

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA:

INGENIERÍA AMBIENTAL

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIERAS AMBIENTALES

TEMA:

**COMPARACIÓN DE LA REPELENCIA AL AGUA DEL SUELO DE ZONAS
AFECTADAS POR INCENDIOS FORESTALES, EN ANÁLISIS REALIZADOS
IN SITU Y EN LABORATORIO**

AUTORAS:

KARINA ALEXANDRA SANGUCHO UVILLUS

NATHALY FERNANDA VALLEJO MOYA

DOCENTE TUTOR:

CARLOS ANDRÉS ULLOA VACA

Quito, enero 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotras Karina Alexandra Sangucho Uvillus, con documento de identificación N° 1727644252 y Nathaly Fernanda Vallejo Moya, con documento de identificación N° 1751448661, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autoras del trabajo de titulación intitulado: “COMPARACIÓN DE LA REPELENCIA AL AGUA DEL SUELO DE ZONAS AFECTADAS POR INCENDIOS FORESTALES, EN ANÁLISIS REALIZADOS IN SITU Y EN LABORATORIO”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERAS 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 autoras 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.

Karina Alexandra Sangucho Uvillus

CI: 1727644252

Nathaly Fernanda Vallejo Moya

CI: 1751448661

Enero, 2020

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo Experimental, “COMPARACIÓN DE LA REPELENCIA AL AGUA DEL SUELO DE ZONAS AFECTADAS POR INCENDIOS FORESTALES, EN ANÁLISIS REALIZADOS IN SITU Y EN LABORATORIO” realizado por Karina Alexandra Sangucho Uvillus y Nathaly Fernanda Vallejo Moya, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, enero 2020



Carlos Andrés Ulloa Vaca

CI: 1716457971

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mi familia por haberme forjado como la persona que soy hoy en día , a mi amada madre por creer en mí cuando tal vez nadie lo hizo, por acompañarme en mis noches de desvelo, por darme las palabras precisas para no decaer, a mi padre por su esfuerzo de levantarse cada mañana a su trabajo para que yo pudiera estudiar, a mi hermano por ayudarme con mis deberes, por irme a ver a la universidad cuando salía muy tarde, a mi hermana mayor por ser mi apoyo y darme palabras de aliento, a mi abuelita que es como mi madre por darme su amor y preocuparse siempre por mí, a mi abuelito por sus regaños, a mi pequeña sobrina por alegrarme mis días y a esa persona especial por darme palabras de aliento y apoyarme en cada momento.

Karina Alexandra Sangucho Uvillus

Esta tesis está dedicada a mis amados padres William y Ruth, quienes con su esfuerzo, paciencia y amor me han ayudado a llegar a cumplir con éxito un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mi hermano William Ariel por su cariño y apoyo incondicional durante mi tiempo de estudio y en mi vida diaria, a mi novio Danny por siempre estar presente y brindarme palabras de aliento en todo este proceso y a toda mi familia abuelitos, tíos y primos que con sus oraciones y consejos hicieron de mí una mejor persona.

Nathaly Fernanda Vallejo Moya

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por bendecir cada día de mi vida, por regalarme a mi hermosa familia.

Gracias a mis padres por haberme ayudado a culminar mis estudios, por sus consejos y regaños, gracias a ellos por confiar y creer en mí, por el apoyo tanto moral como económico.

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por permitirme ser parte de ella, a mis docentes por haberme brindado sus conocimientos.

A mi compañera de tesis Fernanda Vallejo por la paciencia durante toda esta investigación, por la amistad sincera que me brindo durante esta etapa universitaria.

Finalmente, a mi tutor de tesis Bioquímico Carlos Ulloa por ser parte esencial en esta investigación, por brindarme sus conocimientos científicos y consejos a lo largo de todo este trabajo.

Karina Alexandra Sangucho Uvillus

Quiero agradecer a Dios por permitirme culminar una etapa más en mi vida. A mis padres y hermano por ser mi guía y acompañarme en todo el transcurso de este escalón culminado.

A mi amiga y compañera de tesis Alexandra Sangucho que, con su ayuda incondicional, su apoyo y amistad hizo posible la culminación de nuestro trabajo experimental de titulación.

Expreso mi gratitud a mi querida Universidad Politécnica Salesiana, profesores y directivos que me han permitido estudiar en esta prestigiosa institución y que han hecho posible la obtención de mi título profesional de Ingeniera Ambiental.

Finalmente, a mi Tutor de tesis, Bioquímico Carlos Ulloa por haberme compartido sus conocimientos, consejos y experiencias y así guiarnos de la mejor manera en esta investigación.

Nathaly Fernanda Vallejo Moya

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	OBJETIVOS	5
2.1	Objetivo General	5
2.2	Objetivos Específicos	5
3	MARCO TEÓRICO	6
3.1	Factores Biofísicos	6
3.1.1	Relieve	6
3.1.2	Suelo	6
3.1.2.1	Suelo franco arcilloso:	7
3.1.2.2	Suelo franco arenoso:	7
3.1.2.3	Suelo franco limoso:	8
3.1.3	Clima	8
3.1.4	Precipitación	9
3.1.5	Viento	9
3.2	Descripción del sitio de estudio	9
3.2.1	Relieve de Olmedo-Pesillo	9
3.2.2	Suelo de Olmedo-Pesillo	10
3.2.3	Clima de Olmedo- Pesillo	11
3.2.4	Precipitación de Olmedo-Pesillo	11
3.2.5	Viento de Olmedo-Pesillo	11
3.3	Incendios Forestales	12
3.3.1	Humedad	12
3.4	pH	13

3.5	pH en Suelos Incendiados	13
3.6	Conductividad Eléctrica	14
3.7	Conductividad Eléctrica en Suelos Incendiados	15
3.8	Materia Orgánica	15
3.9	Materia Orgánica en Suelos Incendiados	17
3.10	Repelencia al Agua	18
3.11	Repelencia al Agua en Suelos Incendiados	20
3.12	Métodos de Análisis de Repelencia	22
3.12.1	Método de Repelencia al Agua IN SITU	22
3.12.2	Método Water Drop Penetration Time – WDTP	22
3.12.3	Método Molarity Ethanol Droplet Test MED	23
4	MATERIALES Y MÉTODOS	24
4.1	Materiales y Equipos	24
4.1.1	Fase de Campo	24
4.1.2	Fase de Laboratorio	25
4.2	Área de Estudio	25
4.3	Toma de Muestras de Suelo	27
4.4	Pesaje de Muestras de Suelo	30
4.5	Determinación de pH y Conductividad Eléctrica	31
4.6	Humedad	33
4.7	Determinación de Materia Orgánica	33
4.7.1	Método de Walkley – Black	34
4.8	Repelencia al Agua	34
4.8.1	Repelencia al Agua IN SITU	34
4.8.2	Repelencia al Agua en Laboratorio Experimental	35
4.8.2.1	Secado de Muestras de Suelo	35
4.8.2.2	Tamizado de Muestras de Suelo	36
4.8.3	Repelencia – Métodos	37

4.8.3.1	Repelencia al Agua mediante el Método WDTP	37
4.8.3.2	Repelencia al Agua mediante el Método MED.....	38
4.8.4	Correlación entre parámetros.....	39
5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
5.1	pH.....	40
5.2	Conductividad Eléctrica	44
5.3	Humedad.....	47
5.4	Materia Orgánica.....	51
5.5	Repelencia.....	54
5.6	Correlación	66
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
6.1	Conclusiones	73
6.2	Recomendaciones	75
7	BIBLIOGRAFÍA.....	76
8	ANEXOS.....	83

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Algunas sustancias hidrofóbicas y sus fuentes (Doerr, 2000)	22
Tabla 2: Materiales utilizados en la fase de campo.....	24
Tabla 3: Materiales utilizados en la fase de laboratorio.....	25
Tabla 4: Coordenadas de Muestreo de las Zonas Quemada y No Quemada.	26
Tabla 5: Carácter del suelo atendiendo a la medida del pH de la solución de suelo.....	32
Tabla 6: Parámetro del porcentaje de materia orgánica	34
Tabla 7: Clasificación del WDTP propuesta por DEKKER Y JUNGERIUS (1990)	38
Tabla 8: Clasificación de la severidad de la repelencia al agua evaluada por el método MED y expresada como molaridad, propuesta por KING (1981).	38
Tabla 9: Datos estadísticos de pH correspondientes al mes de Mayo.....	40
Tabla 10: Datos estadísticos de pH correspondientes al mes de Junio.	41
Tabla 11: Datos estadísticos de pH correspondientes al mes de Julio.	41
Tabla 12: Datos estadísticos de pH correspondientes al mes de Agosto.	42
Tabla 13: Valores de pH de suelo quemado mensual	43
Tabla 14: Valores de pH de suelo no quemado mensual	44
Tabla 15: Datos estadísticos de Conductividad Eléctrica correspondientes al mes de Mayo.....	45
Tabla 16: Datos estadísticos de Conductividad Eléctrica correspondientes al mes de Junio.....	45
Tabla 17: Datos estadísticos de Conductividad Eléctrica correspondientes al mes de Julio.	45
Tabla 18: Datos estadísticos de Conductividad Eléctrica correspondientes al mes de Agosto.....	45
Tabla 19: Distribución mensual de la conductividad eléctrica en suelo quemado.....	46
Tabla 20: Distribución mensual de la conductividad eléctrica en suelo no quemado.....	46
Tabla 21: Determinación mensual del porcentaje de humedad en suelo quemado a 40 °C.....	47

Tabla 22: Determinación mensual del porcentaje de humedad en suelo no quemado a 40 °C.....	48
Tabla 23 :Determinación mensual del porcentaje de humedad en suelo quemado a 65 °C.....	48
Tabla 24: Determinación mensual del porcentaje de humedad en suelo no quemado a 65 °C.....	49
Tabla 25: Determinación mensual del porcentaje de humedad en suelo quemado a 105 °C.....	50
Tabla 26: Determinación mensual del porcentaje de humedad en suelo no quemado a 105 °C...	50
Tabla 27:Datos estadísticos de Materia Orgánica correspondientes al mes de Mayo.....	51
Tabla 28:Datos estadísticos de Materia Orgánica correspondientes al mes de Junio.	52
Tabla 29:Datos estadísticos de Materia Orgánica correspondientes al mes de Julio.	52
Tabla 30:Datos estadísticos de Materia Orgánica correspondientes al mes de Agosto.	53
Tabla 31: Porcentaje de materia organica mensual en suelo quemado	53
Tabla 32: Porcentaje de materia organica mensual en suelo no quemado	54
Tabla 33: Determinación mensual de la repelencia en suelo quemado a 40 °C, mediante el método WDTP	55
Tabla 34: Determinación mensual de la repelencia en suelo no quemado a 40 °C, mediante el método WDTP	56
Tabla 35: Determinación mensual de la repelencia en suelo quemado a 65°C, mediante el método WDTP	57
Tabla 36: Determinación mensual de la repelencia en suelo no quemado a 65°C, mediante el método WDTP	58
Tabla 37: Determinación mensual de la repelencia en suelo quemado a 105 °C, mediante el método WDTP	60
Tabla 38: Determinación mensual de la repelencia en suelo no quemado a 105 °C, mediante el método WDTP	61
Tabla 39:Determinación mensual de la repelencia en suelo quemado a 40 °C, mediante el método MED 0,2 molar	62

Tabla 40:Determinación mensual de la repelencia en suelo no quemado a 40 °C, mediante el método MED 0,2 molar	63
Tabla 41:Determinación mensual de la repelencia en suelo quemado a 65 °C, mediante el método MED 0,2 molar	63
Tabla 42:Determinación mensual de la repelencia en suelo no quemado a 65 °C, mediante el método MED 0,2 molar	64
Tabla 43:Determinación mensual de la repelencia en suelo quemado a 105 °C, mediante el método MED 0,2 molar	65
Tabla 44:Determinación mensual de la repelencia en suelo no quemado a 105 °C, mediante el método MED 0,2 molar	66
Tabla 45: Correlación de parámetros a una temperatura de 40°C Suelo Quemado	67
Tabla 46:Correlación de parámetros a una temperatura de 65°C Suelo Quemado	68
Tabla 47:Correlación de parámetros a una temperatura de 105°C Suelo Quemado	69
Tabla 48:Correlación de parámetros a una temperatura de 40°C Suelo No Quemado	70
Tabla 49:Correlación de parámetros a una temperatura de 65°C Suelo No Quemado	71
Tabla 50:Correlación de parámetros a una temperatura de 105°C Suelo No Quemado	72

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Composición de tipos de suelos en la Parroquia Olmedo.....	10
Figura 2: Ángulo entre el suelo y la gota de agua para la repelencia.....	18
Figura 3: Ubicación Geográfica de la Comunidad de Pesillo de la Parroquia Olmedo en el Cantón Cayambe.....	27
Figura 4: Ubicación Geográfica de los puntos de muestreo de suelos quemados y no quemados en la Comunidad de Pesillo de la Parroquia Olmedo en el Cantón Cayambe	28
Figura 5: Muestras etiquetadas de suelo quemado y no quemado.	29
Figura 6: Almacenamiento y conservación de muestras de suelo.....	30
Figura 7: Pesaje de las muestras de suelo colocadas en cajas Petri previamente etiquetadas.....	31
Figura 8: Determinación de pH y conductividad eléctrica de las muestras de suelo quemado y no quemado.....	32
Figura 9: Secado de muestras de suelo para la determinación de la humedad.....	33
Figura 10: Determinación in situ de la repelencia al agua en una superficie de suelo.....	35
Figura 11: Tamizado de muestras de suelo.....	36
Figura 12: Muestras de suelo para la repelencia al agua a 40°C.....	84
Figura 13: Muestras de suelo para la repelencia al agua a 65°C.....	85
Figura 14: Muestras de suelo para la repelencia al agua a 105°C.....	85
Figura 15: Repelencia al agua destilada 40°C Suelo Quemado	86
Figura 16: Repelencia al agua destilada 40°C Suelo No Quemado	86
Figura 17: Repelencia al agua destilada 65°C Suelo Quemado	87
Figura 18: Repelencia al agua destilada 65°C Suelo No Quemado	87
Figura 19: Repelencia al agua destilada 105°C Suelo Quemado	88
Figura 20: Repelencia al agua destilada 105°C Suelo No Quemado	88
Figura 21: Repelencia 0,1 M 40°C Suelo Quemado	89

Figura 22: Repelencia 0,1 M 40°C Suelo No Quemado	89
Figura 23: Repelencia 0,1 M 65°C Suelo Quemado	90
Figura 24: Repelencia 0,1 M 65°C Suelo No Quemado	90
Figura 25: Repelencia 0,1 M 105°C Suelo Quemado	91
Figura 26: Repelencia 0,1 M 105°C Suelo No Quemado	91
Figura 27: Repelencia 0,2 M 40°C Suelo Quemado	92
Figura 28: Repelencia 0,2 M 40°C Suelo No Quemado	92
Figura 29: Repelencia 0,2 M 65°C Suelo Quemado	93
Figura 30: Repelencia 0,2 M 65°C Suelo No Quemado	93
Figura 31: Repelencia 0,2 M 105°C Suelo Quemado	94
Figura 32: Repelencia 0,2 M 105°C Suelo No Quemado	94

RESUMEN

El fuego en la vegetación se origina por factores climáticos, en este estudio se produjo por la elaboración del carbón artesanal en una parte del páramo. Esta investigación permite comparar la variación del nivel de repelencia al agua de manera in situ y en laboratorio utilizando los métodos Water Drop Penetration Time y Molarity Ethanol Droplet Test entre suelos incendiados y no incendiados, tomados en la Comunidad de Pesillo-Cantón Cayambe, así como también las diferentes alteraciones de los parámetros: pH, conductividad eléctrica, humedad y materia orgánica.

Varios autores, coinciden en explicar que los cambios de repelencia entre el suelo quemado y no quemado, varían debido a que en el suelo quemado se produce gran cantidad de ceniza y escombros, así como también de las variaciones climáticas.

Los resultados obtenidos de repelencia muestran que en suelo quemado y no quemado secados a 40°C no presentaron repelencia al agua y por lo tanto mantienen los valores de repelencia hallada en campo que todos fueron no repelentes, mientras que a 65°C y a 105°C el suelo quemado presentó mayor repelencia que el suelo no quemado.

En suelo quemado el parámetro con mayor correlación a la repelencia al agua es la conductividad eléctrica, mostrando valores de r de 0,93 a 40°C, siendo este el valor mayor de las correlaciones. En suelo no quemado los parámetros con mayor correlación son materia orgánica, con un valor de r de 0,97 a 40°C y 105°C y % humedad con un valor de r de 0,75 a 65°C.

ABSTRACT

The fire in the vegetation is caused by climatic factors, in this study it was produced by the production of artisanal coal in a part of the moor. This investigation makes it possible to compare the variation in water repellency level in situ and in the laboratory using the Water Drop Penetration Time and Molarity Ethanol Droplet Test methods between burning and non-burning soils, taken in the Community of Pesillo-Cantón Cayambe, as well as also the different alterations of the parameters: pH, electrical conductivity, humidity and organic matter.

Several authors agree that the repellency changes between the burned and unburned soil vary due to the fact that in the burned soil a large amount of ash and debris is produced, as well as climatic variations.

The results obtained from repellency show that in burnt and unburned soil dried at 40 ° C they did not show water repellency and therefore maintain the repellency values found in the field that all were non-repellent, while at 65 ° C and 105 ° C the burned soil presented greater repellency than the unburned soil.

In burnt soil the parameter with the highest correlation to water repellency is the electrical conductivity, showing values of r from 0.93 to 40 ° C, this being the highest value of the correlations. In unburned soil the parameters with the highest correlation are organic matter, with a value of r from 0.97 at 40 ° C and 105 ° C and % humidity with a value of r from 0.75 to 65 ° C.

1 INTRODUCCIÓN

Desde aproximadamente millones de años el fuego ha sido considerado un factor ecológico natural de diferente intensidad que se produce en la tierra que afecta a todo el ecosistema en su totalidad, la presencia del fuego en la vegetación se determina por condiciones meteorológicas como altas temperaturas y baja humedad en donde los climas secos y cálidos son más propensos a incendios, en climas húmedos las tormentas con actividad eléctrica provocan incendios, así como también los incendios ocasionados por el hombre (Granados Sánchez & López Ríos, 1998). En la Provincia de Pichincha en el Cantón Cayambe Comunidad de Pesillo en la parroquia Olmedo, existe una vulnerabilidad a diversos cambios de altas y bajas precipitaciones climáticas, está ubicado a 3600 msnm (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Olmedo, 2015). El suelo del páramo de esta comunidad se ve afectado por desastres antrópicos como por ejemplo deforestación, incendios forestales o contaminación ambiental, siendo la mayoría provocados por la mano del hombre durante la elaboración artesanal del carbón trayendo como consecuencia la eliminación de bosques de especies de pino, pajonales y plantas nativas de la zona. De acuerdo con lo mencionado en Guitián Rivera (1999), para la obtención del carbón se realizan diferentes procedimientos que dependen de la materia prima con la que se realiza el trabajo, cuando se utilizan árboles estos son talados y llevados a las carboneras que están ubicadas en sitios específicos del campo, bosques o páramos, por lo que corre el riesgo de producir un incendio al momento de que se pueda propagar el fuego por fuera de las carboneras alcanzando varios kilómetros y afectando a la naturaleza del suelo y el medio ambiente. La FAO (1983), menciona que la temperatura

a la que se debe someter la madera para la elaboración del carbón vegetal es aproximadamente de 400 a 500 grados centígrados.

El suelo es considerado como una parte fundamental de la tierra, en donde se da lugar a la mayoría de las transformaciones de la energía y de la materia de los ecosistemas, a su vez el suelo interviene en el ciclo del agua y de los elementos biogeoquímicos que existe en toda la superficie.

Según lo descrito por Vargas Calderón (2007), los incendios forestales producen importantes alteraciones físicas en la superficie del suelo, debido a que al perder la humedad y secarse este se hace más compacto y modifica su estructura, generando reacciones químicas desfavorables pues las cenizas producto del incendio contienen gran cantidad de calcio, potasio y alguna cantidad de fósforo.

El fuego produce varias alteraciones tanto a nivel micro y macro en cuanto a fauna y vegetación, así como los ciclos biogeoquímicos por los que atraviesa el suelo, las diferentes propiedades que componen al mismo y sus procesos hidrológicos y geomorfológicos, todos estos efectos se producen por el calentamiento que provoca el incendio, así como también por la pérdida de la cubierta vegetal del suelo (Bodi, Cerda, Solera, & Doerr, 2012).

En vista que es objetivo del presente trabajo estudiar la repelencia de los suelos al agua, es prioritario establecer aspectos concernientes a la relación que existe entre agua y suelo, como son: importancia de agua y de sequías y la manera en cómo se relacionan con el comportamiento del suelo.

El agua es considerada uno de los componentes básicos que conforma el suelo, sin este recurso se ve impedida la descomposición de la materia orgánica, además el agua en unión a los nutrientes que se encuentran en la superficie terrestre forman una solución de suelo el medio por el cual las raíces de la planta absorben a los mismos.

Las sequías tienen una importancia significativa en el suelo de los páramos, Hofstede (2001), indica que por la presencia de sequías se produce una disminución de grandes cantidades de materia orgánica y la capacidad de retención de agua, en otras palabras, los suelos que en un origen tienen la característica de retener bastante agua, al momento de la sequía modifican su estructura haciéndolos repelentes al agua.

Hofstede , *et al.*(2014), mencionan que un suelo seco, desprovisto de cubierta vegetal y afectado por una fuerte lluvia, el agua no penetra en el mismo, sino que ocurre un deslizamiento superficial del agua, la misma que en el trayecto va arrastrando las partículas de suelo seco que flotan en el agua. Según con Ferweda (1987), Poulénard (2000), Hofstede (2001b) que aparecen en Hofstede , *et al.* (2014) acotan que las partículas secas presentes en el suelo de los páramos en el momento de que su estructura sufre de alteraciones, nunca vuelven a su estado original, por este motivo tanto la vegetación como el suelo demoran mucho tiempo en su recuperación.

Para el estudio de la repelencia al agua, existen diferentes metodologías en cuanto a su determinación. Los métodos empleados en esta investigación son en campo mediante análisis *in situ* y experimentalmente en laboratorio que corresponden al test de WDTP (Water Drop Penetration Time) y al de MED (Molarity Ethanol Droplet Test), sin embargo, se sabe que estas metodologías que se realizan en laboratorio pueden alterar los valores originales de repelencia y por este motivo la intención de este trabajo es analizar

el comportamiento del suelo en la determinación in situ y experimental de los suelos de los páramos de la comunidad Pesillo.

En los suelos existe una propiedad que disminuye la afinidad por el agua a la que se la denomina repelencia al agua. Cuando la superficie de un suelo es repelente al agua, quiere decir que mantiene una fuerte resistencia a la humectación y a su vez disminuye la infiltración del agua, en periodos de tiempo que van desde segundos, horas, días e incluso semanas (King, 1981). El fuego es considerado un factor no biótico que modifica de forma inmediata la repelencia al agua en el suelo, la temperatura de las llamas que se dispersan durante el incendio, no se transmitirse en la misma intensidad en toda la superficie del suelo mientras se produce el incendio, además la duración del fuego depende de factores climáticos como la lluvia. (Ulloa, Pazmiño, Cárdenas, & Arcos, 2014).

Debido a los incendios que se han producido en algunos de los páramos de la Comunidad de Pesillo se decidió llevar a cabo una investigación de la repelencia al agua en esta zona y de esta manera comparar la repelencia que existe entre los suelos afectados por incendios y los suelos que no han sido expuestos a este fenómeno natural. De acuerdo con Jaramillo Jaramillo D. F. (2006), la repelencia al agua no se produce permanentemente ya que se ve afectado por las estaciones climáticas a las que está expuesta la región, obteniendo mayor repelencia de agua en las estaciones secas.

La importancia que tiene el estudio de la repelencia al agua es evidenciar el tiempo que tarda el suelo en recuperar sus características y estructura original después de ocurrido un incendio.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar la repelencia al agua del suelo de zonas afectadas por incendios forestales mediante análisis realizados in situ y en laboratorio.

2.2 Objetivos Específicos

- Comparar propiedades físico químicas de suelos quemados y no quemados en áreas adyacentes en la zona de estudio, para determinar las afectaciones que han producido en el suelo afectado.
- Encontrar posibles diferencias en la determinación de repelencia al agua en los suelos con las metodologías WDTP y MED realizadas in situ y en laboratorio.
- Determinar la mejor metodología para determinar la repelencia al agua en los suelos en suelos de páramo analizados.

3 MARCO TEÓRIO

3.1 Factores Biofísicos

Los recursos naturales y el medio ambiente constituyen el sistema biofísico el mismo que estudia la naturaleza y los elementos que dan origen al paisaje como resultado de la interacción del clima, agua, rocas, relieve, suelo, vegetación, fauna, cultivos, entre otros, así como también las amenazas naturales que pueden presentar. Según el Municipio de Arauquita (2000), un sistema biofísico es un análisis integral de factores y procesos que forman un ecosistema paisajístico, así como también trata la interpretación, interacción y transformación de los diferentes ecosistemas.

3.1.1 Relieve

El relieve geográficamente es un elemento que determina las diferentes características de varios elementos como son suelo, agua, vegetación, entre otros (Bautista Zúñiga, Frausto Martínez , Ihi, & Aguilar Duarte, 2007). Es también el conjunto de irregularidades o deformaciones que se presentan en la superficie terrestre formando parte de la Cordillera de los Andes en la región Sierra.

3.1.2 Suelo

El suelo es considerado un manto delgado de material fértil que cubre la mayoría de la superficie terrestre, la misma que se encuentra ubicada en el límite dentro de la atmósfera y la zona continental de la corteza de la tierra, también el suelo es considerado un elemento

natural el cual está organizado con componentes y propiedades que son el resultado de la interacción de factores como el clima, organismos y relieve (Jordán López, 2006).

3.1.2.1 Suelo franco arcilloso:

Son suelos de color café oscuro, húmedos e impermeables que tienen como particularidad estar compuestos por una alta cantidad de arcilla por los cuales no pasa ni agua ni aire por lo que son suelos que mantienen agua estancada, estos suelos al momento de secarse se tornan compactos y duros. Si se necesita incorporar algún tipo de instalación para algún fin en específico en este suelo franco arcilloso se debe aplicar un sistema de drenaje para que en el momento de que exista la presencia de lluvia el agua se quede en la superficie.

La ventaja de este suelo es que para la agricultura del lugar es muy optimo, ya que ayuda en que el suelo conserva la forma que le dan los agricultores al trabajarlo. (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Olmedo, 2015)

3.1.2.2 Suelo franco arenoso:

Este suelo es de color café claro o gris denominados como suelos sueltos, posee una textura granular hasta 50 cm de profundidad por lo que retiene pocos nutrientes y agua, es decir posee una elevada permeabilidad y alta aireación dando como consecuencia un bajo desarrollo de la vegetación, la porosidad en estos suelos es pronunciada ya que permite el drenaje del exceso de agua presente en los mismos. La fertilización en este tipo de suelos es muy esencial. Según Chinn (2017) este tipo de suelo está formado en su mayoría por partículas de arena aproximadamente el 60 por ciento, es decir con partículas más grandes de arena que los suelos arenosos que tienen un diámetro aproximado de 0,05 a 2 milímetros.

3.1.2.3 Suelo franco limoso:

Son suelos de color beige y en ocasiones de color blanco, fáciles de moldear cuando estos están húmedos, mientras que cuando están secos tienden a formar fragmentos por lo que se pueden identificar fácilmente. La estructura de la cual está formado este tipo de suelo es de forma laminar con consistencia levemente dura, debido a que poseen una porosidad baja estos suelos tienen una mala aireación (Ciancaglini, 2010).

Los suelos limosos se presentan en zonas que tienen gran acumulación de agua por lluvia y se componen de una mezcla de arena fina y arcilla.

3.1.3 Clima

El clima es considerado como una interacción de factores que se encuentran presentes en la tierra, entre ellos la atmósfera, océanos, superficies de hielo y capas de nieve, así como también los continentes que son muy indispensables para que exista vida; el mismo que se da en la superficie terrestre, permitiendo tener una descripción estadística de las condiciones meteorológicas en un tiempo determinado (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático , 2018).

Son elementos climáticos que cambian de una zona o lugar a otro de acuerdo a la ubicación geográfica en donde se encuentren, los cuales varían depende los factores que interactúan en el entorno. De acuerdo con Pabón, *et al.*(2010), clima es el conjunto de diversos cambios producidos por las condiciones atmosféricas durante un periodo de tiempo y en un lugar determinado y que está controlado por los factores y componentes del sistema climático más determinantes del lugar.

3.1.4 Precipitación

Son todas las aguas meteóricas que llegan a la superficie terrestre en estado físico como nieve o granizo, es decir en estado sólido y a su vez en estado líquido como son las lluvias. La precipitación da origen tanto a las corrientes superficiales como a las profundas, para que se dé la precipitación debe existir un enfriamiento de aire el cual alcance el punto de saturación (Segerer & Villodas, 2006).

3.1.5 Viento

El viento se considera una variable vectorial y como consecuencia de su magnitud es importante conocer su dirección la misma que se otorga de acuerdo a la dirección geográfica de donde se proviene el viento (Garreaud, 2005).

3.2 Descripción del sitio de estudio

El área de estudio en el que se llevó a cabo esta investigación fue en la Comunidad de Pesillo, Cantón Cayambe; en donde se evidenciaron los siguientes factores biofísicos:

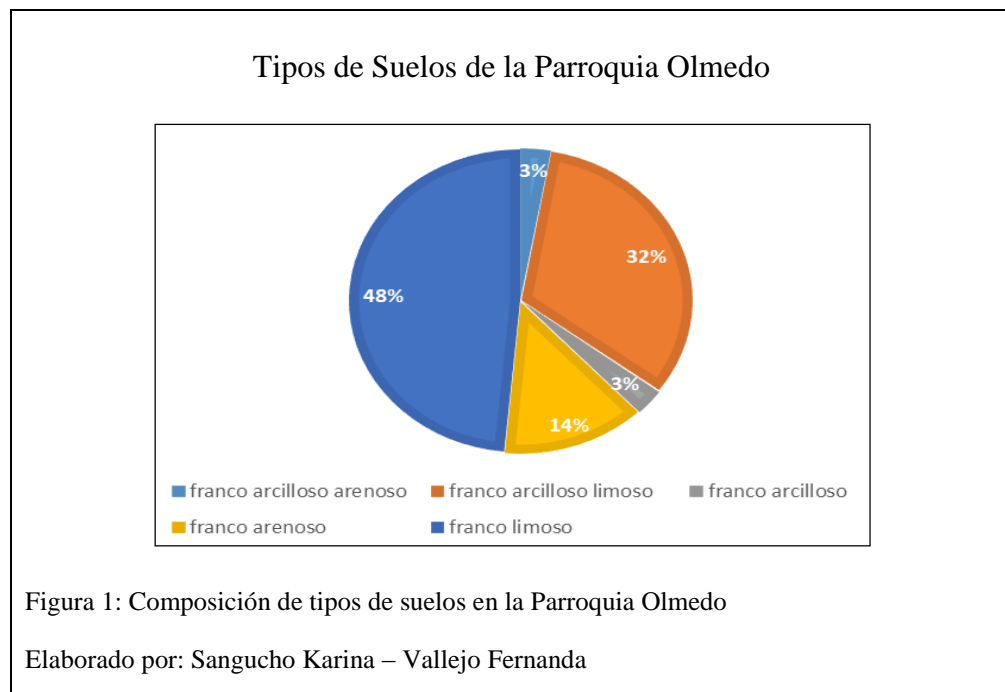
3.2.1 Relieve de Olmedo-Pesillo

El relieve de la Parroquia Olmedo se caracteriza principalmente por tener pendientes mayores a 25 grados centígrados hasta 50 grados centígrados en partes más altas que predominan los páramos. En cuanto a las altitudes que presenta el relieve va desde los 2800 msnm hasta los 4200 msnm. La comunidad de Pesillo tiene una altitud aproximadamente de 3000 a 3400 msnm la misma que cuenta con sistemas productivos a gran escala que abarca

toda la comunidad, entre ellos agricultura y ganadería (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Olmedo, 2015).

3.2.2 Suelo de Olmedo-Pesillo

Debido a que no existen estudios previos de la geología de la Parroquia Olmedo, se consideraron los estudios realizados en la Provincia de Pichincha que tiene características similares; los suelos de la Parroquia Olmedo están conformados por suelos francos aproximadamente el 50%, los tipos de suelos que se encuentran son: franco arcilloso arenoso el 1.4%, franco arcilloso limoso el 16.20%, franco arcilloso el 1.4%, franco arenoso el 6.8% y franco limoso el 24.3% (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Olmedo, 2015). Ver figura 1.



3.2.3 Clima de Olmedo- Pesillo

Al no existir una estación meteorológica para el área de Cayambe, se presentan los datos de la estación Tomalón – Tabacundo, que es la más cercana a la zona de Olmedo, la misma que está ubicada en las coordenadas: Lat. 0° 2` 00`` N y Long. 78° 14` 0`` W a 2790 metros sobre el nivel del mar. (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Olmedo, 2015)

3.2.4 Precipitación de Olmedo-Pesillo

De acuerdo a los datos registrados en una muestra de 10 años en la estación Tomalón se puede notar que el año de mayor precipitación fue en el 2008 con una precipitación de 68.61 mm y el año que se registra menor precipitación fue en el 2001 con 34,98 mm. (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Olmedo, 2015).

3.2.5 Viento de Olmedo-Pesillo

Según los registros meteorológicos de la estación Tomalón - Tabacundo del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAHMI) para el año 2005 se registró una velocidad de viento casi constante, manteniéndose alrededor de los 13 m/s y con una tendencia de dirección sur este. Así también podemos decir que en la zona se han registrado velocidades del viento que van desde los 0 Km. /h hasta los 70 Km. /h con una dirección este – oeste. (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Olmedo, 2015)

3.3 Incendios Forestales

Los incendios forestales se producen al momento de que el fuego toma contacto con zonas silvestres o forestales y se propaga de manera descontrolada afectando a la flora y fauna del lugar, ya que quedan desprotegidos en su hábitat, así como también ocasionan contaminación ambiental ya que se aumenta la propagación de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera.

Según Capulín Grande, Mohedano Caballero, & Razo Zarate (2010) indican que al momento de que se produce un incendio se ocasiona cambios en las propiedades físicas del mismo, las cuales son la capacidad de retener humedad ya que se pierde la vegetación de la superficie de tierra y el color que a causa del incendio torna a un tono oscuro el cual absorbe una cantidad mayor de radiación solar que a su vez beneficia al incremento de la temperatura superficial.

Después de que el suelo ha sido afectado por un incendio forestal este experimenta la pérdida de elementos minerales y nutrientes, impermeabilidad, erosión, cambios en su compactación y desde luego la pérdida de biodiversidad microbiana que deriva en la disminución de la calidad del suelo, mencionado por Carrera Andrango (2017).

3.3.1 Humedad

Humedad es el parámetro que describe la cantidad de vapor de agua que contiene un gas, el cual puede expresarse mediante diversas magnitudes (Martínez, 2007).

La humedad es el vapor de agua que se encuentra en la atmósfera y que mediante la fase de condensación tiende a formar nubes, en el suelo la humedad es la cantidad de agua que se define al momento de que esta es retirada.

3.4 pH

El pH (Potencial de Hidrógeno) mide la acidez o la alcalinidad que tienen las disoluciones, es decir muestra la concentración de iones hidrógeno que se encuentran en las mismas. Está expresado como un logaritmo negativo de base diez y se lo puede medir mediante un instrumento de análisis denominado pHmetro el cual indica varias características que tiene la estructura de las moléculas y su actividad, en otras palabras, expresa el comportamiento de las células y organismos.

Otros autores como Sørensen, en 1909, citados por Jiménez Liso, De Manuel Torres, González García, & Salinas López, (2000) indican que el pH es considerado una magnitud cuantitativa expresada mediante un valor numérico, las cuales determinan el valor de la disolución lo que se refiere a que si existen valores mayores a siete son disoluciones básicas y si son valores menores a siete son disoluciones ácidas, así como también se determinan disoluciones neutras que tienen un valor igual a siete.

3.5 pH en Suelos Incendiados

Los suelos que han sufrido incendios forestales tienden a aumentar su pH debido a que las cenizas que quedan como resultado del incendio contienen grandes cantidades de carbonato potásico (K_2CO_3) que es una sal que está formada por un ácido débil y una base fuerte y la misma que genera una reacción básica cuando se hidroliza, dando como resultado que el pH del suelo después de un incendio aumente (De las Heras Ibáñez, Martínez Sanchez, & Herranz Sanz, 1991).

Según Giovannini (1994) que aparece en Afif Khouri & Oliveira Prendes (2006) menciona que las variaciones que sufre el pH después de la afectación de un incendio se

da ya que se genera la pérdida de grupos hidrófilos de las arcillas que componen el suelo y también por la formación de óxidos que se producen por la disolución de carbonatos; indica también que las temperaturas a las que el suelo se debe someter para que existan estas variaciones del pH deben ser superiores a 450 grados centígrados.

3.6 Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica es la capacidad que posee el suelo para transportar corriente eléctrica, la misma que depende de la cantidad de iones negativos y positivos que están presentes en el suelo, en otras palabras, la conductividad eléctrica da a conocer el contenido de sales que están presentes en el mismo (Bosch Mayol, Costa , Cabria, & Aparicio, 2012).

A un suelo salino se lo considera cuando este posee mucha cantidad de sales solubles. El estudio de la conductividad eléctrica sirve para determinar si las sales solubles son suficientes para provocar que los suelos agrícolas tengan afecciones, así como también interfieran en el desarrollo de las plantas y vegetación o en la absorción de agua de las mismas. (Santibáñez, 1996)

De acuerdo con Rebolledo (2017) la conductividad eléctrica se determina mediante la concentración y la composición de las sales disueltas en el suelo lo que representa al grado de salinidad del mismo, cuando se tiene un valor mayor de conductividad eléctrica mayor es la salinidad, el cual afecta al crecimiento y al rendimiento de las plantas o vegetación en general.

Las sales solubles cuyas cantidades están sobre el 0.1 % se forman por los siguientes cationes; Na⁺, Ca²⁺ y Mg²⁺ junto con los aniones; Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻ y HCO₃⁻ presentes en el suelo. (Guía de Agricultura, 1996)

3.7 Conductividad Eléctrica en Suelos Incendiados

Los incendios producidos en suelos ocasionan cambios en la conductividad eléctrica de los mismos, el efecto mineralizador de la temperatura que alcanza el incendio hace que las cenizas que este deja emanen soluciones con conductividad eléctrica alta (Dahl , Pöykiö, & Nurmesniemi, 2007).

Smith (1970); Kutiel Inbar (1993), citados por Iglesias , Cala , Walter, & González (1996), indican que se produce un aumento considerable de la conductividad eléctrica luego de haberse producido un incendio, esto sucede ya que existe un aumento de componentes solubles en el suelo que se genera por la combustión de las plantas y la de la vegetación en general y se lo visualiza de mejor manera en la superficie del suelo.

La conductividad eléctrica que se expresa con un aumento pronunciado en un suelo que ha sido afectado por algún incendio está ligado con los valores de pH que contenga el suelo, así como también el nivel de calcio y manganeso total del suelo (Iglesias , Cala , Walter, & González, 1996).

3.8 Materia Orgánica

La materia orgánica del suelo está compuesta por varios componentes entre ellos los residuos de las plantas, animales en proceso de descomposición y biomasa microbiana,

todos estos componentes afectan a las propiedades del suelo físicas, químicas o biológicas (Christensen, 1996).

Según Arias , González Pérez , González Vila, & Ball (2005) la materia orgánica se encuentra en la mayoría de suelos existentes en la superficie terrestre, la misma que se considera como un factor con gran importancia y determinante para la calidad del suelo, también determina las características biológicas, físicas y químicas que tiene el suelo las cuales son necesarias para que exista una productividad equilibrada a largo plazo.

La materia orgánica tiene una descomposición natural y la velocidad con que lo realiza depende principalmente de la temperatura, el oxígeno y la humedad, este material descompuesto por los microorganismos se conoce como humus el cual está compuesto por sustancias húmicas alcanzando el 30 % y sustancias no húmicas equivalentes al 70 % (Carrera Andrango, 2017).

La materia orgánica en los suelos es muy importante ya que estimula la formación de agregados y los estabiliza, los mismos que se diferencian según su tamaño por ejemplo cuando son mayor a 250 micras (μm) se denominan macroagregados y cuando tienen un tamaño menor o igual a 250 micras (μm) se denominan microagregados (Zagal & Códova, 2005).

Cuando se incorpora materia orgánica en los agregados protege a los mismos de la degradación y a su vez estabiliza al suelo, mientras que el crecimiento de las plantas estimula la actividad microbiana del suelo y protege la superficie del mismo. (Lefèvre , Rekik , Alcantara , & Wiese , 2017)

Según Aguilera (2000), la materia orgánica ayuda en los procesos biológicos heterótrofos del suelo, ya que es un poli electrolito (propiedad química que desarrolla la materia orgánica mediante sus grupos ácidos) y que a su vez esta genera nutrientes para el suelo, también es importante ya que posee una capacidad amortiguadora que permite que el suelo esté protegido frente a cualquier tipo de cambios repentinos de pH que pueden ocurrir por las diferentes actividades ya sean estas agrícolas o naturales que se producen en el suelo.

3.9 Materia Orgánica en Suelos Incendiados

Los incendios forestales afectan a la calidad y a la cantidad de materia orgánica presente en un suelo, por la pérdida de vegetación y fauna, tomando en cuenta que los tipos de incendios tanto superficiales como subterráneos se desarrollan de manera diferente con relación a la intensidad y a la afectación estructural de cada uno, lo cual va a depender de su tipología, trayendo como consecuencia la pérdida de sustancias esenciales para el crecimiento de la vegetación. (Vellozas, Púa, Mello, & Cardozo, 2010)

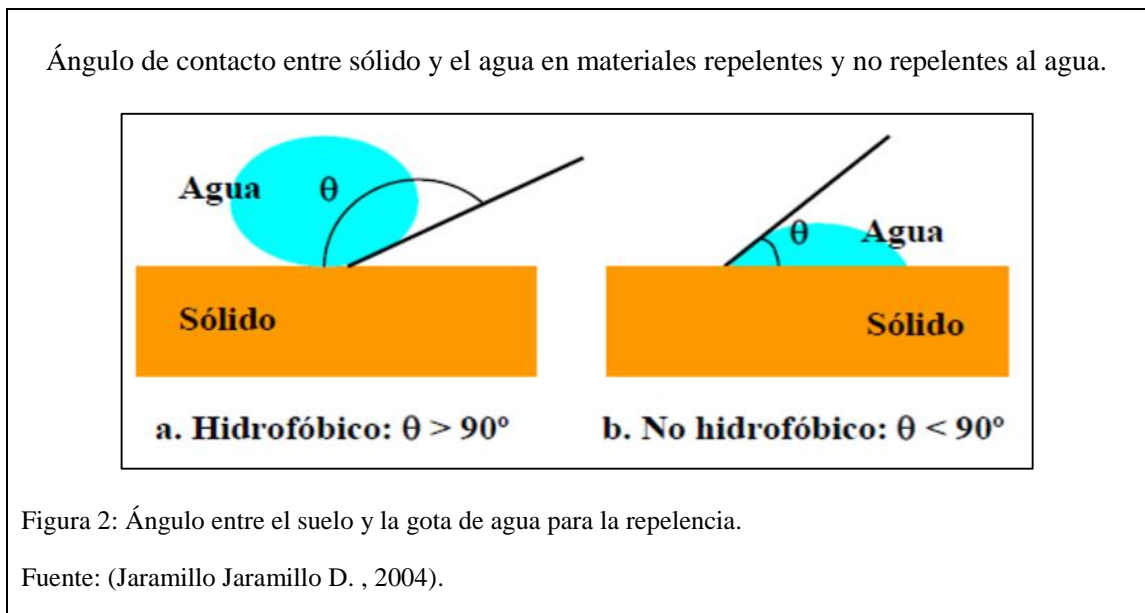
Según De las Heras Ibáñez, Martínez Sanchez, & Herranz Sanz (1991), la materia orgánica disminuye como consecuencia de los incendios forestales, a los cinco cm de la superficie del suelo se pierde aproximadamente el 40 por ciento de la materia orgánica, la que se va recuperando conforme va aumentando la cubierta vegetal mediante el paso del tiempo.

El autor Gonzales (2009), que aparece en Rosero Cuesta (2013) indica que la materia orgánica altera su calidad después de un incendio y a su vez se convierte en un agente que incrementa la mineralización del carbono orgánico y modifica la descomposición después de ocurrido un incendio, esto se da ya que al aumentarse la temperatura el humus se

expone a distintas alteraciones dando como consecuencia que este resista más a la degradación microbiana.

3.10 Repelencia al Agua

Se considera que un material es hidrofóbico o repelente al agua cuando esta no se dispersa sobre la superficie, es decir cuando el ángulo formado entre la superficie del agua (interfase agua-aire) y la superficie del sólido (interfase agua-sólido) es mayor o igual a 90 grados, mientras que si el ángulo es menor a 90 grados es considerado un material hidrofílico (Jaramillo Jaramillo D. F., 2011). Ver figura 2.



Según King (1981) menciona que un suelo seco o arenoso manifiestan problemas humectarse cuando la gota de agua depositada sobre el suelo demora más de diez seg en penetrar al suelo en su totalidad. En los suelos casi siempre la repelencia al agua no es de forma permanente, sino que se evidencia de forma estacional, con alta frecuencia en temporadas secas, en estos casos se habla de suelos de difícil humectabilidad.

La repelencia según Jordán, A. y A. Cerda (2010), puede presentarse en mayor o menor grado según los tipos de suelo, bajo diferentes climas y tipos de vegetación. La repelencia tiene consecuencias hidrológicas y geomorfológicas, así como también en el crecimiento de la vegetación.

La repelencia se da gracias a una gran variedad de compuestos orgánicos hidrofóbicos que están presentes en la materia orgánica o recubrimiento de las partículas y la superficie de los agregados, estas sustancias hidrofóbicas se originan en plantas vivas y de materia orgánica en descomposición como por ejemplo los aceites aromáticos de las raíces de plantas, resinas, ceras y de productos de hongos y microorganismos (Jaramillo Jaramillo D. F., 2011).

Cuando disminuye la infiltración en la superficie del suelo, la repelencia al agua ayuda a que descienda el tiempo de generación de escorrentía y a aumentar grandemente el flujo superficial, otra consecuencia notoria es el aumento del riesgo de erosión (Jordán, 2011).

Para obtener un buen resultado de repelencia en campo, la información que se obtiene de la repelencia al agua se determina de forma in situ la cual tiene que ver con la determinación de parámetros como son la precipitación, humedad del suelo y otros

factores ambientales, para la determinación de repelencia en laboratorio se toma en cuenta las condiciones a las que el mismo esté expuesto.

La repelencia en suelos consiste en que un componente hidrofóbico es absorbido como pequeñas esferas y no como una capa uniforme (González Peñaloza, 2010). La presencia de materiales finos con orificios también puede causar repelencia al agua, si existe la presencia de partículas hidrofóbicas en los poros de una matriz hidrofóbica se ve reducida la capacidad de humedad que tienen el suelo (Doerr S. H., 2000).

La vegetación es también un factor importante que produce repelencia al agua, ya que aporta las sustancias necesarias para producir este proceso. De acuerdo con Jaramillo Jaramillo D. (2004), los microorganismos generadores de mayor repelencia al agua en suelos son alrededor de 60 especies entre los que tenemos a los más principales *Anamita Muscaria*, *Amanita Vaginata*, *Aspergillus Sydowi*, *Cortinarius sp*, *Fuisarium sp*, *Lactarius Deliciosus*, *Marasmius Oreades*, *Penicillium Nigricans*, *Piloderma Bicolor*, *Rhizopogon Bicolor*, *Russula sp*, *Trichoderma sp*.

3.11 Repelencia al Agua en Suelos Incendiados

DeBano (1999), indica que la repelencia al agua post incendio se muestra con un recubrimiento moderado de espesor que están presentes sobre la superficie o a veces a poca distancia de profundidad del suelo, también describe que la intensidad y duración que tenga el fuego, así como la presencia de materia orgánica y el metabolismo de los organismos que se encuentran en el suelo quemado es de vital importancia para determinar el efecto que va a tener el fuego sobre la repelencia al agua del suelo afectado.

El calor que se genera al momento de ocurrido un incendio puede alcanzar cerca de los 850 grados centígrados y 1100 grados centígrados, vaporizando sustancias orgánicas presentes en el interior del suelo, para continuamente enfriarse y por último condensarse a mayor profundidad, es por eso que la repelencia al agua en estos suelo se presenta como una moderada capa que puede variar su grosor y continuidad ya sea en la superficie o en algunos centímetros de profundidad del suelo (Ulloa, Pazmiño, Cárdenas, & Arcos, 2014).

La temperatura y la repelencia están ligadas debido a que si el suelo es secado a una temperatura de 175 a 200 grados centígrados se produce una potente repelencia y con temperaturas entre 280 y 400 grados centígrados se da una destrucción de la mayoría de los componentes hidrofóbicos que tenga el suelo (DeBano, 1999).

Los responsables de la repelencia al agua generalmente son componentes los componentes orgánicos que se derivan de la descomposición tanto de microorganismos como de plantas, las sustancias orgánicas que tienen la capacidad de inducir la repelencia al agua se dividen en dos familias que son hidrocarburos alifáticos y sustancias polares con estructuras alifáticas; la primera familia está formado por cadenas largas hidrocarbonadas los cuales son compuestos no polares e insolubles en agua, mientras que la segunda familia son cadenas hidrocarbonadas que tienen la particularidad de poseer un extremo polar hidrofílico y otro extremo hidrofóbico (González Peñaloza, 2010).

Las sustancias hidrofóbicas que determinan la repelencia al agua se muestran en la tabla #1.

Tabla 1: Algunas sustancias hidrofóbicas y sus fuentes (Doerr, 2000)

Sustancia	Fuente
Alcanos	Bacterias, hongos, algas, plantas superiores
Alquenos	Bacterias, hongos, algas, plantas superiores
Terpenoides	Algunas ceras de plantas
Monocetona	Bacterias, plantas superiores
Dicetonas	Plantas superiores (por ejemplo: eucaliptos e hierbas)
Poliéster de ácidos grasos	Plantas superiores (por ejemplo: pino)

Fuente: (Doerr S. H., 2000)

3.12 Métodos de Análisis de Repelencia

3.12.1 Método de Repelencia al Agua IN SITU

Dekker (1999) citado por Bodi, Cerda, Solera, & Doerr (2012), menciona que la repelencia al agua en análisis IN SITU se determina empleando el test de WDTP el cual mide la persistencia de la hidrofobicidad, en otras palabras, mide el tiempo en el que la gota de agua destilada penetra completamente la superficie del suelo.

3.12.2 Método Water Drop Penetration Time – WDTP

El WDTP se relaciona con las propiedades hidrológicas del suelo (infiltración y permeabilidad), debido a que el tiempo necesario por la infiltración de las gotas de lluvia perjudica de manera importante a la generación de escorrentía superficial.

WDTP es el test de penetración de la gota de agua el mismo que mide la persistencia o intensidad de la hidrofobicidad, lo que significa que toma el tiempo en que demora una gota de agua destilada en penetrar completamente en la muestra seca de suelo (Bodi, Cerda, Solera, & Doerr, 2012). La persistencia de la repelencia al agua es establecida con el promedio de totalidad de las gotas en las muestras a ser estudiadas, existen casos en el

que el WDTP no se puede definir un valor absoluto, por este motivo se lo caracteriza con un valor condicionado (>) esto se da cuando la gota de agua tarda largos periodos de tiempo en penetrar en la muestra de suelo, esto fue mencionado por Jaramillo 1992 descrito en Jaramillo Jaramillo D. F. (2006).

En el caso de que la repelencia al agua del suelo se mantuviese constante, sin tomar en cuenta la duración del contacto entre la gota de agua y la superficie del suelo, la gota se infiltraría rápidamente. Sin embargo, una vez que se produce el contacto, el carácter hidrofóbico de la superficie del suelo disminuye, por lo que el test WDTP muestra el tiempo durante el cual la tensión superficial del suelo permanece más alta que la de la gota (González, 2010).

3.12.3 Método Molarity Ethanol Droplet Test MED

Este método consiste en realizar concentraciones de molaridad de una gota de etanol que determina la repelencia al agua mostrando la concentración más baja de etanol en la penetración de una gota dentro de los cinco segundos, este método es simple y rápido (Moody & Schlossberg, 2010).

El método MED determina el grado o severidad de la repelencia al agua en un suelo, que define la concentración de molaridad de etanol necesaria para que una gota de solución penetre el suelo seco en menos de diez segundos según King (1981), o en un tiempo menor a cinco segundos según Dekker y Ritsema (1994) citados por Jaramillo Jaramillo D. F. (2006).

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales y Equipos

Esta investigación se realizó en dos etapas, las cuales corresponden a una fase de campo cuyas actividades fueron realizar cuatro visitas mensuales a la Comunidad de Pesillo desde el mes de mayo al mes de agosto del presente año, en donde se realizó la toma de muestras de suelos que han sufrido incendios y suelos que no han sido afectados, así como también la georreferenciación del lugar; y una fase de laboratorio en donde se analizan las muestras de suelo obtenidas.

4.1.1 Fase de Campo

Los materiales utilizados en esta fase se muestran en la tabla #2.

Tabla 2: Materiales utilizados en la fase de campo

MATERIALES	CANTIDAD
Fundas plásticas Ziploc Etiquetadas	24
Termo Cooler	1
Sistema de Posicionamiento Global GPS	1
Excavadora	1
Libreta de apuntes	1
Rotulador	1
Cámara	1

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

4.1.2 Fase de Laboratorio

Los materiales utilizados en esta fase se muestran en la tabla #3.

Tabla 3: Materiales utilizados en la fase de laboratorio

INDICADOR	MATERIALES	EQUIPO	REACTIVO
pH y Conductividad Eléctrica	Vasos de Precipitación 100ml	pHmetro	Agua Destilada
	Imanes de Agitación	Balanza Analítica	
	Probeta 100 ml	Planchas de Agitación	
Secado de Muestras	Cajas Petri	Estufa	
	Espátula	Balanza Analítica	
	Mortero		
	Pinzas Metálicas		
Repelencia al Agua	Vasos de Precipitación 100 ml	Tamiz	Agua Destilada Etanol
	Goterros	Balanza Analítica	
	Cajas Petri	Cronómetro	
	Espátula		
Materia Orgánica	Vasos de precipitación	Balanza Analítica	Sulfato Amónico Férrico Ferroína Ácido sulfúrico concentrado Di Cromato de Potasio
	Piseta	Soporte Universal	
	Pipeta		
	Bureta		
	Matraz		
	Balón Aforado		

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

4.2 Área de Estudio

El área de estudio está ubicada en la Región Interandina de la República del Ecuador exactamente en la Provincia de Pichincha, en la Comunidad de Pesillo ubicada en la Parroquia Olmedo Cantón Cayambe, esta comunidad está a 3000 msnm y a una distancia de 16 km desde el centro de Cayambe.

Para nuestro trabajo de investigación se ha determinado una extensión de 80 hectáreas, las cuales han sido determinadas utilizando un sistema que permite recopilar y georreferenciar la información de manera espacial, llamado ArcGis. El trabajo de investigación se lo realizó en dos zonas del Páramo de Pesillo; la primera zona corresponde a un área de suelo cuya vegetación no ha sido afectada por incendios forestales en los últimos años, mientras que la segunda zona ubicada a 2 km de la primera, es de un suelo afectado por incendios hace 1 año, este dato se obtuvo gracias a la información de las personas aledañas al lugar, las coordenadas tomadas en las dos zonas se muestran en la tabla #4. Con la determinación de las mismas se realizó una comparación de los parámetros a estudiarse, como es pH, Conductividad Eléctrica, Materia Orgánica y Repelencia al Agua por los métodos WDTP y MED; para lo cual se tomaron 12 muestras en cada una de las zonas dando un total de 24 muestras de suelo mensuales.

Tabla 4: Coordenadas de Muestreo de las Zonas Quemada y No Quemada.

ZONA QUEMADA		ZONA NO QUEMADA	
LATITUD	LONGITUD	LATITUD	LONGITUD
10017634,694	828730,970	10018031,417	829597,542
10017631,620	828737,161	10018006,824	829613,022
10017622,398	828740,257	10017997,601	829613,023
10017610,101	828743,354	10017979,153	829600,645
10017613,175	828746,449	10017969,931	829606,837
10017613,176	828752,639	10017963,783	829616,123
10017613,177	828758,829	10017954,559	829613,029
10017613,178	828761,924	10017945,335	829606,840
10017607,028	828758,830	10017939,186	829600,651
10017603,953	828752,640	10017926,888	829600,653
10017610,101	828746,449	10017917,665	829603,749
10017613,175	828746,449	10017902,295	829616,132

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

La ubicación geográfica del área de estudio se muestra en la figura 3.

Ubicación de área de estudio

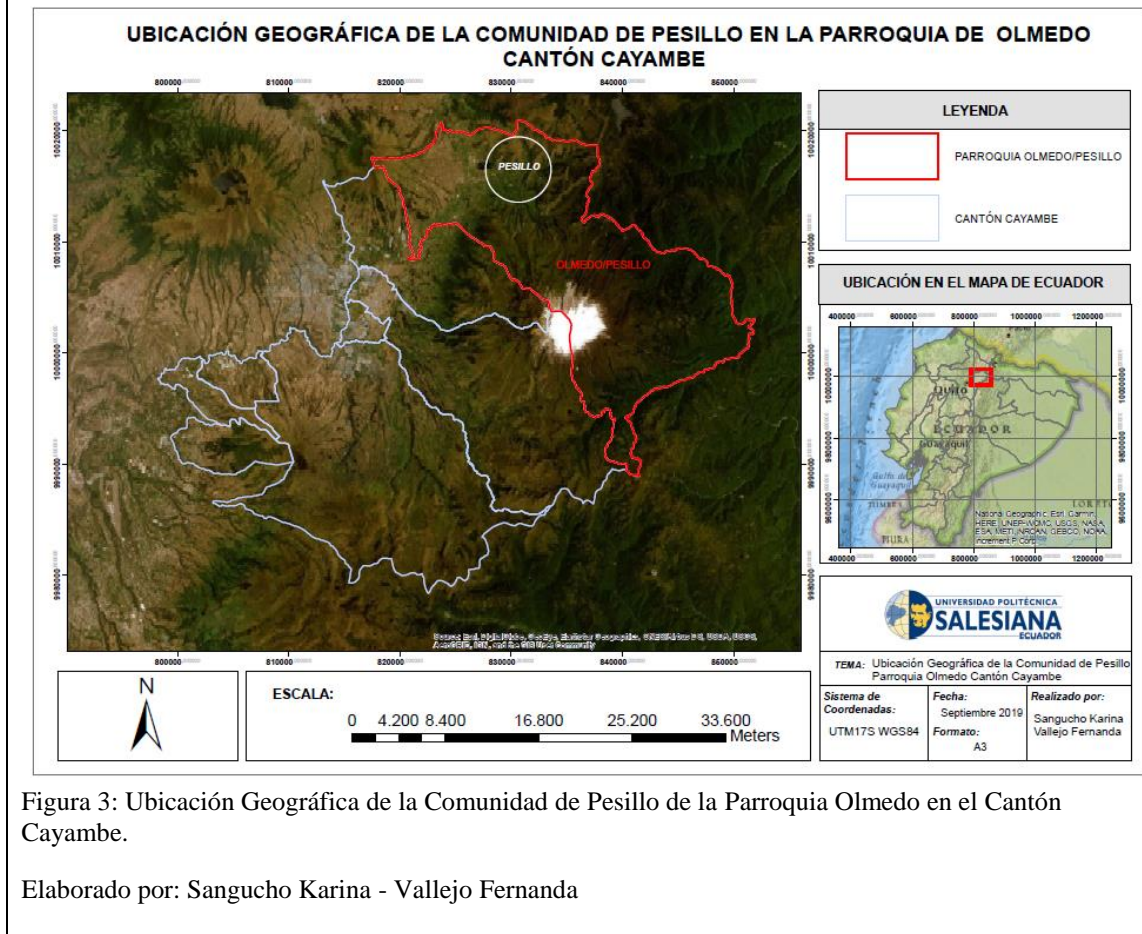


Figura 3: Ubicación Geográfica de la Comunidad de Pesillo de la Parroquia Olmedo en el Cantón Cayambe.

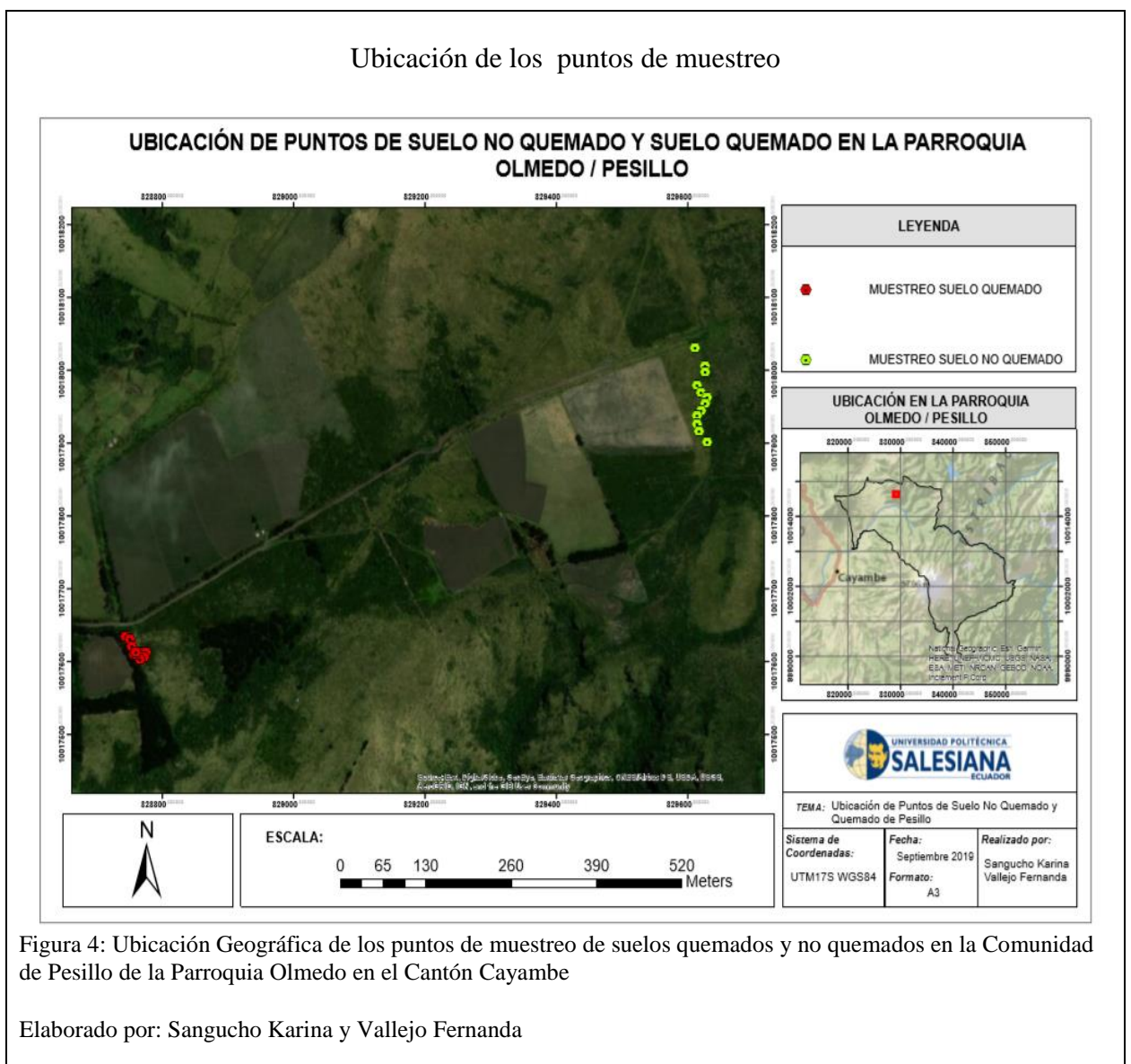
Elaborado por: Sangucho Karina - Vallejo Fernanda

4.3 Toma de Muestras de Suelo

Para la toma de muestras de suelo se utilizó una técnica de muestreo simple al azar, según Ministerio de Energía y Minas PERÚ (2000), indica que esta técnica permite toda combinación en cuanto a las muestras de suelo seleccionadas, las mismas que únicamente se limitan por el tamaño de las muestras tomadas manteniendo las probabilidades y un análisis estadístico de muestreo. Esta técnica se utilizó debido a que las condiciones de acceso no eran tan factibles para realizar otro método de muestreo, procurando mantener

una distancia prudente de 1 a 3 metros entre cada una de las muestras del área de estudio; tanto en la zona de suelo quemado como en la de suelo no quemado.

Con respecto a la ubicación de la toma de muestras se realizó una georreferenciación de los puntos en donde se recogió el suelo, con la ayuda de un GPS para así obtener las coordenadas del punto de muestreo. Las ubicaciones geográficas de los puntos de muestreo se muestran en la figura 4.



Una vez determinados los puntos de muestreo se procedió a recoger las muestras de suelo en fundas plásticas ziploc, las cuales se las etiquetó con nombre, tipo de suelo, fecha y ubicación. Ver figura 5.



De acuerdo a lo descrito por Ulloa, Pazmiño, Cárdenas, & Arcos (2014), de cada muestra se acumularon aproximadamente 500 g de suelo en cada funda ziploc, la profundidad máxima a la que se tomó la muestra fue de 5 centímetros descartando la capa vegetal, las mismas que fueron almacenadas en un termo cooler para su posterior transporte al laboratorio, con el fin de mantener a las muestras en condiciones adecuadas para los respectivos análisis de las muestras. Ver figura 6.

Almacenamiento de las muestras de suelo.



Figura 6: Almacenamiento y conservación de muestras de suelo.

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

4.4 Pesaje de Muestras de Suelo

Las muestras de suelo fueron llevadas al laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana de la Carrera de Ingeniería Ambiental, se las prepara para su pesaje quitando la mayoría de raíces de cada una.

Se realizó el pesaje en las balanzas analíticas para cada uno de los parámetros a analizar las mismas que fueron colocadas en cajas petri de vidrio previamente etiquetadas; se pesó 200 gramos de tierra para el análisis de materia orgánica; esta cantidad fue requerida por el laboratorio de Agrocalidad en donde se llevó a analizar las muestras, 20 gramos según Beretta, Bassahum , & Musselli (2014), de tierra para determinación de pH, conductividad eléctrica y 35 gramos de tierra para repelencia de agua de cada muestra; esta cantidad fue tomada tomando en cuenta la capacidad de la caja petri. Ver figura 7.

Pesaje de muestras de suelo

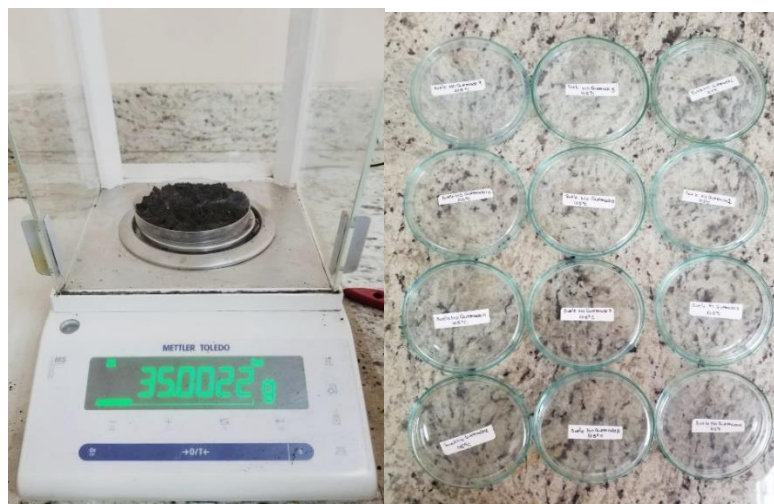


Figura 7: Pesaje de las muestras de suelo colocadas en cajas Petri previamente etiquetadas.

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

4.5 Determinación de pH y Conductividad Eléctrica

Para la determinación de pH y Conductividad Eléctrica se colocó los 20 gramos de suelo en vasos de precipitación de cada una de las muestras y se le agregó 50 mililitros de agua destilada, esta mezcla de suelo y agua se agitó durante tres minutos en la plancha de agitación a temperatura ambiente para lo cual se colocó imanes de agitación en cada uno de los vasos que contenían la mezcla, posteriormente se dejó reposar por 15 minutos (Beretta, Bassahum , & Musselli, 2014).

Después del tiempo de reposo se procedió al análisis de estos parámetros con el pHmetro, para la obtención del pH se introdujo en la mezcla hasta que el valor indicado en el pHmetro sea constante, de igual forma para la conductividad eléctrica se configuró el pHmetro para que mida este parámetro, ver figura 8. Al momento de determinar las demás

muestras se enjuagó el pHmetro con agua destilada y así evitar que se altere el resultado de las siguientes muestras. La determinación del carácter que adopta el pH de acuerdo a las condiciones a las que este se encuentre se expresan en la tabla #5.

Tabla 5: Carácter del suelo atendiendo a la medida del pH de la solución de suelo

pH	Carácter
<4,5	Extremadamente ácido
4,5 – 5,0	Muy fuertemente ácido
5,0 – 5,5	Fuertemente ácido
5,5 – 6,0	Medianamente ácido
6,0 – 6,5	Ligeramente ácido
6,5 – 7,3	Neutro
7,3 – 7,8	Mediamente Básico
7,8 – 8,4	Básico
8,4 – 9,0	Ligeramente alcalino
9,0 – 10,0	Alcalino
> 10,0	Fuertemente alcalino

Fuente: U.S.D.A. citado en (Rivera Gárate, 2015)

pH y conductividad eléctrica.

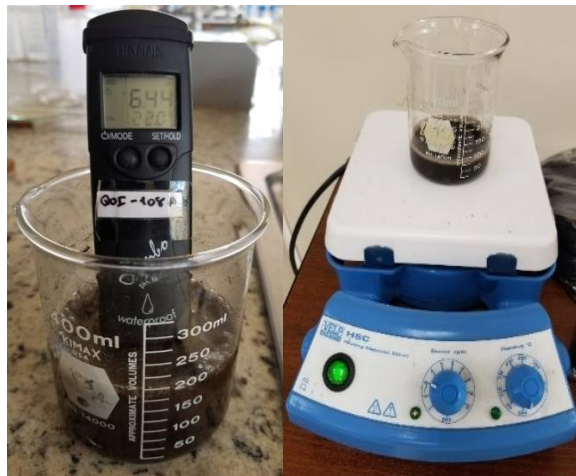


Figura 8: Determinación de pH y conductividad eléctrica de las muestras de suelo quemado y no quemado.

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

4.6 Humedad

Para la determinación de humedad se secó las muestras a 40, 65, y 105 grados centígrados en varias estufas. A la temperatura de 40 grados centígrados las muestras mensuales se colocaron durante dos días, a la temperatura de 65 y 105 grados centígrados las muestras se colocaron por un tiempo de un día.

El secado de las muestras de suelo a estas temperaturas para obtener la humedad de los mismos está estrechamente relacionado con la determinación de la repelencia que se detalla posteriormente en esta investigación. Ver figura 9.



4.7 Determinación de Materia Orgánica

Pesado los 200 gramos se procede a la determinación de la materia orgánica mediante el método de Walkley – Black realizado en los laboratorios de Agrocalidad.

4.7.1 Método de Walkley – Black

Según Campos Segura (2012), la determinación de la materia orgánica se basa en su oxidación por medio de agentes adecuados. Para este propósito se puede transformar la materia orgánica en CO₂ y determinar este midiendo su volumen o peso o por valoración, se acostumbra presentar directamente este dato como carbono orgánico o multiplicarlo por 1,724, el Factor de 1,724 llamado de VanBemmelen se basa en la hipótesis de que la materia orgánica contiene 58% de carbono como promedio.

Los reactivos que se utilizaron para la determinación de materia orgánica fueron K₂CrO₇, el ion Cr₂O₇, los ácidos H₂SO₄, H₃PO₄ y FeSO₄. Los parámetros de materia orgánica se muestran en la tabla #6.

Tabla 6: Parámetro del porcentaje de materia orgánica

Parámetro	Materia Orgánica %
Bajo	< 1,0
Medio	1,0 - 2,0
Alto	> 2,0

Fuente: Agrocalidad

4.8 Repelencia al Agua

4.8.1 Repelencia al Agua IN SITU

La repelencia al agua de manera IN SITU se realizó en campo, es decir en el espacio de superficie de tierra de las zonas de estudio de suelo quemado y no quemado; para esto se procedió a retirar la cobertura vegetal y los restos orgánicos que se encontraron en el área

utilizada (Doerr S. H., 1998). Posteriormente se utilizó un gotero con agua destilada para realizar el análisis de repelencia WDTP.

En el área de estudio determinada, se colocó una gota de agua destilada para verificar la repelencia y con la ayuda de un cronómetro se determinó el tiempo en que tarda la gota en infiltrarse al suelo. Ver figura 10.



4.8.2 Repelencia al Agua en Laboratorio Experimental

La repelencia al agua en el suelo en el laboratorio conlleva una serie secuencial de pasos los cuales los detallamos a continuación:

4.8.2.1 Secado de Muestras de Suelo

En el laboratorio se debe realizar el secado de las muestras de suelo para poder determinar la repelencia al agua, este proceso se lo debe realizar con las cantidades exactas de muestras y rápidamente.

Una vez pesado aproximadamente 35 gramos de suelo de las 24 muestras se colocó en las cajas Petri para secarlas en las estufas a tres diferentes temperaturas.

Para el secado de las muestras se escogieron tres temperaturas diferentes que fueron: 40° C ANDALUCÍA (1999), en donde el suelo debe extenderse formando una capa de grosor no superior a 15 mm durante 24 horas. En esta investigación no se obtuvo un secado completo en este periodo de tiempo, es por eso que aumentamos el tiempo de secado a 48 horas; con la temperatura de 65°C Dekker (1998) y 105° C Jaramillo Jaramillo & Vanegas Villa (2007), las muestras se secaron en un tiempo de 24 horas.

4.8.2.2 Tamizado de Muestras de Suelo

El tamizado se lo realizó una vez secas las muestras, según lo descrito por Jordán , Zavala, Gonzalez, Bárcenas, & Mataix, (2010) las muestras se tamizan colocando la tierra en un tamiz menor a dos milímetros, retirando las partículas gruesas y homogenizando la fracción de tierra fina. Ver figura 11.



4.8.3 Repelencia – Métodos

De acuerdo con Jaramillo (2003^a) citado en Jaramillo Jaramillo D. F. (2011) manifiesta que la repelencia al agua aumenta conforme aumenta el secado de las muestras, así como también su espesor, por lo que es recomendable incrementar la temperatura de secado de las muestras de suelo entre unas temperaturas de 35 a 105 grados centígrados.

La repelencia se realizó en 72 muestras de suelo que se dividen en 24 muestras que fueron secadas a 40°C, 24 muestras a 65°C y 24 muestras a 105°C, de suelo quemado y suelo no quemado, en cada temperatura se realizó doce muestras de suelo quemado y doce de suelo no quemado, en esta investigación se registraron tres tiempos en el que una gota de agua tarda en penetrar la superficie del suelo, para lo cual se tomó el valor más alto entre los tiempos determinados de cada una de las muestras independientemente.

En esta investigación se realizó dos métodos de análisis de repelencia al agua, que corresponden al método WDTP y MED que se detalla a continuación.

4.8.3.1 Repelencia al Agua mediante el Método WDTP

Para determinar la repelencia al agua utilizando el método WDTP (Water Drop Penetration Time), se colocó una gota de agua en la superficie del suelo, tomando el tiempo en que la gota de agua se infiltra completamente en el suelo.

Para determinar los valores de WDTP se muestra la tabla #7

Tabla 7: Clasificación del WDTP propuesta por DEKKER Y JUNGRIUS (1990)

Clase de Repelencia	Nivel de Persistencia de la Repelencia al agua	Valores del WDTP
0	No repelente al agua	< 5
1	Ligeramente repelente al agua	5 - 60
2	Fuertemente repelente al agua	60 - 600
3	Severamente repelente al agua	600 - 3600
4	Extremadamente repelente al agua	> 3600

Fuente: (Jaramillo Jaramillo D. , 2004)

4.8.3.2 Repelencia al Agua mediante el Método MED

Para el método MED (Molarity Ethanol Droplet Test) se preparó varias soluciones de distintas concentraciones de molaridad de etanol, para luego determinar el valor de molaridad con el que una gota de dicha solución de etanol tarde menos de diez segundos en ser infiltrada a la superficie del suelo, todo este método se lo realiza en una caja Petri de vidrio (Ulloa, Pazmiño, Cárdenas, & Arcos, 2014).

En este método se aplicó soluciones de etanol con agua destilada en concentraciones de 0,1 molar y 0,2 molar para determinar el mayor tiempo de repelencia que existe en cada una de las muestras de suelo entre las dos concentraciones.

Para la clasificación de los valores de MED se indica la tabla #8.

Tabla 8: Clasificación de la severidad de la repelencia al agua evaluada por el método MED y expresada como molaridad, propuesta por KING (1981).

Clase de Severidad	Rango de valores del MED (M)
No repelente	0
Repelencia baja	0,2 - 1,0
Repelencia moderada	1,2 - 2,2
Repelencia severa	2,4 - 3,0
Repelencia muy severa	> 3,2

Fuente: (Jaramillo Jaramillo D. , 2004).

Para los dos métodos aplicados se utilizó un gotero para colocar las gotas de agua para asegurar de que su volumen no sea mayor a 0,05 mililitros y a una altura máxima de 1,5 centímetros (Ulloa, Pazmiño, Cárdenas, & Arcos, 2014).

4.8.4 Correlación entre parámetros.

En este estudio se realizó correlaciones entre los parámetros de pH, Conductividad Eléctrica, % de Humedad a 40, 65, 105 grados centígrados y Materia Orgánica, relacionados con la repelencia al agua mediante los métodos WDTP y MED con concentraciones de 0,1 M y 0,2 M por cada mes; para determinar cuál es el parámetro que tiene más relación con la repelencia al agua.

Para determinar la relación entre los parámetros estudiados se aplicó el método de coeficiente de correlación de Pearson. Según Lahura (2003), el coeficiente de correlación se lo interpreta mediante el valor y el signo que se represente de acuerdo a las muestras realizadas, se representa con la letra r que es quien indica la dirección de la relación lineal, en donde si r es positivo (>0) corresponde a una relación directa y si es negativo (<0) a una relación inversa y si ($r=0$) no existe relación lineal entre los parámetros relacionados.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 pH

En la zona en la cual se produjo el incendio, mediante los análisis elaborados en esta investigación se determinó que en este lugar de suelo quemado se evidencian cambios en las características de pH las cuales se analizó mediante una comparación con la zona que no sufrió incendios.

En el mes de mayo se dio un leve aumento de pH del suelo quemado al no quemado, con un valor promedio general de pH en suelo quemado de 6,09 lo que se lo define con un carácter ligeramente ácido según la tabla #5, mientras que en la zona no quemada se obtuvo un promedio general de pH de 5,73 que tiene un carácter medianamente ácido según la tabla #5.

Los datos estadísticos de pH del mes de mayo se muestran en la tabla #9.

Tabla 9: Datos estadísticos de pH correspondientes al mes de Mayo.

	SUELO QUEMADO		SUELO NO QUEMADO	
Promedio	6,09		5,73	
Mediana	6,06		5,75	
DS	0,28		0,13	
Del Total	66,66%	alrededor de 6	91,66%	alrededor de 5
	16,66%	alrededor de 5	8,33%	alrededor de 6

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

En el mes de junio se observó que el pH nuevamente tuvo un leve aumento en la zona quemada con la no quemada, con un valor general en suelo quemado de 6,01 demostrando de igual manera un carácter ligeramente ácido según la tabla #5, los datos obtenidos de pH en suelo no quemado se dan con un valor general de promedio de 5,58 que se lo define medianamente ácido según la tabla #5.

Los datos estadísticos de pH del mes de junio se muestran en la tabla #10.

Tabla 10: Datos estadísticos de pH correspondientes al mes de Junio.

	SUELO QUEMADO		SUELO NO QUEMADO	
Promedio	6,01		5,58	
Mediana	5,85		5,52	
DS	0,48		0,41	
Del Total	25%	alrededor de 6	16,66%	alrededor de 6
	75%	alrededor de 5	75%	alrededor de 5
			8,33%	alrededor de 4

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

En el mes julio se determinó que hubo una disminución pronunciada de pH en los dos tipos de suelo quemado y no quemado. Se obtuvo un leve aumento de pH en la zona de suelo quemado frente a la zona de suelo no quemado, con un valor promedio general de pH de 4,99 que se lo determina como un pH muy fuertemente ácido según la tabla #5, en la zona no quemada se obtuvo un valor promedio general de 4,33 lo que se lo define como extremadamente ácido según la tabla #5.

Los datos estadísticos de pH del mes de julio se muestran en la tabla #11.

Tabla 11: Datos estadísticos de pH correspondientes al mes de Julio.

	SUELO QUEMADO		SUELO NO QUEMADO	
Promedio	4,99		4,33	
Mediana	4,95		4,38	
DS	0,43		0,28	
Del Total	50%	alrededor de 5	83,33%	alrededor de 4
	50%	alrededor de 4	16,66%	alrededor de 3

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Este cambio considerable de pH se debe a que en este mes de julio se dio la presencia de grandes cantidades de lluvia por tiempos más o menos alargados, lo que trajo como consecuencia que el suelo de las zonas de estudio tengan mayor contenido de agua, es decir la humedad de este suelo aumentó. Según lo descrito por García Navarro (2005)

manifiesta que el clima tiene que ver considerablemente en el cambio de pH del suelo, indica que cada factor del clima modifica la composición original de los suelos, si el clima es lluvioso disminuye el pH esto se da generalmente por el lavado que provoca el exceso de agua, en otras palabras, la presencia de mucha lluvia.

El pH del suelo sea ácido, básico o neutro está determinado por la composición natural que da origen al suelo, así como también por la naturaleza de la lluvia o de cualquier tipo de agua que llegue a penetrar el suelo por actividades de las plantas o de los microorganismos presentes en el mismo (GLOBE, 2005).

En el último mes de muestreo de agosto el pH volvió a presentar el aumento de su valor al rango de los promedios de los meses de mayo y junio, de igual manera se observó un leve aumento del pH en suelo quemado comparándolo con el pH del suelo no quemado, en donde se obtuvo un valor promedio general en suelo quemado de 6,05 que se lo caracteriza como ligeramente ácido según la tabla #5, a comparación con el pH de suelo no quemado que tuvo un valor general promedio de 5,94 que lo caracteriza como medianamente ácido según la tabla #5.

Los datos estadísticos de pH del mes de julio se muestran en la tabla #12.

Tabla 12: Datos estadísticos de pH correspondientes al mes de Agosto.

	SUELO QUEMADO		SUELO NO QUEMADO	
Promedio	6,05		5,94	
Mediana	6,26		6,02	
DS	0,6		0,36	
Del Total	75%	alrededor de 6	50%	alrededor de 6
	16,66%	alrededor de 5	50%	alrededor de 5
	8,33%	alrededor de 4		

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Realizando una comparación general del pH en la zona quemada y en la zona no quemada dio como resultado que el pH tiene un ligero aumento en el suelo afectado por incendios en comparación con el pH de la zona no afectada. Según lo descrito por Bodi, Cerda, Solera, & Doerr (2012), mencionan que el fuego hace que el suelo se caliente por lo que sus propiedades físicas y químicas varían, debido a esto se ve un aumento de pH ya que se presencia un aporte de carbonatos, cationes básicos y óxidos que se generan por las cenizas que ocasiona el fuego, la presencia de estas cenizas son las que determinaran el tiempo de recuperación del pH.

El pH se ve afectado tras el incendio producido, ya que aumenta debido a la solubilización de las cenizas por lo que este cambio depende básicamente del tipo de vegetación y de la temperatura que haya alcanzado el lugar, así como también el grado de combustión de la materia vegetal (Mataix Solera & Cerdá , 2009). Los valores de pH del suelo quemado por cada mes se representan en la tabla #13.

Tabla 13: Valores de pH de suelo quemado mensual

Muestras	MAYO pH	JUNIO pH	JULIO pH	AGOSTO pH
Muestra 1	6,71	6,36	5,6	5,59
Muestra 2	5,62	5,97	5,32	5,87
Muestra 3	5,93	5,54	5,54	6,39
Muestra 4	6,43	6,89	5,5	6,43
Muestra 5	5,97	5,67	5,02	6,26
Muestra 6	6,01	5,82	4,81	6,26
Muestra 7	6,15	6,99	4,87	6,33
Muestra 8	5,84	5,72	4,55	6,35
Muestra 9	6,03	5,55	4,48	6,37
Muestra 10	6,17	5,88	5,16	4,29
Muestra 11	6,09	5,81	4,52	6,24
Muestra 12	6,16	5,97	4,47	6,19
PROMEDIO	6,09	6,01	4,99	6,05

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Los valores de pH del suelo no quemado por cada mes se representan en la tabla # 14.

Tabla 14:Valores de pH de suelo no quemado mensual

Muestras	MAYO pH	JUNIO pH	JULIO pH	AGOSTO pH
Muestra 1	5,48	6,2	4,47	5,92
Muestra 2	5,81	6,33	4,76	6,12
Muestra 3	6	5,77	4,38	6,38
Muestra 4	5,75	5,68	4,56	6,37
Muestra 5	5,77	5,32	4,26	6,11
Muestra 6	5,81	5,56	4,65	5,9
Muestra 7	5,61	5,66	4,38	6,1
Muestra 8	5,68	5,47	4,39	5,04
Muestra 9	5,77	5,3	4,18	5,95
Muestra 10	5,66	5,46	4,17	6,08
Muestra 11	5,7	4,76	3,77	5,64
Muestra 12	5,74	5,43	3,99	5,71
PROMEDIO	5,73	5,58	4,33	5,94

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

5.2 Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica se determinó con el pHmetro en donde los resultados obtenidos variaron de suelo quemado y no quemado, siendo la conductividad eléctrica más alta en la zona de suelo que no ha sufrido incendios en comparación con la zona afectada.

Lo mismo que sucedió con el pH se da con la conductividad eléctrica la cual se aumenta por la solubilidad de las cenizas y su incorporación que estas tienen al suelo por medio de la infiltración (Mataix Solera & Cerdá , 2009).

En cuanto a los resultados obtenidos sobre la conductividad eléctrica en el mes de mayo, junio, julio y agosto se obtuvieron mayores resultados en el suelo quemado comparándolo con el suelo no quemado. Los datos estadísticos de conductividad eléctrica del mes de mayo se muestran en la tabla #15.

Tabla 15: Datos estadísticos de Conductividad Eléctrica correspondientes al mes de Mayo.

	SUELO QUEMADO	SUELO NO QUEMADO
Promedio	38,17 (Us)	18,58 (Us)
Mediana	30	17
DS	31,1	4,58

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Los datos estadísticos de conductividad eléctrica del mes de junio se muestran en la tabla #16.

Tabla 16: Datos estadísticos de Conductividad Eléctrica correspondientes al mes de Junio.

	SUELO QUEMADO	SUELO NO QUEMADO
Promedio	47,83 (Us)	40,25 (Us)
Mediana	42,5	30
DS	33,28	22,75

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Los datos estadísticos de conductividad eléctrica del mes de julio se muestran en la tabla #17.

Tabla 17: Datos estadísticos de Conductividad Eléctrica correspondientes al mes de Julio.

	SUELO QUEMADO	SUELO NO QUEMADO
Promedio	27,67 (Us)	22,17 (Us)
Mediana	27	19
DS	8,69	10,47

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Los datos estadísticos de conductividad eléctrica del mes de agosto se muestran en la tabla #18.

Tabla 18: Datos estadísticos de Conductividad Eléctrica correspondientes al mes de Agosto.

	SUELO QUEMADO	SUELO NO QUEMADO
Promedio	38,17 (Us)	30,50 (Us)
Mediana	37,5	28,5
DS	13,02	12,96

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Los valores de conductividad eléctrica en el suelo quemado por cada mes se representan en la tabla #19.

Tabla 19: Distribución mensual de la conductividad eléctrica en suelo quemado

Muestras	MAYO (uS)	JUNIO (uS)	JULIO (uS)	AGOSTO (uS)
Muestra 1	68	53	37	64
Muestra 2	125	44	29	33
Muestra 3	34	55	17	43
Muestra 4	27	21	42	30
Muestra 5	43	47	31	25
Muestra 6	33	35	21	42
Muestra 7	26	27	17	55
Muestra 8	35	43	40	45
Muestra 9	20	148	25	30
Muestra 10	13	42	19	16
Muestra 11	18	28	30	39
Muestra 12	16	31	24	36
PROMEDIO	38,17	47,83	27,67	38,17

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Los valores de conductividad eléctrica en el suelo no quemado por cada mes se representan en la tabla #20.

Tabla 20: Distribución mensual de la conductividad eléctrica en suelo no quemado

Muestras	MAYO (uS)	JUNIO (uS)	JULIO (uS)	AGOSTO (uS)
Muestra 1	25	65	46	40
Muestra 2	16	32	18	18
Muestra 3	16	27	14	26
Muestra 4	16	25	20	51
Muestra 5	22	54	20	48
Muestra 6	18	28	10	29
Muestra 7	19	26	15	12
Muestra 8	29	27	14	28
Muestra 9	14	46	17	20
Muestra 10	17	32	26	17
Muestra 11	17	99	34	32
Muestra 12	14	22	32	45
PROMEDIO	18,58	40,25	22,17	30,50

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

5.3 Humedad

Los valores de humedad varían debido a que fueron sometidos a diferentes temperaturas, las cuales fueron de 40°C en los meses de mayo, junio, julio y agosto y a una temperatura de 65 y 105°C por los meses de junio, julio y agosto.

El motivo por el que se aplicó dos temperaturas más de 65 y 105 grados centígrados en los meses de junio julio y agosto fue debido a que a la temperatura de 40 grados centígrados no se logró obtener resultados notorios en el análisis de repelencia, ya que esta depende del porcentaje de humedad que tienen las muestras.

Tiene que ver también en esta variación de la humedad el clima de la zona de muestreo, ya que en algunos meses existió la presencia de abundantes lluvias y en otros estaba menos lluvioso y la humedad tuvo variaciones. Los valores del porcentaje de humedad a una temperatura de 40°C de suelo quemado por cada mes se representan en la tabla #21.

Tabla 21: Determinación mensual del porcentaje de humedad en suelo quemado a 40 °C

	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	% Humedad (40 °C)	% Humedad (40°C)	% Humedad (40°C)	% Humedad (40°C)
Muestra 1	14,54	34,51	39,08	28,88
Muestra 2	16,99	33,09	41,08	26,40
Muestra 3	17,95	39,21	32,77	38,58
Muestra 4	19,69	34,47	32,81	27,47
Muestra 5	20,58	35,42	32,85	17,00
Muestra 6	16,56	42,22	40,26	38,10
Muestra 7	14,37	34,93	41,55	54,97
Muestra 8	19,03	35,63	41,26	49,22
Muestra 9	13,34	31,35	32,71	49,53
Muestra 10	19,07	39,69	40,42	43,58
Muestra 11	16,35	35,84	31,58	47,40
Muestra 12	19,61	40,13	38,28	49,04

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Los valores del porcentaje de humedad a una temperatura de 40 grados centígrados de suelo no quemado por cada mes se representan en la tabla #22.

Tabla 22: Determinación mensual del porcentaje de humedad en suelo no quemado a 40 °C

	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	% Humedad (40°C)	% Humedad (40°C)	% Humedad (40°C)	% Humedad (40°C)
Muestra 1	18,57	73,18	40,09	61,22
Muestra 2	20,58	47,02	39,54	51,54
Muestra 3	19,68	43,90	43,79	51,79
Muestra 4	23,70	49,13	49,81	51,95
Muestra 5	25,65	64,11	42,21	46,04
Muestra 6	19,96	50,13	44,27	48,80
Muestra 7	18,52	48,28	42,49	35,48
Muestra 8	22,48	86,78	46,48	40,22
Muestra 9	17,39	47,15	68,78	31,23
Muestra 10	23,59	49,40	37,87	45,42
Muestra 11	18,86	54,72	34,12	27,37
Muestra 12	21,58	48,47	38,86	38,38

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Los valores del porcentaje de humedad a una temperatura de 65 grados centígrados de suelo quemado por cada mes se representan en la tabla #23.

Tabla 23 :Determinación mensual del porcentaje de humedad en suelo quemado a 65 °C

	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	% Humedad (65 °C)	% Humedad (65°C)	% Humedad (65°C)
Muestra 1	34,10	43,46	29,92
Muestra 2	35,79	42,19	35,28
Muestra 3	38,69	34,73	39,99
Muestra 4	34,24	33,54	32,11
Muestra 5	20,61	33,55	18,77
Muestra 6	40,00	39,21	39,47
Muestra 7	36,96	41,30	38,46

Muestra 8	36,18	41,62	39,05
Muestra 9	28,95	35,09	34,42
Muestra 10	39,35	39,85	42,84
Muestra 11	36,43	34,09	28,07
Muestra 12	39,82	36,75	32,52

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Los valores del porcentaje de humedad a una temperatura de 65 grados centígrados de suelo no quemado por cada mes se representan en la tabla #24.

Tabla 24: Determinación mensual del porcentaje de humedad en suelo no quemado a 65 °C

	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	% Humedad (65 °C)	% Humedad (65°C)	% Humedad (65°C)
Muestra 1	72,00	75,60	61,25
Muestra 2	50,07	23,65	52,87
Muestra 3	43,75	63,66	49,66
Muestra 4	48,13	49,17	51,67
Muestra 5	61,04	74,35	48,37
Muestra 6	48,81	57,51	51,55
Muestra 7	48,78	39,99	55,33
Muestra 8	41,32	48,83	50,82
Muestra 9	53,18	86,82	38,15
Muestra 10	50,04	49,76	51,75
Muestra 11	58,14	66,35	51,30
Muestra 12	50,33	49,63	65,96

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Los valores del porcentaje de humedad a una temperatura de 105 grados centígrados de suelo quemado por cada mes se representan en la tabla #25.

Tabla 25: Determinación mensual del porcentaje de humedad en suelo quemado a 105 °C

	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	% Humedad (105°C)	% Humedad (105°C)	% Humedad (105°C)
Muestra 1	34,6	43,7	30,9
Muestra 2	33,8	42,8	39,0
Muestra 3	39,5	36,1	40,2
Muestra 4	34,9	34,9	33,8
Muestra 5	27,3	35,7	18,3
Muestra 6	51,1	40,0	40,9
Muestra 7	35,6	41,9	39,8
Muestra 8	36,3	43,2	40,6
Muestra 9	30,0	34,0	37,8
Muestra 10	40,9	40,8	46,3
Muestra 11	36,7	35,1	38,1
Muestra 12	39,7	38,7	30,7

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Los valores del porcentaje de humedad a una temperatura de 105 grados centígrados de suelo no quemado por cada mes se representan en la tabla #26.

Tabla 26: Determinación mensual del porcentaje de humedad en suelo no quemado a 105 °C

	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	% Humedad (105°C)	% Humedad (105°C)	% Humedad (105°C)
Muestra 1	72,75	53,55	61,06
Muestra 2	47,88	16,49	55,31
Muestra 3	47,49	18,70	53,39
Muestra 4	49,03	45,62	53,54
Muestra 5	61,20	78,30	51,25
Muestra 6	50,75	40,26	53,66
Muestra 7	49,51	35,24	56,50
Muestra 8	19,82	60,79	52,63
Muestra 9	47,60	19,05	50,92
Muestra 10	49,49	35,62	42,39
Muestra 11	58,52	7,55	50,55
Muestra 12	48,67	22,15	52,19

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

5.4 Materia Orgánica

En cuanto a la materia orgánica se notó cambios en la zona afectada por incendios (lo cual se pudo determinar al momento de realizar la comparación de la materia orgánica en la zona no afectada al realizar los análisis de laboratorio, los cuales fueron elaborados en los laboratorios de la entidad Agrocalidad ubicada en el Valle de Tumbaco; se realizó el análisis de cinco muestras de suelo quemado y cinco muestras de suelo no quemado, las cuales fueron elegidas de manera ordenada es decir, de las 12 muestras se tomó la muestra número dos, cuatro, seis, ocho y diez en los dos tipos de suelos, que fueron las mismas durante los cuatro meses obteniendo un promedio de cada zona para realizar la comparación.

En el mes de mayo el promedio de materia orgánica en la zona quemada es menor comparándolo con el promedio de la zona no quemada, en las dos zonas el contenido de materia orgánica es alto según la tabla #6.

Los datos estadísticos de materia orgánica del mes de mayo se muestran en la tabla #27.

Tabla 27: Datos estadísticos de Materia Orgánica correspondientes al mes de Mayo.

	SUELO QUEMADO	SUELO NO QUEMADO
Promedio	13,56%	14,75%
Mediana	14,29	14,79
DS	1,53	1,87

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

En junio se obtuvo un valor medianamente bajo de materia orgánica en la zona quemada con respecto a la zona no quemada, el contenido de materia orgánica en las dos zonas es alto según la tabla #6.

Los datos estadísticos de materia orgánica del mes de junio se muestran en la tabla #28.

Tabla 28: Datos estadísticos de Materia Orgánica correspondientes al mes de Junio.

	SUELO QUEMADO	SUELO NO QUEMADO
Promedio	12,01%	16,20%
Mediana	11,21	13,31
DS	2,39	6,39

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

En el mes de julio en la zona afectada por incendios se obtuvo una ligera baja en el porcentaje de materia orgánica, comparándolo con el valor general promedio de la zona no afectada, en las dos zonas se define con una carga de materia orgánica alta según la tabla #6.

Los datos estadísticos de materia orgánica del mes de julio se muestran en la tabla #28.

Tabla 29: Datos estadísticos de Materia Orgánica correspondientes al mes de Julio.

	SUELO QUEMADO	SUELO NO QUEMADO
Promedio	12,37%	13,92%
Mediana	12,57	13,07
DS	1,43	2,06

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

En el último mes de muestreo agosto, en la zona afectada por incendios se obtuvo una pequeña disminución en el porcentaje de materia orgánica comparado con la zona no afectada, comparándolo con el valor de la zona no afectada, que corresponde a una carga de materia orgánica alta en las dos zonas según la tabla #6.

Los datos estadísticos de materia orgánica del mes de agosto se muestran en la tabla #30.

Tabla 30: Datos estadísticos de Materia Orgánica correspondientes al mes de Agosto.

	SUELO QUEMADO	SUELO NO QUEMADO
Promedio	15,07%	17,82%
Mediana	15,43	19,45
DS	1,49	3,73

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Debido a la propagación e intensidad del fuego en el suelo se genera la eliminación de la cubierta vegetal o materia orgánica, sin embargo, después del incendio quedan resultados de restos de semillas y raíces que son las que van a permitir que la vegetación tenga una pronta recuperación (Mataix Solera & Cerdá , 2009).

Los valores del porcentaje de materia orgánica en el suelo quemado por cada mes se representan en la tabla #31.

Tabla 31: Porcentaje de materia orgánica mensual en suelo quemado

Muestras	MAYO Materia Orgánica	JUNIO Materia Orgánica	JULIO Materia Orgánica	AGOSTO Materia Orgánica
Muestra 1	14,29	10,24	10,36	15,43
Muestra 2	13,27	9,62	13,64	14,02
Muestra 3	10,99	15,25	13,74	16,33
Muestra 4	14,74	11,21	12,57	13,08
Muestra 5	14,49	13,73	11,56	16,5
PROMEDIO	13,56	12,01	12,37	15,07

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Los valores del porcentaje de materia orgánica en el suelo no quemado por cada mes se representan en la tabla #32.

Tabla 32: Porcentaje de materia organica mensual en suelo no quemado

Muestras	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
	Materia Orgánica	Materia Orgánica	Materia Orgánica	Materia Orgánica
Muestra 1	14,06	13,31	15,38	21,09
Muestra 2	13,57	11,56	12,73	19,55
Muestra 3	15,52	15,56	11,7	17,44
Muestra 4	12,97	27,35	16,72	19,45
Muestra 5	17,64	13,24	13,07	11,57
PROMEDIO	14,75	16,20	13,92	17,82

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

5.5 Repelencia

Para los resultados de repelencia se realizó en los cuatro meses de muestreo, tanto de forma de análisis IN SITU como de análisis en laboratorio experimental.

De manera IN SITU en todos los meses de análisis se determinó que en el suelo de las zonas de estudio de suelo quemado y no quemado no hubo repelencia al agua, ya que por el método de WDTP el tiempo que se demoró la gota de agua en infiltrarse al suelo fue de menos de un segundo, por este motivo no se tomó estos valores de tiempo ya que eran muy pequeños para poder realizar el análisis.

En el análisis de laboratorio experimental, en el mes de mayo se realizó el secado de la muestra solamente a una temperatura de 40 grados centígrados, los resultados obtenidos no fueron los adecuados, debido a que todas las muestras fueron no repelentes al agua tanto en el suelo quemado como en el no quemado, dificultando la comparación entre los dos tipos de suelos; por este motivo se decidió bibliográficamente someter las muestras a dos temperaturas más aparte de la de 40 grados centígrados de los dos tipos de suelo correspondientes a los meses de junio, julio y agosto, estas temperaturas fueron de 65 y

otra de 105 grados centígrados y de esta manera se obtuvo cambios considerables en la repelencia.

Según lo descrito por Jaramillo Jaramillo D. F. (2011) menciona que el secado de las muestras aumenta considerablemente el grado de repelencia al agua del suelo. Es por eso que en nuestra investigación sometimos a las muestras de suelo a temperaturas más altas que la de 40 grados centígrados con las que se inició en un principio.

En el mes de mayo, junio y julio en el suelo quemado a una temperatura de 40 grados centígrados se determinó que el 100% de las muestras de suelo analizadas no son repelentes al agua, pero el mes de agosto el 8,33% de las muestras fue ligeramente repelente al agua, obteniendo el 91,66% como suelo no repelente al agua. Según la tabla #7 que representa al método WDTP se determinó el nivel de repelencia al agua de cada muestra.

Los valores repelencia al agua por el método WDTP a 40°C en el suelo quemado por cada mes se representan en la tabla #33.

Tabla 33: Determinación mensual de la repelencia en suelo quemado a 40 °C, mediante el método WDTP

	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	Repelencia (40°C)	Repelencia (40°C)	Repelencia (40°C)	Repelencia (40°C)
Muestra 1	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 2	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 3	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 4	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 5	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 6	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 7	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 8	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua

Muestra 9	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 10	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 11	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 12	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

En el mes de mayo, julio y agosto en el suelo no quemado a una temperatura de 40 grados centígrados se determinó que el 100% de las muestras de suelo analizadas no son repelentes al agua, pero el mes de junio se determinó que el 8,33% de las muestras fue ligeramente repelente al agua, con un valor de 91,66% de muestras no repelentes al agua.

Los valores repelencia al agua por el método WDTP a 40°C en el suelo no quemado por cada mes se representan en la tabla #34.

Tabla 34: Determinación mensual de la repelencia en suelo no quemado a 40 °C, mediante el método WDTP

	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	Repelencia (40°C)	Repelencia (40°C)	Repelencia (40°C)	Repelencia (40°C)
Muestra 1	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 2	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 3	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 4	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 5	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 6	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 7	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 8	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 9	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 10	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 11	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 12	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Dekker (1998) mencionó que el grado de hidrofobicidad varia cuando las muestras son sometidas a diferentes temperaturas de secado, esto observó al momento de secar las muestras de una temperatura de 25 grados centígrados a una temperatura de 65 grados centígrados. En nuestra investigación corroboramos la afirmación de este autor, ya que sometimos las muestras a mayor temperatura y aumentó la repelencia en las mismas, las temperaturas a las que secamos las muestras fue de 40 grados centígrados a 65 grados centígrados en donde se observó el aumento de repelencia.

En el mes de junio en suelo quemado a una temperatura de 65 grados centígrados se determinó que el 100% de las muestras de suelo analizadas no son repelentes al agua, a diferencia de los meses de julio y agosto que se determinó que el 8,33% de las muestras estudiadas de cada mes fueron ligeramente repelente al agua. Los valores repelencia al agua por el método WDTP a 65°C en el suelo quemado por cada mes se representan en la tabla #35.

Tabla 35: Determinación mensual de la repelencia en suelo quemado a 65°C, mediante el método WDTP

	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	Repelencia (65°C)	Repelencia (65°C)	Repelencia (65°C)
Muestra 1	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 2	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 3	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 4	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 5	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 6	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 7	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 8	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 9	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 10	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 11	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 12	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

En el mes de julio en suelo no quemado a una temperatura de 65 grados centígrados se determinó que el 100% de las muestras de suelo analizadas no son repelentes al agua, mientras que en el mes de junio existió cambios que corresponden a que el 25% de las muestras analizadas es ligeramente repelente al agua, el 8,33% del total de las muestras fue fuertemente repelente al agua y el 66,66% fueron muestras no repelentes al agua, por último en el mes de agosto que se determinó que el 50% del total de las muestras fueron ligeramente repelente al agua y el otro 50% fueron muestras no repelentes al agua.

Los valores repelencia al agua por el método WDTP a 65°C en el suelo no quemado por cada mes se representan en la tabla #36.

Tabla 36: Determinación mensual de la repelencia en suelo no quemado a 65°C, mediante el método WDTP

	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	Repelencia (65°C)	Repelencia (65°C)	Repelencia (65°C)
Muestra 1	Ligeramente repelente al agua	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 2	No repelente al agua	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 3	No repelente al agua	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 4	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 5	Ligeramente repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 6	No repelente al agua	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 7	Fuertemente repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 8	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 9	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 10	No repelente al agua	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 11	Ligeramente repelente al agua	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 12	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

En el mes de julio a una temperatura de 105 grados centígrados tanto para el suelo quemado como para el no quemado comparado con el mes de junio y agosto se observó

que la repelencia disminuyó considerablemente haciendo que el suelo se vuelva extremadamente hidrofílico, es decir no repelente. Según Lahuate & Recalde (2015) citados por Carrera Andrango (2017) debido a que la mayoría de las muestras no superan los tres segundos se lo considera suelo hidrofílico lo que se debe a que el clima del lugar en donde se recogió las muestras fue de mucha lluvia con alto contenido de humedad.

En la investigación de Regalado , Ritter, Socorro, & Pérez Buenafuente (2005) para la determinación de la repelencia, al momento de secar las muestras utilizaron temperaturas de 60 y de 105 grados centígrados en donde determinaron que se produjo un aumento de repelencia a la temperatura de 105 grados centígrados en comparación a la de menor temperatura de 60 grados centígrados. Lo mismo que ocurrió en nuestro caso de estudio ya que al momento de secar la muestra a 65 grados centígrados se obtuvo menor repelencia comparado con el secado a 105 grados centígrados, en donde la repelencia aumentó.

En el mes de junio en suelo quemado a una temperatura de 105 grados centígrados se determinó que el 16,66% de todas las muestras de suelo analizadas son ligeramente repelentes al agua y el 83,33% del total de las muestras fueron no repelentes al agua, mientras que en los meses de julio y agosto se determinó que el 25% de todas las muestras estudiadas de cada mes fueron ligeramente repelentes al agua, el 8,33% fueron fuertemente repelentes al agua y el 66,66% del total de las muestras de suelo de cada mes fueron no repelentes al agua.

Los valores repelencia al agua por el método WDTP a 105°C en el suelo quemado por cada mes se representan en la tabla #37.

Tabla 37: Determinación mensual de la repelencia en suelo quemado a 105 °C, mediante el método WDTP

	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	Repelencia (105°C)	Repelencia (105°C)	Repelencia (105°C)
Muestra 1	Ligeramente repelente al agua	Ligeramente repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 2	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 3	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 4	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 5	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 6	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 7	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 8	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 9	Ligeramente repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 10	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 11	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 12	No repelente al agua	Fuertemente repelente al agua	Fuertemente repelente al agua

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

En el mes de julio en suelo no quemado a una temperatura de 105 grados centígrados se determinó que el 100% del total de las muestras analizadas no son repelentes al agua, a diferencia de los meses de junio y agosto, en donde en el mes de junio se determinó que el 33,33% del total de las muestras son severamente repelentes al agua, el 16,66% son ligeramente repelentes al agua y otro 16,66% son fuertemente repelentes al agua y el restante que corresponde al 33,33% son suelos no repelentes al agua, en el mes de agosto se determinó que el 25% del total de las muestras fueron fuertemente repelente al agua, el 58,33% del total de las muestras fueron ligeramente repelentes al agua y el restante de 16,66% fueron muestras no repelentes al agua.

Los valores repelencia al agua por el método WDTP a 105°C en el suelo no quemado por cada mes se representan en la tabla #38.

Tabla 38: Determinación mensual de la repelencia en suelo no quemado a 105 °C, mediante el método WDTP

	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	Repelencia (105°C)	Repelencia (105°C)	Repelencia (105°C)
Muestra 1	Severamente repelente al agua	No repelente al agua	Fuertemente repelente al agua
Muestra 2	Ligeramente repelente al agua	No repelente al agua	Fuertemente repelente al agua
Muestra 3	No repelente al agua	No repelente al agua	Fuertemente repelente al agua
Muestra 4	Fuertemente repelente al agua	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 5	Severamente repelente al agua	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 6	No repelente al agua	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 7	No repelente al agua	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 8	Severamente repelente al agua	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 9	No repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 10	Ligeramente repelente al agua	No repelente al agua	No repelente al agua
Muestra 11	Severamente repelente al agua	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua
Muestra 12	Fuertemente repelente al agua	No repelente al agua	Ligeramente repelente al agua

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

En el análisis realizado mediante el método MED se presentan únicamente los resultados de la concentración 0,2 M ya que en los resultados obtenidos con la concentración 0,1 M la gota de solución de etanol tardó más tiempo en penetrar la superficie del suelo comparado con la concentración de 0,2 M.

Se aplicó la concentración de 0,2 molar a 40 grados centígrados en suelo quemado, donde se obtuvo que en los meses de mayo junio, y agosto el 100% del total de las muestras fueron no repelentes, y en el mes de julio se determinó que el 50% del total de las muestras obtuvo repelencia baja y el otro 50% no tuvo repelencia al agua.

Los valores repelencia al agua por el método MED 0.2 M a 40°C en el suelo quemado por cada mes se representan en la tabla #39.

Tabla 39: Determinación mensual de la repelencia en suelo quemado a 40 °C, mediante el método MED 0,2 molar

	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	Repelencia (40°C)	Repelencia (40°C)	Repelencia (40°C)	Repelencia (40°C)
Muestra 1	No repelente	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 2	No repelente	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 3	No repelente	No repelente	Repelencia baja	No repelente
Muestra 4	No repelente	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 5	No repelente	No repelente	Repelencia baja	No repelente
Muestra 6	No repelente	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 7	No repelente	No repelente	Repelencia baja	No repelente
Muestra 8	No repelente	No repelente	Repelencia baja	No repelente
Muestra 9	No repelente	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 10	No repelente	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 11	No repelente	No repelente	Repelencia baja	No repelente
Muestra 12	No repelente	No repelente	No repelente	No repelente

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Para el suelo no quemado en los meses de mayo y agosto las muestras presentaron que el 100% no fueron repelentes al agua, en junio el 8,33% representa la cantidad de muestras con repelencia baja y el 91,66% son muestras de suelo que no son repelentes al agua, para el mes de julio se obtuvo que el 33,33% de las muestras tuvieron repelencia baja y el 66,66 no fueron repelentes al agua.

Los valores repelencia al agua por el método MED 0.2 M a 40°C en el suelo no quemado por cada mes se representan en la tabla #40.

Tabla 40: Determinación mensual de la repelencia en suelo no quemado a 40 °C, mediante el método MED 0,2 molar

	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	Repelencia (40°C)	Repelencia (40°C)	Repelencia (40°C)	Repelencia (40°C)
Muestra 1	No repelente	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 2	No repelente	No repelente	Repelencia baja	No repelente
Muestra 3	No repelente	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 4	No repelente	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 5	No repelente	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 6	No repelente	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 7	No repelente	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 8	No repelente	Repelencia baja	No repelente	No repelente
Muestra 9	No repelente	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 10	No repelente	No repelente	Repelencia baja	No repelente
Muestra 11	No repelente	No repelente	Repelencia baja	No repelente
Muestra 12	No repelente	No repelente	Repelencia baja	No repelente

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

En el suelo quemado en los meses de junio y agosto se determinó que el 100% de las muestras estudiadas corresponden a suelo no repelente al agua, mientras que para el mes de julio el 8,33% de las muestras presentan repelencia baja, y el 91,66% no son repelentes al agua.

Los valores repelencia al agua por el método MED 0.2 M a 65°C en el suelo quemado por cada mes se representan en la tabla #41.

Tabla 41: Determinación mensual de la repelencia en suelo quemado a 65 °C, mediante el método MED 0,2 molar

	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	Repelencia (65°C)	Repelencia (65°C)	Repelencia (65°C)
Muestra 1	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 2	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 3	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 4	No repelente	No repelente	No repelente

Muestra 5	No repelente	Repelencia baja	No repelente
Muestra 6	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 7	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 8	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 9	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 10	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 11	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 12	No repelente	No repelente	No repelente

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

En el suelo no quemado en el mes de junio el 66,66% de las muestras analizadas obtuvieron repelencia baja y el 33,33% fueron no repelentes, en julio el 8,33% del total de las muestras tuvieron repelencia baja y el 91,66 restante fueron no repelentes, y en el mes de agosto se determinó que del total de las muestras analizadas el 100% corresponden a suelo no repelente al agua. Los valores repelencia al agua por el método MED 0.2 M a 65°C en el suelo no quemado por cada mes se representan en la tabla #42.

Tabla 42: Determinación mensual de la repelencia en suelo no quemado a 65 °C, mediante el método MED 0,2 molar

	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	Repelencia (65°C)	Repelencia (65°C)	Repelencia (65°C)
Muestra 1	Repelencia baja	No repelente	No repelente
Muestra 2	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 3	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 4	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 5	Repelencia baja	No repelente	No repelente
Muestra 6	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 7	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 8	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 9	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 10	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 11	No repelente	Repelencia baja	No repelente
Muestra 12	No repelente	No repelente	No repelente

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

En suelo quemado a una temperatura de 105 grados centígrados para el mes de junio se determinó que el 8,33% del total de las muestras de suelo tienen una repelencia baja y el 91,66% son no repelentes al agua, mientras que en el mes de agosto y julio el 100% de las muestras estudiadas fueron no repelentes al agua.

Los valores repelencia al agua por el método MED 0.2 M a 105°C en el suelo quemado por cada mes se representan en la tabla #43.

Tabla 43: Determinación mensual de la repelencia en suelo quemado a 105 °C, mediante el método MED 0,2 molar

	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	Repelencia (105°C)	Repelencia (105°C)	Repelencia (105°C)
Muestra 1	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 2	Repelencia baja	No repelente	No repelente
Muestra 3	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 4	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 5	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 6	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 7	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 8	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 9	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 10	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 11	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 12	No repelente	No repelente	No repelente

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

En suelo no quemado para el mes de junio se obtuvo que el 25% de las muestras presentan baja repelencia al agua y el 75% del restante de las muestras fueron no repelentes, en julio el 16,66% de las muestras tuvieron una repelencia baja, y el 83,33% fueron no repelentes, en el último mes de agosto el 50% del total de las muestras presento repelencia baja y el otro 50% fue no repelente.

Los valores repelencia al agua por el método MED 0.2 M a 105°C en el suelo no quemado por cada mes se representan en la tabla #44.

Tabla 44: Determinación mensual de la repelencia en suelo no quemado a 105 °C, mediante el método MED 0,2 molar

	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Muestras	Repelencia (105°C)	Repelencia (105°C)	Repelencia (105°C)
Muestra 1	Repelencia baja	No repelente	Repelencia baja
Muestra 2	No repelente	No repelente	Repelencia baja
Muestra 3	No repelente	No repelente	Repelencia baja
Muestra 4	No repelente	No repelente	Repelencia baja
Muestra 5	Repelencia baja	No repelente	No repelente
Muestra 6	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 7	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 8	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 9	No repelente	No repelente	No repelente
Muestra 10	No repelente	No repelente	Repelencia baja
Muestra 11	Repelencia baja	Repelencia baja	No repelente
Muestra 12	No repelente	Repelencia baja	No repelente

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

5.6 Correlación

A una temperatura de 40 grados centígrados en suelo quemado, se determina que existe correlación entre el parámetro de Conductividad Eléctrica y la Repelencia al agua con Agua Destilada, en donde se obtuvo más predominancia en el mes de mayo con un valor de r de 0,931 de correlación entre ambos, es decir una correlación positiva. Ver en tabla #45.

Tabla 45: Correlación de parámetros a una temperatura de 40°C Suelo Quemado

	CORRELACIÓN WDTP	CORRELACIÓN MED 0,1 M	CORRELACIÓN MED 0,2 M
pH			
Mayo	-0,504074886	-0,496844543	-
Junio	-0,028689127	-	-
Julio	0,528345374	0,104458956	-0,176567863
Agosto	-0,191922706	-0,233294517	-
Conductividad Eléctrica			
Mayo	0,930884402	0,91529494	-
Junio	-0,036278821	-	-
Julio	0,379236371	0,480769848	-0,06772078
Agosto	0,492871146	0,623350947	-
% Humedad 40°C			
Mayo	-0,055354142	-0,126435215	-
Junio	-0,320998527	-	-
Julio	0,136760881	-0,278276679	-0,227030903
Agosto	-0,473104216	-0,260262059	-
Materia Orgánica			
Mayo	0,386298109	0,348006964	-
Junio	-0,413163645	-	-
Julio	-0,532492463	0,465333703	0,076404482
Agosto	-	-	-

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Para una temperatura de 65 grados centígrados en suelo quemado, dio como resultado una relación entre el parámetro de Conductividad Eléctrica y Repelencia con Agua Destilada dando un valor de r de 0,75 que corresponde a una relación positiva, en el mes de junio.

Ver en la tabla #46.

Tabla 46: Correlación de parámetros a una temperatura de 65°C Suelo Quemado

	CORRELACIÓN WDTP	CORRELACIÓN MED 0,1 M	CORRELACIÓN MED 0,2 M
pH			
Junio	-0,298684893	-	-
Julio	0,019487791	-0,28562088	0,024227354
Agosto	-0,04632524	-0,235168001	-
Conductividad Eléctrica			
Junio	0,750101042	-	-
Julio	0,128507911	0,246274698	0,120797969
Agosto	0,154469551	0,621450047	-
% Humedad 65°C			
Junio	-0,211793542	-	-
Julio	-0,365538311	-0,23765509	-0,372765156
Agosto	-0,78267132	-0,219226377	-
Materia Orgánica			
Junio	-0,165733277	-	-
Julio	0,191926281	0,076404482	-
Agosto	-0,395932601	-0,749712682	-

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

A una temperatura de 105 grados centígrados en suelo quemado, la correlación existió entre el parámetro de Conductividad Eléctrica con la Repelencia al Agua mediante Agua Destilada y 0,1 M; con valores de r de 0,62 para las dos variables en el mes de agosto, teniendo una relación positiva. Ver en la tabla #47.

Tabla 47: Correlación de parámetros a una temperatura de 105°C Suelo Quemado

	CORRELACIÓN WDTP	CORRELACIÓN MED 0,1 M	CORRELACIÓN MED 0,2 M
pH			
Junio	0,044917137	-0,135833404	-0,028689127
Julio	-0,378886955	0,037113481	-
Agosto	-0,222443874	-0,231096094	-
Conductividad Eléctrica			
Junio	0,403409319	0,49199231	-0,036278821
Julio	-0,069144405	0,462621002	-
Agosto	0,623926073	0,621304154	-
% Humedad 105°C			
Junio	-0,14876807	0,084682889	-0,152815321
Julio	-0,045738355	-0,612296789	-
Agosto	-0,275352343	-0,26777846	-
Materia Orgánica			
Junio	0,387126391	0,280169296	-0,413163645
Julio	0,176758161	0,493510584	-
Agosto	-0,395932601	-	-

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Las correlaciones que se obtuvieron en esta investigación entre los parámetros estudiados no han sido documentadas bibliográficamente, sin embargo, puede deberse al aumento de concentración de sales en el suelo por efecto del secado y de la quema del suelo.

En suelo no quemado a la misma temperatura, existe una relación en el mes de junio entre el parámetro de Materia Orgánica y la Repelencia al Agua con una concentración de 0,2 M; dando como resultado un valor de r de 0,97 que tiende a ser positiva. Sin embargo, existe otra correlación también significativa en el mismo mes entre el parámetro de Humedad a 40° C y la Repelencia al Agua con 0,2 M con un valor de r de 0,77 entre ambos, siendo de igual manera una relación positiva. Ver en la tabla #48.

Tabla 48: Correlación de parámetros a una temperatura de 40°C Suelo No Quemado

	CORRELACIÓN WDTP	CORRELACIÓN MED 0,1 M	CORRELACIÓN MED 0,2 M
pH			
Mayo	-0,2249817	0,01235958	-
Junio	0,397906095	0,119531751	-0,082806579
Julio	-0,019046499	-0,266650991	-0,47432243
Agosto	0,070156877	0,153775716	-
Conductividad Eléctrica			
Mayo	0,178453495	0,093859525	-
Junio	0,447165573	0,267295801	-0,183429075
Julio	-0,002810553	0,14895929	0,404800785
Agosto	-0,057684463	-0,303623819	-
% Humedad 40°C			
Mayo	0,376793124	0,253209724	-
Junio	0,451496401	0,327590155	0,767270709
Julio	-0,424664639	-0,439811152	-0,475780653
Agosto	0,301438067	0,23754489	-
Materia Orgánica			
Mayo	0,416490998	-	-
Junio	-	-0,259262665	0,974946579
Julio	-0,758396088	-0,128268618	0,134903202
Agosto	0,462024765	0,490526293	-

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

En suelo no quemado a la misma temperatura se evidenció correlación entre los parámetros de Humedad a 65°C y Repelencia al Agua con 0,1 M con un valor de r de 0,84; seguida de una concentración de 0,2 M con un valor de r de 0,76 demostrando tener una relación positiva, esto en el mes de junio. Ver en la tabla #49.

Tabla 49: Correlación de parámetros a una temperatura de 65°C Suelo No Quemado

	CORRELACIÓN WDTP	CORRELACIÓN MED 0,1 M	CORRELACIÓN MED 0,2 M
pH			
Junio	0,065746853	0,422233533	0,47518237
Julio	-0,025095966	0,26047103	-0,634190334
Agosto	0,248096746	-0,404864966	-
Conductividad Eléctrica			
Junio	-0,053843001	0,386935588	0,342631668
Julio	0,004443874	-0,065173757	0,355948979
Agosto	-0,183264077	-0,099688536	-
% Humedad 65°C			
Junio	0,061486718	0,836277517	0,758331086
Julio	-0,191358682	-0,144264282	0,167823397
Agosto	0,253060856	0,189021541	-
Materia Orgánica			
Junio	-0,53835938	-	-
Julio	-0,322318337	-0,322318337	-
Agosto	-0,063324903	0,553614356	-

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

A la misma temperatura en suelo no quemado, existió una correlación entre los parámetros de Materia Orgánica con la Repelencia al Agua a una concentración de 0,1 M con un valor de r de 0,97; dando como respuesta una relación positiva en el mes de junio, sin embargo, también se presentó una relación significativa con el parámetro de Humedad a 105°C con un valor de r de 0,75 en el mes de agosto. Ver en la tabla #50.

Tabla 50: Correlación de parámetros a una temperatura de 105°C Suelo No Quemado

	CORRELACIÓN WDTP	CORRELACIÓN MED 0,1 M	CORRELACIÓN MED 0,2 M
pH			
Junio	-0,451185248	-0,387364261	-0,359895441
Julio	-0,447239801	-0,385044131	-0,75588451
Agosto	0,204106447	0,236874506	0,562795098
Conductividad Eléctrica			
Junio	0,607291079	0,670646165	0,458593231
Julio	0,239620654	0,295788588	0,483341516
Agosto	-0,04015786	0,010895844	-0,006808605
% Humedad 105°C			
Junio	0,043744932	0,056249939	0,387030756
Julio	-0,346341739	-0,210580689	-0,475779082
Agosto	0,614620463	0,751691075	0,072129318
Materia Orgánica			
Junio	0,852618039	0,974552034	-0,406213163
Julio	-0,508778282	-	-
Agosto	0,552026214	0,733266329	-0,153101315

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Esta correlación entre Materia Orgánica y Repelencia aparece solamente en algunas investigaciones ya que en otras se puede apreciar que no existe una correlación determinada.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La presencia del fuego en la zona afectada generó un aumento de pH y conductividad eléctrica en comparación con la zona no afectada, mientras que el % humedad y la materia orgánica disminuyó en la zona afectada en comparación con la zona no afectada.
- En el análisis in situ se determinó que el 100 % de las muestras de suelo quemado y no quemado se catalogaron como no repelentes al agua, ya que los tiempos obtenidos mediante el análisis WDTP fueron menores a 1 segundo, siendo catalogados suelos no repelentes.
- Durante la investigación, se observó que la repelencia al agua tanto en el suelo quemado como en el suelo no quemado no presentaron repelencia alguna, cuando las muestras fueron secadas a una temperatura inicial de 40°C, por lo que se aumentaron temperaturas de 65°C y 105°C bibliográficamente respaldadas, obteniendo como resultado un ligero aumento de repelencia a una temperatura de 65°C y a 105°C se dieron resultados mayores de repelencia en los dos tipos de suelo.
- En las muestras extraídas de suelo quemado se observó que existe una mayor correlación entre los parámetros de conductividad eléctrica y repelencia al agua aplicando el método WDTP, esta relación se presentó en las tres temperaturas aplicadas en la investigación.

- En la zona de suelo no quemado, las muestras analizadas tuvieron una correlación entre los parámetros de materia orgánica y % humedad con repelencia al agua, aplicadas para las tres temperaturas todas en el mes de junio.
- En el trabajo realizado se pudo comprobar que los valores de repelencia para el tipo de suelo de páramo estudiado aumentan al realizar el secado en laboratorio. En general, a 65°C y 105°C, los análisis de repelencia realizados en las muestras reflejaron que en la zona quemada el 8,33% y 27,77% respectivamente cambiaron de categoría de repelencia y en la zona no quemada el 25% y 47,23% respectivamente cambiaron de categoría de repelencia.
- Las condiciones climáticas del lugar pueden modificar la composición original del suelo, en nuestra investigación se evidenció presencia de abundantes lluvias en el mes de Julio lo que hizo que los parámetros estudiados varíen.
- Esta investigación se basó en los protocolos propuestos en el libro de Jaramillo 2011 tomando en cuenta que algunos como temperatura fueron modificados bibliográficamente para el análisis en laboratorio, muestras que en el análisis in situ se procuró tener una correcta limpieza del punto de muestreo y que la gota de agua no superé los 0.05 milímetros.
- En nuestra zona de estudio se determinó que el mejor método de aplicación para el análisis de repelencia al agua en suelo quemado y no quemado es el Water Drop Penetration Time, ya que las muestras analizadas in situ y en laboratorio tuvieron un comportamiento no repelente.

6.2 Recomendaciones

- Incrementar el tiempo de muestreo, para que de esta forma se pueda observar como el suelo varía durante el paso de las estaciones climáticas y así obtener mayor cantidad de valores y que el margen de error sea mínimo.
- Analizar imágenes satelitales para determinar la intensidad de incendios forestales de la zona y así tener una nueva variable para introducirla en el estudio y establecer posibles relaciones.
- Al haberse encontrado ciertas correlaciones entre parámetros, podrían realizarse nuevos estudios para determinar con mayor certeza estas correlaciones encontradas.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Afif Khouri, E., & Oliveira Prendes, J. A. (2006). Efectos del fuego prescrito sobre matorral en las propiedades del suelo . *Invest Agrar*, 262-270. Retrieved from <https://recyt.fecyt.es/index.php/IA/article/download/2230/1638>
- Guía de Agricultura. (1996). *Determinación del pH y conductividad eléctrica del suelo*. Retrieved abril 2, 2019, from http://mct.dgf.uchile.cl/AREAS/medio_mod1.1.htm
- Aguilera, S. M. (2000). *Importancia de la protección de Materia Orgánica en Suelos*. Retrieved from http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121065/Suelos_AGUILERA_2000.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- ANDALUCÍA, C. D. (1999). Los Criterios y Estándares para declarar un suelo contaminado en Andalucía y la Metodología y Técnicas de Toma de muestras y Análisi para su investigación. Andalucía, España. Retrieved from www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Estado_Y_Calidad_De_Los_Recursos_Naturales/Suelo/Criterios_pdf/Muestreo.pdf
- Antonio Jordán. (n.d.). *Repelencia al agua en suelos afectados por incendios: métodos sencillos de determinación e interpretación*. Retrieved Abril 1, 2019, from file:///C:/Users/BIBLIOTECA%20SUR%207/Downloads/incendios_145-184_cap_2-4.pdf
- Arias , E., González Pérez , J., González Vila, F., & Ball, A. (2005). Soil health—a new challenge for microbiologists and chemists. *International Microbiology*, 13 - 21. Retrieved from <http://scielo.isciii.es/pdf/im/v8n1/revision2.pdf>
- Bautista Zúñiga, F., Frausto Martínez , O., Ihi, T., & Aguilar Duarte, Y. (2007). El Relieve. In F. Bautista Zúñiga, O. Frausto Martínez, T. Ihi, & Y. Aguilar Duarte, *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán* (pp. 1 - 3). Yucatán, México. Retrieved from <https://www.cicy.mx/documentos/CICY/sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap1/02%20Relieve.pdf>
- Beretta, A., Bassahum , D., & Musselli, R. (2014, Septiembre 10). ¿Medir el pH del suelo en la mezcla suelo: agua en reposo o agitando? *Scielo Uruguay*, 18(2). Retrieved from www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482014000200010&lng=pt&nrm=iso&tlng=es
- Bodi, M. B., Cerda, A., Solera, J., & Doerr, S. H. (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 - 55. Retrieved from file:///C:/Users/BIBLIOTECA/Downloads/Dialnet-EfectosDeLosIncendiosForestalesEnLaVegetacionYElSu-3885420_1.pdf
- Bosch Mayol, M., Costa , J. L., Cabria, F., & Aparicio, V. C. (2012, Octubre 3). Relationship between spatial variability of electrical conductivity and soil sodium content. *Asociación Argentina Ciencia del Suelo*, 95 - 105. Retrieved from

https://www.researchgate.net/profile/Virginia_Aparicio3/publication/285773017_Relationship_between_spatial_variability_of_electrical_conductivity_and_soil_sodium_content/links/5b97ef60a6fdcc59bf85db21/Relationship-between-spatial-variability-of-electrical

Campos Segura, R. (2012). *Manual de suelos. Guías de Laboratorio y Campo*. (G. A. Gonzalez Triana, Ed.) Bogotá, Colombia: Ediciones Unisalle.

Capulín Grande, J., Mohedano Caballero, L., & Razo Zarate, R. (2010, Marzo). Cambios en el suelo y vegetación de un bosque de pino afectado por incendio. *Scielo*, 18(1). Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792010000100009&script=sci_arttext&tIing=pt

Carrera Andrango, L. F. (2017, Enero). *Efecto del Calentamiento del Suelo en la Capacidad de Sorción de las Sustancias úmicas sobre Metales y cambios en la Repelencia al Agua Simulando Incendios de baja, media y alta intebsidad en la Reserva Ecológica del Antisana* . Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13734/1/UPS-ST003008.pdf>

Chinn, L. (2017, Noviembre 20). *eHow En Español*. Retrieved from Características del suelo franco arenoso : https://www.ehowenespanol.com/caracteristicas-del-suelo-franco-arenoso-lista_125088/

Christensen, B. T. (1996). *Matching Measurable Soil Organic Matter Fractions with Conceptual Pools in Simulation Models of Carbon Turnover: Revision of Model Structure* (Vols. 1 - 38). Germany: U. NATO ASI Series I: Global Environmental Change. Retrieved from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-61094-3_11

Ciancaglini, N. (2010). *Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico*. Buenos Aires: PROSAP. Retrieved from [http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20\(R-001\)-%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organol%C3%A9ptico.pdf?fbclid=IwAR0E6EdIqnLdzbpoPsOgIRgDf_Og4kngYM6witmna0AZAlyGvxMFfQdkpTk](http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20(R-001)-%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organol%C3%A9ptico.pdf?fbclid=IwAR0E6EdIqnLdzbpoPsOgIRgDf_Og4kngYM6witmna0AZAlyGvxMFfQdkpTk)

Ciancaglini, N. (2010). *Guía para la Determinación de Textura de Suelos por Método Organoléptico*. Retrieved from [http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20\(R-001\)-%20Guía%20para%20la%20determinación%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20método%20organoléptico.pdf](http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20(R-001)-%20Guía%20para%20la%20determinación%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20método%20organoléptico.pdf)

Dahl , O., Pöykiö, R., & Nurmesniemi, H. (2007, julio 30). Concentrations of heavy metals in fl y ash from a coal-fi red power plant with respect to the new Finnish limit values. *Springer*, 88 - 90. Retrieved from <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10163-007-0189-6.pdf?fbclid=IwAR0FznUggdoP4Bct6anle6NHHmtHcZd9tIB2T9MyBEY-IYKf1QseMsRerHQ>

- De las Heras Ibáñez, J., Martínez Sanchez, J. J., & Herranz Sanz, J. M. (1991). Impacto ecológico de los incendios forestales . *Universidad de Castilla. La Mancha*, 106 - 108. Retrieved from file:///C:/Users/BIBLIOTECA/Downloads/Dialnet-ImpactoEcológicoDeLosIncendiosForestales-1311669.pdf
- DeBano, L. F. (1999, Abril 17). Water repellency in soils: a historical overview. *ELSEVIER*, 1 - 29. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.461.7689&rep=rep1&type=pdf>
- Dekker, L. W. (1998). *MOISTURE VARIABILITY RESULTING FROM WATER REPELLENCY IN DUTCH SOILS*. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/29320892.pdf>
- Dekker, L. W.; S. H. Doerr; K. Oostindie; A.K.Ziogas & C. J. (2009, Abril). *Water repellency and critical soil water content*. Retrieved Abril 1, 2019, from https://www.researchgate.net/publication/228631510_Methods_for_determining_soil_water_repellency_on_field-moist_samples
- Doerr, S. H. (2000). *Soil water repellency: its causes, characteristics and hydrogeomorphological significance*. *Earth-Science Reviews* .
- Doerr, S. H. (1998, April 2). On standardizing the 'Water Drop Penetration Time' and the 'Molarity of an Ethanol Droplet' techniques to classify soil hydrophobicity: A case study using medium textured soils. *Earth Surface Processes and Landforms*, 23(7). Retrieved from <https://www.deepdyve.com/lp/wiley/on-standardizing-the-water-drop-penetration-time-and-the-molarity-of-krFy4bkbHf>
- FAO. (1983). *Proceso de Carbonización. Capítulo 4*. Retrieved from http://www.fao.org/3/x5328s/X5328S05.htm?fbclid=IwAR2zXyt-FctNm5cLSCRQJ1RnWJhYE8cNISozWQjh_GDDdGZp25p86191ZP4
- García Navarro, A. (2005, mayo 18). *Génesis del Suelo. Relaciones Ambientales del suelo. Clima*. Retrieved from *Génesis del Suelo. Relaciones Ambientales del suelo. Clima*: https://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/ECAP/ECAL7RASclima.htm?fbclid=IwAR2_xFfRIHQI-M8qpFD77n8HKfI505aPmAdkfU-xtjWCu46aaM64kjrXZYs
- Garreaud, R. (2005). *Atmósfera, Tiempo y Clima*. In R. Garreaud, *La Atmósfera en Movimiento* (pp. 1 - 25). Santiago de Chile, Chile: CFG. Retrieved from http://mct.dgf.uchile.cl/CURSOS/Clases_Atmosfera/clase6_viento.pdf
- GLOBE. (2005). *Investigación de Suelos . Una Investigación de Aprendizaje GLOBE* , 1 - 12 . Retrieved from https://www.globe.gov/documents/10157/381040/soil_chap_es.pdf?fbclid=IwAR1rJy10o9TBRqeqCX10ywLZXduU7JU8w2ugEFg-Sz9q_RuVrT466r6fQGI
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Olmedo. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Olmedo / Pesillo*. Retrieved Abril 1, 2019, from [78](http://olmedopesillo.gob.ec/pichincha/wp-content/uploads/2015/09/PDOT-OLMEDO-</p>
</div>
<div data-bbox=)

2015.pdf?fbclid=IwAR2Q9Cr2R-2h29MS2OFRSTmAD0lux376HTNidNvtqNcTZzc5C3tKz-vlVMc

González Peñaloza, F. Á. (2010). *Repelencia al Agua en Suelos Mediterráneos: Factores, Causas e Implicaciones Hidrológicas*. Retrieved from https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/15671/E_TD_PROV39.pdf?sequence=-1&sAllowed=y

González, F. (2010). *Repelencia al agua en los suelos :Factores, Causas, Implicaciones* . Retrieved abril 2, 2019, from https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/15671/E_TD_PROV39.pdf?sequence=-1&isAllowed=y

Granados Sánchez, D., & López Ríos, G. F. (1998, abril 28). Ecología del Fuego. *Chapingo Seneciencias Forestales y del Ambiente*, 193-194.

Guitián Rivera, L. (1999). Los incendios forestales a través de la historia: Pervivencias y cambios en el uso del fuego en el noroeste peninsular. *UNIA*, 149 - 154. Retrieved from <https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/2301/149-162Guitian.pdf?sequence=3>

Hofstede, R., Calles, J., López, V., Torres, F., Ulloa, J., Vásquez, A., & Cerra, M. (2014). Los Páramos Andinos ¿Qué sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo. *UICN*, 57 - 59. Retrieved from <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2014-025.pdf?fbclid=IwAR0hdEYMks8KTqVvZ1jq0Qxm5ScZjOd6pBMGJEbjrhyK5BPS5-NLEQNwz7s>

Hofstede, R. (2001). *Impacto de las actividades humanas en el páramo*. Retrieved from https://www.portalces.org/sites/default/files/references/095_Hofstede%202001%20Páramo%20Ecuador%20impacto.pdf?fbclid=IwAR05_kpiQjQeDxD6-8XnTxoqPugBNvbhShotMQvwXFTaTr9EtgMeE3j4yaY

Iglesias, M. T., Cala, V., Walter, I., & González, J. (1996). Efectos de un incendio forestal en suelos de la provincia de Madrid. *Ecología*(10), 105-111. Retrieved from https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.miteco.gob.es%2Fes%2Fparques-nacionales-oapn%2Fpublicaciones%2Fecologia_10_09_tcm30-100679.pdf%3Ffbclid%3DIwAR36WIAUHJJEBA-I1WY6qB15Wd0Bd5xopNK-mwFCosnKWYDB2pZOcw5f9hk&h=AT2gpthBEJt9NwDvnXFwV7PMfCbW7hUDyTO

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático . (2018, mayo 18). *Gobierno de México*. Retrieved from ¿ Qué es clima?: https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/que-es-el-clima?fbclid=IwAR2W8t-ZrCZeMvbW4e46uy3AoXKG-HgNzjWppnWtw_jsEaiJO0HfT1wWnc

Jaramillo Jaramillo, D. (2004). *Repelencia al agua en suelos: con énfasis en Andisoles de Antioquia*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

- Jaramillo Jaramillo, D. F. (2006, Junio). Repelencia al Agua en Suelos: Una Síntesis. *Ciencias de la Tierra*, 30(115), 216 - 231. Retrieved from www.accefyn.com/revista/Vol_30/115/115_215-232.pdf
- Jaramillo Jaramillo, D. F. (2011). *Repelencia al Agua en Andisoles de antioquia* (Universidad Nacional de Colombia ed., Vol. 1). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Jaramillo Jaramillo, D. F., & Vanegas Villa, H. A. (2007, Octubre 24). Efecto de la temperatura de Secado sobre el Grado y la Variabilidad espacial de la Repelencia al Agua en Andisoles de Antioquia, Colombia. *Scielo*, 60(2), 4025 - 4035. Retrieved from www.scielo.org.com/pdf/rfnam/v60n2/a11v60n2.pdf
- Jiménez Liso, M. R., De Manuel Torres, E., González García, F., & Salinas López, F. (2000). LA UTILIZACIÓN DEL CONCEPTO DE pH EN LA PUBLICIDAD Y SU RELACIÓN CON LAS IDEAS QUE MANEJAN LOS ALUMNOS: APLICACIONES EN EL AULA. *Investigación Didáctica*, 2 - 11. Retrieved from <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/21696/21530>
- Jordán , A., Zavala, L., Gonzalez, F., Bárcenas, G., & Mataix, J. (2010). *Repelencia al Agua en Suelos Afectados por Incendios: Métodos sencillos de determinación e interpretación*. España. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/229389202_Repelencia_al_agua_en_suelos_afectados_por_incendios_metodos_sencillos_de_determinacion_e_interpretacion
- Jordán López, A. (2006). *MANUAL DE EDAFOLOGÍA*. Retrieved from files.infoagroconstanza.webnode.es/200000017-c2dccc3d62/edafologia%20del%20suelo.pdf
- Jordán, A. (2011, noviembre 11). *Repelencia, o cuando el agua no quiere entrar en el suelo*. Retrieved from https://metode.es/revistas-metode/monograficos/repelencia-o-quantiaigua-no-vol-entrar-al-suelo.html?fbclid=IwAR3RMj4m_Fm8Mslaa0zrowC0tmo_EOVuw7Sg28tfALpEhXyGfDxNywwAg54
- Jordán, A. y A. Cerda. (2010, Enero). *Actualización en métodos y técnicas para el estudio de los suelos afectados por incendios forestales*. Retrieved Abril 1, 2019, from https://www.researchgate.net/publication/230683014_Actualizacion_en_metodos_y_tecnicas_para_el_estudio_de_los_suelos_afectados_por_incendios_forestales_Prefacio
- King, P. (1981). *Comparison of methods for measuring severity of water repellence of sandy soils and assessment of some factors that affect its measurement* (Vol. 19). Australian Journal of Soil Research .
- Lahura, E. (2003, Enero). *El coeficiente de correlación y correlaciones espúreas*. Retrieved from Core: <https://core.ac.uk/download/pdf/6445817.pdf>

- Lefèvre , C., Rekik , F., Alcantara , V., & Wiese , L. (2017). Carbono orgánico del suelo el potencial oculto. *Alianza Mundial por el Suelo*, 13-14. Retrieved from <http://www.fao.org/3/i6937es/i6937ES.pdf>
- Martínez, E. (2007). Definiciones de humedad y su equivalencia . *ENME*, 1 - 5. Retrieved from <http://www.cenam.mx/dme/pdf/TM02.pdf>
- Mataix Solera, J., & Cerdá , A. (2009). Los efectos de los incendios forestales en los suelos. Síntesis y conclusiones. In J. Mataix Solera, & A. Cerdá, *Libro de Incendios* (pp. 491 - 532). Alicata, España. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/229181477_Los_efectos_de_los_incendios_forestales_en_los_suelos_Sintesis_y_conclusiones_Nuevos_retos_en_la_investigacion_y_en_la_gestion
- Ministerio de Energía y Minas PERÚ. (2000). *Guía para el muestreo y análisis de suelo*. Retrieved from http://www.ingenieroambiental.com/4012/guiahidroxvii.pdf?fbclid=IwAR2b1RibDOTE_WohadbLkG9bw8vB0EwKie-4cEytzngYNUDXH_PUOcAEuw
- Moody , D. R., & Schlossberg, M. J. (2010, Noviembre). Soil Water Repellency Index Prediction Using the Molarity of Ethanol Droplet Test. *9*, 1046 - 1050. Retrieved from <https://dl.sciencesocieties.org/publications/vzj/pdfs/9/4/1046>
- Municipio de Arauquita. (2000). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial*. Arauquita . Retrieved from [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pot%20-%20arauquita%20arauca%20-%20sistema%20biofisico%20-%202000%20\(288%20p%3%A1g.%20-%206.089%20kb\).pdf?fbclid=IwAR0wYYGzIEYe-4ip_cELUcmsUst0v9UUKKrenUAs_GiZ8D1SHKefjgbfmRU](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pot%20-%20arauquita%20arauca%20-%20sistema%20biofisico%20-%202000%20(288%20p%3%A1g.%20-%206.089%20kb).pdf?fbclid=IwAR0wYYGzIEYe-4ip_cELUcmsUst0v9UUKKrenUAs_GiZ8D1SHKefjgbfmRU)
- Osorio, N. (2012, Abril 30). *pH DEL SUELO Y DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES* . Retrieved Abril 04, 2019, from <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>
- Pabón, J. D., Zea, J., León, G., Hurtado , G., González, O., & Montealegre, J. E. (2010). La atmósfera, el tiempo y el clima. In *El Medio Ambiente en Colombia* (pp. 35 - 91). Colombia. Retrieved from <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005192/medioambiente/cap3partel.pdf>
- Rebolledo, S. (2017, Marzo). Conductividad eléctrica y salinidad. *Redagrícola*, 1 - 2. Retrieved from <http://www.redagricola.com/cl/conductividad-electrica-salinidad/>
- Regalado , C. M., Ritter, A., Socorro, A. R., & Pérez Buenafuente , A. (2005). PARÁMETROS PARA LA CARACTERIZACIÓN ÓPTIMA DE LA REPELENCIA EN LA ZONA NO SATURADA. *ICIA*, 87 - 91. Retrieved from https://abe.ufl.edu/faculty/carpenna/files/pdf/zona_no_saturada/estudios_de_la_zona_v7/c087-093.pdf

- Rivera Gárate, C. A. (2015). *Alteraciones de la materia orgánica y la repelencia del suelo en una zona afectada por incendios forestales en parte de la microcuenca del Saloya*. Quito.
- Rosero Cuesta, J. (2013, julio 9). Efectos de los incendios forestales en las propiedades del suelo. *Estadod el arte. Cuaderno Activa* (5), 60 - 63. Retrieved from <file:///C:/Users/BIBLIOTECA/Downloads/130-Texto%20del%20artículo-240-1-10-20141125.pdf>
- Rucks, L., García , F., Kaplán, A., Ponde de León, J., & Hill, M. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*. Montevideo, Uruguay. Retrieved from <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Santibáñez, C. (1996). *Determinación del pH y conductividad eléctrica del suelo*. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Retrieved from http://mct.dgf.uchile.cl/AREAS/medio_mod1.1.htm
- Segerer, C., & Villodas, R. (2006). UNIDAD 5: LAS PRECIPITACIONES. In *HIDROLOGÍA I* (pp. 1 - 22). Argentina: Conosur. Retrieved from <http://www.conosur-rih.net/ADVF/documentos/hidro1.pdf>
- Segura, R. C. (2012). *MANUAL DE SUELOS. Guías de laboratorio y campo*. (G. A. Triana, Ed.) Bogotá D. C., Colombia: Ediciones Unisalle.
- Ulloa, C., Pazmiño, K., Cárdenas, D., & Arcos, C. (2014). DESARROLLO DE REPELENCIA AL AGUA EN SUELOS AFECTADOS POR INCENDIOS, EN UNA ZONA DEL PARQUE METROPOLITANO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 34 - 43.
- Vargas Calderón, J. C. (2007, Marzo 02). *Estudio de la Capacidad de Intercambio Catiónico en las Recuperación de un Suelo Afectado por Incendios Forestales en el Municipio de Nemocón, Cundinamarca*. Retrieved from <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15609/T41.07%20;jsessionid=7E0B65228C1700E658FB95486A401626?sequence=1>
- Vellozas, T., Púa, M., Mello, E., & Cardozo, J. (2010). *Incendios forestales y su afectacion al medio ambiente, prevención y combate*. Montevideo. Retrieved from <http://www.imes.edu.uy/new/wp-content/uploads/2017/05/PUBLICAS/Monografia%204885%2010.pdf?fbclid=IwAR0PulEdtjdgfD5dWqR8omZSukKvE13-gnIDtE0vi2okXnNyg8gheUJQbDo>
- Wessel, A. (1988). *On using the effective contact angle and the water drop penetration time for clasification of water repellency in dune soil*. *Earth Surface Processes and Landform*.
- Zagal, E., & Códova, C. (2005, Junio). Soil Organic Matter Quality Indicators in a Cultivated Andisol. *SCIELO*, 65(2), 1 - 13. Retrieved from https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072005000200008

8 ANEXOS

Muestras de suelo en cajas Petri



Figura 14: Muestras de suelo en cajas Petri

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Repelencia a 40°C





Figura 12: Muestras de suelo para la repelencia al agua a 40°C

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Repelencia a 65°C



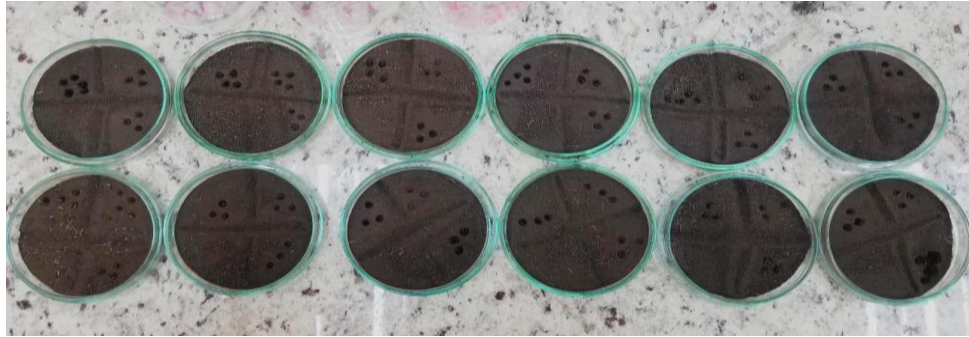


Figura 13: Muestras de suelo para la repelencia al agua a 65°C

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

Repelencia a 105°C

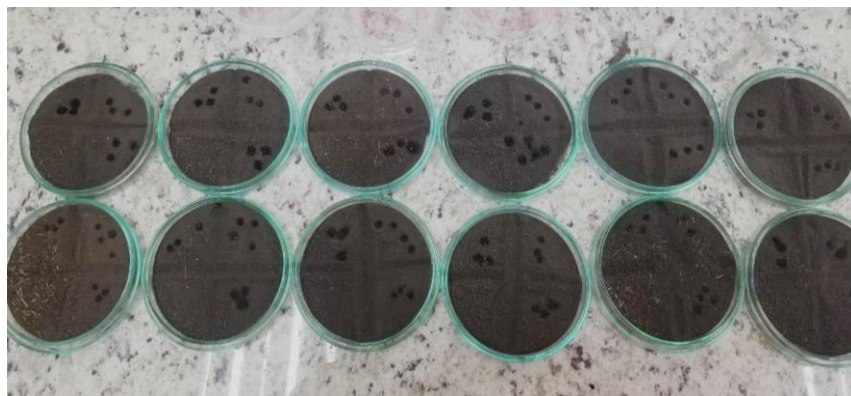
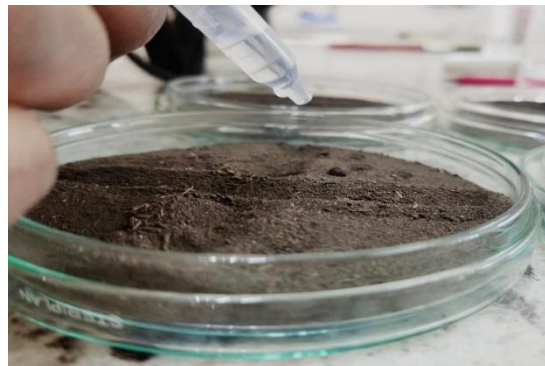


Figura 14: Muestras de suelo para la repelencia al agua a 105°C

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

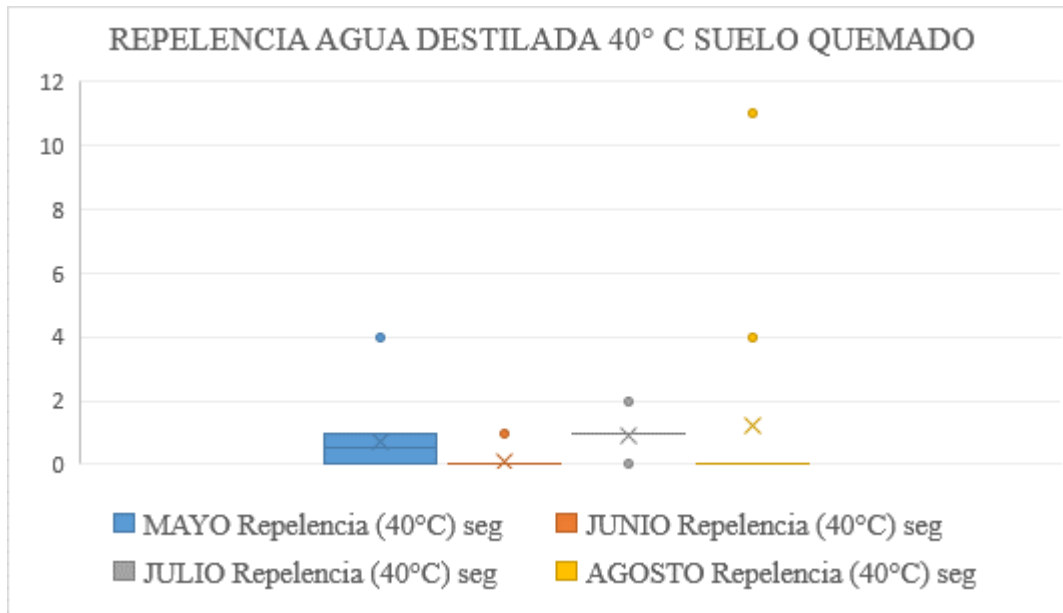


Figura 15: Repelencia al agua destilada 40°C Suelo Quemado

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

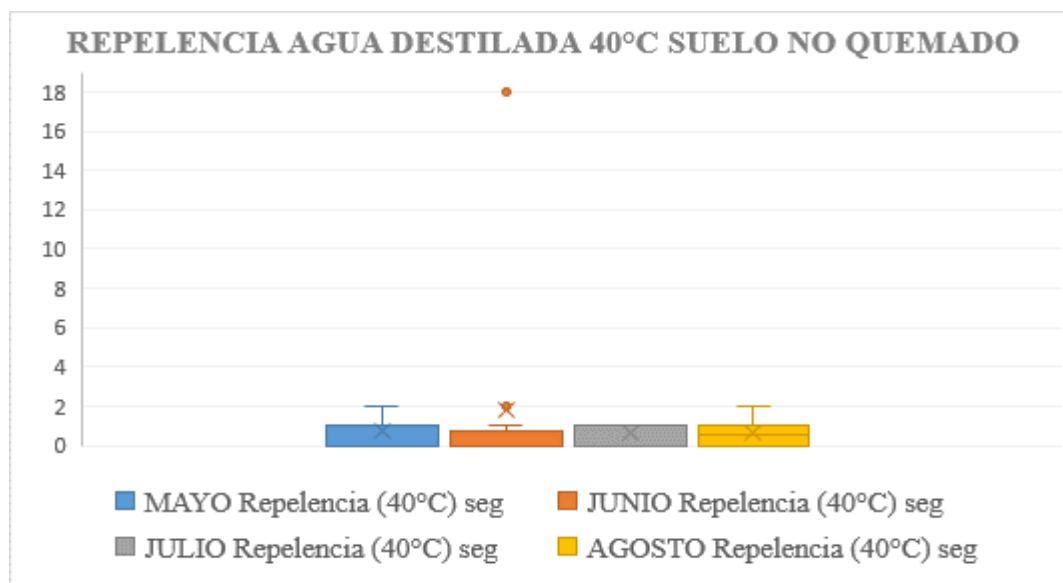


Figura 16: Repelencia al agua destilada 40°C Suelo No Quemado

Elaborado por: Sangucho Karina – Vallejo Fernanda

