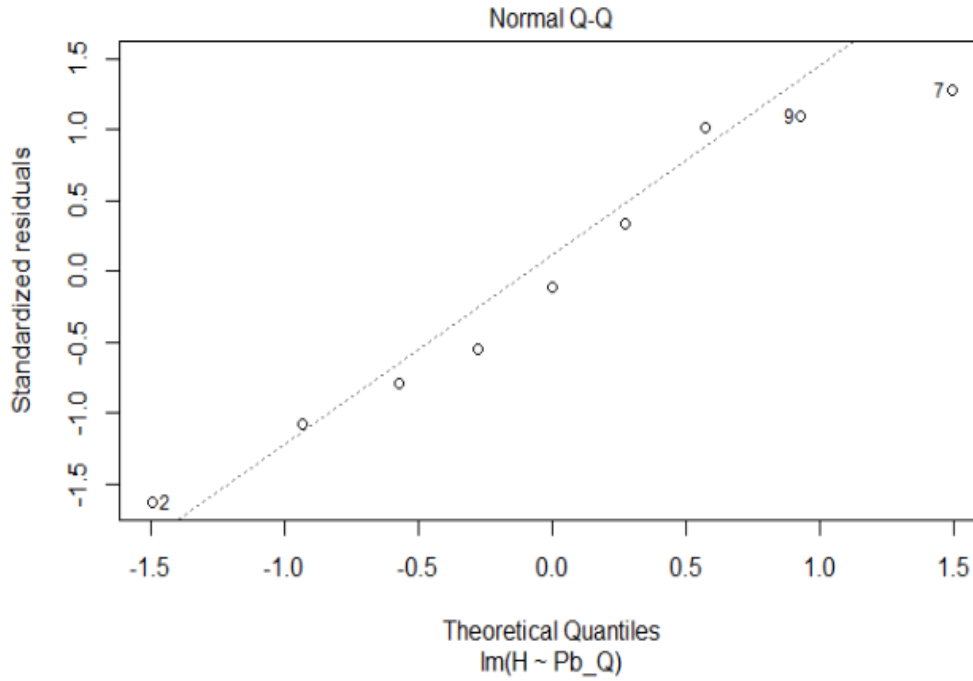


Nota. Para H (1=alta, 2=media, 3=baja)

En la figura 42 se observa una tendencia en la cual la concentración de plomo en la zona afectada Q disminuye a medida que va disminuyendo la altura con un valor de correlación de 0,2137.

Figura 43.

Residuos Normalizados de plomo con respecto a la altura



En la figura 43 se observa que los residuos normalizados siguen una tendencia lineal pero no se puede afirmar que exista una correlación directa entre la concentración de plomo con respecto a la altura del terreno de la zona quemada debido a que el factor de correlación R es muy bajo.

El valor promedio de la concentración de cromo en la zona afectada fue de 6,25 mg/kg siendo menor al valor que se refleja en la normativa para calidad de suelo que es de 19 mg/kg (TULSMA, 2015) se pensó que podía existir un incremento de los niveles de plomo en la zona baja de estudio debido a que están próximos a la transitada vía Intervalles puesto que años atrás el plomo era un antidetonante de la gasolina de los vehículos, en bibliografía se menciona que las vías presentan una importante contaminación de metales pesados ocasionado por las emisiones de los automotores y la reubicación por el viento de los metales que se han precipitado en la superficie

de las vías (Harrison, 1981), pero debido a la emergencia sanitaria que se vivió en el año 2020 y que aún continúa en la actualidad, la movilidad se restringió en un gran porcentaje contribuyendo así a la mejora en la calidad del aire.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Luego del análisis de los resultados se confirma la presencia de metales pesados tanto en la zona afectada por el incendio (Q) como en la zona testigo (B). Sin embargo, las concentraciones de tres de ellos: cadmio, plomo y cromo se encontraron en niveles normales en el suelo, por otro lado, en varios puntos de muestreo de las dos zonas estudiadas se detectaron niveles de cobre y cobalto que igualan y en algunos casos superan los niveles máximos permisibles de la norma de calidad de suelo que está estipulada en la legislación ecuatoriana.
- Algunos de los parámetros más afectados y que tienen una diferencia significativa respecto a la zona testigo son pH, humedad y composición textural de arena, en los demás parámetros como nitrógeno, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica e infiltración no se comprobaron diferencias significativas en los resultados por lo que se concluye que el suelo prácticamente se está recuperando de los impactos del fuego.
- Luego de los análisis realizados entre los parámetros físico-químicos y su relación con la altura del terreno como factor preponderante se observó que guardan una relación lineal mayor al 50% los siguientes parámetros: infiltración, materia orgánica, nitrógeno total y cromo con un factor de correlación de 0,8868; 0,6362; 0,64 y 0,608 respectivamente, aunque la estructura geológica del volcán Ilaló es una barrera para la colonización se trata de un volcán altamente modificado por la presión antrópica pues es posible observar una invasión agrícola que ha llegado hasta su cúspide.
- Debido a que el incendio ocurrió en la zona estudiada en septiembre del 2019 y que las actividades vehiculares y de recreación se redujeron durante los meses de confinamiento

por la pandemia, ha contribuido a que parámetros como la capacidad de intercambio catiónico, pH y materia orgánica que son importantes para la nutrición del suelo estén tendiendo a normalizarse, es decir a llegar a los valores anteriores al incendio forestal.

6.2 Recomendaciones

- De acuerdo a los resultados obtenidos se puede afirmar que los parámetros estudiados están recuperando su naturalidad a través del paso del tiempo, por lo que se recomienda para las próximas investigaciones sobre alteraciones físico-químicas del suelo por el fuego, se elija zonas de estudio en las cuales los incendios forestales tengan poco tiempo de ocurridos.
- Se recomienda realizar un futuro estudio de niveles de metales pasados en suelos afectados por incendios, en donde se elija dos o más zonas del Distrito Metropolitano de Quito para compararlos entre sí y obtener mejores resultados.
- En base a los resultados que se obtuvieron en este estudio se pudo constatar que la concentración de cobalto y cobre en promedio, están en el límite máximo permisible de la norma de calidad de suelo, por lo que sugiere futuras investigaciones relacionadas con el análisis del riesgo toxicológico de estos metales hacia la población dado que, en la zona, las actividades agrícolas son la principal fuente de ingreso económico.
- Es importante socializar esta investigación con las autoridades competentes como el Ministerio del Ambiente y Agua y la Secretaría de Ambiente de Quito para posibles soluciones respecto a la contaminación del suelo por metales pesados e incendios forestales en la ciudad.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, M. (2015). *El régimen jurídico de los incendios forestales: Especial referencia al contexto jurídico y territorial de Cataluña*. Publicacions Universitat Rovira i Virgili.
- Aguirre, F. (2001). *Manual de formación de incendios forestales para cuadrillas*.
- Anchaluisa, S., y Suárez, E. (2013). Efectos del fuego sobre la estructura, microclima y funciones ecosistémicas de plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*; Myrtaceae) en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 5(2). <https://doi.org/10.18272/aci.v5i2.134>
- ATSDR. (2007). Reseña Toxicológica del Plomo. *Atsdr*, 15. http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.pdf
- Badía, D., Ortíz, O., y Martí, C. (2016). *Experimentos con el suelo para la educación pre-universitaria*.
- Badillo, J. (1985). *Curso básico de toxicología ambiental*. Metepec.
- Bodi, M., Cerddà, A., Mataix-Solera, J., y Doerr, S. (2012). Efectos de los incendios forestales en la vegetación y el suelo en la cuenca mediterránea: Revisión bibliográfica. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 58, 33–56. <https://doi.org/10.21138/bage.2058>
- Cabezas, J. (2016). *Ilaló en transición. Experiencias de planificación y gestión territorial participativa (2013 - 2015) (Tesis de pregrado)*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Castro de la Sen, M. (2009). *Conocer el fuego*. Instituto Tecnológico Del Fuego. http://www.itfuego.com/que_es_el_fuego.htm
- Certini, G. (2005). Effects of fire on properties of forest soils: A review. *Oecologia*, 143(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1788-8>
- Céspedes, C., y Millas, P. (2016). Fraccionamiento de la materia orgánica del suelo. *Relevancia de La Materia Orgánica Del Suelo*, 30–47.
- Directorio Forestal Maderero. (2018). Inflamabilidad de las plantas e incendios forestales. *Forestal Maderero*.
- Duque, J., Llano, L., y Villazón, H. (2006). *Estructura cristalina del cobre, propiedades microscópicas mecánicas y de procesamiento*. 6.
- EMAAPQ. (2013). *Plan de manejo del cerro Ilaló: Programa de saneamiento ambiental*. Empresa Metropolitana de alcantarillado y agua potable.
- Estacio, J., y Narváez, N. (2012). Incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ): Conocimiento e intervención pública del riesgo. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.11.2012.914>
- FAO. (1993). Los fertilizantes y su uso. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 20(12), 801–808. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.1993.tb03018.x>

- Fundación Cruzada Patagónica. (2009). *Relación entre las lluvias y los incendios*. October 2009. <https://doi.org/10.13140/2.1.3424.5441>
- Gil, J., Zavala, L., Bellinfante, N., y Jordán, A. (2013). Acidez y capacidad de intercambio catiónico en los suelos afectados por incendios. Métodos de determinación e interpretación de resultados. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 01(01), 1689–1699.
- González, U. P. (2017). Impacto de los incendios forestales en suelo, agua, vegetación y fauna. *Biblioteca Del Congreso Nacional de Chile*, 1–8.
- GTIS, y FAO. (2019). La Contaminación Del Suelo: Una Realidad Oculta. In *Organizacion de las Naciones Unidas para la alimentacion y la agricultura FAO*. <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>
- Harrison, R. (1981). Chemical association of Pb, Cd, Cu and Zn in street dusts and roadside soils. *Environmental Science and Technology*, 15, 1378–1383.
- Iglesias, M. (1993). *Efectos de los incendios forestales sobre las propiedades del suelo en un pinar de repoblación (pinus pinaster), en arenas de San Pedro (Avila) (Tesis doctoral)*. Universidad Complutense de Madrid.
- Jordán, A., y Cerda, A. (2010). *Actualización en métodos y técnicas para el estudio de los suelos afectados por incendios forestales*.
- Larios, M. (2014). NIVELES DE Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb Y Zn EN LOS SUELOS DE RIBERA DE LA CUENCA DEL RIO TURIA. *Universitat de Lleida*, 1–153.
- Lasso, S. (2015). El paseo Ecológico Huilacucho: un bosque escondido del Ilaló. *Kalpana*, 6–17.
- Lenntech. (2015). *Propiedades químicas, efectos a la salud y al medio ambiente de los elementos de la tabla periódica*. <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/cd.htm#ixzz3YjQFDlmy>
- Lozano-Rivas, W. (2016). *Suelos: Guía de prácticas simplificadas en campo y laboratorio*.
- Mataix-Solera, J., y Guerrero, C. (2013). Incendios Forestales, Suelos y Erosión Hídrica. *Cuaderno Activa*, 59–67.
- Mataix-Solera, J., Guerrero, C., Arcenegui, V., Bárcenas, G., Zornoza, R., Pérez Bejarano, A., Bodí, M., Mataix-Beneyto, J., Gómez, I., García-Orenes, F., Navarro-Pedreño, J., Jordán, M. M., Cerdà, A., Doerr, S. H., Úbeda, X., Outeiro, L., Pereira, P., Jordán, A., y Zavala, L. M. (2009). Los incendios forestales y el suelo: un resumen de la investigación realizada por el Grupo de Edafología Ambiental de la UMH en colaboración con otros grupos. *Efectos de Los Incendios Forestales Sobre Los Suelos de España, January*, 185–218. https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Mataix-Solera/publication/229180752_Los_incendios_forestales_y_el_suelo_un_resumen_de_la_investigacion_realizada_por_el_Grupo_de_Edafologa_Ambiental_de_la_UMH_en_colaboracion_con_otros_grupos/links/0fcfd50081d292d1
- Mataix, J. (1999). *Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales. Contribución a su conservación y regeneración*. Universidad de Alicante.
- Micó, C. (2005). *Estudio de metales pesados en suelos agrícolas con cultivos hortícolas de la*

- provincia de alicante. Tesis Doctoral.* Universidad de Valencia, España.
- Minervini, M. G., Morrás, H. J. M., y Taboada, M. Á. (2018). Efectos del fuego en la matriz del suelo. Consecuencias sobre las propiedades físicas y mineralógicas. *Ecología Austral*, 28(1), 012–027. <https://doi.org/10.25260/ea.18.28.1.0.127>
- NJ Health. (2011). Derecho a Saber Hoja Informativa sobre Sustancias Peligrosas Descripción y uso. *New Jersey Department of Health*, 6. <http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1594sp.pdf>
- Ortega, A., y Mena, L. (2019). *Determinación del protocolo para quemas experimentales simulando incendios forestales con diferentes intensidades, en suelos extraídos de las zonas: Parque Metropolitano Guanguiltagua, Cerro Ungüü y Páramo de Paquiestancia-Cayambe, a nivel de laboratorio.* Universidad Politécnica salesiana.
- Pascual, A. (2011). *Efectos a corto y largo plazo del fuego sobre algunas propiedades del suelo. Incendios naturales e incendios experimentales bajo condiciones de campo y de laboratorio.* Universidad de Sevilla.
- Perez, A. (1997). *Tesis doctoral y Efectos en el Dinámica del Cobalto Suelo-Planta.* Universidad de Alicante.
- Pérez, M. (2015). *Control y extinción de incendios* (2nd ed.). Editorial ICB.
- Pérez, M. (2016). *Dirección técnica en extinción de incendios forestales.* Editorial ICB.
- Poma, P. (2008). Intoxicación por plomo en humanos. *Anales de La Facultad de Medicina*, 69, 120–126.
- Quiroz, J. (1975). *Notas sobre el comportamiento del fuego.*
- Radojevic, M., y Bashkin, V. (2006). *Practical Environmental Analysis* (Segunda Ed). The Royal Society of Chemistry.
- Ramirez, A. (2002). Toxicología del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. *Anales de La Facultad de Medicina*, 63, 51–64.
- Ramos, M. P. (2010). *Manejo del fuego.* February, 240. <https://www.researchgate.net/publication/313385091>
- Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. (2007). *Cd: cadmio y compuestos.*
- Rosero, J., y Osorio, I. (2013). Efectos de los incendios forestales en las propiedades del suelo. *Cuaderno Activa Revista Científica de La Facultad de Ingeniería*, 59–67.
- Segumar, L. (2015). Química del fuego. *Unicen*, 14.
- Steduto, P., Hsiao, T., Fereres, E., y Raes, D. (2012). Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua. In *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* (Vol. 66). <https://doi.org/978-92-5-308564-4>
- Thomas, P., y McAlpine, R. (2010). *Fire in the forest.* Cambridge University Press.

- TULSMA. (2015). Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente Norma De Calidad Ambiental Del Recurso Suelo Y Criterios De Remediación Para Suelos Contaminados. *Tulsma*, 341–370.
- Úbeda, X. (2001). Influencia de la intensidad de quemado sobre algunas propiedades del suelo después de un incendio forestal. *Grup de Recerca Ambiental Mediterrània*, 8, 41–49.
- Varela, M. (2017). *Efecto de los incendios forestales en la degradación física de los suelos de Galicia*. Universidad de Vigo.
- Varela, M., y Úbeda, X. (2014). Estabilidad de los agregados de un suelo quemado a diferentes intensidades de fuego dieciocho años después de un incendio forestal. In *Cuadernos de investigación geográfica* (pp. 334–335).
- Vélez, R. (1995). El peligro de incendios forestales derivado de la sequía. *Cuadernos de La Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 2, 11.
- Vélez, R. (2009). *La defensa contra incendios forestales: Fundamentos y experiencias* (2nd ed.). McGraw Hill.

8. ANEXOS

8.1 Anexo 1: Recolección de muestras de suelo en la zona de la comuna de Rumiloma en el volcán Ilaló

- Recolección de las muestras en la zona testigo (Q)



- Recolección de las muestras en la zona afectada por el incendio (Q)



- Imágenes de la zona baja la cual se visualizó mayor afectación por el incendio



- Preparación de muestras compuestas para el envío a los laboratorios



8.2 Anexo 2: Determinación del pH

- Pesado de muestra fresca para colocar en los vasos de precipitación



- Adición de agua destilada y agitación magnética



8.3 Anexo 3: Determinación de la densidad aparente

- Pesado de las muestras y secado en la estufa por 24 horas



- Medición de la densidad con la misma cantidad de suelo para todas las muestras y con la ayuda de una probeta



8.4 Anexo 4: Determinación de la infiltración

- Pesado de las muestras de suelo



- Incorporación de las muestras de suelo en las botellas tipo embudo.



- Vertido del agua en las muestras y toma de tiempo



- Recolección de los datos después del tiempo establecido



8.5 Anexo 5: Determinación de la humedad

- Pesado de las muestras de suelo



- Ingreso de las muestras a la estufa por 24 horas



- Secado de muestras para su posterior pesaje



8.6 Anexo 6: Tabla de resultados de la variación de pH

ZONA QUEMADA	pH	ZONA BLANCO	pH
A11	8,25	BA11	6,81
A12	8,2	BA12	7,2
A13	8,15	BA13	7,23
A21	7,15	BA21	7,56
A22	7,1	BA22	7,15
A23	7,3	BA23	7,45
A31	8,15	BA31	7,15
A32	8,1	BA32	7,45
A33	8,25	BA33	7,47
M11	7,5	BM11	7,15
M12	7,7	BM12	7,3
M13	7,98	BM13	7,25
M21	7,9	BM21	7,36
M22	7,5	BM22	7,3
M23	7,8	BM23	7,6
M31	7,85	BM31	7,3
M32	7,94	BM32	7,55
M33	7,65	BM33	7,65
B11	7,3	BB11	7,66
B12	7,96	BB12	7,61
B13	7,73	BB13	7,63
B21	7,68	BB21	7,15
B22	7,4	BB22	7,25
B23	7,5	BB23	7,3
B31	7,37	BB31	7,46
B32	7,35	BB32	7,48
B33	7,45	BB33	7,25

8.7 Anexo 7: Tabla de resultados de la densidad aparente

ZONA QUEMADA			
N° MUESTRA	PESO (gramos)	Volumen (mL)	Densidad aparente (g/mL)
A11	100,0001	110	0,9091
A12	100,0003	102	0,9804
A13	100,0001	105	0,9524
A21	100,0022	102	0,9804
A22	100,0004	110	0,9091
A23	100,0001	105	0,9524
A31	100,0001	110	0,9091
A32	100,0001	104	0,9615
A33	100,0016	104	0,9616
M11	100,0000	94	1,0638
M12	100,0003	99	1,0101
M13	100,0004	98	1,0204
M21	100,0008	91	1,0989
M22	100,0006	92	1,0870
M23	100,0007	95	1,0526
M31	100,0002	94	1,0638
M32	100,0002	95	1,0526
M33	100,0003	94	1,0638
B11	100,0000	88	1,1364
B12	100,0004	84	1,1905
B13	100,0001	85	1,1765
B21	100,0001	87	1,1494
B22	100,0002	90	1,1111
B23	100,0000	89	1,1236
B31	100,0009	80	1,2500
B32	100,0022	85	1,1765
B33	100,0003	90	1,1111

ZONA BLANCO

N° MUESTRA	PESO (gramos)	Volumen (mL)	Densidad aparente (g/mL)
BA11	100,0000	101	0,9901
BA12	100,0001	102	0,9804
BA13	100,0001	104	0,9615
BA21	100,0005	115	0,8696
BA22	100,0002	110	0,9091
BA23	100,0009	112	0,8929
BA31	100,0002	103	0,9709
BA32	100,0005	104	0,9615
BA33	100,0003	105	0,9524
BM11	100,0010	101	0,9901
BM12	100,0017	105	0,9524
BM13	100,0003	107	0,9346
BM21	100,0003	110	0,9091
BM22	100,0003	102	0,9804
BM23	100,0000	103	0,9709
BM31	100,0000	112	0,8929
BM32	100,0004	106	0,9434
BM33	100,0004	108	0,9259
BB11	100,0018	109	0,9174
BB12	100,0009	110	0,9091
BB13	100,0008	112	0,8929
BB21	100,0000	113	0,8850
BB22	100,0005	108	0,9259
BB23	100,0005	105	0,9524
BB31	100,0001	101	0,9901
BB32	100,0009	104	0,9615
BB33	100,0007	109	0,9174

8.8 Anexo 8: Tabla de resultados de la infiltración

ZONA QUEMADA			
N° MUESTRA	SUELO (g)	Volumen (mL)	INFILTRACIÓN (L/m2*h)
A11	100,00	0,072	458,37
A12	100,02	0,079	502,93
A13	100,04	0,078	496,56
A21	100,01	0,071	452,00
A22	100,00	0,076	483,83
A23	100,09	0,080	509,30
A31	100,06	0,081	515,66
A32	100,00	0,077	490,20
A33	100,03	0,079	502,93
M11	100,09	0,065	413,80
M12	100,03	0,062	394,70
M13	100,03	0,066	420,17
M21	100,06	0,062	394,70
M22	100,02	0,061	388,34
M23	100,05	0,065	413,80
M31	100,07	0,064	407,44
M32	100,03	0,059	375,61
M33	100,08	0,065	413,80
B11	100,07	0,055	350,14
B12	100,01	0,057	362,87
B13	100,04	0,058	369,24
B21	100,05	0,052	331,04
B22	100,00	0,054	343,77
B23	100,01	0,057	362,87
B31	100,05	0,056	356,51
B32	100,03	0,059	375,61
B33	100,04	0,058	369,24

ZONA BLANCO

N° MUESTRA	SUELO (g)	Volumen (L)	INFILTRACIÓN (L/m2*h)
BA11	100,04	0,049	311,94
BA12	100,06	0,065	413,80
BA13	100,09	0,056	356,51
BA21	100,07	0,061	388,34
BA22	100,02	0,056	356,51
BA23	100,03	0,063	401,07
BA31	100,03	0,064	407,44
BA32	100,05	0,063	401,07
BA33	100,08	0,063	401,07
BM11	100,02	0,08	509,30
BM12	100,03	0,079	502,93
BM13	100,02	0,075	477,46
BM21	100,01	0,069	439,27
BM22	100,00	0,070	445,63
BM23	100,04	0,069	439,27
BM31	100,03	0,063	401,07
BM32	100,03	0,063	401,07
BM33	100,00	0,065	413,80
BB11	100,08	0,072	458,37
BB12	100,08	0,069	439,27
BB13	100,02	0,072	458,37
BB21	100,05	0,065	413,80
BB22	100,05	0,063	401,07
BB23	100,05	0,063	401,07
BB31	100,03	0,053	337,41
BB32	100,03	0,049	311,94
BB33	100,08	0,051	324,68


8.9 Anexo 9: Tabla de resultados de la humedad

N° MUESTRA	ZONA QUEMADA				% HUMEDAD
	VASO	MUESTRA	SECADO	MUESTRA SECA - VASO	
A11	201,4	500,5	658,9	457,5	8,59
A12	193	500,4	646,5	453,5	9,37
A13	196,2	500,5	658,9	462,7	7,55
A21	193,4	500,8	649,6	456,2	8,91
A22	191,9	500,7	651,8	459,9	8,15
A23	192,9	500,9	655,8	462,9	7,59
A31	210	500,2	663,7	453,7	9,30
A32	197,5	500,2	656,9	459,4	8,16
A33	269,3	500,2	729,2	459,9	8,06
M11	205,9	500,6	664,2	458,3	8,45
M12	194,1	500,9	654,2	460,1	8,15
M13	203,4	500,3	660,9	457,5	8,55
M21	205,2	500,5	662,6	457,4	8,61
M22	203,3	500	665,7	462,4	7,52
M23	191,6	500,3	645,8	454,2	9,21
M31	208,7	500,6	666,6	457,9	8,53
M32	203,3	500,3	661,9	458,6	8,33
M33	187,1	500,5	639,9	452,8	9,53
B11	219,19	500,3	677,7	458,51	8,35
B12	269,7	500,7	729,8	460,1	8,11
B13	205,7	500,9	663,2	457,5	8,66
B21	199,8	500,8	655,4	455,6	9,03
B22	190,9	500,8	642,7	451,8	9,78
B23	198,8	500,6	656,2	457,4	8,63
B31	219,2	500,2	672,6	453,4	9,36
B32	295	500,7	754	459	8,33
B33	295	500,3	748,5	453,5	9,35


ZONA BLANCO

N° MUESTRA	VASO	MUESTRA	SECADO	PESO MUESTRA FINAL	% HUMEDAD
BA11	268,2	500,5	710,6	442,4	11,61
BA12	207,4	500,5	638,7	431,3	13,83
BA13	190,1	500,7	593,8	403,7	19,37
BA21	205,9	500,1	590,7	384,8	23,06
BA22	269,3	500,1	665,4	396,1	20,80
BA23	191,5	500,1	583,1	391,6	21,70
BA31	200,8	500,6	635,7	434,9	13,12
BA32	191,5	500,8	637,2	445,7	11,00
BA33	203,4	500,7	645,6	442,2	11,68
BM11	195,2	500,5	631,9	436,7	12,75
BM12	194	500,4	623,9	429,9	14,09
BM13	190,4	500,3	620	429,6	14,13
BM21	205,2	500,3	605,7	400,5	19,95
BM22	203,3	500,1	614,6	411,3	17,76
BM23	189,4	500,1	610,1	420,7	15,88
BM31	191,3	500,7	639,5	448,2	10,49
BM32	199,3	500,3	614	414,7	17,11
BM33	204	500,7	621,7	417,7	16,58
BB11	267,9	500,2	680,4	412,5	17,53
BB12	189,4	500,5	620,6	431,2	13,85
BB13	192,1	500,7	614,7	422,6	15,60
BB21	219,2	500,2	639,1	419,9	16,05
BB22	192,1	500,2	603,4	411,3	17,77
BB23	268	500	674,3	406,3	18,74
BB31	191,3	500,7	639,5	448,2	10,49
BB32	192,8	500,5	638,7	445,9	10,91
BB33	194,5	500,1	633,8	439,3	12,16

8.9 Anexo 10: Resultados de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, nitrógeno total y textura del Laboratorio de Suelos y Agua de la Universidad Politécnica Salesiana del campus Cayambe



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
EQUADOR



SALESIANOS
DON BOSCO

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

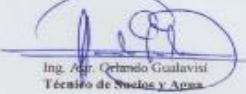
Pag. 1 de 1

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dirección: Avenida 12 de Octubre N 24-22 y Wilson
Contacto: Dr. Carlos Ullón
Tel/Cel.: (+593) 396 2900
E-mail: cullon@ups.edu.ec
Cantidad de muestras: 9
N° de Informe: 20-436
Fecha de ingreso: noviembre 9, 2020
Fecha Emisión: noviembre 25, 2020
Característica de la muestra: suelo
Fecha de Análisis: noviembre 12 al 17, 2020


INFORME DE RESULTADOS

Código Laboratorio	Identificación del Cliente	PARÁMETRO	MÉTODO DE VALORACIÓN
		Nitrógeno Total (%)	
LSA20-010	TESIS AT ILALÓ B A14 (17 M ZB)	0,09	
LSA20-011	TESIS AT ILALÓ B A24 (17 M ZB)	0,43	
LSA20-012	TESIS AT ILALÓ B A34 (17 M ZB)	0,20	
LSA20-013	TESIS AT ILALÓ B B14 (17 M ZB)	0,16	
LSA20-014	TESIS AT ILALÓ B B24 (17 M ZB)	0,07	SM 1508 N org. C CÁLCULO
LSA20-015	TESIS AT ILALÓ B B34 (17 M ZB)	0,04	
LSA20-016	TESIS AT ILALÓ B M14 (17 M ZB)	0,23	
LSA20-017	TESIS AT ILALÓ B M24 (17 M ZB)	0,22	
LSA20-018	TESIS AT ILALÓ B M34 (17 M ZB)	0,24	

DATOS ADICIONALES:
 %: porcentaje.
Observaciones
 Los resultados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) entregada(s) por el CLIENTE.



Ing. Agr. Gerardo Gualavisi
Técnico de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 (2) 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.
 Correo electrónico: agualavisi@ups.edu.ec / biocgrolab@ups.edu.ec

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Pág. 1 de 1

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Tel/Cel: (+593) 396 2900

Dirección: Avenida 12 de Octubre N 24-22 y Wilson

E-mail: culloa@ups.edu.ec

Contacto: Dr. Carlos Ulloa

Cantidad de muestras: 9

Nº de Informe: 20 435

Fecha de ingreso: noviembre 9, 2020

Fecha Emisión: noviembre 25, 2020

Característica de la muestra: suelo

Fecha de Análisis: noviembre 12 al 17, 2020

INFORME DE RESULTADOS

Código Laboratorio	Identificación del Cliente	PARÁMETRO	MÉTODO DE VALORACIÓN
		Nitrógeno Total (%)	
LSA20 601	AT ILALÓ A14 (17M ZQ)	0,11	
LSA20 602	AT ILALÓ A 24 (17M ZQ)	0,10	
LSA20 603	AT ILALÓ A 34 (17M ZQ)	0,07	
LSA20 604	AT ILALÓ B 14 (17M ZQ)	0,18	
LSA20 605	AT ILALÓ B 24 (17M ZQ)	0,19	SM 4500 N org-C CÁLCULO
LSA20 606	AT ILALÓ B 34 (17M ZQ)	0,15	
LSA20 607	AT ILALÓ M 14 (17M ZQ)	0,11	
LSA20 608	AT ILALÓ M 24 (17M ZQ)	0,17	
LSA20 609	AT ILALÓ B 34 (17M ZQ)	0,09	

DATOS ADICIONALES:

%: porcentaje;

Observaciones

Los resultados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) entregada(s) por el CLIENTE;



Ing. Agr. Orlando Gualavisi
Técnico de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 (2) 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.
Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Dirección: Avenida 12 de Octubre N 24-22 y Wilson

Tel./Cel: (+593) 396 2900

Contacto: Dr. Carlos Ulloa

E-mail: culloa@ups.edu.ec

Número de Muestras: 9

Nº de Informe: 20 434

Fecha de ingreso: noviembre 9, 2020

Fecha Emisión: noviembre 25, 2020

Tipo de Muestra: suelo

Fecha de Análisis: noviembre 12 al 17, 2020

INFORME DE RESULTADOS

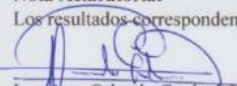
Código de Laboratorio	Identificación del Cliente	Textura de Suelo			Método de Valoración
		Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	
LSA20 610	TESIS AT ILALÓ B A14 (17 M ZB)	60	26	14	PROCEDIMIENTOS FÍSICOS: Pipeta Robinson Centrífuga
LSA20 611	TESIS AT ILALÓ B A24 (17 M ZB)	54	38	8	
LSA20 612	TESIS AT ILALÓ B A34 (17 M ZB)	56	34	10	
LSA20 613	TESIS AT ILALÓ B B14 (17 M ZB)	64	28	8	
LSA20 614	TESIS AT ILALÓ B B24 (17 M ZB)	64	26	10	
LSA20 615	TESIS AT ILALÓ B B34 (17 M ZB)	54	34	12	
LSA20 616	TESIS AT ILALÓ B M14 (17 M ZB)	64	28	8	
LSA20 617	TESIS AT ILALÓ B M24 (17 M ZB)	56	30	14	
LSA20 618	TESIS AT ILALÓ B M34 (17 M ZB)	60	26	14	

DATOS ADICIONALES:

% : porcentaje

Nota Aclaratoria:

Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.


Ing. Agr. Orlando Gualavisi
Técnico de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 (2) 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.
Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Dirección: Avenida 12 de Octubre N 24-22 y Wilson

Tel./Cel: (+593) 396 2900

Contacto: Dr. Carlos Ulloa

E-mail: culloa@ups.edu.ec

Número de Muestras: 9

Nº de Informe: 20 433

Fecha de ingreso: noviembre 9, 2020

Fecha Emisión: noviembre 25, 2020

Tipo de Muestra: suelo

Fecha de Análisis: noviembre 12 al 17, 2020

INFORME DE RESULTADOS

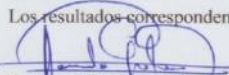
Código de Laboratorio	Identificación del Cliente	Textura de Suelo			Método de Valoración
		Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	
LSA20 601	AT ILALÓ A14 (17M ZQ)	56	28	16	PROCEDIMIENTOS FÍSICOS: Pipeta Robinson Centrífuga
LSA20 602	AT ILALÓ A 24 (17M ZQ)	54	30	16	
LSA20 603	AT ILALÓ A 34 (17M ZQ)	54	34	12	
LSA20 604	AT ILALÓ B 14 (17M ZQ)	50	38	12	
LSA20 605	AT ILALÓ B 24 (17M ZQ)	58	34	8	
LSA20 606	AT ILALÓ B 34 (17M ZQ)	58	30	12	
LSA20 607	AT ILALÓ M 14 (17M ZQ)	56	28	16	
LSA20 608	AT ILALÓ M 24 (17M ZQ)	58	32	10	
LSA20 609	AT ILALÓ B 34 (17M ZQ)	52	34	14	

DATOS ADICIONALES:

% : porcentaje

Nota Aclaratoria:

Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.


Ing. Agr. Orlando Gualavisi
Técnico de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 (2) 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.
Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Pág. 1 de 1

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Tel/Cel: (+593) 396 2900

Dirección: Avenida 12 de Octubre N 24-22 y Wilson

E-mail: cullca@ups.edu.ec

Contacto: Dr. Carlos Ullca

Cantidad de muestras: 9

Nº de Informe: 20-432

Fecha de ingreso: noviembre 9, 2020

Fecha Emisión: noviembre 25, 2020

Característica de la muestra: suelo

Fecha de Análisis: noviembre 12 al 17, 2020

INFORME DE RESULTADOS


Código Laboratorio	Identificación del Cliente	PARÁMETRO	MÉTODO DE VALORACIÓN
		Materia Orgánica (%)	
LSA20-610	TESIS AT ILALÓ B A14 (17 M ZB)	2,10	
LSA20-611	TESIS AT ILALÓ B A24 (17 M ZB)	9,04	
LSA20-612	TESIS AT ILALÓ B A34 (17 M ZB)	4,32	
LSA20-613	TESIS AT ILALÓ B B14 (17 M ZB)	3,56	
LSA20-614	TESIS AT ILALÓ B B24 (17 M ZB)	1,54	WALKLEY & BLACK CÁLCULO
LSA20-615	TESIS AT ILALÓ B B34 (17 M ZB)	0,98	
LSA20-616	TESIS AT ILALÓ B M14 (17 M ZB)	4,88	
LSA20-617	TESIS AT ILALÓ B M24 (17 M ZB)	4,81	
LSA20-618	TESIS AT ILALÓ B M34 (17 M ZB)	5,01	

DATOS ADICIONALES:

% porcentaje:

Observaciones

Los resultados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) entregada(s) por el CLIENTE.



Ing. Agr. Orlando Gualavisi
Técnico de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 (2) 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.
Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Pág. 1 de 1

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Dirección: Avenida 12 de Octubre N 24-22 y Wilson

Contacto: Dr. Carlos Ulloa

Tel/Cel: (+593) 396 2900

E-mail: culloa@ups.edu.ec

Cantidad de muestras: 9

Nº de Informe: 20 431

Fecha de ingreso: noviembre 9, 2020

Fecha Emisión: noviembre 25, 2020

Característica de la muestra: suelo

Fecha de Análisis: noviembre 12 al 17, 2020

INFORME DE RESULTADOS

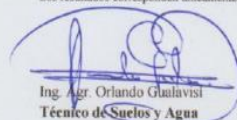
Código Laboratorio	Identificación del Cliente	PARÁMETRO	MÉTODO DE VALORACIÓN
		Materia Orgánica (%)	
LSA20 601	AT ILALÓ A14 (17M ZQ)	2,37	
LSA20 602	AT ILALÓ A 24 (17M ZQ)	2,24	
LSA20 603	AT ILALÓ A 34 (17M ZQ)	1,40	
LSA20 604	AT ILALÓ B 14 (17M ZQ)	3,90	
LSA20 605	AT ILALÓ B 24 (17M ZQ)	4,04	WALKLEY & BLACK CÁLCULO
LSA20 606	AT ILALÓ B 34 (17M ZQ)	3,35	
LSA20 607	AT ILALÓ M 14 (17M ZQ)	2,37	
LSA20 608	AT ILALÓ M 24 (17M ZQ)	3,76	
LSA20 609	AT ILALÓ B 34 (17M ZQ)	1,96	

DATOS ADICIONALES:

%: porcentaje.

Observaciones

Los resultados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) entregada(s) por el CLIENTE;



Ing. Agr. Orlando Guialavisi
Técnico de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 (2) 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.

Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Pág. 1 de 1

Dirección: Avenida 12 de Octubre N 24-22 y Wilson

Tel/Cel: (+593) 396 2900

Contacto: Dr. Carlos Ulloa

E-mail: culloa@ups.edu.ec

Número de Muestras: 9

Nº de Informe: 20 430

Fecha de ingreso: noviembre 9, 2020

Fecha Emisión: noviembre 25, 2020

Tipo de Muestra: suelo

Fecha de Análisis: noviembre 12 al 17, 2020

INFORME DE RESULTADOS

Código de Laboratorio	Identificación del Cliente	PARÁMETRO (S)		MÉTODO DE VALORACIÓN
		C.I.C.*	meq/100 g	
LSA20 610	TESIS AT ILALÓ B A14 (17 M ZB)		13,34	
LSA20 611	TESIS AT ILALÓ B A24 (17 M ZB)		14,39	
LSA20 612	TESIS AT ILALÓ B A34 (17 M ZB)		11,74	
LSA20 613	TESIS AT ILALÓ B B14 (17 M ZB)		7,24	
LSA20 614	TESIS AT ILALÓ B B24 (17 M ZB)		10,22	SM 3111-B CÁLCULO
LSA20 615	TESIS AT ILALÓ B B34 (17 M ZB)		11,02	
LSA20 616	TESIS AT ILALÓ B M14 (17 M ZB)		8,43	
LSA20 617	TESIS AT ILALÓ B M24 (17 M ZB)		9,95	
LSA20 618	TESIS AT ILALÓ B M34 (17 M ZB)		9,23	

DATOS ADICIONALES:

CIC: capacidad de intercambio catiónico

meq/100 g: miliequivalentes cada cien gramos

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22h Edition, 2012 -AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION.

*"APHA"; AOAC : offers the Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL;

Solución extractante utilizada

*NH₄OAc-1,0 N

***NaHCO₃-1,0N

Observaciones:

Nota Aclaratoria:

Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas POR EL CLIENTE;

Ing. Agr. Orlando Gualavisi
Técnico de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 (2) 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.

Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Pág. 1 de 1

Dirección: Avenida 12 de Octubre N 24-22 y Wilson

Tel/Cel.: (+593) 396 2900

Contacto: Dr. Carlos Ulloa

E-mail: culloa@ups.edu.ec

Número de Muestras: 9

Nº de Informe: 20 423

Fecha de ingreso: noviembre 9, 2020

Fecha Emisión: noviembre 25, 2020

Tipo de Muestra: suelo

Fecha de Análisis: noviembre 12 al 17, 2020

INFORME DE RESULTADOS

Código de Laboratorio	Identificación del Cliente	PARÁMETRO (S)	MÉTODO DE VALORACIÓN
		C.L.C.* meq/100 g	
LSA20 601	AT ILALÓ A14 (17M ZQ)	10,53	
LSA20 602	AT ILALÓ A 24 (17M ZQ)	12,37	
LSA20 603	AT ILALÓ A 34 (17M ZQ)	12,70	
LSA20 604	AT ILALÓ B 14 (17M ZQ)	10,69	
LSA20 605	AT ILALÓ B 24 (17M ZQ)	8,67	SM 3111-B CÁLCULO
LSA20 606	AT ILALÓ B 34 (17M ZQ)	6,86	
LSA20 607	AT ILALÓ M 14 (17M ZQ)	10,64	
LSA20 608	AT ILALÓ M 24 (17M ZQ)	7,45	
LSA20 609	AT ILALÓ B 34 (17M ZQ)	8,66	

DATOS ADICIONALES:

CIC: capacidad de intercambio catiónico

meq/100 g: miliequivalentes cada cien gramos

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22h Edition, 2012 -AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION.

"APHA" ; AOAC : offers the Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL;

Solución extractante utilizada

*NH₄OAc-1,0 N

***NaHCO₃-1,0N

Observaciones:

Nota Aclaratoria:

Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas POR EL CLIENTE;

Ing. Agr. Orlando Gualavisi
Técnico de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 (2) 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.

Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

8.10 Anexo 11: Resultados de los análisis de metales pesados que se procesaron en el Laboratorio CENTROCESAL CIA. LTDA.



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38144-08-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café oscuro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente
No. Lote o código: M14
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Responsable muestreo: NA
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de toma de muestra: ND
Fecha de recepción: 2020-12-01
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,10
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	7,61
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	22,11
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	9,14
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	7,76

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



Ing. Francisco Alvarez
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F Andrea Cumba A.
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

Notas:

- ND: No declara NA: No aplica
- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
- NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
- NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
- NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

f.ref.:POE:7.8.1 Rev.03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38144-07-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café claro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente
No. Lote o código: BB34
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Responsable muestreo: NA
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de toma de muestra: ND
Fecha de recepción: 2020-12-01
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,10
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	8,12
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	32,28
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	10,20
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	5,16

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



Ing. Francisco Alvarez
 CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F. Andrea Cumba A.
 CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE SUPERVISION

Notas:

- ND: No declara** **NA: No aplica**
 NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
 NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
 NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis
 NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
 NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
 NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
 NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
 NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
 NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

frf.:POE:7.8.1 Rev.03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
 Telfa: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
 e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
 QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38144-06-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café claro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente
No. Lote o código: BB24
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Fecha de toma de muestra: ND
Responsable muestreo: NA
Fecha de recepción: 2020-12-01
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,10
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	7,15
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	34,75
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	13,34
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	5,43

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



Ing. Francisco Alvarez
 CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F. Andrea Cumba A.
 CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE SUPERVISION

Notas:

- ND: No declara** **NA: No aplica**
- NOTA 1:** Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2:** Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
- NOTA 3:** Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis
- NOTA 4:** La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5:** El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6:** Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
- NOTA 7:** La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
- NOTA 8:** Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
- NOTA 9:** Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

fref.:POE:7.8.1 Rev.03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
 Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
 e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
 QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38144-05-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café oscuro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente
No. Lote o código: BB14
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Fecha de toma de muestra: ND
Responsable muestreo: NA
Fecha de recepción: 2020-12-01
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,07
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	8,48
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	16,65
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	7,60
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	2,85

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



Ing. Francisco Alvarez
CENTROCESAL Cia. Ltda.
RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F. Andrea Cumba A.
CENTROCESAL Cia. Ltda.
RESPONSABLE DE SUPERVISION

Notas:

- ND: No declara NA: No aplica
- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
- NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
- NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
- NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

ref.:POE:7.8.1 Rev.:03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38144-04-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café oscuro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente

No. Lote o código: BM24
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Fecha de toma de muestra: ND
Responsable muestreo: NA
Fecha de recepción: 2020-12-01
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos:

Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,10
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	6,89
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	17,46
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	6,92
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	7,42

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



CENTROCESAL Cia. Ltda.

Ing. Francisco Alvarez
 CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F. Andrea Cumba A.
 CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE SUPERVISION

Notas:

- ND: No declara** **NA: No aplica**
- NOTA 1:** Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2:** Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
- NOTA 3:** Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis
- NOTA 4:** La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5:** El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6:** Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
- NOTA 7:** La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
- NOTA 8:** Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
- NOTA 9:** Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

fref.:POE:7.8.1 Rev.:03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
 Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
 e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
 QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38144-03-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café oscuro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente

No. Lote o código: BM34
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Fecha de toma de muestra: ND
Responsable muestreo: NA
Fecha de recepción: 2020-12-01
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,09
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	6,73
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	27,60
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	4,80
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	6,96

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



Ing. Francisco Alvarez
 CENTROCESAL Cia. Ltda.
 RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F. Andrea Cumba A.
 CENTROCESAL Cia. Ltda.
 RESPONSABLE DE SUPERVISION

Notas:

- ND: No declara** **NA: No aplica**
 NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
 NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
 NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis
 NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
 NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
 NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
 NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
 NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
 NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

fref.:POE:7.8.1 Rev.:03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
 Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649672
 e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
 QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38144-02-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café oscuro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente

No. Lote o código: BA34
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Responsable muestreo: NA
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Parámetros acreditados muestreo: NA

Fecha de toma de muestra: ND
Fecha de recepción: 2020-12-01
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos:

Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,07
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	5,70
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	22,80
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	12,14
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	4,11

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



Ing. Francisco Alvarez
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F. Andrea Cumba A.
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE SUPERVISION

Notas:

- ND: No declara** **NA: No aplica**
- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
- NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
- NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
- NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

fref.:POE:7.8.1 Rev.:03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38144-01-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café oscuro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente
No. Lote o código: BA24
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Fecha de toma de muestra: ND
Responsable muestreo: NA
Fecha de recepción: 2020-12-01
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos:

Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,06
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	6,68
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	14,66
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	7,94
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	4,36

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



Ing. Francisco Alvarez
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F Andrea Cumba A.
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE SUPERVISION

Notas:

ND: No declara

NA: No aplica

- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis
NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

f.ref.:POE:7.8.1 Rev.:03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Teléfono: (093 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38146-10-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café claro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente
No. Lote o código: B34
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Responsable muestreo: NA
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de toma de muestra: ND
Fecha de recepción: 2020-12-01
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,10
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	6,78
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	20,38
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	7,60
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	5,30

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



Ing. Francisco Alvarez
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F. Andrea Cumba A.
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE SUPERVISION

Notas:

ND: No declara NA: No aplica

- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis
NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

ref.:POE:7.8.1 Rev.:03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Teléfono: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38146-09-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café oscuro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente
No. Lote o código: B24
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Responsable muestreo: NA
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de toma de muestra: ND
Fecha de recepción: 2020-12-01
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,07
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	6,41
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	23,60
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	8,71
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	4,89

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA

ing. Francisco Alvarez
CENTROCESAL Cia. Ltda.



Q.F. Andrea Cumba A.
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

RESPONSABLE DE SUPERVISION

Notas:

- ND: No declara** **NA: No aplica**
- NOTA 1:** Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2:** Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
- NOTA 3:** Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis
- NOTA 4:** La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5:** El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6:** Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
- NOTA 7:** La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
- NOTA 8:** Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
- NOTA 9:** Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

fref.:POE7.8.1 Rev.:03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38146-08-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café oscuro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente
No. Lote o código: B14
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Fecha de toma de muestra: ND
Responsable muestreo: NA
Fecha de recepción: 2020-12-01
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,10
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	6,08
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	21,70
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	9,05
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	6,21

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



Ing. Francisco Alvarez
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F Andrea Cumba A.
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE SUPERVISION

Notas:

ND: No declara NA: No aplica

- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis
NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

Ref.: POE:7.8.1 Rev.:03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38146-07-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café oscuro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente
No. Lote o código: M24
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Fecha de toma de muestra: ND
Responsable muestreo: NA
Fecha de recepción: 2020-12-01
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,06
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	6,35
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	16,09
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	8,18
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	2,37

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



Ing. Francisco Alvarez
CENTROCESAL Cia. Ltda.
RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F. Andrea Cumba A.
CENTROCESAL Cia. Ltda.
RESPONSABLE DE SUPERVISION

Notas:

- ND: No declara** **NA: No aplica**
NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis
NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

ref.:POE:7.8.1 Rev.:03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38146-06-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café oscuro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente
No. Lote o código: A34
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

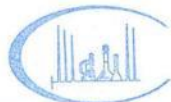
Responsable toma de muestra: Por el cliente
Responsable muestreo: NA
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de toma de muestra: ND
Fecha de recepción: 2020-12-01
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,06
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	7,94
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	38,60
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	10,95
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	8,88

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



CENTROCESAL Cia. Ltda.

Ing. Francisco Alvarez
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F Andrea Cumba A.
CENTROCESAL Cia. Ltda.
Ingeniera Química

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

Notas:

- ND: No declara NA: No aplica
- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
- NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
- NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
- NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

freq.:POE:7.8.1 Rev.:03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38146-05-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café oscuro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente
No. Lote o código: A24
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Fecha de toma de muestra: ND
Responsable muestreo: NA
Fecha de recepción: 2020-12-01
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,07
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	7,48
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	31,72
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	11,20
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	4,89

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



Ing. Francisco Alvarez
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F. Andrea Cumba A.
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE SUPERVISION

Notas:

ND: No declara

NA: No aplica

- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis.
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis.
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique.
- NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4.
- NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones.
- NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes la emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL.

ref.:POE:7.8.1 Rev.:03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38146-04-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café oscuro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente
No. Lote o código: M34
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Responsable Muestreo: NA
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de toma de muestra: ND
Fecha de recepción: 2020-12-01
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,07
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	7,33
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	23,63
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	10,79
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	5,72

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



Ing. Francisco Alvarez
 CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F. Andrea Cumba A.
 CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE SUPERVISION

Notas:

- ND: No declara** **NA: No aplica**
 NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
 NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis.
 NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis.
 NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
 NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
 NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique.
 NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
 NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones.
 NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL.

fref.:POE:7.8.1 Rev.:03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
 Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649672
 e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
 QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38146-03-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café oscuro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente
No. Lote o código: A14
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Responsable Muestreo: NA
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de toma de muestra: ND
Fecha de recepción: 2020-12-01
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,10
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	7,36
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	27,12
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	8,30
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	10,21

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



Ing. Francisco Alvarez
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F. Andrea Cumba A.
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE SUPERVISION

Notas:

- ND: No declara NA: No aplica
- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
- NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
- NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
- NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

ref.:POE:7.8.1 Rev.:03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 38146-02-01-12-20-Q

Datos del Cliente

Cliente: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Representante: Carlos Ulloa
Dirección: Pichincha / Quito / Av. 12 de Octubre N24 y Wilson
Teléfono: 03 962800

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: SUELO
Descripción de la Muestra: Sólido homogéneo café oscuro
Contenido declarado: 150 g
Conservación de la Muestra: Ambiente

No. Lote o código: BA14
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Responsable Muestreo: NA
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Parámetros acreditados muestreo: NA

Fecha de toma de muestra: ND
Fecha de recepción: 2020-12-01
Fechas de ensayo: 2020-12-01/14
Fecha de reporte: 2020-12-14

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg	0,08
Cromo (Cr)	EPA 7190	mg/kg	7,20
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg	29,93
Cobalto (Co)	EPA 7200	mg/kg	10,27
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg	6,98

EPA: Environmental Protection Agency

Observaciones: NA



Ing. Francisco Alvarez
CENTROCESAL Cia. Ltda.
RESPONSABLE DE ANALISIS

Q.F. Andrea Cumba A.
CENTROCESAL Cia. Ltda.
RESPONSABLE DE SUPERVISION

Notas:

- ND: No declara** **NA: No aplica**
- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
- NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
- NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
- NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

fref.:POE:7.8.1 Rev..03 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649672
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR