

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ



REPORTE FINAL

EMPRESA DONDE SE DESARROLLÓ LA RESIDENCIA:
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ Y
UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

TÍTULO DEL PROYECTO:

“DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA
ACTIVIDAD DEL VOLCÁN CHICHÓN EN LA
DIVERSIDAD DE HONGOS MICORRÍZICOS A
DIFERENTES DISTANCIAS DEL EDIFICIO VOLCÁNICO”

NOMBRE DE LA ALUMNA:
ANA SILVIA CASAS RAMOS

NOMBRE DE LOS ASESORES:

DR. FEDERICO ANTONIO GUTIERREZ MICELI
Q. B.P. EUCARIO ZENTENO VELASCO
DR. REINER RINCÓN ROSALES

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS A 19 DE DICIEMBRE DEL 2012

Asesor externo:

Dra. Silvia Guadalupe Ramos Hernández
Directora del Centro de investigación en gestión de riesgos y cambio climático de la UNICACH
Email del asesor: silviaramosh@gmail.com

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	5
OBJETIVOS	
• GENERAL Y ESPECÍFICOS	7
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE SE PARTICIPO	
• VOLCAN CHICHON.....	8
• MUNICIPIO DE FRANCISCO LEON.....	10
• MUNICIPIO DE TAPALAPA	11
PROBLEMA A RESOLVER	
• ACTIVIDADES.....	13
• MUESTREO Y CLASIFICACION DE MUESTRAS, SITIOS Y REPETICIONES.....	15
ALCANCES Y LIMITACIONES.....	17
MARCO TEÓRICO	
• ANTECEDENTES.....	19
• SUELOS DERIVADOS DE CENIZAS VOLCANICAS.....	19
PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	
• MUESTREO.....	21
• DETERMINACIÓN DE COLOR	23
• DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ALÓFANO.....	24
• DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE.....	25
• DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD REAL Y ESPACIO POROSO (%)......	26

• DETERMINACIÓN DEL PH (RELACIÓN 1:25) CON AGUA DESTILADA.....	27
• DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	28
• DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA Y CARBONO.....	30
• DETERMINACIÓN DE TEXTURA POR EL MÉTODO DE BOUYOUCOS.....	32
• DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO TOTAL.....	34
 RESULTADOS, PLANOS, GRÁFICOS, PROTOTIPOS Y PROGRAMAS	
• DETERMINACIÓN DE COLOR	36
• DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ALÓFANO.....	38
• DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE.....	42
• DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD REAL.....	47
• DETERMINACIÓN DEL ESPACIO POROSO (%).....	51
• DETERMINACIÓN DEL PH (RELACIÓN 1:25) CON AGUA DESTILADA.....	55
• DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	59
• DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA	64
• DETERMINACIÓN DEL DE CARBONO.....	69
• DETERMINACIÓN DE TEXTURA POR EL MÉTODO DE BOUYOUCOS.....	74
• DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO TOTAL.....	85
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	102
 ANEXOS.....	103

INTRODUCCION

El presente trabajo de residencia profesional se realizo en el Laboratorio de Investigación de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente del Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. El propósito de este trabajo de investigación es caracterizar los incipientes suelos de las áreas cercanas al Volcán Chichón, así como los suelos de municipios cercanos al mismo Volcán, principalmente en la zona de Tapalapa, determinándose parámetros fisicoquímicos así como realizar una correlación entre dichos parámetros y así contribuir al entender del comportamiento de factores de interés edafológico y agrícola.

Las áreas de estudio fueron: el edificio volcánico, del cual se delimitaron 3 áreas (la primera cercana al cráter del volcán, la segunda a la mitad del edificio volcánico y la tercera en la base del mismo. La cuarta área fue en el municipio de Francisco León y la quinta zona de muestreo fue en el municipio de Tapalapa.

Las limitaciones para la elaboración del trabajo fueron que no se logró estudiar los parámetros microbiológicos por cuestión de tiempo. Y tampoco se pudieron determinar los macro y micro elementos considerados, por problemas del Espectrómetro.

JUSTIFICACIÓN

En el presente proyecto, tuvo como objetivo realizar un estudio para determinar la influencia de los productos minerales emitidos por el Volcán Chichón, cuya erupción se dio en 1982, en la diversidad de hongos micorrízicos a diferentes distancias del edificio volcánico. Sin embargo, por los tiempos limitados para realizar el presente estudio, se pudo realizar el muestreo de los suelos en el edificio volcánico, la realización de los análisis físicos y químicos de los mismos, así como la comparación con suelos de mayor desarrollo en la zona de Tapalapa, Chis.

El Volcán Chichón, está situado a los 17°21'38" latitud norte y 93°13'28" de longitud oeste, a unos 350 km. de la trinchera mesoamericana. El Volcán entró en actividad violenta el 28 de marzo y el 3 y 4 de abril de 1982, originándose columnas eruptivas que se elevaron más de 17 km., generando una gran dispersión de cenizas y flujos piroclásticos cuyas cenizas destruyeron y sepultaron total o parcialmente la región dentro de un radio de 15 km a la redonda. (Plan Operativo Volcán Chichón, 2012).

Los escenarios de la erupción más vigorosos se dieron el 3 y 4 de abril, en el que se presentó la destrucción del domo, originando un cráter de un kilómetro de diámetro y más de 200 m. de profundidad, así como un lago de aguas ácidas. (Ídem).

Las cenizas emitidas se extendieron a poblaciones como Pichucalco, ubicado a unos 20 km. del volcán, donde se reportó espesores de 15 cms de cenizas, en Villahermosa, ubicada a unos 70 km el espesor llegó a ser de 5 cm. En Tuxtla Gutiérrez y San Cristóbal de Las Casas fue de 2 cms. Además los efectos de la ceniza fina en la atmósfera y troposfera, viajaron alrededor del globo terráqueo, provocando cambios climáticos. (Ídem).

A 30 años de su erupción, los materiales del Volcán sufre procesos de intemperismo de los materiales minerales emitidos, dando así lugar a procesos pedogenéticos, en los que se llevan a cabo cambios químicos y físicos que dan lugar a cambios para la formación de los incipientes suelos.

Si bien el objetivo inicial fue el determinar las poblaciones de micorrizas en los sitios muestreados del volcán, la aportación de este trabajo radica en la determinación de las propiedades físicas y químicas en distintas áreas del volcán y la comparación con la región de Tapalapa, con lo cual se analizó el papel que desempeña la altitud y la distancia del volcán, así como el clima, en la génesis de los incipientes suelos, los cuales dirigen los cambios en las propiedades físicas: color (húmedo y seco), pH, densidad aparente, densidad real, porcentaje de porosidad y textura, así como en los químicos (pH, materia orgánica, capacidad de intercambio Catiónico y porcentaje de carbono).

El fenómeno del vulcanismo en Chiapas es y será una constante en el estado, ya que posee 2 volcanes: el Chichón o Chichonal y el Tacaná. El primero causó un grave desastre en

durante su erupción, el 28 de marzo de 1982, durante una semana (marzo 28– abril 4, 1982), tres erupciones explosivas (VEI 5) del volcán Chichón causaron el peor desastre volcánico en la historia de México (Tilling R. 2088). Las zonas más afectadas fueron los municipios de Francisco León, Chapultenango, Pichucalco, entre otros.

Luego de los procesos eruptivos en la zona volcánica, le ha seguido un proceso de restauración ecológica y formación de procesos incipientes de formación de suelos. El presente trabajo de investigación contribuirá a entender las características físicas y químicas de los incipientes suelos formados después de la erupción, en áreas cercanas al Volcán, como Francisco León, Chapultenango, y Tapalapa.

Por otro lado, siendo los suelos uno de los recursos fundamentales en la actividad agrícola o ganadera, se contribuirá en brindar elementos para el manejo y conservación de los suelos y de áreas de interés ambiental y coadyuvar a la determinación de los parámetros que afectan y/o determinan la fertilidad de esos suelos

Se pretende aportar información científica de la calidad de los suelos estudiados, que coadyuve a la comprensión de la evolución de los suelos volcánicos en la región, así como en el mejor aprovechamiento de los mismos.

OBJETIVOS

GENERAL

Determinar la influencia de los materiales emitidos durante la actividad eruptiva del volcán Chichón en la diversidad de micorrizas a diferentes distancias del edificio volcánico.

ESPECÍFICOS

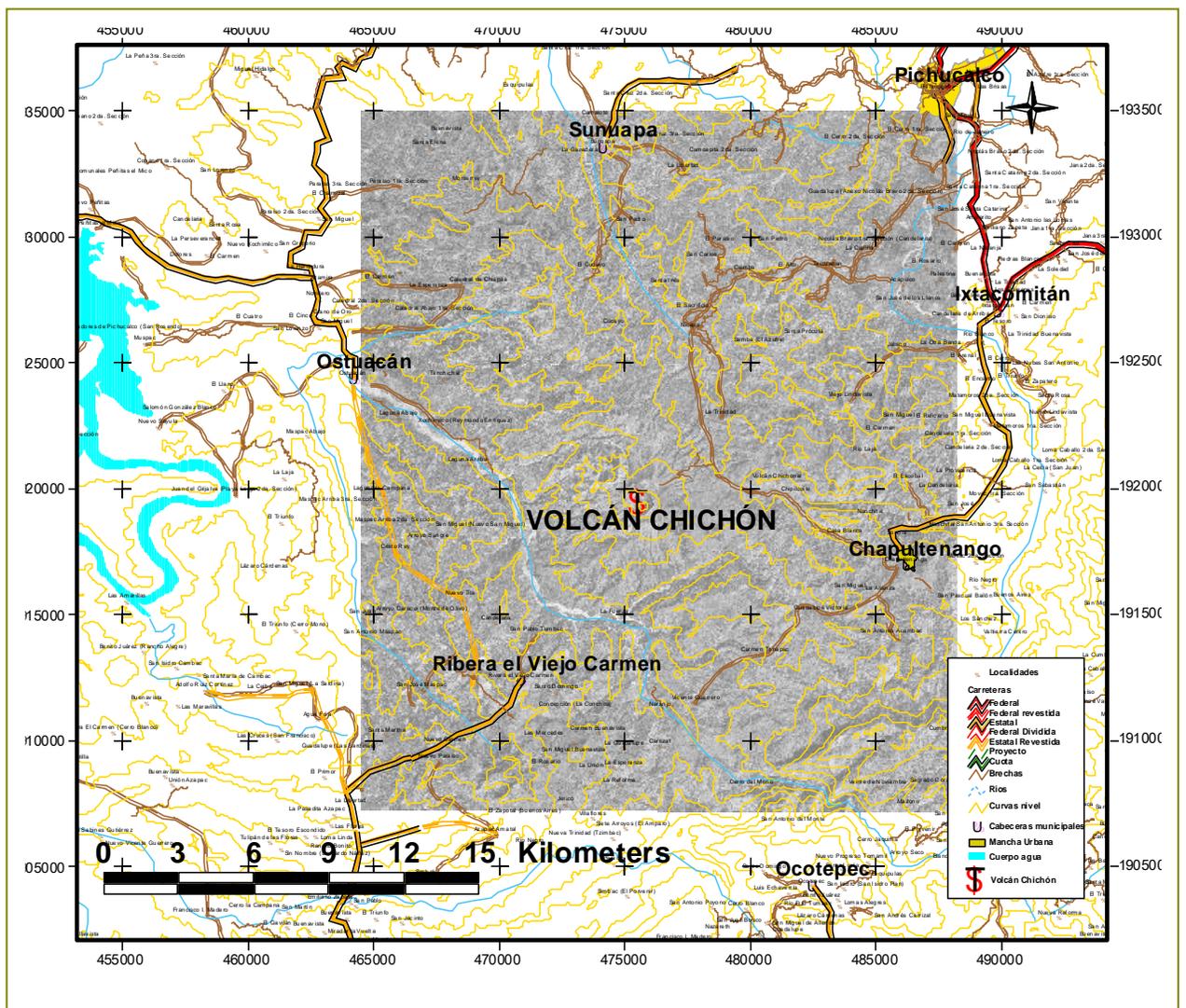
- Determinación de parámetros fisicoquímicos de los incipientes suelos: Color, Contenido de Alófono, Densidad Aparente, Densidad Real, Espacio Poroso, Textura, pH, Conductividad Eléctrica, Contenido de Materia Orgánica, Contenido de Carbono, Capacidad de intercambio Catiónico.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN DE ESTUDIO

1. El volcán Chichón

Ubicación Geográfica

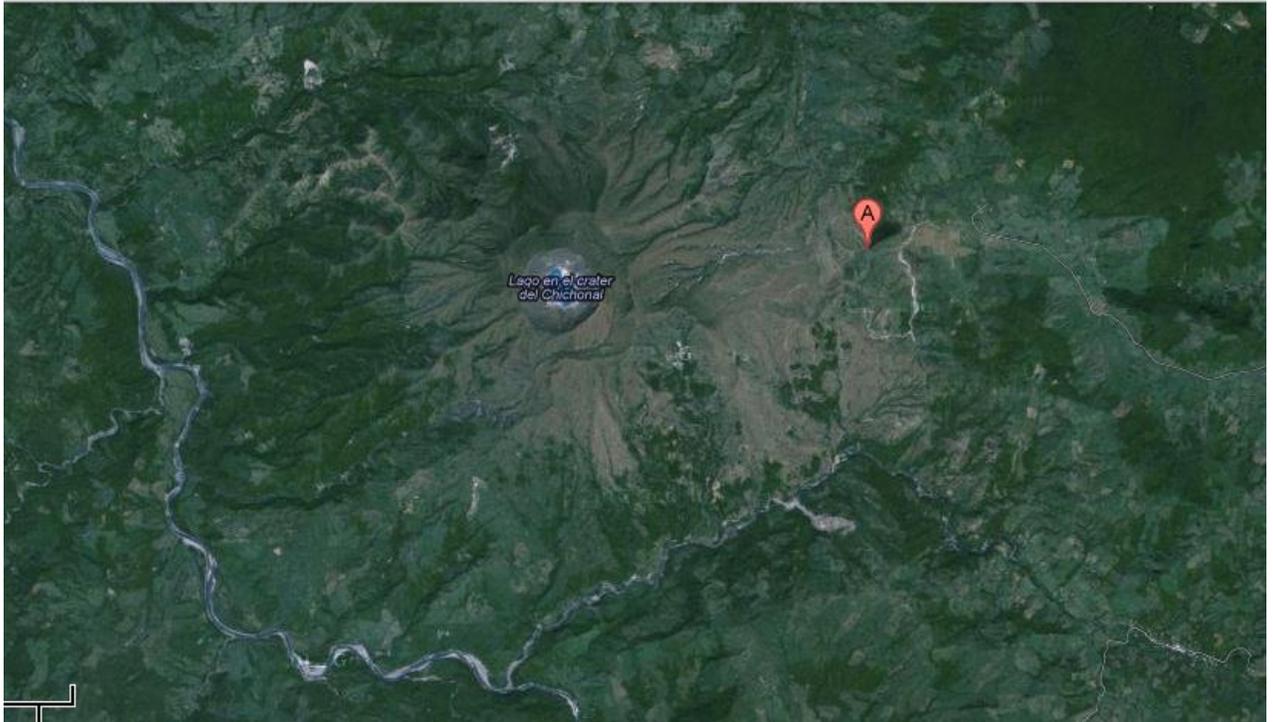
Se localiza en la región montañosa que colinda con los municipios de Francisco León y Chapultenango, en el noroeste del Estado mexicano de Chiapas, a unos 25 km de Pichucalco, Chiapas, y a unos 75 tanto de Villahermosa, Tabasco, como de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.



Mapa de ubicación geográfica del Volcán Chichón en la Zona norte del Estado de Chiapas. Este, tiene influencia directa con los municipios de Francisco León, Chapultenango, Ostuacán, Pichucalco e Ixtacomitán, principalmente. (Ramos H. S., en Plan Operativo V Chichón, 2012)

El tipo de erupción es de tipo pliniana, arrojando columnas de materiales piroclásticos. Los volcanes estratificados están considerados como los de actividad más letal, pues no arrojan lava, sino que las emisiones son principalmente de cenizas y gases que ascienden a más de 20 km de altura.

Fue descubierto como volcán en 1923, por el geólogo alemán Federico K. Mulleriend. Antes de su erupción en 1982 tenía una altitud de 1260 msnm, y de 1060 después de ella. Se formó a partir de capas alternantes de lava, ceniza y otros materiales de tipo andesítico, arrojados por erupciones repetidas a través de fracturas y grietas de los estratos sedimentarios y calizos de la región.



Volcan Chichón. Imagen de Google

2. Municipio de Francisco León

Ubicación Geográfica

Se ubica en la Región Socioeconómica III MEZCALAPA. Limita al norte con Ostuacán y Pichucalco, al este con Chapultenango y Ocotepéc, al sur con Copainalá y Tecpatán y al oeste con Tecpatán. Las coordenadas de la cabecera municipal son: 17°17'07" de latitud norte y 93°16'25" de longitud oeste y se ubica a una altitud de 824 metros sobre el nivel del mar.

Climas

Los climas existentes en el municipio son: Af (m) cálido húmedo con lluvias todo el año, que abarca el 100% de la superficie municipal. En los meses de mayo a octubre, la temperatura mínima promedio va de los 15.9°C a los 22.5°C, mientras que la máxima promedio oscila entre 24°C y 34.5°C. En el periodo de noviembre - abril, la temperatura mínima promedio va de 18.9°C a 19.5°C, y la máxima promedio fluctúa entre 21°C y 30°C. En los meses de mayo a octubre, la precipitación media fluctúa entre los 2000 mm y los 3000 mm, y en el periodo de noviembre - abril, la precipitación media va de los 700 mm a 2000 mm.

Vegetación

La vegetación presente en el municipio es la siguiente: vegetación secundaria (de selva perennifolia) con el 33.13%; bosque mesófilo de montaña con el 6.8%; sin vegetación aparente con el 1.8%; vegetación inducida con el 1.11%; vegetación secundaria (de bosque mesófilo de montaña) con el 0.88% y selva perennifolia con el 0.87%.

Edafología

Los tipos de suelos presentes en el municipio son: Litosol con el 59.43% de la superficie municipal; Acrisol con el 21.77%; Cambisol con el 9.71%; Luvisol con el 7.12%; Regosol con el 0.74% y el 0.28% de Feozem.

Geología

La corteza terrestre del municipio está formado por: Rocas sedimentarias (lutita que abarca el 76.01%; caliza el 9.41%); rocas ígneas extrusivas (andesita el 12.69%; brecha volcánica intermedia el 0.22%) y suelo aluvial que ocupa el 0.67% de la superficie municipal.

Fisiografía

El municipio forma parte de la región fisiográfica Montañas del Norte. El 100% de la superficie municipal se conforma por sierra alta escarpada compleja. La altura del relieve varía entre los 200 mts. y los 1,600 mts.

Sobre el nivel del mar. Las principales elevaciones ubicadas dentro del municipio son: los cerros El Palmar y La Ventana.

Hidrografía

Las principales corrientes del municipio son: los ríos perennes Magdalena, Opac, Maspac, Tzim-bac y el río intermitente Wampac, entre otros. La mayor parte del territorio municipal se encuentra dentro de la subcuenca Zayula y en menor proporción en sus subcuencas Presa Peñitas, Tzimbac (ambas de la cuenca Grijalva Villahermosa) y Presa Nezahualcoyotl (de la cuenca río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez).

3. Tapalapa

Ubicación Geográfica

Se ubica en la Región Socioeconómica VII DE LOS BOSQUES. Limita al norte con Chapultenango, al este con Pantepec, al sur con Pantepec y Coapilla; y al oeste con Ocoatepec. Las coordenadas de la cabecera municipal son: 17°11'22" de latitud norte y 93°06'17" de longitud oeste y se ubica a una altitud de 1703 metros sobre el nivel del mar.

Climas

Los climas existentes en el municipio son: A(C) m (w) semicálido húmedo con lluvias en verano, que abarca el 87.15% y Af (m) cálido húmedo con lluvias todo el año que ocupa el 12.85% de la superficie municipal. En los meses de mayo a octubre, la temperatura mínima promedio va de los 9°C a los 18°C, mientras que la máxima promedio oscila entre 21°C y 30°C. En el periodo de noviembre - abril, la temperatura mínima promedio va de 6°C a 15°C, y la máxima promedio fluctúa entre 15°C y 24°C. En los meses de mayo a octubre, la precipitación media fluctúa entre los 1700 mm y los 2300 mm, y en el periodo de noviembre - abril, la precipitación media va de los 500 mm a 1400 mm.

Vegetación

La vegetación presente en el municipio es la siguiente: vegetación secundaria (de bosque mesófilo de montaña) con el 54.91%; bosque mesófilo de montaña con el 27.84%; vegetación secundaria (de selva perennifolia) con el 13.19%; bosque de coníferas con el 3.52% y vegetación secundaria (de bosque de coníferas) con el 0.55%.

Edafología

Los tipos de suelos presentes en el municipio son: Litosol con el 99.18% y el 0.82% de Rendzina.

Fisiografía

El municipio se encuentra en la región fisiográfica Montañas de Norte. El 100% del territorio municipal se conforma de sierra alta escarpada compleja. La altura del relieve varía entre los 900 mts. y los 2,400 mts. Sobre el nivel del mar. La principal elevación ubicada dentro del municipio, es el cerro La Bandera.

Hidrografía

Las principales corrientes del municipio son: Los ríos perennes Blanca Rosa, Cuachi, Napac, Tzingupiac y Zachabaná, entre otros. La mayor parte del territorio municipal se encuentra dentro de la subcuenca Zayula y en menor proporción en la subcuencas Tzimbac, Pichucalco (todas de la cuenca Grijalva Villa Hermosa), Chicoasén y Presa Nezahualcótotl (ambas de la cuenca río Grijalva Tuxtla Gutiérrez).

PROBLEMAS A RESOLVER

El muestreo fue el principal problema a resolver, ya que es un área de difícil acceso y las condiciones meteorológicas al momento del muestreo era el inicio de la temporada de lluvias.

Lo segundo fue la realización de los análisis fisicoquímicos, determinar el lugar de su realización, se eligió el laboratorio de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente (CTyMA) del Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), pues es un laboratorio especializado en análisis de suelos con las metodologías necesarias para la determinación de parámetros fisicoquímicos y un equipo especializado en determinación de macro y micronutrientes por Espectroscopia de Emisión Atómica por Plasma Acoplado Inductivamente ó ICP por sus siglas en inglés. El cronograma de trabajo a seguir fue el siguiente:

Actividad	Semanas														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Recolección de muestras	X														
2. Acondicionamiento de las muestras			X												
3. Determinación de color					X										
4. Determinación del contenido de alófono					X										
5. Determinación de la Densidad Aparente						X									
6. Determinación del pH							X								
7. Determinación del contenido de Materia Orgánica								X							
8. Determinación de Densidad Real							X								
9. Determinación de Contenido de Carbono									X						
10. Determinación del Espacio Poroso						X									
11. Determinación de Textura											X				
12. Determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico Total												X			
13. Determinación de macro y micro elementos													X		
14. Análisis estadístico de los resultados														X	
15. Presentación de Resultados															X

a) ACTIVIDADES

El muestreo se realizó en las primeras 2 semanas de julio, desde el día domingo 29 de julio del 2012, que se realizo el muestreo en la zona del volcán Chichón, así como en los municipios de Francisco León y Tapalapa.

El acondicionamiento de las muestras se llevó a cabo en el invernadero de Facultad de Ciencias Biológicas de la UNICACH, donde se colocaron cada una de las 15 muestras sobre papel periódico a fin de que se evaporara el exceso de humedad en las muestras y

después, se tamizaron, con el propósito de eliminar la mayor cantidad de rocas, restos de plantas y raíces y demás impurezas. Esto fue durante las semanas 3 y 4.

La determinación del color se realizó en una semana con el análisis cromático de la Tabla Munsell (semana 5)-

El contenido de Alófono se llevo a cabo en la semana 5, con la metodología de Fieldes y Perrot (manual de prácticas edafológicas del laboratorio de CTyMA).

La determinación de la Densidad Aparente se llevó a cabo en la semana 6, con la metodología de la probeta (manual de prácticas edafológicas del laboratorio de CTyMA).

La determinación del espacio Poroso se desarrolló durante la semana 6, siguiendo la aplicación de los cálculos y metodología del manual de prácticas edafológicas del laboratorio de CTyMA.

La determinación del pH se realizó en el transcurso de la semana 7, según la metodología de la Norma oficial mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, apartado “*AS-02 pH: medido en agua*”, que establece las especificaciones de Fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, Estudio, muestreo y análisis.

La Determinación de la Densidad Real se llevó a cabo durante la semana 7, según la metodología de la Norma oficial mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, apartado “*AS-04 Densidad real*”

La Determinación del contenido de Materia Orgánica se desarrolló durante la semana 8, siguiendo la metodología de la Norma oficial mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, apartado “*AS-07 Contenido de materia orgánica*”.

La determinación del contenido de Carbono se realizó durante la semana 9, según la metodología del manual de prácticas edafológicas del laboratorio de CTyMA.

La determinación de Textura se llevó a cabo durante la semana 11, siguiendo la metodología de la Norma oficial mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, apartado “*AS-09 Determinación de la textura del suelo*”.

La determinación de la Capacidad Total de Intercambio Catiónico se desarrolló en el transcurso de la semana 12, con la metodología del manual de prácticas edafológicas del laboratorio de CTyMA.

La determinación de Macro y micro elementos se llevó a cabo en la semana 13, según la metodología del manual de prácticas edafológicas del laboratorio de CTyMA.

El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante el programa Statgraphics Centurion XVI 16.1.18, en la semana 14.

La presentación de Resultados de llevo a cabo en la semana 15.

b) MUESTREO Y CLASIFICACION DE MUESTRAS, SITIOS Y REPETICIONES

Tal como se expresó al principio del reporte, el muestreo se llevó a cabo en 5 diferentes sitios de muestreo (3 en el Volcán Chichón, 1 en el municipio de Francisco León y el último en el municipio de Tapalapa), que fueron denominados:

- S1; el más próximo al cráter del Volcán
- S2; el sitio a la mitad del edificio volcánico.
- S3; el sitio en la base del Volcán.
- S4; el sitio en Francisco León.
- S5; el sitio en Tapalapa.

Por cada sitio de muestreo se tomaron 3 muestras, denominadas:

- M1; Muestra 1
- M2; Muestra 2
- M3; Muestra 3

De modo que cada muestra a analizar tuvo la siguiente nomenclatura:

- S1M1; sitio 1, muestra 1
- S1M2; sitio 1, muestra 2
- S1M3; sitio 1, muestra 3
- S2M1; sitio 2, muestra 1
- S2M2; sitio 2, muestra 2
- S2M3; sitio 2, muestra 3
- S3M1; sitio 3, muestra 1
- S3M2; sitio 3, muestra 2
- S3M3; sitio 3, muestra 3
- S4M1; sitio 4, muestra 1
- S4M2; sitio 4, muestra 2

- S4M3; sitio 4, muestra 3
- S5M1; sitio 5, muestra 1
- S5M2; sitio 5, muestra 2
- S5M3; sitio 5, muestra 3

Teniendo un total de 15 muestras, a las cuales se les realizaron los correspondientes análisis por triplicado, así cada una de las 15 muestras tuvo 3 repeticiones al ser analizadas.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Los alcances de este trabajo son principalmente que se pudo muestrear suelos de las áreas que fueron afectados por la erupción del volcán Chichón en 1982, por lo que la información generada durante esta investigación coadyuvará a tener un conocimiento cualitativo y cuantitativo de las características fisicoquímicas de los suelos, ayudando así al desarrollo de prácticas agrícolas más eficientes y que generen un beneficio social, ambiental y científico.

Las limitaciones de esta trabajo han sido 2; la falta de tiempo para realizar los análisis microbiológicos (determinación de hongos micorrízicos arbusculares). Así como un retraso en la realización de los análisis fisicoquímicos de las muestras debido al cese de actividades en la UNICACH, por un periodo de 2 semanas (por el paro estudiantil). Asimismo, por la imposibilidad de determinar macro y micro nutrientes con el Espectrómetro de Emisión Atómica por Plasma Acoplado Inductivamente, pues no se pudo conseguir el gas Argón, necesario para su funcionamiento.

MARCO TEÓRICO

La palabra “suelo”, como muchas otras, tiene varios significados. En su significado tradicional, el suelo es el medio natural para el desarrollo de plantas terrestres, ya sea que tenga o no horizontes discernibles. Suelo, en este texto, es un cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de la tierra, que ocupa un espacio, y que se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas enraizadas en un ambiente natural. (SSS, USDA 2006)

De acuerdo a Buoll, 2005, los suelos, su naturaleza y el patrón de distribución depende de la interacción de los factores formadores; el clima, los organismos, el material parental, el relieve y el tiempo; y aunque todos ejercen su acción en la génesis y la evolución de los suelos, la contribución del clima, material de origen y el relieve son fundamentales.

El suelo no es un medio simple y estático; es complejo y dinámico y sus propiedades distintivas se adquieren lentamente a través del tiempo, bajo la acción combinada de los factores del medio donde se localiza.

El desarrollo genético de los suelos está influenciado por una serie de factores y procesos cuya combinación e interacción dan lugar a la diferenciación progresiva de horizontes que , a medida que pasa el tiempo, construyen el perfil del suelo.

En los estudios de suelos los conceptos de desarrollo genético, factores y procesos que inter vienen en la evolución, son muy importantes para entender la relación que existe entre los suelos y el medio ambiente, a la vez, constituyen un criterio teórico fundamental para la conformación y delimitación de las unidades cartográficas y la definición de las categorías superiores del sistema de clasificación taxonómica de los suelos.

De acuerdo al SSS,2006, los suelos volcánicos típicos, ó Andisoles son suelos desarrollados sobre materiales piroclásticos depositados por erupciones volcánicas cuya principal característica es la variedad de material parental debido a la naturaleza de los materiales expulsados en las erupciones. El origen de estos

suelos se debe al rápido enfriamiento de los materiales expulsados, que no permite la cristalización de los minerales con un alto grado de ordenación, resultando así un material vítreo o vidrio volcánico amorfo.

Este orden incluye desde suelos poco alterados con gran cantidad de vidrio volcánico hasta suelos muy meteorizados, lo que implica que el contenido en vidrio es una de las características utilizadas en la definición de las propiedades ándicas de los suelos.

Los Andisoles son suelos cuya principal característica es la presencia de materiales con propiedades ándicas. En ellos predominan los minerales de bajo grado de ordenamiento complejos humus, resultado de la meteorización y transformación de los vidrios volcánicos y material piroclástico expulsado tras la erupción de un volcán. En él podemos encontrar desde suelos poco desarrollados hasta suelos más maduros con materiales muy meteorizados.

El perfil característico de un Andisol muestra un horizonte superficial mineral oscuro y profundo (epipedión melánico), un horizonte subsuperficial cámbico (Bw) poco desarrollado y un material parental C volcánico relativamente poco alterado. (SSS. 2006)

ANTECEDENTES.

Antes de la erupción, el Volcán estaba cubierto en sus laderas por un cinturón de selva alta perennifolia. El nombre de Chichón deriva de la abundancia antes de la erupción de una palma del sotobosque que da un fruto parecido a un chichón, cuyo nombre científico está palma es *Astrocaryummexicanum*. Hasta el momento de la erupción se desarrollaba también en la zona del Volcán una variedad de cultivos, entre los cuales había café, cacao y maíz. Después de la erupción, la recuperación y establecimiento paulatino de la vegetación pionera, principalmente con especies herbáceas.

En la dinámica de la restauración natural, la acción dinámica que imprime el clima lluvioso y a las temperaturas elevadas, permite por un lado una serie de reacciones químicas que intemperizan los materiales emitidos por el volcán, que han favorecido la germinación, la aparición y al establecimiento de las plantas en las etapas de la sucesión biológica: algas, líquenes, gramíneas, plantas rastreras, arbustos y elementos arbóreos. Actualmente en la zona se desarrollan pastizales, vegetación secundaria y cultivos. (Ramos Hernández, 2010).

SUELOS DERIVADOS DE CENIZAS VOLCÁNICAS

El proceso de formación de los suelos de cenizas volcánicas se presenta en la Ilustración 2. Éste proceso inicia con la generación de una nube de piroclastos durante la erupción volcánica, conformada por partículas de diámetro inferior a 2 mm, conocidas como cenizas volcánicas.

Los suelos volcánicos son de gran importancia agropecuaria, ya que en ellos se producen una variedad de cultivos, entre los que destacan, el café, caña de azúcar, algodón, plátano, tabaco, ganadería, etc.

En general los suelos volcánicos ha sido un tema de gran interés debido al intenso uso del suelo de las regiones volcánicas. Las cenizas volcánicas, como material parental de los suelos volcánicos, están constituidas por un conjunto limitado de productos minerales, producidos por los fenómenos eruptivos que incluyen materiales provenientes de los

magmas jóvenes, como de los materiales viejos de la estructura volcánica. En Chiapas, se han realizado estudios de suelos volcánicos en la Región Soconusco y Volcán Chichón (Ramos H., S. y Flores, D. 2007; Ramos H., S.G., y N. Aguilera H. 1984; Ramos H.S. 2007).

En general los estudios han estado dirigidos a conocer la dinámica de los suelos asociados a las características ándicas de suelos típicos, dentro de los cuales se asocian los altos índices de fijación de fósforo, para suelos del Volcán Tacaná, y los incipientes procesos de formación de suelos para el Volcán Chichón, así como los procesos de restauración natural que está teniendo lugar en el ambiente volcánico del Chichón.

PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

1. MUESTREO

Se establecieron 5 puntos de muestreo; el primer punto de muestreo se localiza en las coordenadas: 17° 21' 38"N, 93° 13' 20"O, aproximadamente a 400 metros del cráter del volcán. El segundo punto se ubicó en las siguientes coordenadas: 17° 21' 49"N 93° 13' 32"O aproximadamente a 1000 metros del cráter del volcán.

El tercer punto de muestreo se encuentra en las siguientes coordenadas: 17° 21' 45"N 93°12' 12"O aproximadamente a 4000 metros del cráter del volcán Chichón. El cuarto punto de muestreo se estableció en las siguientes coordenadas: 17° 16' 34"N 93° 16' 15"O, en el municipio de Francisco León. El quinto punto de muestreo se encuentra en las coordenadas: 17° 10' 33" N, 93° 07'59" O, en el municipio de Tapalapa. En cada uno de los 5 sitios de muestreo se recolectaron un total de 3 submuestras, con una profundidad del suelo de 0-20 cm. La distancia de recolección entre las 3 submuestras fué de 40-60 cm, entre sí.

Volcán Chichón. Sitios de muestreo S1.	
	
Volcán Chichón. Sitios de muestreo S2.	
	

Volcán Chichón. Sitios de muestreo S3.



Volcán Chichón. Sitios de muestreo S4. Municipio de Francisco León



Sitios de muestreo S5. Tapalapa.



2. DETERMINACION DE COLOR

a) Materiales y reactivos

- Placa de porcelana
- Cartas de color Munsell
- Gotero
- Suelo tamizado

b) Procedimiento

Se colocó un gramo de suelo de cada una de las 15 muestras en cada cavidad de las placas de porcelana y se comparo visualmente el color, el matiz, la brillantez, y la intensidad de cada muestra con las tablas de Munsell. El análisis se repitió agregando de 2 gotas de agua a cada muestra, para humedecerla, teniendo así el color de las muestras Secas y Húmedas.



Tabla Munsell



1. Determinar el color con las muestras secas



2. Determinar el color con las muestras Húmedas

3. DETERMINACION DE CONTENIDO DE ALÓFANO

a) Materiales y Reactivos

- Placa de porcelana
- Fluoruro de sodio 1N
- Fenolftaleína 1%

b) Procedimiento

Se colocó 0.5 gr. de suelo de cada una de las 15 muestras en placas de porcelana y se agregaron 6 gotas de fluoruro de sodio 1N. Después se agregaron 2 gotas de fenolftaleína y se agitaron suavemente las placas de porcelana, se observó un viraje de la muestra, de rosa a tonalidades violeta. Se evaluó visualmente la tonalidad como: bajo color rosa, medio, alto y muy alto violeta de cada muestra.



1. Colocar el suelo en las placas de porcelana



2. Agregar 6 gotas de FNa, dejar reposar y agitar levemente



3. Agregar 2 gotas de Fenolftaleína



4. Anotar observaciones

Tabla comparativa	
Muestra	Contenido de alófano
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy alto

4. DETERMINACION DE LA DENSIDAD APARENTE

a) Materiales y reactivos

- Probeta de 10 ml.
- Balanza Granataria
- Espátula

b) Procedimiento

Se pesó una probeta vacía de 10 ml en la balanza granataria, después se le agregó con una espátula la muestra de suelo, hasta llegar a los 10 ml. Después se golpeó ligeramente la probeta para compactar el suelo y se agregó el suelo faltante hasta los 10 ml. Se pesó la probeta con suelo y para los cálculos se restó el peso de la probeta con muestra al de la probeta vacía.

c) Cálculos:

$$\text{Densidad Aprente} = \frac{\text{peso del suelo (gr.)}}{\text{volumen de la probeta (ml)}} = \text{gr/ml}$$



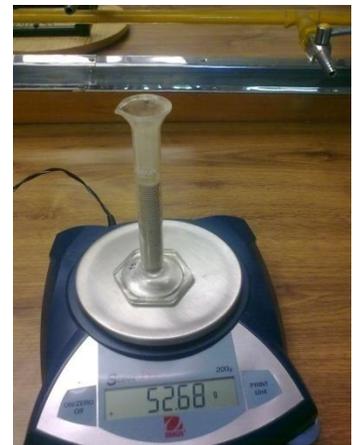
1. Pesar probeta de 10 ml vacía



2. Agregar suelo hasta los 10 ml



3. Golpear ligeramente 10 veces



4. Llenar hasta los 10 ml nuevamente y pesar

5. DETERMINACION LA DENSIDAD REAL Y % DE ESPACIO POROSO

a) Materiales y reactivos

- Picnómetro de 25 ml
- Balanza analítica
- Piseta
- Embudo
- Pinzas para tubos de ensayo
- Agua destilada

b) Procedimiento

Se pesó un picnómetro vacío y completamente limpio, manipulándolo solo con pinzas para evitar adicionar peso de más, después se pesaron 5 gr de suelo y se agregaron al picnómetro, que se volvió a pesar. Luego se agregó agua destilada al picnómetro, hasta $\frac{3}{4}$ de su capacidad y si la mezcla contenía muchas burbujas se dejó reposar por 1 día, para que se liberara el oxígeno. Después de comprobar que no tenga burbujas, se llenó el picnómetro hasta que el agua llegue al fondo de la tapa, y se volvió a pesar. Al terminar, se llenó un picnómetro solo con agua destilada.

c) Cálculos

$$\bullet \text{ Densidad Real} = \frac{S}{S+A-(s+a)} = \text{gr/ml}$$

Donde: S= peso del suelo

A= peso del agua

s+a= peso del suelo y agua

mezclados

$$\bullet \text{ \% De Espacio Poroso} = \left(1 - \frac{\text{densidad aparente}}{\text{densidad real}} \right) \times 100$$



1. Pesar Picnómetro vacío



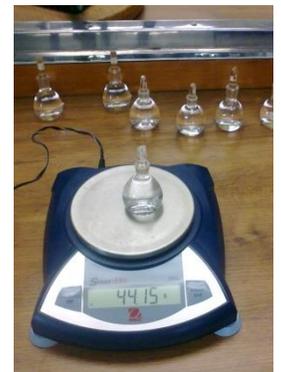
2. Pesar 5 gr de suelo



3. Llenar 3/4 del picnómetro con agua destilada



4. Llenar completamente el picnómetro y pesar



5. Llenar el picnómetro solo con agua destilada y pesarlo

6. DETERMINACION DEL pH (RELACION 1: 25) CON AGUA DESTILADA

a) Materiales y Reactivos

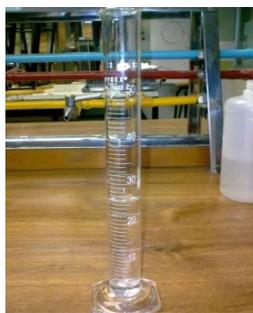
- Potenciómetro
- Balanza Granataria
- Vasos de precipitado de 50 ml
- Agitadores magnéticos
- Parrilla con agitación magnética
- Piseta
- Agua destilada
- Solución Buffer pH 7

b) Procedimiento

Se pesaron 10 gr. De suelo que se colocaron en vasos de precipitado y se le agrego a cada vaso 25 ml. De agua destilada. A cada vaso se le colocó un agitador magnético y se colocaron sobre la parrilla con agitación magnética por 30 min. Para medir el pH se calibro el potenciómetro con una solución buffer de pH 7 y se procedió a leer el valor del pH para cada muestra.



1. Pesar 10 gr. de Suelo



2. Medir 25 ml de agua destilada



3. Agregar el agua destilada al suelo y colocar un agitador magnético



4. Agitar por 30 min. En la parrilla



5. Medir el pH

7. DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

a) Materiales y reactivos

- Conductímetro
- Vasos de precipitado de 50 ml.
- Agua destilada
- Probeta de 50 ml
- Espátula

b) Procedimiento

Se pesaron 30 gr de suelo de cada muestra, y se midieron en la probeta 10 ml de agua destilada. Se agregó el agua destilada al suelo y con la espátula se mezclaron hasta conseguir una pasta. Se introdujo la celda del conductímetro en la pasta y se leyó la conductividad. Además se midió la temperatura del extracto para realizar correcciones a la medición de conductividad, a menos que la temperatura del extracto sea 25°C.

c) Cálculos

La corrección de la conductividad se realizó con la siguiente tabla:

Factor de corrección por temperaturas

<i>T °C</i>	<i>FACTOR DE CORRECCION (F)</i>
8	1.449
10	1.421
12	1.35
14	1.284
16	1.224
18	1.168
19	1.142
20	1.128
21	1.092
22	1.067
23	1.044
24	1.021
25	1
26	0.979
28	0.941
30	0.906
32	0.873
34	0.843

Conductividad Corregida

= (Conductividad leída × Factor a la temperatura de l

Nota: para algunas lecturas de conductividad se interpolaron valores de la temperatura y de los factores, ya que no se encontraban en la tabla.



1. Pesar 30 gr de suelo



2. Medir 10 ml de agua destilada



3. Agregar el agua al suelo y formar una pasta, eliminar el exceso de agua



4. Medir la conductividad

8. **DETERMINACION DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA Y CARBONO POR EL METODO DE WALKEY Y BLACK**

a) Materiales y reactivos

- Matraces Erlenmeyer de 250 ml
- Balanza analítica
- Buretas
- Probeta de 10 ml
- Dicromato de potasio 1N
- Acido sulfúrico Concentrado
- Acido fosfórico
- Sulfato ferroso 0.5 N
- Bariosulfato de difenilamina

b) Procedimiento

Se pesaron 0.5 gr de suelo (si era muy oscuro por contener mucha Materia Orgánica, solo se pesaron 0.2 gr) y se colocaron en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. Previamente se llenaron 2 buretas de 50 ml cada una; la primera con acido sulfúrico concentrado y otra con Dicromato de potasio 1N.

Al matraz con el suelo se le agregaron 5 ml de Dicromato de potasio y después se agregaron lentamente 10 ml de acido sulfúrico, se procedió a agitar manualmente la mezcla por 1 minuto aproximadamente y se dejó reposar por 30 min. Lo siguiente fue adicionar 100 ml de agua destilada cada matraz. Se llenaron otras 2 buretas de 50 ml, con acido fosfórico y sulfato ferroso 0.5 N respectivamente. Se agregaron al matraz 5 ml de acido fosfórico, después se adicionaron 5 gotas de indicador bariosulfato de difenilamina, para después titular con el sulfato ferroso 0.5 N, hasta que la mezcla vire de un verde pardo hacia un azul turquesa.

Para la preparación de los Blancos 1 y 2, se repite el procedimiento anterior, sin agregar suelo a los matraces y sin dejar reposar los 30 minutos

c) Cálculos

Luego se calcula el contenido de materia orgánica (% M.O.) y el % de Carbono (% C) con las siguientes ecuaciones:

- $Contenido\ de\ Materia\ Organica\ (\%) = \frac{5 - (ml\ de\ FeSO_4 \times N_{real})}{gr\ de\ muestra} \times (0.69)$

- $N_{real} = \frac{(10 \times 0.5)}{ml.\ de\ FeSO_4\ (gastados\ en\ el\ blanco)}$

Donde:

10= volúmen teórico

0.05= normalidad teórica

- $\text{Contenido de Carbono (\%)} = \frac{\% \text{ M.O.}}{1.724}$



1. Pesar 0.2 gr de suelo o 0.5 gr, según sea poco o muy oscuro.



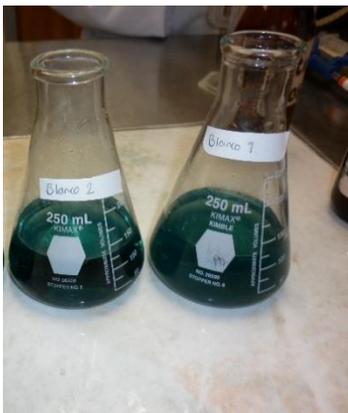
2. Llenar las buretas con Dicromato de potasio y con Acido sulfúrico



3. Agregar 5 ml de Dicromato de Potasio y 10 ml de Acido sulfúrico a cada muestra y dejar reposar por 30 min.



4. Agregar 100 ml de agua destilada



5. Preparar los blancos



6. Agregar a las muestras 5 ml de Acido Fosfórico, 5 gotas del indicador Bariosulfato de Difenilamina y titular con Sulfato Ferroso, hasta el vire a azul turquesa

9. DETERMINACION DE TEXTURA POR EL METODO DE BOUYOCOS

a) Materiales y reactivos

- Balanza Analítica
- Batidora Oster
- Probeta de 1000 ml
- Hidrómetro de Bouyoucos
- Termómetro
- Vasos de Berzelius de 400 ml
- Parrilla eléctrica
- Probeta de 10 ml
- Agitador de vidrio
- Peróxido de Hidrogeno al 8%
- Oxalato de sodio al 5%
- Metasilicato de sodio

b) Procedimiento

Se pesaron 60 gr. De suelo y se colocaron en los vasos de Berzelius, después se agregaron 20 ml de peróxido de hidrogeno y se agito la mezcla, una vez integrada, se volvieron a agregar 20 ml.

Luego se colocaron los vasos en la parrilla eléctrica a 300°C por 4 horas para secar el suelo. Una vez seco el suelo se volvió a agregar 20 ml de peróxido de hidrogeno, se agitó la mezcla y se agregaron otros 20 ml de peróxido, para volver a secar en la parrilla eléctrica.

A continuación se pesaron 50 gr del suelo seco y se colocaron en un vaso de la batidora, al mismo vaso se le agregaron: 10 ml de oxalato de sodio, y 10 ml de Metasilicato de sodio, se agregó agua de la llave hasta la segunda ranura del vaso y se agitó por 10 minutos.

Después se vació la mezcla en la probeta de 1000 ml y se aforó con agua hasta llegar a 1000 ml. Luego se agitó por 1 minuto la mezcla con un agitador de vidrio, para homogeneizarla y se dejó reposar por 40 segundos, al término de los cuales se introdujo el hidrómetro en la probeta, tomando la lectura, para después introducir el termómetro y anotar la temperatura.

Se dejó reposar la mezcla por 2 horas, después de las cuales se repitieron las mediciones del hidrómetro y del termómetro, tomando una segunda lectura.

c) Cálculos:

$$\% \text{ de Limos} + \% \text{ de Arcillas} = \frac{(\text{Lectura 1 del hidrometro corregida}) \times 100}{\text{gr. de suelo}}$$

$$\% \text{ de Arenas} = 100 - (\% \text{ de Limos} + \% \text{ de Arcillas})$$

$$\% \text{ de Arcillas} = \frac{(\text{Segunda lectura del hidrometro corregida}) \times 100}{\text{gr de muestra}}$$

$$\% \text{ de Limos} = (\% \text{ de Limos} + \% \text{ de Arcillas}) - (\% \text{ de Arcillas})$$

NOTA: Las lecturas del hidrómetro; la primera y la segunda, se corrigen, respecto a la temperatura, agregándoles 0.2 por cada grado de temperatura después de los 20 °C o restándolos en caso contrario.



1. Pesar 60 gr de suelo en los vasos Berzelius



2. Medir 20 ml de Peróxido de Hidrogeno al 8%



3. Agregar los 20 ml de peróxido, mezclar con el suelo, agregar otros 20 ml.



4. Calentar las muestras a 300° C para secar completamente



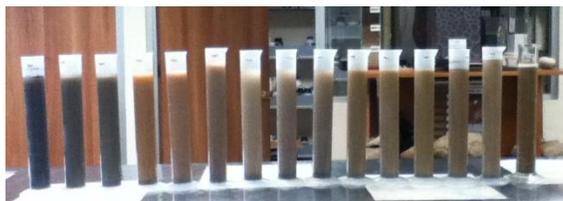
5. Pesar 50 gr del suelo seco



6. Agregar el suelo en el vaso junto con 10 ml de oxalato v 10 ml de



7. Agitar por 10 minutos



8. Vaciar la mezcla en probetas de 1000 ml y aforar con agua hasta 1000



9. Tomar lecturas con el hidrómetro y termómetro, repetir después de 2 horas

10. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO TOTAL

a) Materiales y reactivos

- Balanza analítica
- Tubos de centrifuga
- Matraces para aforar de 50 ml
- Centrifuga
- Probetas de 10 ml
- Buretas de 50 ml
- Cloruro de Calcio 1N pH 7
- Cloruro de Sodio 1N pH 7
- Alcohol etílico 96%
- EDTA 0.02 N
- Solución Buffer pH 10
- Clorhidrato de Hidroxilamina
- KCN al 2%
- Negro de Ericromo T
- Matraces Erlenmeyer de 125 ml y de 250 ml.

b) Procedimiento

Se pesó 1 gr. De suelo de cada muestra, se colocó en un tubo de centrifuga y se tapó bien. A cada tubo se le agregaron 10 ml de Cloruro de Calcio 1N pH 7 y se introdujeron los tubos a la centrifuga durante 5 minutos a 3000 rpm. Después del centrifugado, se desecha el cloruro de calcio y se repite hasta la 5ta vez.

Al desechar la quinta lavada, se agregaron 10 ml de Alcohol etílico al 96% y se repitió el procedimiento de centrifugar por 5 minutos a 3000 rpm, desechar el alcohol etílico y hacer 5 veces. Al desechar la quinta lavada con alcohol etílico, se agregaron 10 ml de Cloruro de Sodio 1N pH 7 y se repitió el procedimiento, pero en vez de desechar el Cloruro de Sodio de cada muestra, este se almacenó en un matraz aforado de 50 ml (uno para cada muestra).

Al llegar a la quinta lavada, se aforó el matraz con Cloruro de Sodio, hasta 50 ml. A continuación, la solución en el matraz se vertió en matraces Erlenmeyer de 250 ml, a los que se le colocaron embudos con papel filtro, por si la solución contenía suelo.

Al transvasar los 50 ml de Cloruro de Sodio a los matraces Erlenmeyer, se tomaron 10 ml de esa solución y se colocaron en un matraz Erlenmeyer de 125 ml y se le agregaron 10 ml de Solución Buffer pH 10 con una probeta, 5 gotas de Clorhidrato de Hidroxilamina, 5 gotas de KCN al 2% y 5 gotas de Negro de Ericromo T, se agitó la mezcla y se tituló la solución con Versenato (EDTA) 0.02 N, hasta alcanzar un vire de la solución, de purpura a azul. Para la preparación de los blancos 1 Y 2, se agregaron 10 ml de Cloruro de Sodio 1N pH 7 a un matraz Erlenmeyer de 125 ml. Y se le agregaron también 10 ml de solución Buffer pH 7, 5 gotas de Clorhidrato de Hidroxilamina, 5 gotas de KCN al 2% y 5 gotas de Negro de Ericromo T, se agitaron y se titularon con Versenato (EDTA) 0.02 N, hasta alcanzar un vire de la solución, de purpura a azul.

c) Cálculos

$$\text{Normalidad Real} = \frac{10 \times 0.02}{(\text{volumen promedio gastado en la titulación de los blancos})}$$

$$\text{Capacidad De Intercambio Cationico Total} = \frac{(\text{Vol. gastado en las muestras}) \times \text{Normalidad Real}}{(\text{gramos de muestra})} * 100$$

Donde:

10= volúmen teórico

0.05= normalidad teórica



1. Pesar 1 gr de cada muestra y colocar en tubos para centrifuga



2. Agregar 10 ml de CaCl_2 centrifugar, decantar y desechar 5 veces



3. Realizar este procedimiento para el alcohol etílico y cloruro de sodio



4. Recolectar el Cloruro de sodio decantado en matraces aforados de 50 ml, aforar a 50 ml con Cloruro de Sodio



5. Vaciar la solución de cloruro de sodio en Matraces Erlenmeyer de 250 ml



6. Tomar de la solución filtrada 10 ml, vaciarlos en matraces Erlenmeyer de 125 ml



7. Agregar a la solución 5 gotas de clorhidrato de Hidroxilamina, 5 gotas de KCN al 2%, 5 gotas de Negro Ericromo T y titular con EDTA hasta el vire a azul.

RESULTADOS, PLANOS, GRÁFICOS, PROTOTIPOS Y PROGRAMAS

Los resultados se evaluaron empleando el programa de estadística Statgraphics Centurión XVI 16.1.18 de 2 maneras: por sitio de muestreo y repeticiones del muestreo (1), y por sitio de muestreo únicamente (2). La primera evaluación se realizó para determinar si existen variaciones en las repeticiones en un mismo sitio de muestreo y la segunda para comparar los promedios de cada parámetro evaluados entre los diferentes sitios de muestreo.

a) DETERMINACIÓN DE COLOR

Los resultados obtenidos del análisis de Color se muestran en los siguientes cuadros:

Cuadro 1.- Resultados de la determinación de color en muestras secas.

MUESTRA	MUESTRAS SECAS					
	Primera Repetición		Segunda Repetición		Tercera Repetición	
	COLOR	DESCRIPCION	COLOR	DESCRIPCION	COLOR	DESCRIPCION
S1M1	10 YR 5/2	Café grisáceo	10 YR 5/2	Café grisáceo	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro
S1M2	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro	10 YR 5/3	Café	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro
S1M3	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro	10 YR 5/2	Café grisáceo	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro
S2M1	10 YR 6/3	Café pálido	10 YR 6/3	Café pálido	10 YR 6/3	Café pálido
S2M2	10 YR 6/2	Gris claro parduzco	10 YR 6/3	Café pálido	10 YR 6/3	Café pálido
S2M3	10 YR 6/2	Gris claro parduzco	10 YR 6/2	Gris claro parduzco	10 YR 6/2	Gris claro parduzco
S3M1	10 YR 5/1	Gris	10 YR 5/1	Gris	10 YR 5/1	Gris
S3M2	10 YR 5/2	Café grisáceo	10 YR 5/1	Gris	10 YR 5/2	Café grisáceo
S3M3	10 YR 5/2	Café grisáceo	10 YR 5/3	Café	10 YR 5/2	Café grisáceo
S4M1	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro
S4M2	10 YR 4/3	Café	10 YR 4/3	Café	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro
S4M3	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro	10 YR 4/3	Café
S5M1	10 YR 5/2	Café grisáceo	10 YR 5/3	Café	10 YR 5/4	Café amarillento
S5M2	10 YR 5/2	Café grisáceo	10 YR 5/4	Café amarillento	10 YR 5/3	Café
S5M3	10 YR 5/2	Café grisáceo	10 YR 5/3	Café	10 YR 5/2	Café grisáceo

Cuadro 2.-Resultados de la determinación de color en muestras Húmedas.

MUESTRA	MUESTRAS HUMEDAS					
	Primera Repetición		Segunda Repetición		Tercera Repetición	
	COLOR	DESCRIPCION	COLOR	DESCRIPCION	COLOR	DESCRIPCION
S1M1	10 YR 3/1	Gris muy oscuro	10 YR 3/1	Gris muy oscuro	10 YR 3/1	Gris muy oscuro
S1M2	10 YR 3/2	Café grisáceo muy oscuro	10 YR 3/2	Café grisáceo muy oscuro	10 YR 3/2	Café grisáceo muy oscuro
S1M3	10 YR 3/2	Café grisáceo muy oscuro	10 YR 3/2	Café grisáceo muy oscuro	10 YR 3/2	Café grisáceo muy oscuro
S2M1	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro	10 YR 4/3	Café

S2M2	10 YR 4/3	Café	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro	10 YR 4/3	Café
S2M3	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro	10 YR 4/1	Gris oscuro	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro
S3M1	10 YR 4/1	Gris oscuro	10 YR 3/1	Gris muy oscuro	10 YR 3/1	Gris muy oscuro
S3M2	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro	10 YR 3/3	Café oscuro	10 YR 3/2	Café grisáceo muy oscuro
S3M3	10 YR 4/2	Café grisáceo oscuro	10 YR 3/2	Café grisáceo muy oscuro	10 YR 3/2	Café grisáceo muy oscuro
S4M1	10 YR 3/2	Café grisáceo muy oscuro	10 YR 3/2	Café grisáceo muy oscuro	10 YR 3/3	Café oscuro
S4M2	10 YR 3/2	Café grisáceo muy oscuro	10 YR 3/2	Café grisáceo muy oscuro	10 YR 3/2	Café grisáceo muy oscuro
S4M3	10 YR 3/3	Café oscuro	10 YR 3/1	Gris muy oscuro	10 YR 3/3	Café oscuro
S5M1	10 YR 3/3	Café oscuro	10 YR 3/4	Café amarillento oscuro	10 YR 3/4	Café amarillento oscuro
S5M2	10 YR 3/3	Café oscuro	10 YR 3/4	Café amarillento oscuro	10 YR 3/3	Café oscuro
S5M3	10 YR 3/4	Café amarillento oscuro	10 YR 3/2	Café grisáceo muy oscuro	10 YR 3/3	Café oscuro

b) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ALÓFANO

Los resultados obtenidos del análisis del Contenido de Alófono se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.-Resultados del Contenido de Alófono de las muestras

MUESTRA	Primera Repetición		Segunda Repetición		Tercera Repetición	
	TONALIDAD	Valor*	TONALIDAD	Valor*	TONALIDAD	Valor*
S1M1	Bajo	1	Bajo	1	Bajo	1
S1M2	Bajo	1	Bajo	1	Bajo	1
S1M3	Bajo	1	Bajo	1	Bajo	1
S2M1	Medio	2	Medio	2	Medio	2
S2M2	Medio	2	Medio	2	Medio	2
S2M3	Medio	2	Medio	2	Medio	2
S3M1	Medio	2	Medio	2	Medio	2
S3M2	Medio	2	Medio	2	Medio	2
S3M3	Medio	2	Medio	2	Medio	2
S4M1	Bajo	1	Bajo	1	Bajo	1
S4M2	Bajo	1	Bajo	1	Bajo	1
S4M3	Bajo	1	Bajo	1	Bajo	1
S5M1	Alto	3	Muy alto	4	Muy alto	4
S5M2	Alto	3	Alto	3	Alto	3
S5M3	Muy alto	4	Alto	3	Alto	3

* Para fines del análisis estadístico, se le asigno un valor numérico al contenido de Alófono: 1=bajo, 2= medio, 3=alto, 4=muy alto.

1. POR SITIO DE MUESTREO Y NUMERO DE REPETICIONES DE MUESTRAS.

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación del Contenido de Alófono en las diferentes repeticiones de muestras tomadas en los distintos sitios de muestreo.

En el cuadro 4 se puede observar que la muestra S5M3 fue la que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de muestras: 17.3205%, seguida por la muestra S5M1 con un coeficiente de variación de: 15.7459%, mientras que las demás muestras tuvieron un coeficiente de variación nulo. Estos resultados indican que hay diferencias en las densidades aparentes en cada repetición de los sitios de muestreo y que esta variación depende del sitio de muestreo. La variación del contenido de Alófono en las repeticiones y sitios de muestreo dependen principalmente de la antigüedad de los suelos respecto a la erupción del Volcán Chichón.

Cuadro 4.- Resumen Estadístico del Contenido de Alófono en las Repeticiones

Repeticiones	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
S1M1	3	1.0	0.0	0.0%	1.0	1.0	0.0
S1M2	3	1.0	0.0	0.0%	1.0	1.0	0.0
S1M3	3	1.0	0.0	0.0%	1.0	1.0	0.0

S2M1	3	2.0	0.0	0.0%	2.0	2.0	0.0
S2M2	3	2.0	0.0	0.0%	2.0	2.0	0.0
S2M3	3	2.0	0.0	0.0%	2.0	2.0	0.0
S3M1	3	2.0	0.0	0.0%	2.0	2.0	0.0
S3M2	3	2.0	0.0	0.0%	2.0	2.0	0.0
S3M3	3	2.0	0.0	0.0%	2.0	2.0	0.0
S4M1	3	1.0	0.0	0.0%	1.0	1.0	0.0
S4M2	3	1.0	0.0	0.0%	1.0	1.0	0.0
S4M3	3	1.0	0.0	0.0%	1.0	1.0	0.0
S5M1	3	3.66667	0.57735	15.7459%	3.0	4.0	1.0
S5M2	3	3.0	0.0	0.0%	3.0	3.0	0.0
S5M3	3	3.33333	0.57735	17.3205%	3.0	4.0	1.0
Total	45	1.86667	0.894427	47.9157%	1.0	4.0	3.0

Se encontró que hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. La verificación se presenta en el cuadro 5. El estadístico mostrado en el cuadro evalúa la hipótesis de que la desviación estándar del Contenido de Alófono dentro de cada uno de los 15 niveles de Repeticiones es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 5.- Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.928571	0.54116

En el cuadro 6 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza del Contenido de Alófono en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 54.4286, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media del Contenido de Alófono entre un nivel de Repeticiones y otro, con un nivel del 95.0% de confianza

Cuadro 6.- ANOVA para el Contenido de Alófono por Repeticiones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	33.8667	14	2.41905	54.43	0.0000
Intra grupos	1.33333	30	0.0444444		
Total (Corr.)	35.2	44			

En el cuadro 7 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que la muestra S5M1 fue la que tuvo mayor Contenido de Alófono, Mientras que las muestras S4M1, S1M2, S4M3, S4M2, S1M1 Y SIM3 fueron las que presentaron menor cantidad del contenido de Alófono respectivamente y no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Cuadro 7.- Pruebas de Múltiple Rangos para el Contenido de Alófono por Repeticiones

Método: 95.0 porcentaje LSD

Repeticiones	Casos	Media	Grupos Homogéneos
S4M1	3	1.0	X D
S1M2	3	1.0	X D
S4M3	3	1.0	X D
S4M2	3	1.0	X D
S1M1	3	1.0	X D
S1M3	3	1.0	X D
S3M1	3	2.0	X C
S2M3	3	2.0	X C
S2M2	3	2.0	X C
S3M3	3	2.0	X C
S3M2	3	2.0	X C
S2M1	3	2.0	X C
S5M2	3	3.0	X B
S5M3	3	3.33333	XX BA
S5M1	3	3.66667	X A

2. POR SITIO DE MUESTREO ÚNICAMENTE

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación del Contenido de Alófono entre los 5 sitios de muestreo.

En el cuadro 8 se puede observar que el sitio de muestreo S5 fue el único que tuvo coeficiente de variación del total de sitios de muestreo: 15.0%. Estos resultados indican que hay diferencias en las densidades aparentes de cada sitio de muestreo, lo cual se debe a las distintas características de los sitios de muestreo.

Cuadro 8.- Resumen Estadístico para el Contenido de Alófono por Sitio de Muestreo

Sitios de muestreo	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
S1	9	1.0	0.0	0.0%	1.0	1.0	0.0
S2	9	2.0	0.0	0.0%	2.0	2.0	0.0
S3	9	2.0	0.0	0.0%	2.0	2.0	0.0
S4	9	1.0	0.0	0.0%	1.0	1.0	0.0
S5	9	3.33333	0.5	15.0%	3.0	4.0	1.0
Total	45	1.86667	0.894427	47.9157%	1.0	4.0	3.0

En el cuadro 9 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza del Contenido de Alófono en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 166.0, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media del Contenido de Alófono entre un nivel de Sitios de muestreo y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 9.-ANOVA para el Contenido de Alófono por Sitio de Muestreo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	33.2	4	8.3	166.00	0.0000
Intra grupos	2.0	40	0.05		
Total (Corr.)	35.2	44			

En el cuadro 10 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que el sitio de muestreo S5 fue el que tuvo mayor Contenido de Alófono, mientras que los sitios S1 y S4 presentaron el menor contenido de alófono respectivamente y que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

Cuadro 10.- Pruebas de Múltiple Rangos para el Contenido de Alófono por Sitios de muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
S1	9	1.0	X C
S4	9	1.0	X C
S3	9	2.0	X B
S2	9	2.0	X B
S5	9	3.33333	X A

c) DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE

Los resultados obtenidos del análisis de Densidad Aparente se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 11.- Resultados obtenidos del análisis de Densidad Aparente

	Primera Repetición	Segunda Repetición	Tercera Repetición
<i>MUESTRA</i>	<i>DENSIDAD APARENTE (gr./ml)</i>		
S1M1	1.158	1.045	1.044
S1M2	1.156	1.127	1.103
S1M3	1.062	1.098	1.28
S2M1	1.383	1.364	1.38
S2M2	1.422	1.403	1.382
S2M3	1.337	1.343	1.335
S3M1	1.506	1.38	1.467
S3M2	1.26	0.99	1.219
S3M3	1.245	1.177	1.05
S4M1	0.951	1.043	0.951
S4M2	1.17	1.101	1.042
S4M3	1.101	1.058	1.035
S5M1	0.876	0.801	0.793
S5M2	0.846	0.701	0.795
S5M3	0.745	0.718	0.804

1. POR SITIO DE MUESTREO Y NUMERO DE REPETICIONES DE MUESTRAS.

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación de la Densidad Aparente en las diferentes repeticiones de muestras tomadas en los distintos sitios de muestreo.

En el cuadro 12 se puede observar que la muestra S3M2 fue la que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de muestras: 12.58%, mientras que la muestra S2M3 tuvo el menor coeficiente de variación de todas las muestras: 0.31%. Estos resultados indican que hay diferencias en las densidades aparentes en cada repetición de los sitios de muestreo y que esta variación depende del sitio de muestreo. Cabe mencionar que las repeticiones de las muestras se tomaron una distancia máxima de 50 cm entre ellas, con lo cual podemos atribuir la variabilidad a las características edafológicas cambiantes en cada sitio de muestreo.

Cuadro 12.- Resumen estadístico de los resultados obtenidos para la Densidad Aparente en las Repeticiones

<i>Repeticiones</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
S1M1	3	1.08233	0.0655312	6.05462%	1.044	1.158
S1M2	3	1.12867	0.0265393	2.35138%	1.103	1.156
S1M3	3	1.14667	0.116865	10.1917%	1.062	1.28
S2M1	3	1.37567	0.0102144	0.742503%	1.364	1.383
S2M2	3	1.40233	0.0200083	1.42679%	1.382	1.422
S2M3	3	1.33833	0.00416333	0.311083%	1.335	1.343
S3M1	3	1.451	0.0645058	4.44561%	1.38	1.506

S3M2	3	1.15633	0.1455	12.5829%	0.99	1.26
S3M3	3	1.15733	0.0989764	8.55211%	1.05	1.245
S4M1	3	0.981667	0.0531162	5.41082%	0.951	1.043
S4M2	3	1.10433	0.0640651	5.80124%	1.042	1.17
S4M3	3	1.06467	0.0335012	3.14664%	1.035	1.101
S5M1	3	0.823333	0.0457857	5.56102%	0.793	0.876
S5M2	3	0.780667	0.073555	9.42207%	0.701	0.846
S5M3	3	0.755667	0.0439811	5.82017%	0.718	0.804
Total	45	1.1166	0.220525	19.7497%	0.701	1.506

Se encontró que hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles son iguales. Se realizó una verificación de varianza para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. La verificación se presenta en el cuadro 13. El estadístico mostrado en el cuadro evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de densidad aparente dentro de cada uno de los 15 niveles de trata es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 13.- Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.618796	0.828233

En el cuadro 14 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza de densidad aparente en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 29.79, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de densidad aparente entre sitios de muestreo y las repeticiones de los muestreos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 14.- ANOVA para Densidad Aparente por Repeticiones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1.99618	14	0.142584	29.79	0.0000
Intra grupos	0.143589	30	0.00478631		
Total (Corr.)	2.13977	44			

En el cuadro 15 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que la muestra S3M1 fue la que tuvo mayor densidad aparente, seguida por las muestras S2M2, S2M1 y S2M3 y que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Cuadro 15.- Pruebas de Múltiple Rangos para Densidad Aparente por Repeticiones

Repeticiones	Casos	Media	Grupos Homogéneos
S5M3	3	0.755667	X E

S5M2	3	0.780667	X E
S5M1	3	0.823333	X E
S4M1	3	0.981667	X D
S4M3	3	1.06467	XX BC
S1M1	3	1.08233	XX BC
S4M2	3	1.10433	X B
S1M2	3	1.12867	X B
S1M3	3	1.14667	X B
S3M2	3	1.15633	X B
S3M3	3	1.15733	X B
S2M3	3	1.33833	X A
S2M1	3	1.37567	X A
S2M2	3	1.40233	X A
S3M1	3	1.451	X A
DMS (0.05)		0.115	

2. POR SITIO DE MUESTREO ÚNICAMENTE

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación de la Densidad Aparente entre los 5 sitios de muestreo.

En el cuadro 16 se puede observar que el sitio de muestreo S3 fue el que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de sitios de muestreo: 13.8977%. Mientras que el sitio S2 fue el que presentó el menor coeficiente de variación de los sitios de muestreo: 2.19322%. Estos resultados indican que hay diferencias en las densidades aparentes de cada sitio de muestreo, lo cual se debe a las distintas características de los sitios de muestreo.

Cuadro 16.- Resumen Estadístico para Densidad Aparente por Sitio de Muestreo

Sitios de Muestreo	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
S1	9	1.11922	0.0740958	6.6203%	1.044	1.28
S2	9	1.37211	0.0300934	2.19322%	1.335	1.422
S3	9	1.25489	0.174401	13.8977%	0.99	1.506
S4	9	1.05022	0.0703612	6.69965%	0.951	1.17
S5	9	0.786556	0.0569059	7.23482%	0.701	0.876
Total	45	1.1166	0.220525	19.7497%	0.701	1.506

Existe una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles son iguales. Se realizó una verificación de varianza para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. La verificación se presenta en el cuadro 17. El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de densidad aparente dentro de cada uno de los 5 niveles de tratamiento es la misma. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza. Esto viola uno de los supuestos importantes subyacentes en el análisis de varianza e invalidará la mayoría de las pruebas estadísticas comunes.

Cuadro 17- Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	4.30072	0.00548089

En el cuadro 18 está la prueba de mediana de Mood, para dar validez a las medianas de los valores de la densidad aparente de los sitios de muestreo, ya que evalúa la hipótesis de que las medianas de todos los sitios de muestreo son iguales. Lo hace contando el número de observaciones en cada muestra, a cada lado de la mediana global, la cual es igual a 1.101. Puesto que el valor-P para la prueba de chi-cuadrada es menor que 0.05, las medianas de las muestras son significativamente diferentes con un nivel de confianza del 95.0%. También se incluyen (si están disponibles) los intervalos del 95.0% de confianza para mediana, basados en los estadísticos de orden de cada muestra.

Cuadro 18.- Prueba de la Mediana de Mood para densidad aparente por Sitio de Muestreo

Total n = 45

Gran mediana = 1.101

<i>Sitios de Muestreo</i>	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>n<=</i>	<i>n></i>	<i>Mediana</i>	<i>LC inferior 95.0%</i>	<i>LC superior 95.0%</i>
S1	9	4	5	1.103	1.04408	1.27051
S2	9	0	9	1.38	1.33516	1.42052
S3	9	2	7	1.245	0.994667	1.50297
S4	9	8	1	1.043	0.951	1.16463
S5	9	9	0	0.795	0.702322	0.873667

Estadístico = 26.3241 Valor-P = 0.0000272219

En el cuadro 19 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza de Densidad Aparente en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 49.4376, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Densidad Aparente entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 19.- ANOVA para densidad aparente por Sitio de Muestreo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.77977	4	0.444942	49.44	0.0000
Intra grupos	0.360003	40	0.00900008		
Total (Corr.)	2.13977	44			

En el cuadro 20 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa el sitio de muestreo S2 fue el que presentó la mayor densidad aparente, seguido por el sitio S3, los sitios S1 y S4 que no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, y el sitio S5 que presentó la menor densidad aparente de todos los sitios. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a

Cuadro 20.- Pruebas de Múltiple Rangos para Densidad Aparente por Sitio de Muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Sitios de Muestreo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
S5	9	0.786556	X C
S4	9	1.05022	X B
S1	9	1.11922	X B
S3	9	1.25489	X A
S2	9	1.37211	X A

d) DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD REAL

Los resultados obtenidos del análisis de Densidad Real se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 21.- Resultados obtenidos del Análisis de Densidad Real.

	Primera Repetición	Segunda Repetición	Tercera Repetición
<i>MUESTRA</i>	<i>DENSIDAD REAL (gr/ml)</i>		
S1M1	2.857142857	2.604166667	2.551020408
S1M2	2.458128079	2.564102564	2.43902439
S1M3	2.636842105	3.198717949	2.369668246
S2M1	3	2.732240437	2.702702703
S2M2	2.679144385	2.688172043	2.857142857
S2M3	2.711956522	2.673796791	2.906976744
S3M1	2.857142857	2.906976744	2.747252747
S3M2	2.47761194	2.659574468	3.333333333
S3M3	2.5	2.688172043	2.380952381
S4M1	2.401913876	2.564102564	2.463054187
S4M2	2.392344498	2.590673575	2.487562189
S4M3	2.283105023	2.564102564	2.5
S5M1	2.385714286	2.374407583	2.227678571
S5M2	2.272727273	2.358490566	2.083333333
S5M3	2.272727273	2.212389381	2.049180328

1. POR SITIO DE MUESTREO Y NUMERO DE REPETICIONES DE MUESTRAS.

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación de la Densidad Real en las diferentes repeticiones de muestras tomadas en los distintos sitios de muestreo.

En el cuadro 22 se puede observar que la muestra S3M2 fue la que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de muestras: 15.9659%, mientras que la muestra S1M2 tuvo el menor coeficiente de variación de todas las muestras: 2.70918%. Estos resultados indican que hay diferencias en la Densidad Real en cada repetición de los sitios de muestreo y que esta variación depende del sitio de muestreo. Cabe mencionar que las repeticiones de las muestras se tomaron una distancia máxima de 50 cm entre ellas, con lo cual podemos atribuir la variabilidad a las características edafológicas cambiantes en cada sitio de muestreo.

Cuadro 22.- Resumen estadístico de los resultados obtenidos para Densidad Real en las Repeticiones

<i>Repeticiones</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
S1M1	3	2.67078	0.163571	6.12447%	2.55102	2.85714
S1M2	3	2.48709	0.0673796	2.70918%	2.43902	2.5641
S1M3	3	2.73508	0.423165	15.4718%	2.36967	3.19872
S2M1	3	2.81165	0.163785	5.82524%	2.7027	3.0
S2M2	3	2.74149	0.100263	3.65725%	2.67914	2.85714
S2M3	3	2.76424	0.125075	4.52473%	2.6738	2.90698
S3M1	3	2.83712	0.0817221	2.88046%	2.74725	2.90698
S3M2	3	2.82351	0.450799	15.9659%	2.47761	3.33333
S3M3	3	2.52304	0.1549	6.13944%	2.38095	2.68817
S4M1	3	2.47636	0.0819086	3.30762%	2.40191	2.5641

S4M2	3	2.49019	0.0991907	3.98325%	2.39234	2.59067
S4M3	3	2.44907	0.14726	6.01288%	2.28311	2.5641
S5M1	3	2.32927	0.0881594	3.78486%	2.22768	2.38571
S5M2	3	2.23818	0.140794	6.29053%	2.08333	2.35849
S5M3	3	2.1781	0.115651	5.30973%	2.04918	2.27273
Total	45	2.57034	0.266675	10.3751%	2.04918	3.33333

Se encontró que hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles es igual. Se realizó una verificación de varianza para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. La verificación se presenta en el cuadro 23. El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Densidad Real dentro de cada uno de los 15 niveles de Tratamientos es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 23.-Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.808254	0.654474

En el cuadro 24 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza de Densidad Real en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 3.6778, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Densidad Real entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Cuadro 24.-Tabla ANOVA para Densidad Real por Repeticiones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1.97712	14	0.141223	3.68	0.0013
Intra grupos	1.15196	30	0.0383988		
Total (Corr.)	3.12908	44			

En el cuadro 25 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que la muestra S3M1 es la que presente la mayor densidad real de todas las muestras, seguida por las muestras: S3M2, S2M1, S2M3, S2M2, S1M3, S1M1 Y S3M3, que no presentan diferencias estadísticas significativas entre ellas. Por último la muestra con menor densidad real es la S5M3, seguida por las muestras: S5M2, S5M1, S4M3, S4M1, S1M2, S4M2, que no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 25.- Pruebas de Múltiple Rangos para Densidad Real por Repeticiones

Método: 95.0 porcentaje LSD

Repeticiones	Casos	Media	Grupos Homogéneos
S5M3	3	2.1781	X E
S5M2	3	2.23818	XX ED
S5M1	3	2.32927	XX ED
S4M3	3	2.44907	XXX EDC
S4M1	3	2.47636	XXX EDC
S1M2	3	2.48709	XXXX EDCB
S4M2	3	2.49019	XXXX EDCB
S3M3	3	2.52304	XXXX DCBA
S1M1	3	2.67078	XXX CBA
S1M3	3	2.73508	XXX CBA
S2M2	3	2.74149	XXX CBA
S2M3	3	2.76424	XXX CBA
S2M1	3	2.81165	XX BA
S3M2	3	2.82351	X A
S3M1	3	2.83712	X A

1. POR SITIO DE MUESTREO ÚNICAMENTE

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación la Densidad Real entre los 5 sitios de muestreo.

En el cuadro 26 se puede observar que el sitio de muestreo S3 fue el que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de sitios de muestreo: 10.5045%. Mientras que el sitio S4 fue el que presentó el menor coeficiente de variación de los sitios de muestreo: 4.02253%. Estos resultados indican que hay diferencias en Densidad Real entre los distintos sitios de muestreo.

Cuadro 26.- Resumen Estadístico para los resultados obtenidos de Densidad Real por Sitio de Muestreo

Sitios de Muestreo	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
S1	9	2.63098	0.254976	9.69131%	2.36967	3.19872
S2	9	2.77246	0.118707	4.28166%	2.6738	3.0
S3	9	2.72789	0.286552	10.5045%	2.38095	3.33333
S4	9	2.47187	0.0994319	4.02253%	2.28311	2.59067
S5	9	2.24852	0.120778	5.37144%	2.04918	2.38571
Total	45	2.57034	0.266675	10.3751%	2.04918	3.33333

En el cuadro 27 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza de Densidad Real en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 11.0638, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Densidad Real entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Cuadro 27.- ANOVA para Densidad Real por Sitio de Muestreo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.64356	4	0.41089	11.06	0.0000
Intra grupos	1.48553	40	0.0371381		
Total (Corr.)	3.12908	44			

En el cuadro 28 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que el sitio de muestreo S2 tuvo la mayor densidad real de todos los sitios de muestreo, le siguieron los sitios S3, S1 y S4, que no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí. El sitio de muestreo S5 fue el que tuvo la menor densidad real de todos los sitios., que no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, siguiendo con el sitio S2 y por último el sitio S1, que presentó el menor pH de todos los sitios de muestreo. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 28.- Pruebas de Múltiple Rangos para Densidad Real por Sitio de Muestreo.

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Sitios de Muestreo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
S5	9	2.24852	X C
S4	9	2.47187	X B
S1	9	2.63098	XX BA
S3	9	2.72789	X A
S2	9	2.77246	X A

e) DETERMINACIÓN DEL ESPACIO POROSO (%)

Los resultados obtenidos del análisis de Espacio Poroso (%) se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 29.- Resultados obtenidos del análisis del Espacio Poroso

	Primera Repetición	Segunda Repetición	Tercera Repetición
<i>MUESTRA</i>	<i>ESPACIO POROSO (%)</i>		
S1M1	59.47	59.87200001	59.0752
S1M2	52.97234469	56.047	54.777
S1M3	59.72455089	65.6737475	45.98399999
S2M1	53.9	50.0776	48.94000001
S2M2	46.92335329	47.8084	51.63
S2M3	50.6997996	49.77179999	54.076
S3M1	47.29	52.528	46.6012
S3M2	49.14457831	62.776	63.43
S3M3	50.2	56.2156	55.9
S4M1	60.40657371	59.323	61.3894
S4M2	51.09400001	57.5014	58.1116
S4M3	51.7762	58.738	58.6
S5M1	63.28143713	66.26526946	64.4024048
S5M2	62.776	70.2776	61.83999999
S5M3	67.22	67.54640001	60.7648

1. POR SITIO DE MUESTREO Y NUMERO DE REPETICIONES DE MUESTRAS.

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación de la Espacio Poroso en las diferentes repeticiones de muestras tomadas en los distintos sitios de muestreo.

En el cuadro 30 se puede observar que la muestra S1M3 fue la que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de muestras: 17.6772%, mientras que la muestra S1M1 tuvo el menor coeficiente de variación de todas las muestras: 0.6699%, Estos resultados indican que hay diferencias en el espacio poroso (%) en cada repetición de los sitios de muestreo y que esta variación depende del sitio de muestreo. Cabe mencionar que las repeticiones de las muestras se tomaron una distancia máxima de 50 cm entre ellas, con lo cual podemos atribuir la variabilidad a las características edafológicas cambiantes en cada sitio de muestreo.

Cuadro 30.- Resumen estadístico de los resultados obtenidos para la determinación del Espacio Poroso % En las repeticiones.

<i>Repeticiones</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
S1M1	3	59.4724	0.398405	0.6699%	59.0752	59.872
S1M2	3	54.5988	1.54506	2.82984%	52.9723	56.047
S1M3	3	57.1274	10.0985	17.6772%	45.984	65.6737
S2M1	3	50.9725	2.59828	5.09742%	48.94	53.9
S2M2	3	48.7873	2.50135	5.12705%	46.9234	51.63
S2M3	3	51.5159	2.26517	4.39704%	49.7718	54.076
S3M1	3	48.8064	3.24135	6.64124%	46.6012	52.528
S3M2	3	58.4502	8.06553	13.799%	49.1446	63.43

S3M3	3	54.1052	3.38568	6.25759%	50.2	56.2156
S4M1	3	60.373	1.03361	1.71204%	59.323	61.3894
S4M2	3	55.569	3.88745	6.99573%	51.094	58.1116
S4M3	3	56.3714	3.98016	7.0606%	51.7762	58.738
S5M1	3	64.6497	1.50721	2.33135%	63.2814	66.2653
S5M2	3	64.9645	4.62499	7.11925%	61.84	70.2776
S5M3	3	65.1771	3.82462	5.86804%	60.7648	67.5464
Total	45	56.7294	6.45741	11.3828%	45.984	70.2776

Se encontró que hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles son iguales. Se realizó una verificación de varianza para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. La verificación se presenta en el cuadro 31. El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Espacio Poroso % dentro de cada uno de los 15 niveles de Tratamientos es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 31.- Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.595308	0.847314

En el cuadro 32 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza de Espacio Poroso % en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 4.87776, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Espacio Poroso % entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 33.- ANOVA para Espacio Poroso % por Repeticiones

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1274.72	14	91.0512	4.88	0.0001
Intra grupos	559.998	30	18.6666		
Total (Corr.)	1834.72	44			

En el cuadro 34 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que las muestras S5M3, S5M2 y S5M1 son las que presentan mayor Espacio Poroso (%) de todas las muestras l y no presentan diferencias estadísticamente entre sí. Mientras que las muestras S2M2 y S3M1 son las que menor espacio poroso presentaron, respecto a las demás muestras y no tienen diferencia estadísticamente significativa entre sí. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay

un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 34.- Pruebas de Múltiple Rangos para Espacio Poroso % por Repeticiones

Método: 95.0 porcentaje LSD

Repeticiones	Casos	Media	Grupos Homogéneos
S2M2	3	48.7873	X E
S3M1	3	48.8064	X E
S2M1	3	50.9725	XX ED
S2M3	3	51.5159	XXX EDC
S3M3	3	54.1052	XXXX EDCB
S1M2	3	54.5988	XXXX EDCB
S4M2	3	55.569	XXXX EDCB
S4M3	3	56.3714	XXX DCB
S1M3	3	57.1274	XXX DCB
S3M2	3	58.4502	XXX CBA
S1M1	3	59.4724	XX BA
S4M1	3	60.373	XX BA
S5M1	3	64.6497	X A
S5M2	3	64.9645	X A
S5M3	3	65.1771	X A

2. POR SITIO DE MUESTREO ÚNICAMENTE

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación del Espacio Poroso (%) entre los 5 sitios de muestreo.

En el cuadro 35 se puede observar que el sitio de muestreo S3 fue el que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de sitios de muestreo: 11.6478%. Mientras que el sitio S5 fue el que presentó el menor coeficiente de variación de los sitios de muestreo: 4.77813%. Estos resultados indican que hay diferencias en el Espacio Poroso (%) entre los distintos sitios de muestreo.

Cuadro 35.- Resumen Estadístico para los resultados obtenidos de Espacio Poroso (%) por Sitio de Muestreo

Sitios de Muestreo	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
S1	9	57.0662	5.53057	9.6915%	45.984	65.6737
S2	9	50.4252	2.46966	4.89766%	46.9234	54.076
S3	9	53.7873	6.26501	11.6478%	46.6012	63.43
S4	9	57.4378	3.60173	6.27066%	51.094	61.3894
S5	9	64.9304	3.10246	4.77813%	60.7648	70.2776
Total	45	56.7294	6.45741	11.3828%	45.984	70.2776

En el cuadro 36 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza de Espacio Poroso (%) en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 13.275, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de

Espacio Poroso (%) entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 36.- ANOVA para Espacio Poroso (%) por Sitio de Muestreo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1046.44	4	261.61	13.28	0.0000
Intra grupos	788.276	40	19.7069		
Total (Corr.)	1834.72	44			

En el cuadro 37 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que el sitio de muestreo S5 tuvo el mayor porcentaje de Espacio Poroso de todos los sitios de muestreo, le siguieron los sitios S4 y S1 que no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí. El sitio de muestreo S2 fue el que tuvo el menor porcentaje de Espacio Poroso de todos los sitios de muestreo. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 37.- Pruebas de Múltiple Rangos para Espacio Poroso (%) por Sitio de Muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Sitio de Muestreo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
S2	9	50.4252	X C
S3	9	53.7873	XX CB
S1	9	57.0662	X B
S4	9	57.4378	X B
S5	9	64.9304	X A

f) DETERMINACIÓN DEL pH

Los resultados obtenidos del análisis de la Determinación del pH se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 38 de Resultados obtenidos del análisis de pH

	Primera Repetición	Segunda Repetición	Tercera Repetición
<i>MUESTRA</i>	<i>pH</i>		
S1M1	4.7	4.08	4.33
S1M2	4.79	3.97	4.45
S1M3	4.85	4.24	4.52
S2M1	4.85	4.54	4.81
S2M2	4.93	4.6	4.83
S2M3	4.87	4.69	5.11
S3M1	6.75	5.39	5.49
S3M2	5.35	5.3	5.48
S3M3	5.2	5.2	5.09
S4M1	5.7	5.56	5.54
S4M2	5.85	5.56	5.48
S4M3	6.24	6.24	5.94
S5M1	5.54	5.49	5.28
S5M2	5.33	5.22	4.95
S5M3	5.09	5.07	4.88

1. POR SITIO DE MUESTREO Y NUMERO DE REPETICIONES DE MUESTRAS.

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación del pH en las diferentes repeticiones de muestras tomadas en los distintos sitios de muestreo.

En el cuadro 39 se puede observar que la muestra S3M1 fue la que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de muestras: 12.8981%, mientras que la muestra S3M3 tuvo el menor coeficiente de variación de todas las muestras: 1.22999%. Estos resultados indican que hay diferencias en el pH en cada repetición de los sitios de muestreo y que esta variación depende del sitio de muestreo. Cabe mencionar que las repeticiones de las muestras se tomaron una distancia máxima de 50 cm entre ellas, con lo cual podemos atribuir la variabilidad a las características edafológicas cambiantes en cada sitio de muestreo.

Cuadro 39.- Resumen estadístico de los resultados obtenidos para la Determinación de pH en las repeticiones.

<i>Repeticiones</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coeficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
S1M1	3	4.37	0.311929	7.13797%	4.08	4.7
S1M2	3	4.40333	0.411987	9.35625%	3.97	4.79
S1M3	3	4.53667	0.305341	6.73052%	4.24	4.85
S2M1	3	4.73333	0.168622	3.56243%	4.54	4.85
S2M2	3	4.78667	0.169214	3.53511%	4.6	4.93
S2M3	3	4.89	0.210713	4.30906%	4.69	5.11
S3M1	3	5.87667	0.75798	12.8981%	5.39	6.75

S3M2	3	5.37667	0.0929157	1.72813%	5.3	5.48
S3M3	3	5.16333	0.0635085	1.22999%	5.09	5.2
S4M1	3	5.6	0.087178	1.55675%	5.54	5.7
S4M2	3	5.63	0.194679	3.45789%	5.48	5.85
S4M3	3	6.14	0.173205	2.82093%	5.94	6.24
S5M1	3	5.43667	0.137961	2.53761%	5.28	5.54
S5M2	3	5.16667	0.195533	3.78452%	4.95	5.33
S5M3	3	5.01333	0.115902	2.31188%	4.88	5.09
Total	45	5.14156	0.572359	11.132%	3.97	6.75

Se encontró que hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles son iguales. Se realizó una verificación de varianza para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. La verificación se presenta en el cuadro 40. El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Determinación de pH dentro de cada uno de los 15 niveles de Tratamientos es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 40.- Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.665835	0.787746

En el cuadro 41 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza de Determinación de pH en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 10.7794, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Determinación de pH entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 41.- ANOVA para Determinación de pH por Repeticiones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	12.0239	14	0.858852	10.78	0.0000
Intra grupos	2.39027	30	0.0796756		
Total (Corr.)	14.4142	44			

En el cuadro 42 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que la muestra S4M3 fue la que tuvo el mayor valor de pH, mientras que las muestras con menor pH fueron S1M1 y S1M2, respectivamente, y no presentan diferencias significativas estadísticamente entre sí. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 42.- Pruebas de Múltiple Rangos para Determinación de pH por Repeticiones

Método: 95.0 porcentaje LSD

Repeticiones	Casos	Media	Grupos Homogéneos	
S1M1	3	4.37	X	G
S1M2	3	4.40333	X	G
S1M3	3	4.53667	XX	GF
S2M1	3	4.73333	XXX	GFE
S2M2	3	4.78667	XXX	GFE
S2M3	3	4.89	XX	FE
S5M3	3	5.01333	XX	ED
S3M3	3	5.16333	XXX	EDC
S5M2	3	5.16667	XXX	EDC
S3M2	3	5.37667	XX	DC
S5M1	3	5.43667	XXX	DCB
S4M1	3	5.6	XX	CB
S4M2	3	5.63	XX	CBA
S3M1	3	5.87667	XX	BA
S4M3	3	6.14	X	A

2. POR SITIO DE MUESTREO ÚNICAMENTE

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación del pH entre los 5 sitios de muestreo.

En el cuadro 43 se puede observar que el sitio de muestreo S3 fue el que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de sitios de muestreo: 9.0884%. Mientras que el sitio S2 fue el que presentó el menor coeficiente de variación de los sitios de muestreo: 3.61344%. Estos resultados indican que hay diferencias en pH entre los distintos sitios de muestreo.

Cuadro 43.- Resumen Estadístico para Determinación de pH por Sitio de Muestreo

Sitios de Muestreo	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
S1	9	4.43667	0.309677	6.97995%	3.97	4.85
S2	9	4.80333	0.173566	3.61344%	4.54	5.11
S3	9	5.47222	0.497337	9.0884%	5.09	6.75
S4	9	5.79	0.296564	5.122%	5.48	6.24
S5	9	5.20556	0.228315	4.38599%	4.88	5.54
Total	45	5.14156	0.572359	11.132%	3.97	6.75

Cuadro 44.- Sesgo Estandarizado y Curtosis Estandarizada para Determinación de pH por Sitio de Muestreo

Tratamientos	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
S1	0.88	-0.147487	-0.750739
S2	0.57	0.11921	0.0581117
S3	1.66	3.17232	4.43753
S4	0.76	0.870581	-0.650551
S5	0.66	0.124652	-0.666008
Total	2.78	1.01178	0.755887

El sesgo estandarizado y/o la curtosis estandarizada del cuadro 44 se encuentran fuera del rango de -2 a +2 para los 1 niveles de Tratamientos. Esto indica algo de

no normalidad significativa en los datos, lo cual viola el supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales. Tal vez quisiera transformar los datos, ó utilizar la prueba de Kruskal-Wallis para comparar las medianas en lugar de las medias. Se realizará la prueba de Kruskal-Wallis para comprobar las medianas en lugar de las medias.

En el cuadro 45 se presenta la prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de Determinación de pH dentro de cada uno de los 5 niveles de Tratamientos son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (Rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

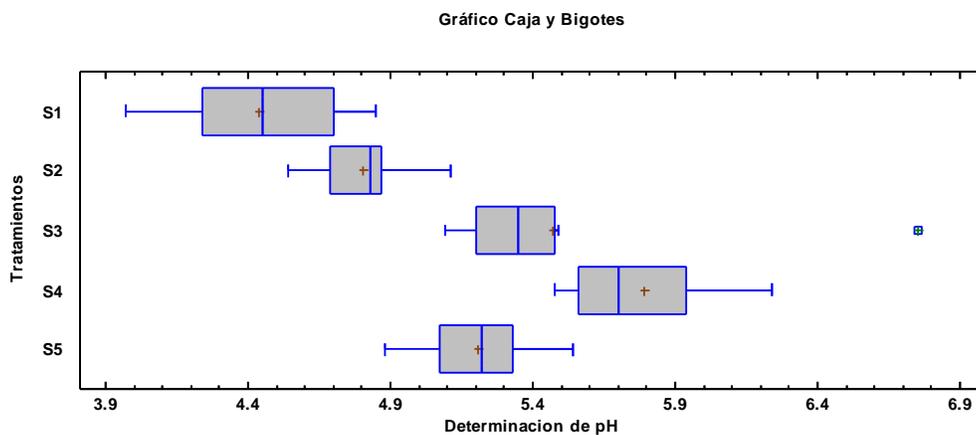
Cuadro 45.-Prueba de Kruskal-Wallis para Determinación de pH por sitio de muestreo.

Tratamientos	Tamaño Muestra	Rango Promedio
S1	9	6.27778
S2	9	13.3889
S3	9	30.1667
S4	9	39.5556
S5	9	25.6111

Estadístico = 36.764 Valor-P = 2.01466E-7

Para determinar cuáles medianas son significativamente diferentes de otras, se presenta el Gráfico de Caja y Bigotes.

Gráfico 1.- De caja y bigotes para el pH por sitios de muestreo



En el cuadro 46 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza de Determinación de pH en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 25.0917, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente

significativa entre la media de Determinación de pH entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 46.- ANOVA para Determinación de pH por Sitio de Muestreo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	10.3066	4	2.57665	25.09	0.0000
Intra grupos	4.10758	40	0.102689		
Total (Corr.)	14.4142	44			

En el cuadro 47 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que el sitio de muestreo S4 tuvo el mayor pH de todos los sitios de muestreo, le siguieron los sitios S3 y S5, que no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, siguiendo con el sitio S2 y por último el sitio S1, que presento el menor pH de todos los sitios de muestreo. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 47.-Pruebas de Múltiple Rangos para Determinación de pH por Sitio de Muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
S1	9	4.43667	X D
S2	9	4.80333	X C
S5	9	5.20556	X B
S3	9	5.47222	X B
S4	9	5.79	X A

g) DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Los resultados obtenidos del análisis de la Determinación de la Conductividad Eléctrica se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 48.- Resultados obtenidos del análisis de Conductividad Eléctrica

	Primera Repetición	Segunda Repetición	Tercera Repetición
<i>MUESTRA</i>	<i>CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ($\mu\text{s/cm}$)</i>		
S1M1	42.30756	52.42524	54.87678
S1M2	59.61065	63.10064	58.7651
S1M3	39.530236	47.40025	50.86976
S2M1	31.10832	28.85706	27.83376
S2M2	26.71172	30.10911	28.53994
S2M3	34.853	33.54028	33.32986
S3M1	17.341223	16.5125076	13.19132
S3M2	17.290733	11.8833572	12.6280336
S3M3	20.88745	10.206685	13.991808
S4M1	74.57645	59.78544	63.01358
S4M2	77.89934	66.74718	57.01086
S4M3	81.23972	70.38612	77.4736
S5M1	60.5625	65.29935	59.39055
S5M2	68.28456	69.79465	77.80123
S5M3	78.45936	69.1217	80.12956

1. POR SITIO DE MUESTREO Y NUMERO DE REPETICIONES DE MUESTRAS.

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación de la Conductividad Eléctrica en las diferentes repeticiones de muestras tomadas en los distintos sitios de muestreo.

En el cuadro 49 se puede observar que la muestra S3M3 fue la que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de muestras: 36.0335% mientras que la muestra S2M3 tuvo el menor coeficiente de variación de todas las muestras: 2.43418%. Esto indica que existen diferencias significativas entre cada repetición de las muestras; dichas diferencias se deben a la antigüedad de los suelos.

Cuadro 49.-Resumen Estadístico de los resultados obtenidos para la Conductividad Eléctrica en las repeticiones

<i>Repeticiones</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
S1M1	3	49.8699	6.66287	13.3605%	42.3076	54.8768
S1M2	3	60.4921	2.29826	3.79926%	58.7651	63.1006
S1M3	3	45.9334	5.81033	12.6495%	39.5302	50.8698
S2M1	3	29.2664	1.67521	5.72402%	27.8338	31.1083
S2M2	3	28.4536	1.70034	5.97584%	26.7117	30.1091
S2M3	3	33.9077	0.825375	2.43418%	33.3299	34.853
S3M1	3	15.6817	2.19616	14.0046%	13.1913	17.3412
S3M2	3	13.934	2.93073	21.0329%	11.8834	17.2907
S3M3	3	15.0286	5.41535	36.0335%	10.2067	20.8875
S4M1	3	65.7918	7.77705	11.8207%	59.7854	74.5764
S4M2	3	67.2191	10.4522	15.5495%	57.0109	77.8993
S4M3	3	76.3665	5.51085	7.21632%	70.3861	81.2397

S5M1	3	61.7508	3.1285	5.06633%	59.3905	65.2994
S5M2	3	71.9601	5.11457	7.1075%	68.2846	77.8012
S5M3	3	75.9035	5.93232	7.8156%	69.1217	80.1296
Total	45	47.4373	22.8895	48.2521%	10.2067	81.2397

Hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles es igual. Se realizó una verificación de varianza para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. La verificación se presenta en el cuadro 50. El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de la Conductividad Eléctrica dentro de cada uno de los 15 niveles de Repeticiones es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 50.- Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.679722	0.775311

En el cuadro 51 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) descompone la varianza de la Conductividad Eléctrica en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 59.0261, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la Conductividad Eléctrica entre un nivel de Repeticiones y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Cuadro 51.- Tabla ANOVA para Conductividad Eléctrica por Repeticiones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	22245.3	14	1588.95	59.03	0.0000
Intra grupos	807.585	30	26.9195		
Total (Corr.)	23052.9	44			

En el cuadro 52 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que las muestras S5M3 y S4M3 presentan el mayor contenido de materia orgánica de todas las muestras, mientras que las muestras S3M2, S3M3 y S3M1 son las que tienen la menor Conductividad Eléctrica, respectivamente y no presentan diferencia estadística significativa entre sí. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 52.- Pruebas de Múltiple Rangos para la Conductividad Eléctrica por Repeticiones

Método: 95.0 porcentaje LSD

Repeticiones	Casos	Media	Grupos Homogéneos
S3M2	3	13.934	X F
S3M3	3	15.0286	X F
S3M1	3	15.6817	X F
S2M2	3	28.4536	X E
S2M1	3	29.2664	X E
S2M3	3	33.9077	X E
S1M3	3	45.9334	X D
S1M1	3	49.8699	X D
S1M2	3	60.4921	X C
S5M1	3	61.7508	X C
S4M1	3	65.7918	XX CB
S4M2	3	67.2191	XX CB
S5M2	3	71.9601	XX BA
S5M3	3	75.9035	X A
S4M3	3	76.3665	X A

2. POR SITIO DE MUESTREO ÚNICAMENTE

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación de la Conductividad Eléctrica entre los 5 sitios de muestreo.

En el cuadro 53 se puede observar que el sitio de muestreo S3 fue el que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de sitios de muestreo: 22.5582%. Mientras que el sitio S2 fue el que presentó el menor coeficiente de variación de los sitios de muestreo: 9.31166%. Estos resultados indican que hay diferencias la Conductividad Eléctrica entre los distintos sitios de muestreo.

Cuadro 53.- Resumen Estadístico para Conductividad Eléctrica por sitio de muestreo.

Sitios de muestreo	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
S1	9	52.0985	7.96206	15.2827%	39.5302	63.1006
S2	9	30.5426	2.84402	9.31166%	26.7117	34.853
S3	9	14.8815	3.357	22.5582%	10.2067	20.8875
S4	9	69.7925	8.64391	12.3852%	57.0109	81.2397
S5	9	69.8715	7.60229	10.8804%	59.3905	80.1296
Total	45	47.4373	22.8895	48.2521%	10.2067	81.2397

Existe una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles son iguales. Se realizó una verificación de varianza para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. La verificación se presenta en el cuadro 54. El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Conductividad Eléctrica dentro de cada uno de los 5 niveles de Sitios de muestreo es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza. Esto viola uno de los

supuestos importantes subyacentes en el análisis de varianza e invalidará la mayoría de las pruebas estadísticas comunes.

Cuadro 54.- Verificación de Varianza para evaluar las diferencias entre sigmas

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	3.48598	0.0155818

En el cuadro 55 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) descomponen la varianza de Conductividad Eléctrica en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 123.864, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Conductividad Eléctrica entre un nivel de Sitios de muestreo y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 55.- ANOVA para Conductividad Eléctrica por Sitios de Muestreo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	21330.8	4	5332.7	123.86	0.0000
Intra grupos	1722.11	40	43.0529		
Total (Corr.)	23052.9	44			

En el cuadro 56 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que los sitios de muestreo S5 y S4 tienen la mayor conductividad eléctrica respectivamente, mientras que el sitio S3 es el que tiene la menor conductividad eléctrica de todos los sitios de muestreo. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 56.- Pruebas de Múltiple Rangos para Conductividad Eléctrica por Sitios de muestreo

Método: 95.0 porcentaje LS

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
S3	9	14.8815	X D
S2	9	30.5426	X C
S1	9	52.0985	X B
S4	9	69.7925	X A
S5	9	69.8715	X A

h) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA

Los resultados obtenidos del análisis de la Determinación del Contenido de Materia Orgánica se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 57.- Resultados de la Determinación del Contenido de Materia Orgánica

	Primera Repetición	Segunda Repetición	Tercera Repetición
<i>MUESTRA</i>	<i>MATERIA ORGANICA %</i>		
S1M1	3.417142857	3.68630137	3.070334928
S1M2	2.825714286	2.930136986	2.615068493
S1M3	3.614285714	3.859589041	3.229452055
S2M1	0.788571429	0.91369863	0.661643836
S2M2	0.394285714	0.787671233	0.598630137
S2M3	1.314285714	1.543835616	1.551674641
S3M1	0.657142857	0.976712329	1.039726027
S3M2	1.932	1.606849315	1.732876712
S3M3	2.054666667	1.543835616	1.2215311
S4M1	2.957142857	3.386986301	4.489726027
S4M2	2.047945205	2.426027397	2.013875598
S4M3	2.238666667	3.245205479	2.938277512
S5M1	4.008571429	4.064383562	4.126794258
S5M2	5.257142857	6.22260274	6.22260274
S5M3	7.167808219	6.850478469	5.694976077

1. POR SITIO DE MUESTREO Y NUMERO DE REPETICIONES DE MUESTRAS.

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación del contenido de Materia Orgánica (%) en las diferentes repeticiones de muestras tomadas en los distintos sitios de muestreo.

En el cuadro 58 se puede observar que la muestra S2M2 fue la que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de muestras: 33.1479%, mientras que la muestra S5M1 tuvo el menor coeficiente de variación de todas las muestras: 1.45434%. Esto indica que existen diferencias significativas entre cada repetición de las muestras; dichas diferencias se deben a la antigüedad de los suelos.

Cuadro 58.-Resumen Estadístico de los resultados obtenidos para Materia Orgánica en las repeticiones

<i>Repeticiones</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
S1M1	3	3.39126	0.308798	9.1057%	3.07033	3.6863
S1M2	3	2.79031	0.160491	5.75173%	2.61507	2.93014
S1M3	3	3.56778	0.317633	8.90282%	3.22945	3.85959
S2M1	3	0.787971	0.126028	15.994%	0.661644	0.913699
S2M2	3	0.593529	0.196742	33.1479%	0.394286	0.787671
S2M3	3	1.46993	0.134851	9.17393%	1.31429	1.55167
S3M1	3	0.891194	0.205128	23.0172%	0.657143	1.03973
S3M2	3	1.75724	0.163939	9.32933%	1.60685	1.932
S3M3	3	1.60668	0.420108	26.1476%	1.22153	2.05467
S4M1	3	3.61129	0.790528	21.8905%	2.95714	4.48973
S4M2	3	2.16262	0.228756	10.5777%	2.01388	2.42603

S4M3	3	2.80738	0.515878	18.3758%	2.23867	3.24521
S5M1	3	4.06658	0.0591421	1.45434%	4.00857	4.12679
S5M2	3	5.90078	0.557409	9.44635%	5.25714	6.2226
S5M3	3	6.57109	0.775147	11.7963%	5.69498	7.16781
Total	45	2.79838	1.76874	63.2059%	0.394286	7.16781

Hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles son igual. Se realizó una verificación de varianza para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. La verificación se presenta en el cuadro 59. El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Materia Orgánica dentro de cada uno de los 15 niveles de tratamiento a es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 59.- Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.714969	0.742995

En el cuadro 60 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) descompone la varianza de Contenido de Materia Orgánica (%) en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 59.3425, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Contenido de Materia Orgánica (%) entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 60.- ANOVA para Materia Orgánica por Repeticiones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	132.854	14	9.48955	59.34	0.0000
Intra grupos	4.79735	30	0.159912		
Total (Corr.)	137.651	44			

En el cuadro 61 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que la muestra S5M3 presenta el mayor contenido de materia orgánica de todas las muestras, mientras que las muestras S2M2 y S2M1 son las que tienen el menor contenido de Materia Orgánica respectivamente y no presentan diferencia estadística significativa entre sí. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 61.- Pruebas de Múltiple Rangos para Materia Orgánica (%) por Repeticiones

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>trata</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>	
S2M2	3	0.593529	X	J
S2M1	3	0.787971	X	J
S3M1	3	0.891194	XX	JI
S2M3	3	1.46993	XX	IH
S3M3	3	1.60668	XX	HG
S3M2	3	1.75724	XX	HG
S4M2	3	2.16262	XX	GF
S1M2	3	2.79031	XX	FE
S4M3	3	2.80738	XX	FE
S1M1	3	3.39126	XX	ED
S1M3	3	3.56778	XX	DC
S4M1	3	3.61129	XX	DC
S5M1	3	4.06658	X	C
S5M2	3	5.90078	X	B
S5M3	3	6.57109	X	A
DMS (0.05)		0.6668		

2. POR SITIO DE MUESTREO ÚNICAMENTE

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación del Contenido de Materia Orgánica entre los 5 sitios de muestreo.

En el cuadro 62 se puede observar que el sitio de muestreo S2 fue el que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de sitios de muestreo: 44.2714%. Mientras que el sitio S1 fue el que presentó el menor coeficiente de variación de los sitios de muestreo: 13.0586%. Estos resultados indican que hay diferencias en el contenido de Materia Orgánica entre los distintos sitios de muestreo.

Cuadro 62.- Resumen Estadístico para Contenido de Materia Orgánica (%) por sitio de muestreo.

<i>Sitios de Muestreo</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
S1	9	3.24978	0.424377	13.0586%	2.61507	3.85959
S2	9	0.950477	0.42079	44.2714%	0.394286	1.55167
S3	9	1.41837	0.471104	33.2145%	0.657143	2.05467
S4	9	2.86043	0.794309	27.7689%	2.01388	4.48973
S5	9	5.51282	1.22046	22.1387%	4.00857	7.16781
Total	45	2.79838	1.76874	63.2059%	0.394286	7.16781

El estadístico mostrado en el cuadro 63 evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Contenido de Materia Orgánica % dentro de cada uno de los 5 niveles de Tratamientos es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza. Esto viola uno de los supuestos importantes subyacentes en el análisis de varianza e invalidará la mayoría de las pruebas estadísticas comunes.

Cuadro 63.-Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	4.29317	0.00553322

En el cuadro 64 se presenta la prueba de mediana de Mood, para dar validez a las medianas de los valores de la densidad aparente de los sitios de muestreo, ya que evalúa la hipótesis de que las medianas de todas las 5 muestras son iguales. Lo hace contando el número de observaciones en cada muestra, a cada lado de la mediana global, la cual es igual a 2.61507. Puesto que el valor-P para la prueba de chi-cuadrada es menor que 0.05, las medianas de las muestras son significativamente diferentes con un nivel de confianza del 95.0%. También se incluyen (si están disponibles) los intervalos del 95.0% de confianza para mediana, basados en los estadísticos de orden de cada muestra.

Cuadro 64.- Prueba de la Mediana de Mood para Contenido de Materia Orgánica % por sitio de muestreo

Total n = 45

Gran mediana = 2.61507

Tratamientos	Tamaño de Muestra	n<=	n>	Mediana	LC inferior 95.0%	LC superior 95.0%
S1	9	1	8	3.22945	2.63145	3.84611
S2	9	9	0	0.788571	0.410179	1.55106
S3	9	9	0	1.54384	0.681998	2.04513
S4	9	4	5	2.93828	2.01653	4.40396
S5	9	0	9	5.69498	4.01291	7.14313

Estadístico = 32.5494 Valor-P = 0.00000147705

En el cuadro 65 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza de Contenido de Materia Orgánica % en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 53.7378, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Contenido de Materia Orgánica % entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 4.65.- Tabla ANOVA para Contenido de Materia Orgánica % por sitio de muestreo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	116.055	4	29.0136	53.74	0.0000
Intra grupos	21.5965	40	0.539911		
Total (Corr.)	137.651	44			

En el cuadro 66 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa el sitio de muestreo S5 fue el que presentó el mayor contenido de Materia Orgánica (%), seguido por los sitios S1 y S4 respectivamente, que no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí. Y por último el sitio S2 es el que tiene el menor contenido de Materia Orgánica de todos los sitios. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 66.- Pruebas de Múltiple Rangos para Contenido de Materia Orgánica % por sitio de muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
S2	9	0.950477	X C
S3	9	1.41837	X C
S4	9	2.86043	X B
S1	9	3.24978	X B
S5	9	5.51282	X A

i) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO (%)

Los resultados obtenidos del análisis de la Determinación del Contenido de Carbono se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 67.- Resultados del análisis de la Determinación del Contenido de Carbono

	Primera Repetición	Segunda Repetición	Tercera Repetición
<i>MUESTRA</i>	<i>CONTENIDO DE CARBONO %</i>		
S1M1	1.982101425	2.138225853	1.780936733
S1M2	1.639045409	1.699615421	1.516861075
S1M3	2.096453431	2.238740743	1.87323205
S2M1	0.457408021	0.529987604	0.383784127
S2M2	0.228704011	0.456885866	0.347233258
S2M3	0.762346702	0.895496297	0.900043295
S3M1	0.381173351	0.566538474	0.603089343
S3M2	1.120649652	0.932047167	1.005148905
S3M3	1.191802011	0.895496297	0.708544722
S4M1	1.71528008	1.964609224	2.604249436
S4M2	1.187903251	1.407208467	1.168141298
S4M3	1.298530549	1.882369768	1.704337304
S5M1	2.325157441	2.357531068	2.393732168
S5M2	3.049386808	3.609398341	3.609398341
S5M3	4.15766138	3.9735954	3.303350392

1. POR SITIO DE MUESTREO Y NUMERO DE REPETICIONES DE MUESTRAS.

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación del Contenido de Carbono (%) en las diferentes repeticiones de muestras tomadas en los distintos sitios de muestreo.

En el cuadro 68 se puede observar que la muestra S2M2, presentó el mayor coeficiente de variación con un valor de 33.1479%. Mientras que la muestra S1M2, tuvo el menor coeficiente de variación de todas las muestras, con un valor de 1.45434%. Estos resultados están directamente relacionados con el contenido de Materia Orgánica, por lo que los resultados tendrán un comportamiento similar a los del contenido de Materia Orgánica.

Cuadro 68.- Resumen Estadístico de los resultados obtenidos para Contenido de Carbono (%) en las repeticiones.

<i>Repeticiones</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
S1M1	3	1.96709	0.179117	9.1057%	1.78094	2.13823
S1M2	3	1.61851	0.0930921	5.75173%	1.51686	1.69962
S1M3	3	2.06948	0.184242	8.90282%	1.87323	2.23874
S2M1	3	0.45706	0.0731024	15.994%	0.383784	0.529988
S2M2	3	0.344274	0.11412	33.1479%	0.228704	0.456886
S2M3	3	0.852629	0.0782196	9.17393%	0.762347	0.900043
S3M1	3	0.516934	0.118984	23.0172%	0.381173	0.603089
S3M2	3	1.01928	0.0950922	9.32933%	0.932047	1.12065
S3M3	3	0.931948	0.243682	26.1476%	0.708545	1.1918
S4M1	3	2.09471	0.458543	21.8905%	1.71528	2.60425
S4M2	3	1.25442	0.132689	10.5777%	1.16814	1.40721

S4M3	3	1.62841	0.299233	18.3758%	1.29853	1.88237
S5M1	3	2.35881	0.0343052	1.45434%	2.32516	2.39373
S5M2	3	3.42273	0.323323	9.44635%	3.04939	3.6094
S5M3	3	3.81154	0.449621	11.7963%	3.30335	4.15766
Total	45	1.62319	1.02595	63.2059%	0.228704	4.15766

Hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles son iguales. Se realizó una Verificación de Varianza para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. La verificación se presenta en el cuadro 69. El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Contenido de Carbono (%) dentro de cada uno de los 15 niveles de Tratamientos es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 69.- Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.714969	0.742995

En el cuadro 70 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) descompone la varianza de Contenido de Carbono (%) en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 59.3425, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Contenido de Carbono % entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 70.- ANOVA para Contenido de Carbono (%) por Repeticiones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	44.6991	14	3.1928	59.34	0.0000
Intra grupos	1.61409	30	0.0538029		
Total (Corr.)	46.3132	44			

En el cuadro 71 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que la muestra S5M2 tuvo la mayor cantidad de materia orgánica que las demás muestras, mientras que las muestras S2M2 y S2M1, presentaron la menor cantidad de materia orgánica respectivamente y no presentan una diferencia estadísticamente significativa entre sí. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 71.- Pruebas de Múltiple Rangos para Contenido de Carbono (%) por Repeticiones

Método: 95.0 porcentaje LSD

Repeticiones	Casos	Media	Grupos Homogéneos	
S2M2	3	0.344274	X	J
S2M1	3	0.45706	X	J
S3M1	3	0.516934	XX	JI
S2M3	3	0.852629	XX	IH
S3M3	3	0.931948	XX	HG
S3M2	3	1.01928	XX	HG
S4M2	3	1.25442	XX	GH
S1M2	3	1.61851	XX	FE
S4M3	3	1.62841	XX	FE
S1M1	3	1.96709	XX	ED
S1M3	3	2.06948	XX	DC
S4M1	3	2.09471	XX	DC
S5M1	3	2.35881	X	C
S5M2	3	3.42273	X	B
S5M3	3	3.81154	X	A

2. POR SITIO DE MUESTREO ÚNICAMENTE

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación del Contenido de Carbono entre los 5 sitios de muestreo.

En el cuadro 72 se puede observar que el sitio de muestreo S2 fue el que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de sitios de muestreo: 44.2714%. Mientras que el sitio S1 fue el que presentó el menor coeficiente de variación de los sitios de muestreo: 13.0586%. Estos resultados indican que hay diferencias en el contenido de Carbono entre los distintos sitios de muestreo.

Cuadro 72.- Resumen Estadístico para Contenido de Carbono (%) por sitio de muestreo.

Sitios de Muestreo	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
S1	9	1.88502	0.246159	13.0586%	1.51686	2.23874
S2	9	0.551321	0.244078	44.2714%	0.228704	0.900043
S3	9	0.822721	0.273262	33.2145%	0.381173	1.1918
S4	9	1.65918	0.460736	27.7689%	1.16814	2.60425
S5	9	3.19769	0.707925	22.1387%	2.32516	4.15766
Total	45	1.62319	1.02595	63.2059%	0.228704	4.15766

El estadístico mostrado en el cuadro 73 evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Contenido de Carbono % dentro de cada uno de los 5 niveles de Tratamientos es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza. Esto viola uno de los supuestos importantes subyacentes en el análisis de varianza e invalidará la mayoría de las pruebas estadísticas comunes.

Cuadro 73.- Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	Prueba	Valor-P
Levene's	4.29317	0.00553322

En el cuadro 74 se presenta la prueba de mediana de Mood, para dar validez a las medianas de los valores de la densidad aparente de los sitios de muestreo ya que evalúa la hipótesis de que las medianas de todas las 5 muestras son iguales. Lo hace contando el número de observaciones en cada muestra, a cada lado de la mediana global, la cual es igual a 1.51686. Puesto que el valor-P para la prueba de chi-cuadrada es menor que 0.05, las medianas de las muestras son significativamente diferentes con un nivel de confianza del 95.0%. También se incluyen (si están disponibles) los intervalos del 95.0% de confianza para mediana, basados en los estadísticos de orden de cada muestra.

Cuadro 4.74.- Prueba de la Mediana de Mood para Contenido de Carbono (%) por sitio de muestreo

Total n = 45

Gran mediana = 1.51686

Tratamientos	Tamaño de Muestra	n<=	n>	Mediana	LC inferior 95.0%	LC superior 95.0%
S1	9	1	8	1.87323	1.52636	2.23092
S2	9	9	0	0.457408	0.237923	0.89969
S3	9	9	0	0.895496	0.395591	1.18627
S4	9	4	5	1.70434	1.16968	2.5545
S5	9	0	9	3.30335	2.32768	4.14335

Estadístico = 32.5494 Valor-P = 0.00000147705

En el cuadro 75 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza de Contenido de Carbono % en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 53.7378, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Contenido de Carbono % entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 75.- ANOVA para Contenido de Carbono % por sitio de muestreo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	39.047	4	9.76175	53.74	0.0000
Intra grupos	7.26621	40	0.181655		
Total (Corr.)	46.3132	44			

En el cuadro 76 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa el sitio de muestreo S5 fue el que presentó el mayor contenido de Carbono (%), seguido por los sitios S1 y S4 respectivamente, que no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí. Y por último el sitio S2 es el que tiene el menor contenido de Carbono de todos los sitios. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 76.- Pruebas de Múltiple Rangos para Contenido de Carbono (%) por sitio de muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
S2	9	0.551321	X C
S3	9	0.822721	X C
S4	9	1.65918	X B
S1	9	1.88502	X B
S5	9	3.19769	X A

j) DETERMINACIÓN DE TEXTURA POR EL MÉTODO DE BOUYOCOS

Los resultados obtenidos del análisis de la Determinación del Textura se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 77.- Resultados análisis de la Determinación del Textura

MUESTRA	Primera Repetición			Segunda Repetición			Tercera Repetición		
	% de arenas	% de arcillas	% de limos	% de arenas	% de arcillas	% de limos	% de arenas	% de arcillas	% de limos
S1M1	86	6	8	86	6	8	82	4	14
S1M2	88	6	6	87.6	3.8	8.6	86	10	4
S2M3	88	6	6	89.6	3.8	6.6	88	8	4
S2M1	88	6	6	87.8	5.6	6.6	82	10	8
S2M2	86	8	6	85.8	7.6	6.6	76	6	18
S2M3	86	6	8	84	7.6	8.4	80	10	10
S3M1	94	4	2	96.4	3.2	0.4	91.2	6.4	2.4
S3M2	92	4	4	96.4	3.2	0.4	89.2	8.4	2.4
S3M3	92	6	2	94.4	3.2	2.4	87.2	8.4	4.4
S4M1	80	10	10	82.4	11.2	6.4	78	14	8
S4M2	80	10	10	82.4	9.2	8.4	80	14	6
S4M3	80	10	10	82.4	9.2	8.4	78	14	8
S5M1	45.2	32.4	22.4	34.8	39.2	26	35.2	40.4	24.4
S5M2	47.2	32.4	20.4	46.4	35.2	18.4	37.2	36.4	26.4
S5M3	51.2	30.4	18.4	46.4	35.2	18.4	41.2	32.4	26.4

1. POR SITIO DE MUESTREO Y NUMERO DE REPETICIONES DE MUESTRAS.

• % DE ARENAS

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación del % de Arenas en las diferentes repeticiones de muestras tomadas en los distintos sitios de muestreo.

En el cuadro 78 se puede observar que la muestra S5M1, presentó el mayor coeficiente de variación con un valor de 15.3447%. Mientras que la muestra S1M3, tuvo el menor coeficiente de variación de todas las muestras, con un valor de 1.0434%.

Cuadro 78.- Resumen Estadístico para % de Arenas por repeticiones

Repeticiones	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
S1M1	3	84.6667	2.3094	2.72764%	82.0	86.0
S1M2	3	87.2	1.0583	1.21365%	86.0	88.0
S1M3	3	88.5333	0.92376	1.0434%	88.0	89.6
S2M1	3	85.9333	3.40783	3.96567%	82.0	88.0
S2M2	3	82.6	5.71664	6.92087%	76.0	86.0
S2M3	3	83.3333	3.05505	3.66606%	80.0	86.0
S3M1	3	93.8667	2.60256	2.77262%	91.2	96.4
S3M2	3	92.5333	3.62951	3.92238%	89.2	96.4
S3M3	3	91.2	3.66606	4.0198%	87.2	94.4
S4M1	3	80.1333	2.20303	2.7492%	78.0	82.4
S4M2	3	80.8	1.38564	1.7149%	80.0	82.4
S4M3	3	80.1333	2.20303	2.7492%	78.0	82.4
S5M1	3	38.4	5.89237	15.3447%	34.8	45.2

S5M2	3	43.6	5.55698	12.7454%	37.2	47.2
S5M3	3	46.2667	5.00133	10.8098%	41.2	51.2
Total	45	77.28	18.2567	23.6241%	34.8	96.4

Hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles es igual. Se realizó una verificación de varianza para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. La verificación se presenta en el cuadro 79. El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de ARENAS % dentro de cada uno de los 15 niveles de Repeticiones es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 79.- Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.332623	0.983585

En el cuadro 80 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) descompone la varianza del % de Arenas en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 77.7976, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de ARENAS % entre un nivel de Repeticiones y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 80.- ANOVA para % de Arenas por Repeticiones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	14272.4	14	1019.46	77.80	0.0000
Intra grupos	393.12	30	13.104		
Total (Corr.)	14665.6	44			

En el cuadro 81 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que la muestra S3M1 presenta el mayor contenido de Arenas de todas las muestras, mientras que la muestra S5M1 tiene el menor contenido de Arenas. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 81.- Pruebas de Múltiple Rangos para % de Arenas por Repeticiones

Método: 95.0 porcentaje LSD

Repeticiones	Casos	Media	Grupos Homogéneos	
S5M1	3	38.4	X	G
S5M2	3	43.6	XX	GF
S5M3	3	46.2667	X	F
S4M1	3	80.1333	X	E

S4M3	3	80.1333	X	E
S4M2	3	80.8	X	E
S2M2	3	82.6	XX	ED
S2M3	3	83.3333	XX	ED
S1M1	3	84.6667	XX	ED
S2M1	3	85.9333	XXX	EDC
S1M2	3	87.2	XXX	DCB
S1M3	3	88.5333	XXXX	DCBA
S3M3	3	91.2	XXX	CBA
S3M2	3	92.5333	XX	BA
S3M1	3	93.8667	X	A

- **% DE ARCILLAS**

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación del % de Arcillas en las diferentes repeticiones de muestras tomadas en los distintos sitios de muestreo.

En el cuadro 82 se puede observar que la muestra S3M2, presentó el mayor coeficiente de variación con un valor de 53.8462%. Mientras que la muestra S5M2, tuvo el menor coeficiente de variación de todas las muestras, con un valor de 5.92108%

Cuadro 82.- Resumen Estadístico para % de Arcillas por repeticiones

Repeticiones	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
S1M1	3	5.33333	1.1547	21.6506%	4.0	6.0	2.0
S1M2	3	6.6	3.14325	47.625%	3.8	10.0	6.2
S1M3	3	5.93333	2.10079	35.4066%	3.8	8.0	4.2
S2M1	3	7.2	2.43311	33.7931%	5.6	10.0	4.4
S2M2	3	7.2	1.0583	14.6986%	6.0	8.0	2.0
S2M3	3	7.86667	2.01329	25.5927%	6.0	10.0	4.0
S3M1	3	4.53333	1.66533	36.7353%	3.2	6.4	3.2
S3M2	3	5.2	2.8	53.8462%	3.2	8.4	5.2
S3M3	3	5.86667	2.60256	44.3619%	3.2	8.4	5.2
S4M1	3	11.7333	2.05264	17.4941%	10.0	14.0	4.0
S4M2	3	11.0667	2.57164	23.2377%	9.2	14.0	4.8
S4M3	3	11.0667	2.57164	23.2377%	9.2	14.0	4.8
S5M1	3	37.3333	4.31432	11.5562%	32.4	40.4	8.0
S5M2	3	34.6667	2.05264	5.92108%	32.4	36.4	4.0
S5M3	3	32.6667	2.41109	7.38087%	30.4	35.2	4.8
Total	45	12.9511	11.5135	88.8996%	3.2	40.4	37.2

Hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles es igual. Se realizó una verificación de varianza para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. La verificación se presenta en el cuadro 83. El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar del % de Arcillas dentro de cada uno de los 15 niveles de Repeticiones es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 83.- Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.218555	0.997901

En el cuadro 84 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) descompone la varianza de % de Arcillas en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 67.1498, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de % de Arcillas entre un nivel de Repeticiones y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 84.- ANOVA para % de Arcillas por Repeticiones

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	5652.28	14	403.734	67.15	0.0000
Intra grupos	180.373	30	6.01244		
Total (Corr.)	5832.65	44			

En el cuadro 85 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que la muestra S5M1 presenta el mayor % de Arcillas de todas las muestras, mientras que las muestras S3M1, S3M2, S1M1, S3M3, S1M3, S1M2 son las que tienen el menor % de Arcillas respectivamente y no presentan diferencia estadística significativa entre sí. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 85.- Pruebas de Múltiple Rangos para % de Arcillas por Repeticiones

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Repeticiones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
S3M1	3	4.53333	X E
S3M2	3	5.2	X E
S1M1	3	5.33333	X E
S3M3	3	5.86667	X E
S1M3	3	5.93333	X E
S1M2	3	6.6	X E
S2M2	3	7.2	XX ED
S2M1	3	7.2	XX ED
S2M3	3	7.86667	XXX EDC
S4M3	3	11.0667	XX DC
S4M2	3	11.0667	XX DC
S4M1	3	11.7333	X C
S5M3	3	32.6667	X B
S5M2	3	34.6667	XX BA
S5M1	3	37.3333	X A

- **% DE LIMOS**

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación del % de Limos en las diferentes repeticiones de muestras tomadas en los distintos sitios de muestreo.

En el cuadro 86 se puede observar que la muestra S3M2, presentó el mayor coeficiente de variación con un valor de 79.575%. Mientras que la muestra S5M1, tuvo el menor coeficiente de variación de todas las muestras, con un valor de 7.43283%.

Cuadro 86.- Resumen Estadístico para % de Limos por repeticiones

Repeticiones	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
S1M1	3	10.0	3.4641	34.641%	8.0	14.0
S1M2	3	6.2	2.30651	37.2018%	4.0	8.6
S1M3	3	5.53333	1.36137	24.6031%	4.0	6.6
S2M1	3	6.86667	1.02632	14.9464%	6.0	8.0
S2M2	3	10.2	6.76166	66.2908%	6.0	18.0
S2M3	3	8.8	1.0583	12.0261%	8.0	10.0
S3M1	3	1.6	1.0583	66.1438%	0.4	2.4
S3M2	3	2.26667	1.8037	79.575%	0.4	4.0
S3M3	3	2.93333	1.28582	43.8348%	2.0	4.4
S4M1	3	8.13333	1.8037	22.1766%	6.4	10.0
S4M2	3	8.13333	2.01329	24.7536%	6.0	10.0
S4M3	3	8.8	1.0583	12.0261%	8.0	10.0
S5M1	3	24.2667	1.8037	7.43283%	22.4	26.0
S5M2	3	21.7333	4.16333	19.1564%	18.4	26.4
S5M3	3	21.0667	4.6188	21.9247%	18.4	26.4
Total	45	9.76889	7.29059	74.6307%	0.4	26.4

Hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles es igual. Se realizó una verificación de varianza para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. La verificación se presenta en el cuadro 87. El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar del % Limos dentro de cada uno de los 15 niveles de Repeticiones es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 87.- Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.444664	0.944684

En el cuadro 88 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) descompone la varianza del % de Limos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 18.1566, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media del % de Limos entre un nivel de Repeticiones y otro, con un nivel del 95.0% de confianza

Cuadro 88.- ANOVA para % de Limos por Repeticiones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2091.84	14	149.417	18.16	0.0000
Intra grupos	246.88	30	8.22933		
Total (Corr.)	2338.72	44			

En el cuadro 89 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que las muestra S5M1, S5M2 y S5M3 presentan el mayor % de Limos de todas las muestras, mientras que las muestras S3M1 tiene el menor % de Arcillas. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 89.- Pruebas de Múltiple Rangos para % de Limos por Repeticiones

Método: 95.0 porcentaje LSD

Repeticiones	Casos	Media	Grupos Homogéneos
S3M1	3	1.6	X D
S3M2	3	2.26667	XX DC
S3M3	3	2.93333	XX DC
S1M3	3	5.53333	XXX DCB
S1M2	3	6.2	XXX DCB
S2M1	3	6.86667	XX CB
S4M1	3	8.13333	X B
S4M2	3	8.13333	X B
S4M3	3	8.8	X B
S2M3	3	8.8	X B
S1M1	3	10.0	X B
S2M2	3	10.2	X B
S5M3	3	21.0667	X A
S5M2	3	21.7333	X A
S5M1	3	24.2667	X A

2. POR SITIO DE MUESTREO ÚNICAMENTE

• % DE ARENAS

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación del % de Arenas entre los 5 sitios de muestreo.

En el cuadro 90 se puede observar que el sitio de muestreo S5 fue el que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de sitios de muestreo: 13.7692%. Mientras que el sitio S4 fue el que presentó el menor coeficiente de variación de los sitios de muestreo: 2.16186%. Estos resultados indican que hay diferencias en el % de Arenas por sitio de muestreo.

Cuadro 90.- Resumen Estadístico del % de Arenas por sitio de muestreo.

Sitios de muestreo	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
S1	9	86.8	2.17256	2.50294%	82.0	89.6
S2	9	83.9556	3.9633	4.72072%	76.0	88.0

S3	9	92.5333	3.11127	3.36232%	87.2	96.4
S4	9	80.3556	1.73718	2.16186%	78.0	82.4
S5	9	42.7556	5.88709	13.7692%	34.8	51.2
Total	45	77.28	18.2567	23.6241%	34.8	96.4

El estadístico mostrado en el cuadro 91 evalúa la hipótesis de que la desviación estándar del % de Arenas dentro de cada uno de los 5 niveles de Sitios de muestreo es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza

Cuadro 91.-Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	Prueba	Valor-P
Levene's	2.56847	0.0525807

En el cuadro 92 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza del % de Arenas en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 260.449, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media del % de Arenas entre un nivel de Sitios de muestreo y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 92.- Tabla ANOVA del % de Arenas por sitio de muestreo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	14123.3	4	3530.82	260.45	0.0000
Intra grupos	542.267	40	13.5567		
Total (Corr.)	14665.6	44			

En el cuadro 93 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa el sitio de muestreo S3 fue el que presentó el mayor % de Arenas, mientras que el sitio S5 es el que tiene el menor % de Arenas de todos los sitios. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 93.- Pruebas de Múltiple Rangos para % de Arenas por sitio de muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
S5	9	42.7556	X D
S4	9	80.3556	X C
S2	9	83.9556	X B
S1	9	86.8	X B
S3	9	92.5333	X A

- **% DE ARCILLAS**

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación del % de Arcillas entre los 5 sitios de muestreo.

En el cuadro 94 se puede observar que el sitio de muestreo S3 fue el que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de sitios de muestreo: 41.6025%. Mientras que el sitio S5 fue el que presentó el menor coeficiente de variación de los sitios de muestreo: 9.62268%. Estos resultados indican que hay diferencias del % de Arcillas por sitio de muestreo

Cuadro 94.- Resumen Estadístico del % de Arcillas por sitio de muestreo.

Sitios de muestreo	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
S1	9	5.95556	2.05129	34.4432%	3.8	10.0
S2	9	7.42222	1.69837	22.8822%	5.6	10.0
S3	9	5.2	2.16333	41.6025%	3.2	8.4
S4	9	11.2889	2.1145	18.7308%	9.2	14.0
S5	9	34.8889	3.35725	9.62268%	30.4	40.4
Total	45	12.9511	11.5135	88.8996%	3.2	40.4

En el cuadro 95 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza del % de Arcillas en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 254.981, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media % de Arcillas entre un nivel de Sitios de muestreo y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 95.- ANOVA para % de Arcillas por Sitios de muestreo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5612.54	4	1403.13	254.98	0.0000
Intra grupos	220.116	40	5.50289		
Total (Corr.)	5832.65	44			

En el cuadro 96 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa el sitio de muestreo S5 fue el que presentó el mayor % de Arcillas, mientras que los sitios S3, S1 y S2 tienen el menor % de Arcillas de todos los sitios. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 96.- Pruebas de Múltiple Rangos para % de Arenas por sitio de muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
S3	9	5.2	X C

S1	9	5.95556	X C
S2	9	7.42222	X C
S4	9	11.2889	X B
S5	9	34.8889	X A

- **% DE LIMOS**

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación del % de Limos entre los 5 sitios de muestreo.

En el cuadro 97 se puede observar que el sitio de muestreo S3 fue el que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de sitios de muestreo: 43.5107%. Mientras que el sitio S5 fue el que presentó el menor coeficiente de variación de los sitios de muestreo: 15.8893%. Estos resultados indican que hay diferencias del % de Limos por sitio de muestreo

Cuadro 97.- Resumen Estadístico del % de Limos por sitio de muestreo.

<i>Sitios de muestreo</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
S1	9	7.24444	3.02453	41.7496%	4.0	14.0
S2	9	8.62222	3.75159	43.5107%	6.0	18.0
S3	9	2.26667	1.35647	59.8441%	0.4	4.4
S4	9	8.35556	1.48922	17.8231%	6.0	10.0
S5	9	22.3556	3.55215	15.8893%	18.4	26.4
Total	45	9.76889	7.29059	74.6307%	0.4	26.4

Cuadro 98.- Sesgo estandarizado y Curtosis estandarizada.

<i>Sitios de muestreo</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
S1	1.70196	1.73516
S2	2.88618	3.71388
S3	0.148052	-0.181578
S4	-0.434913	-0.552297
S5	-0.0170582	-1.27659
Total	2.92975	0.207653

El sesgo estandarizado y/o la curtosis estandarizada se encuentran fuera del rango de -2 a +2 para los 1 niveles de Sitios de muestreo. Esto indica algo de no normalidad significativa en los datos, lo cual viola el supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales. En el cuadro 99 se evaluaron las medianas en lugar de las medias a través de la prueba de Kruskal-Wallis que evalúa la hipótesis de que las medianas del % de Limos dentro de cada uno de los 5 niveles de Sitios de muestreo son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

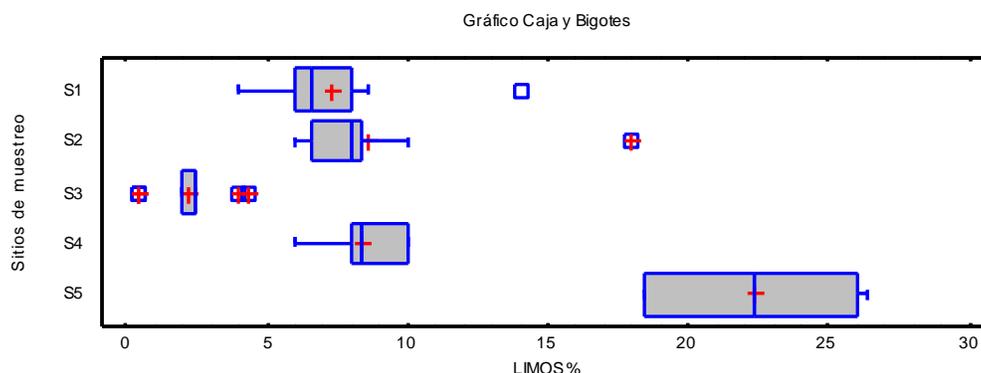
Cuadro 99.- Prueba de Kruskal-Wallis para % de Limos por Sitios de muestreo

<i>Sitios de muestreo</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
S1	9	19.6667
S2	9	23.2778

S3	9	5.33333
S4	9	25.7222
S5	9	41.0

Para determinar cuáles medianas son significativamente diferentes de otras, seleccione Gráfico de Caja y Bigotes

Gráfico 2.- De caja y bigotes para % de Limos



En el cuadro 100 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza del % de Limos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 63.2721, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media % de Limos entre un nivel de Sitios de muestreo y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 100.- ANOVA para % de Limos por Sitios de muestreo.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2019.53	4	504.884	63.27	0.0000
Intra grupos	319.182	40	7.97956		
Total (Corr.)	2338.72	44			

En el cuadro 101 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa el sitio de muestreo S5 fue el que presentó el mayor % de Limos, mientras que el sitio S3 tiene el menor % de Limos de todos los sitios. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 101.- Pruebas de Múltiple Rangos para % de Limos por sitio de muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
-------	-------	-------	-------------------

S3	9	2.26667	X C
S1	9	7.24444	X B
S4	9	8.35556	X B
S2	9	8.62222	X B
S5	9	22.3556	X A

k) DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO TOTAL

Los resultados obtenidos del análisis de la Determinación de la Capacidad de Intercambio Cationico Total se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 102.- Resultados de la Determinación de la Capacidad de Intercambio Cationico Total

	Primera Repetición	Segunda Repetición	Tercera Repetición
<i>MUESTRA</i>	<i>CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO TOTAL (Cmol/Kg)</i>		
S1M1	1.649484536	1.649484536	1.649484536
S1M2	1.443298969	1.237113402	1.443298969
S1M3	1.237113402	1.237113402	1.030927835
S2M1	1.030927835	1.237113402	1.237113402
S2M2	1.030927835	1.237113402	1.237113402
S2M3	1.237113402	1.443298969	1.649484536
S3M1	1.030927835	1.030927835	1.237113402
S3M2	1.237113402	1.237113402	1.237113402
S3M3	1.030927835	1.030927835	1.030927835
S4M1	1.855670103	2.06185567	2.06185567
S4M2	2.680412371	1.649484536	2.06185567
S4M3	1.649484536	2.680412371	2.680412371
S5M1	2.680412371	3.092783505	2.886597938
S5M2	2.680412371	2.680412371	2.886597938
S5M3	3.092783505	3.298969072	3.092783505

1. POR SITIO DE MUESTREO Y NUMERO DE REPETICIONES DE MUESTRAS.

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación de la Capacidad de Intercambio Cationico Total (CICT) en las diferentes repeticiones de muestras tomadas en los distintos sitios de muestreo.

En el cuadro 103 se puede observar que la muestra S4M3 fue la que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de muestras: 25.4713%, mientras que las muestras S1M1, S3M2 y S3M3 presentaron un coeficiente de variación nulo. Esto indica que existen diferencias significativas entre cada repetición de las muestras.

Cuadro 103.-Resumen Estadístico de los resultados obtenidos para la CICT en las repeticiones

<i>Repeticiones</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
S1M1	3	1.64948	0.0	0.0%	1.64948	1.64948	0.0
S1M2	3	1.37457	0.119041	8.66025%	1.23711	1.4433	0.206186
S1M3	3	1.16838	0.119041	10.1885%	1.03093	1.23711	0.206186
S2M1	3	1.16838	0.119041	10.1885%	1.03093	1.23711	0.206186
S2M2	3	1.16838	0.119041	10.1885%	1.03093	1.23711	0.206186
S2M3	3	1.4433	0.206186	14.2857%	1.23711	1.64948	0.412371
S3M1	3	1.09966	0.119041	10.8253%	1.03093	1.23711	0.206186
S3M2	3	1.23711	0.0	0.0%	1.23711	1.23711	0.0
S3M3	3	1.03093	0.0	0.0%	1.03093	1.03093	0.0
S4M1	3	1.99313	0.119041	5.97259%	1.85567	2.06186	0.206186
S4M2	3	2.13058	0.518889	24.3543%	1.64948	2.68041	1.03093

S4M3	3	2.33677	0.595206	25.4713%	1.64948	2.68041	1.03093
S5M1	3	2.8866	0.206186	7.14286%	2.68041	3.09278	0.412371
S5M2	3	2.74914	0.119041	4.33013%	2.68041	2.8866	0.206186
S5M3	3	3.16151	0.119041	3.76533%	3.09278	3.29897	0.206186
Total	45	1.7732	0.730829	41.2154%	1.03093	3.29897	2.26804

Hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles es igual. Se realizó una verificación de varianza para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. La verificación se presenta en el cuadro 104. El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de CICT dentro de cada uno de los 15 niveles de Repeticiones es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 104.- Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.860544	0.604596

En el cuadro 105 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) descompone la varianza de CICT en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 28.4926, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de CICT entre un nivel de Repeticiones y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 105.- ANOVA para CICT por Repeticiones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	21.8571	14	1.56122	28.49	0.0000
Intra grupos	1.64382	30	0.0547939		
Total (Corr.)	23.5009	44			

En el cuadro 106 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa que la muestra S5M3 presenta la mayor CICT de todas las muestras, mientras que la muestra S3M3 tiene la menor CICT. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 106.- Pruebas de Múltiple Rangos para CICT por Repeticiones

Repeticiones	Casos	Media	Grupos Homogéneos	
S3M3	3	1.03093	X	G
S3M1	3	1.09966	XX	GF
S2M1	3	1.16838	XX	GF

S1M3	3	1.16838	XX	GF
S2M2	3	1.16838	XX	GF
S3M2	3	1.23711	XX	GF
S1M2	3	1.37457	XXX	GFE
S2M3	3	1.4433	XX	FE
S1M1	3	1.64948	XX	ED
S4M1	3	1.99313	XX	DC
S4M2	3	2.13058	X	C
S4M3	3	2.33677	X	C
S5M2	3	2.74914	X	B
S5M1	3	2.8866	XX	BA
S5M3	3	3.16151	X	A

1. POR SITIO DE MUESTREO ÚNICAMENTE

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos de la determinación la CICT entre los 5 sitios de muestreo.

En el cuadro 107 se puede observar que el sitio de muestreo S4 fue el que tuvo el mayor coeficiente de variación del total de sitios de muestreo: 19.8027%. Mientras que el sitio S5 fue el que presentó el menor coeficiente de variación de los sitios de muestreo: 7.6845%.

Cuadro 107.- Resumen Estadístico para CICT por sitio de muestreo.

Sitios de muestreo	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
S1	9	1.39748	0.225342	16.1248%	1.03093	1.64948
S2	9	1.26002	0.191332	15.1848%	1.03093	1.64948
S3	9	1.12257	0.108669	9.68044%	1.03093	1.23711
S4	9	2.15349	0.426449	19.8027%	1.64948	2.68041
S5	9	2.93242	0.225342	7.6845%	2.68041	3.29897
Total	45	1.7732	0.730829	41.2154%	1.03093	3.29897

Hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles es igual. Se realizó una verificación de varianza para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. La verificación se presenta en el cuadro 108. El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de CICT dentro de cada uno de los 5 niveles de Sitios de muestreo es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 108.- Verificación de Varianza para evaluar la diferencia entre las sigmas

	Prueba	Valor-P
Levene's	2.55462	0.0535676

En el cuadro 109 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza de CICT en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 78.5267, es el cociente entre el

estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de CICT entre un nivel de Sitios de muestreo y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 109.- Tabla ANOVA para CICT por sitio de muestreo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	20.8462	4	5.21156	78.53	0.0000
Intra grupos	2.65467	40	0.0663667		
Total (Corr.)	23.5009	44			

En el cuadro 110 se presentan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa el sitio de muestreo S5 fue el que presentó la mayor CICT, mientras que el sitio S3 es el que tiene la menor CICT de todos los sitios. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 110.- Pruebas de Múltiple Rangos para CICT por sitio de muestreo

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
S3	9	1.12257	X D
S2	9	1.26002	XX DC
S1	9	1.39748	X C
S4	9	2.15349	X B
S5	9	2.93242	X A

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al término de este trabajo se puede concluir, respecto a los análisis fisicoquímicos realizados a las muestras y su respectivo tratamiento estadístico, lo presentado a continuación:

a) DETERMINACIÓN DE COLOR

El color de las muestras de los diferentes sitios de muestreo varió de la siguiente manera:

Muestras secas

- Sitio 1: varió en el rango del color Café grisáceo (10YR 5/2), hasta un color café grisáceo oscuro (10YR 4/2).
- Sitio 2: varió en el rango del color Café pálido (10YR 6/3), hasta un color Gris claro parduzco (10YR 6/2).
- Sitio 3: varió en el rango del color Gris (10YR 5/1), hasta un color Café (10YR 5/3).
- Sitio 4: varió en el rango del Café (10YR 4/3), hasta un color Café grisáceo oscuro (10YR 4/2).
- Sitio 5: varió en el rango del Café amarillento (10YR 5/4), hasta un color Café grisáceo (10YR 5/2).

Muestras Húmedas

- Sitio 1: varió en el rango del color Café grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), hasta un color Gris muy oscuro (10YR 3/1).
- Sitio 2: varió en el rango del color Café (10 YR 4/3), hasta un color Gris oscuro (10YR 4/1).
- Sitio 3: varió en el rango del color Café grisáceo oscuro (10YR 4/2), hasta un color Gris muy oscuro (10YR 3/1).
- Sitio 4: varió en el rango del Café oscuro (10YR 3/3), hasta un color Gris muy oscuro (10YR 3/1).
- Sitio 5: varió en el rango del Café grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), hasta un color Café grisáceo (10YR 5/2).

b) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ALÓFANO

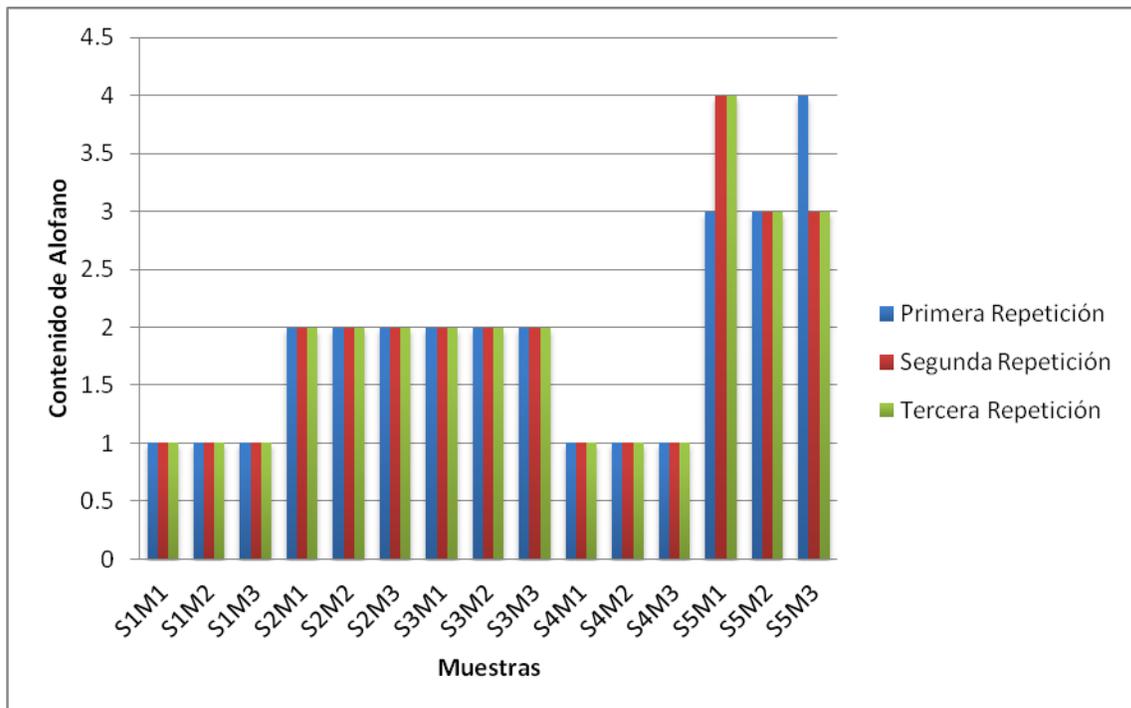
El contenido de Alófono* en las muestras de los diferentes sitios de muestreo varió de la siguiente manera:

- Sitio 1: no hubo variación todas las muestras y repeticiones tuvieron un contenido Bajo de Alófono.
- Sitio 2: no hubo variación todas las muestras y repeticiones tuvieron un contenido Medio de Alófono.
- Sitio 3: no hubo variación todas las muestras y repeticiones tuvieron un contenido Medio de Alófono.
- Sitio 4: no hubo variación todas las muestras y repeticiones tuvieron un contenido Bajo de Alófono.
- Sitio 5: varió el contenido de Alto a muy Alto.

El sitio de muestreo 5, localizado en el municipio de Tapalapa fué el que presentó el mayor contenido de Alófono

La representación grafica de los resultados obtenidos se presenta a continuación:

Tabla 1.- Resultados Obtenidos del Contenido de Alófono



* Para fines del análisis estadístico, se le asignó un valor numérico al contenido de Alófono: 1=bajo, 2= medio, 3=alto, 4=muy alto.

c) DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE

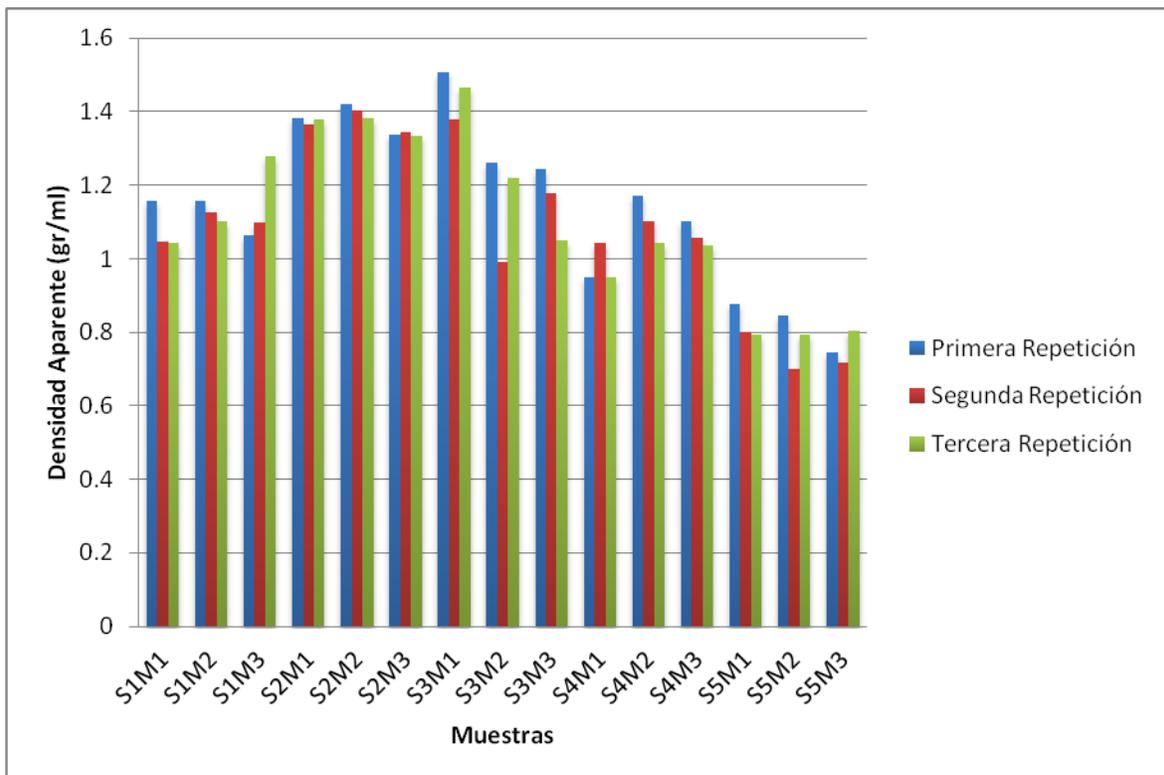
La Densidad Aparente de las muestras de los diferentes sitios de muestreo varió de la siguiente manera:

- Sitio 1: varió desde 1.044 gr/ml hasta 1.20 gr/ml.
- Sitio 2: varió desde 1.335 gr/ml hasta 1.422 gr/ml.
- Sitio 3: varió desde 0.99 gr/ml hasta 1.506 gr/ml.
- Sitio 4: varió desde 1.335 gr/ml hasta 1.422 gr/ml.
- Sitio 5: varió desde 1.335 gr/ml hasta 1.422 gr/ml.

El sitio de muestreo 3, localizado en la base del Volcán Chichón fué el que presentó la mayor Densidad Aparente.

La representación grafica de los resultados obtenidos se presenta a continuación:

Tabla 2.- Resultados Obtenidos de la Densidad Aparente.



d) DETERMINACION DE LA DENSIDAD REAL

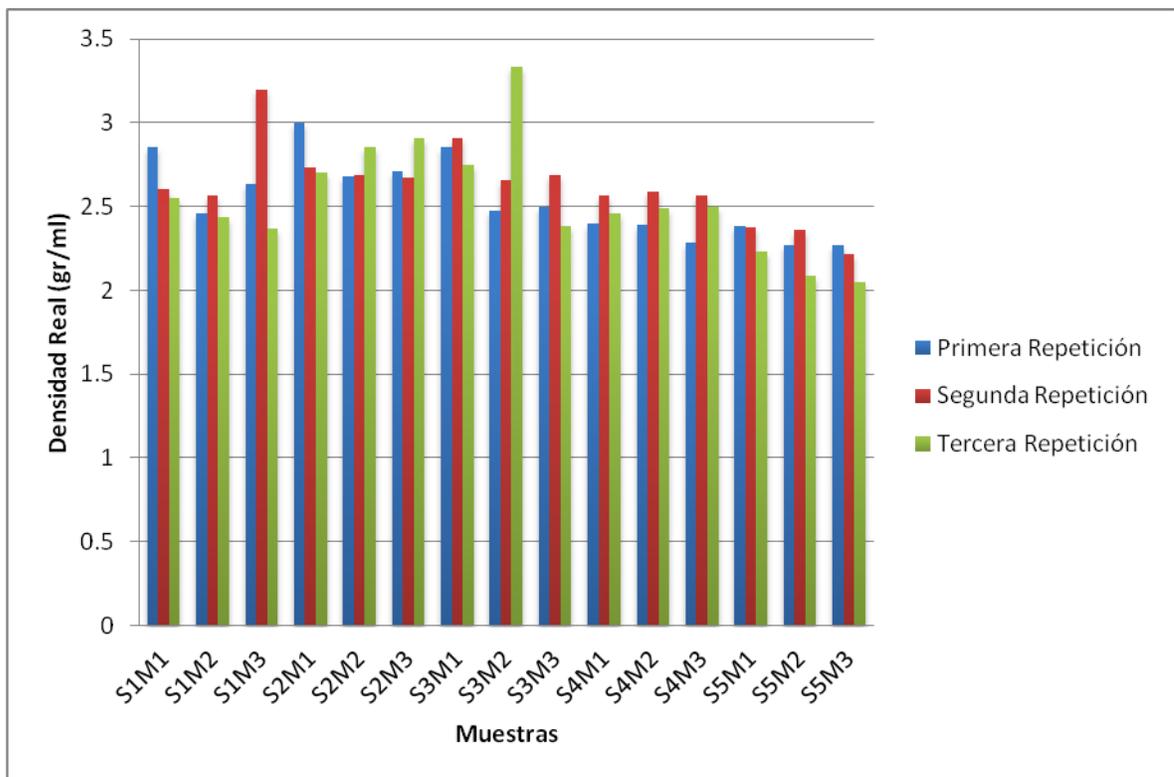
La Densidad Real de las muestras de los diferentes sitios de muestreo varió de la siguiente manera:

- Sitio 1: varió desde 2.369 gr/ml hasta 3.198 gr/ml.
- Sitio 2: varió desde 2.688 gr/ml hasta 3 gr/ml.
- Sitio 3: varió desde 2.380 gr/ml hasta 3.333 gr/ml.
- Sitio 4: varió desde 2.283 gr/ml hasta 2.590 gr/ml.
- Sitio 5: varió desde 2.049 gr/ml hasta 2.385 gr/ml.

El sitio de muestreo 3, localizado en la base del Volcán Chichón fué el que presentó la mayor Densidad Real.

La representación grafica de los resultados obtenidos se presenta a continuación:

Tabla 3.- Resultados Obtenidos de la Densidad Real.



e) DETERMINACIÓN DEL ESPACIO POROSO (%)

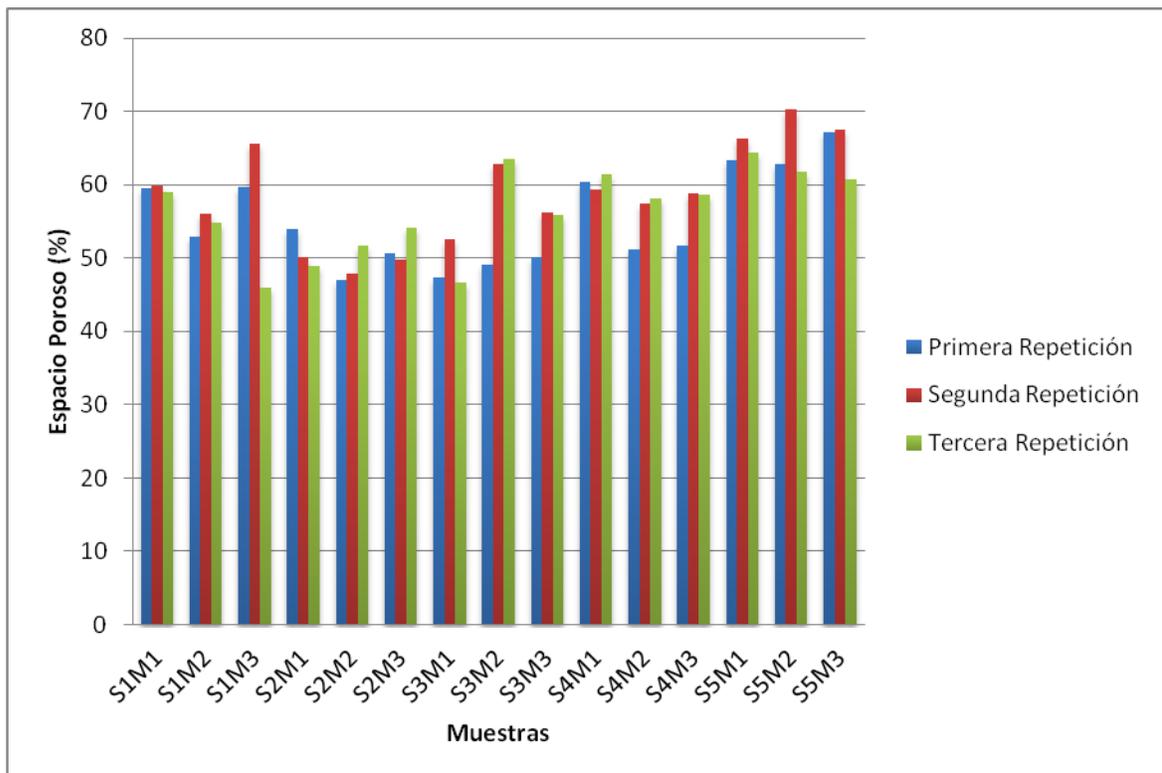
El porcentaje de espacio poroso de las muestras de los diferentes sitios de muestreo varió de la siguiente manera:

- Sitio 1: varió desde 45.983% hasta 65.673%.
- Sitio 2: varió desde 46.923% hasta 54.076%.
- Sitio 3: varió desde 46.601% hasta 63.43%
- Sitio 4: varió desde 51.094% hasta 61.389%
- Sitio 5: varió desde 60.764% hasta 70.277%

El sitio de muestreo 5, localizado en el municipio de Tapalapa fué el que presentó el mayor porcentaje de Espacio Poroso.

La representación grafica de los resultados obtenidos se presenta a continuación:

Tabla 4.- Resultados Obtenidos del Espacio Poroso (%)



f) DETERMINACIÓN DEL pH

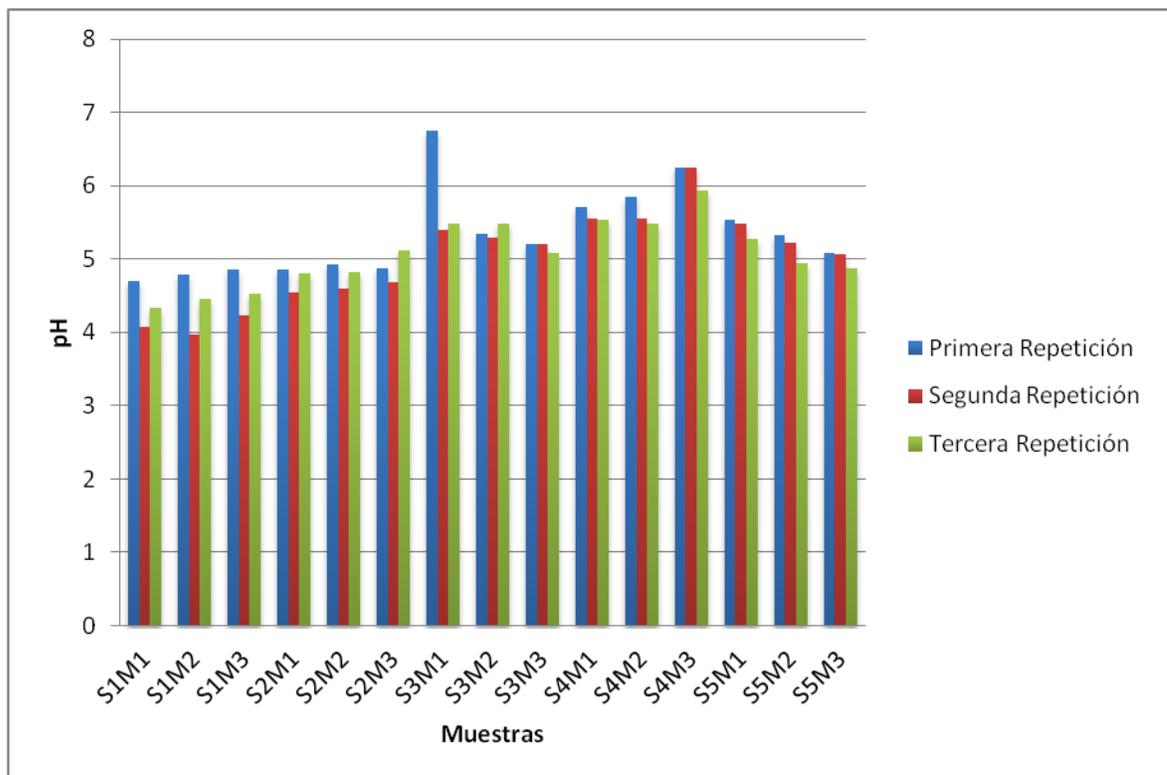
El pH de las muestras de los diferentes sitios de muestreo varió de la siguiente manera:

- Sitio 1: varió desde 3.97 hasta 4.85.
- Sitio 2: varió desde 4.54 hasta 5.11.
- Sitio 3: varió desde 5.09 hasta 6.75.
- Sitio 4: varió desde 5.48 hasta 6.24.
- Sitio 5: varió desde 4.88 hasta 5.54.

El sitio de muestreo 3, localizado la base del Volcán Chichón fué el que presentó el mayor pH.

La representación grafica de los resultados obtenidos se presenta a continuación:

Tabla 5.- Resultados Obtenidos del pH.



g) DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

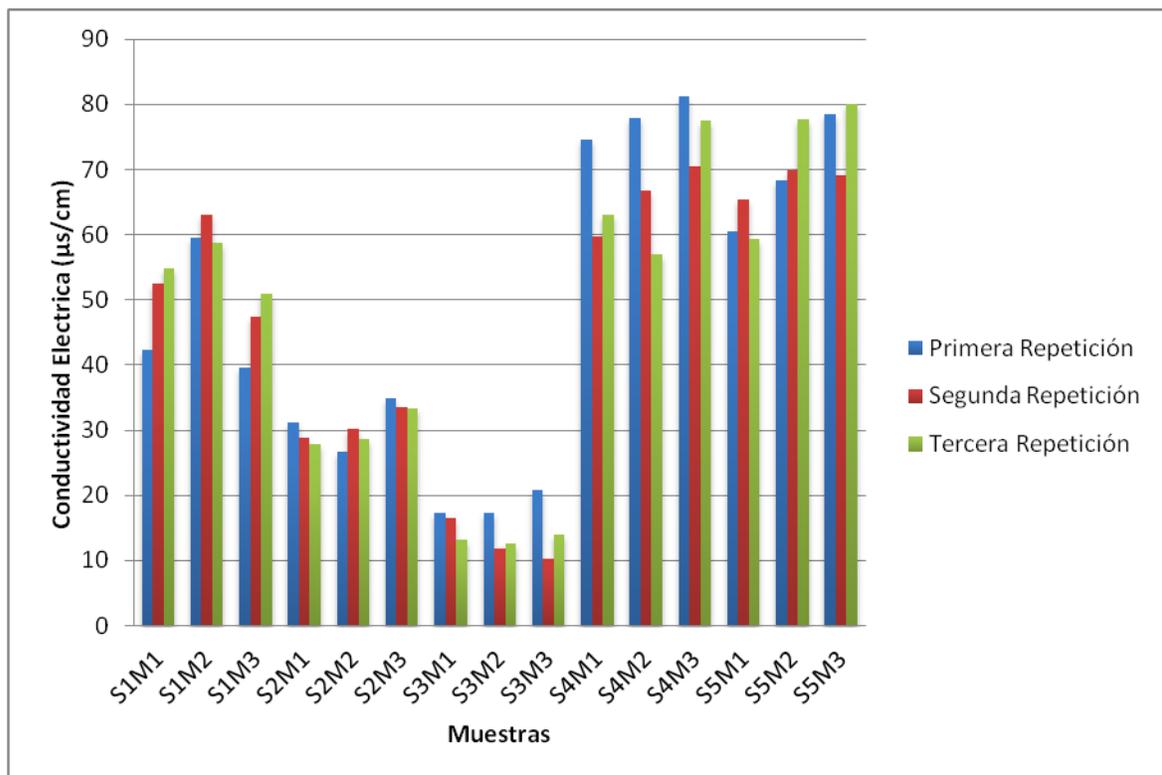
La Conductividad Eléctrica de las muestras de los diferentes sitios de muestreo varió de la siguiente manera:

- Sitio 1: varió desde 39.530 $\mu\text{s}/\text{cm}$ hasta 63.100 $\mu\text{s}/\text{cm}$.
- Sitio 2: varió desde 26.711 $\mu\text{s}/\text{cm}$ hasta 34.853 $\mu\text{s}/\text{cm}$.
- Sitio 3: varió desde 10.206 $\mu\text{s}/\text{cm}$ hasta 20.887 $\mu\text{s}/\text{cm}$.
- Sitio 4: varió desde 57.010 $\mu\text{s}/\text{cm}$ hasta 81.239 $\mu\text{s}/\text{cm}$.
- Sitio 5: varió desde 59.390 $\mu\text{s}/\text{cm}$ hasta 80.129 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

El sitio de muestreo 4, localizado en el municipio de Francisco León fué el que presentó la mayor Conductividad Eléctrica.

La representación grafica de los resultados obtenidos se presenta a continuación:

Tabla 6.- Resultados Obtenidos de la Conductividad Eléctrica.



h) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA

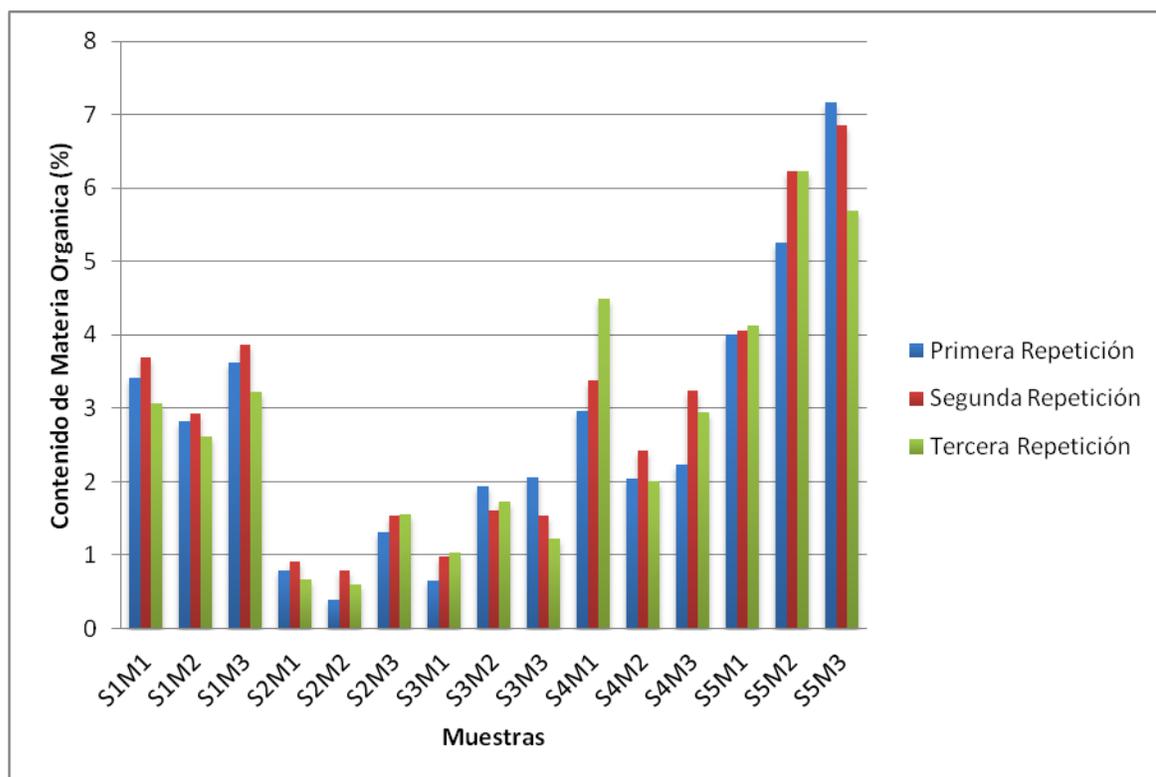
El contenido de Materia Orgánica de las muestras de los diferentes sitios de muestreo varió de la siguiente manera:

- Sitio 1: varió desde 2.615% hasta 3.859%.
- Sitio 2: varió desde 0.394% hasta 1.551%.
- Sitio 3: varió desde 0.657% hasta 2.054%.
- Sitio 4: varió desde 2.013% hasta 4.489%.
- Sitio 5: varió desde 4.008% hasta 7.167%.

El sitio de muestreo 5, localizado en el municipio de Tapalapa fué el que presentó el mayor contenido de Materia Orgánica.

La representación grafica de los resultados obtenidos se presenta a continuación:

Tabla 7.- Resultados Obtenidos del Contenido de Materia Orgánica (%)



i) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO

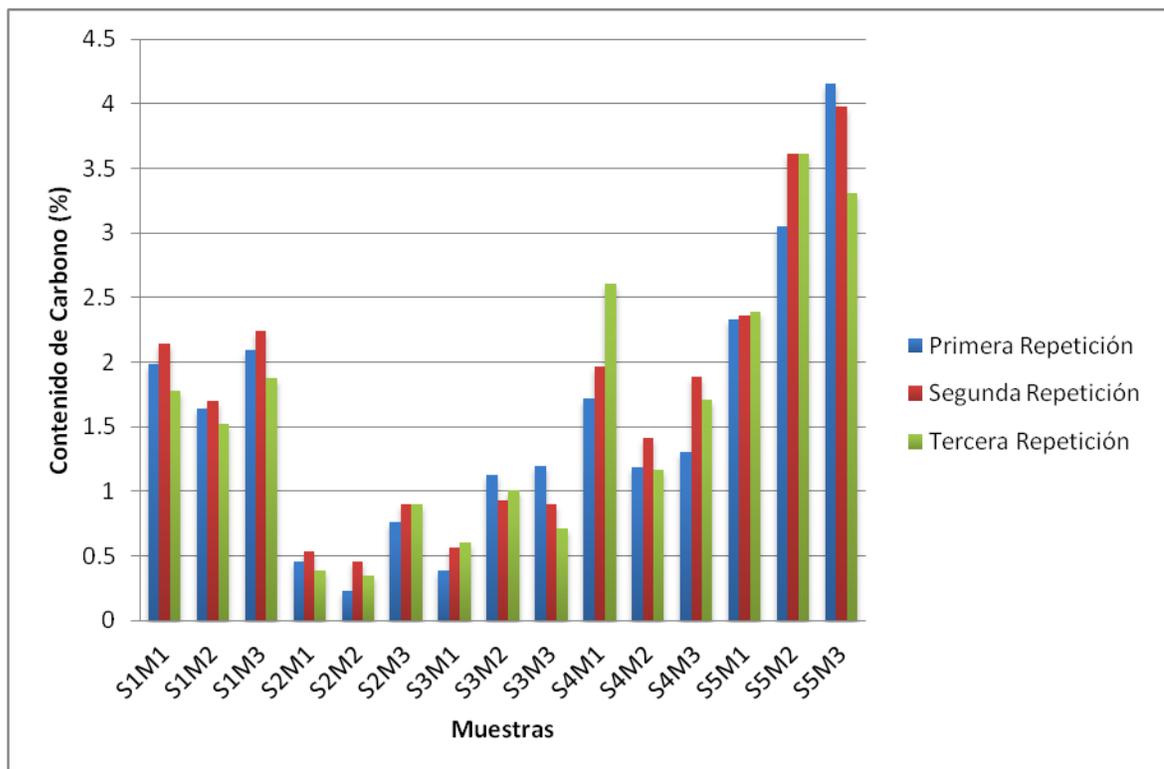
El contenido de Carbono de las muestras de los diferentes sitios de muestreo varió de la siguiente manera:

- Sitio 1: varió desde 1.516% hasta 2.238%.
- Sitio 2: varió desde 0.228% hasta 0.900%.
- Sitio 3: varió desde 0.381% hasta 0.191%.
- Sitio 4: varió desde 1.168% hasta 2.604%.
- Sitio 5: varió desde 2.325% hasta 4.157%.

El sitio de muestreo 5, localizado en el municipio de Tapalapa fué el que presentó el mayor contenido de Carbono

La representación grafica de los resultados obtenidos se presenta a continuación:

Tabla 8.- Resultados Obtenidos del Contenido de Carbono (%)



j) DETERMINACIÓN DE TEXTURA POR EL MÉTODO DE BOUYOCOS

La textura de las muestras de los diferentes sitios de muestreo varió de la siguiente manera:

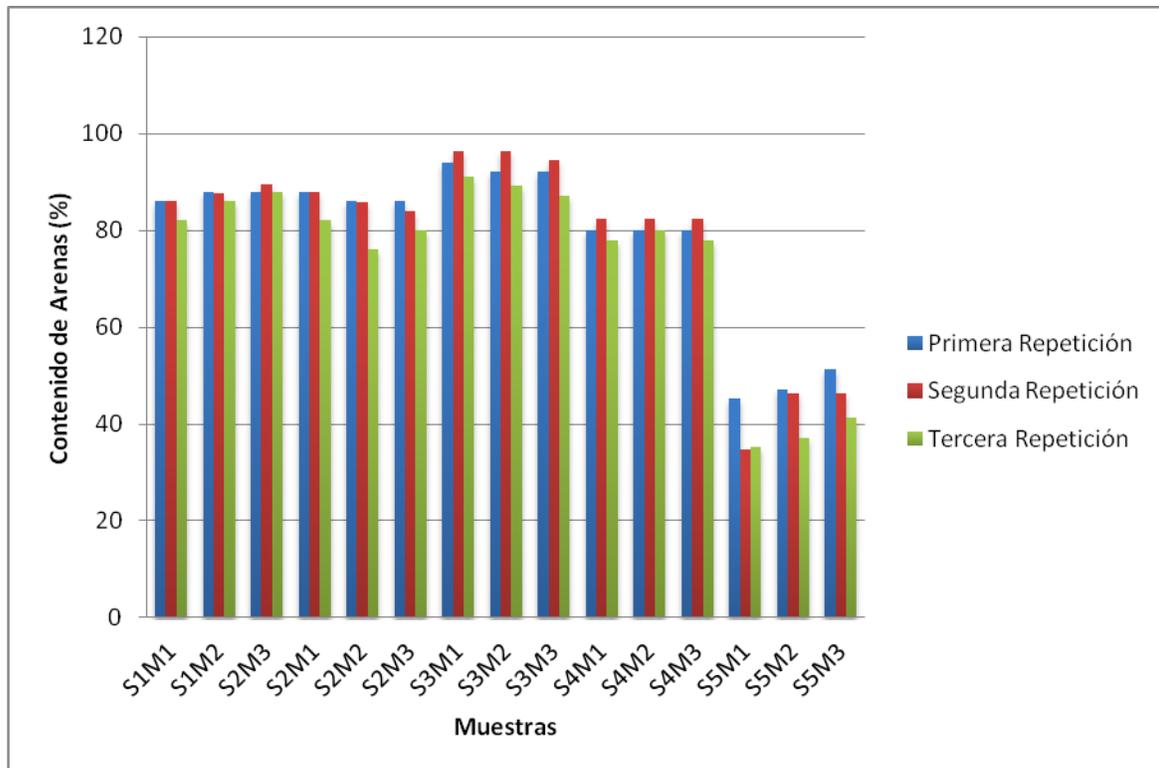
i) Arenas

- Sitio 1: varió desde 82% hasta 89.6%.
- Sitio 2: varió desde 76% hasta 88%.
- Sitio 3: varió desde 87.2% hasta 96.4%.
- Sitio 4: varió desde 78% hasta 82.4%.
- Sitio 5: varió desde 34.8% hasta 51.2%.

El sitio de muestreo, localizado en la base del Volcán Chichón fué el que presentó el mayor contenido de Arenas.

La representación grafica de los resultados obtenidos se presenta a continuación:

Tabla 9.- Resultados Obtenidos del Contenido de Arenas (%).



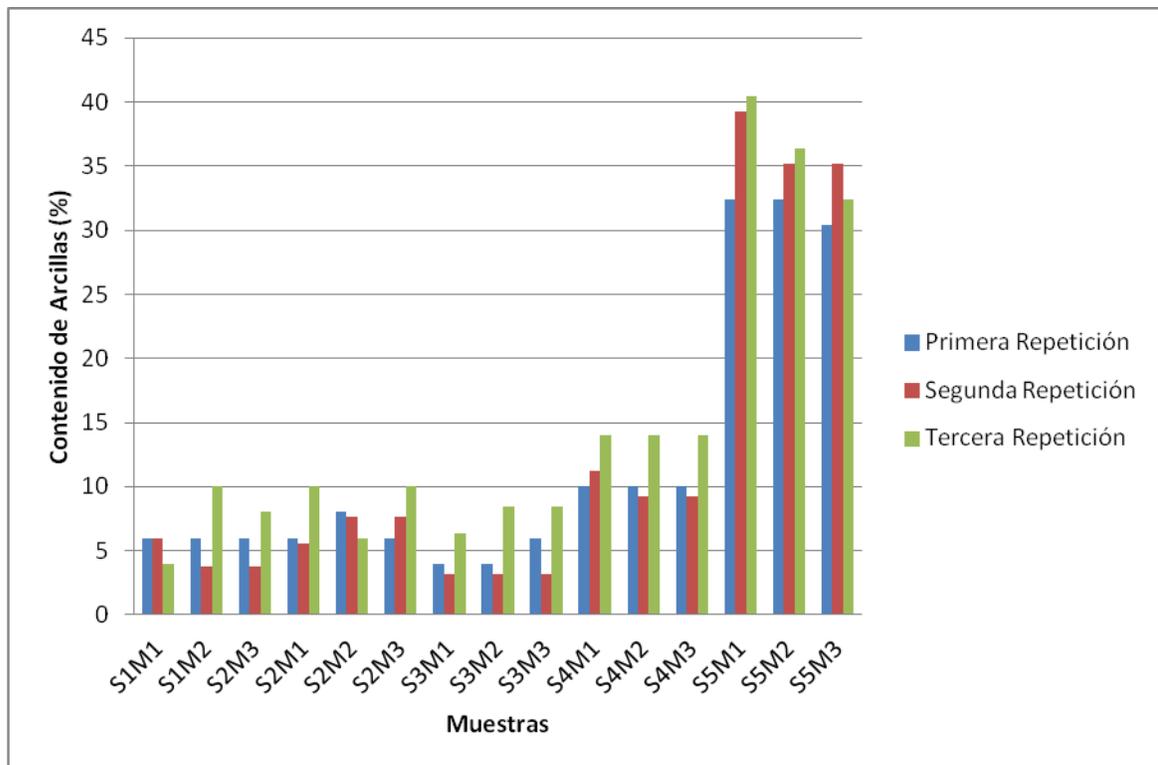
ii) Arcillas

- Sitio 1: varió desde 3.8% hasta 10%.
- Sitio 2: varió desde 5.6% hasta 10%.
- Sitio 3: varió desde 3.2% hasta 8.4%.
- Sitio 4: varió desde 9.2% hasta 14%.
- Sitio 5: varió desde 30.4% hasta 40.4%.

El sitio de muestreo 5, localizado en el municipio de Tapalapa fué el que presentó el mayor contenido de Arcillas.

La representación grafica de los resultados obtenidos se presenta a continuación:

Tabla 10.- Resultados Obtenidos del Contenido de Arcillas (%).



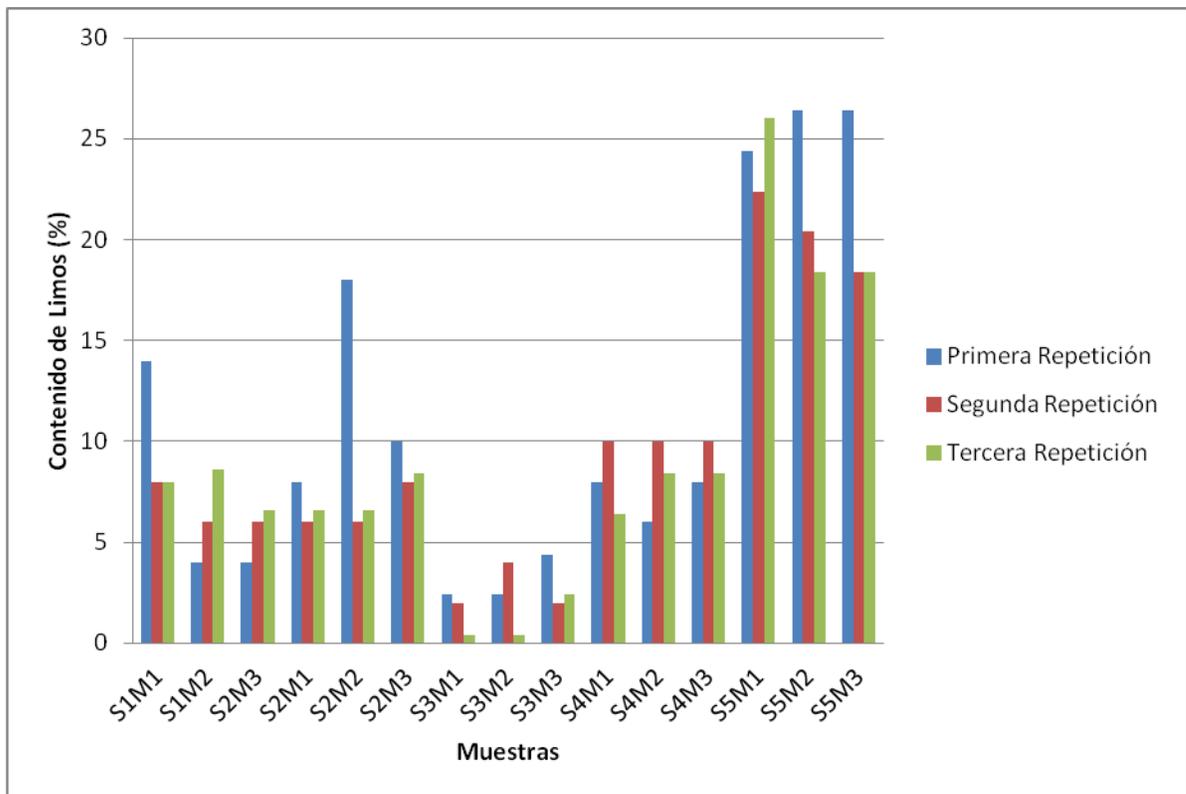
iii) Limos

- Sitio 1: varió desde 4% hasta 14%.
- Sitio 2: varió desde 6% hasta 18%.
- Sitio 3: varió desde 0.4% hasta 4%.
- Sitio 4: varió desde 6% hasta 10%.
- Sitio 5: varió desde 18.4% hasta 26.4%.

El sitio de muestreo 5, localizado en el municipio de Tapalapa fué el que presentó el mayor contenido de Limos

La representación grafica de los resultados obtenidos se presenta a continuación:

Tabla 11.- Resultados Obtenidos del Contenido de Limos (%)



k) DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO TOTAL (C.I.C.T.)

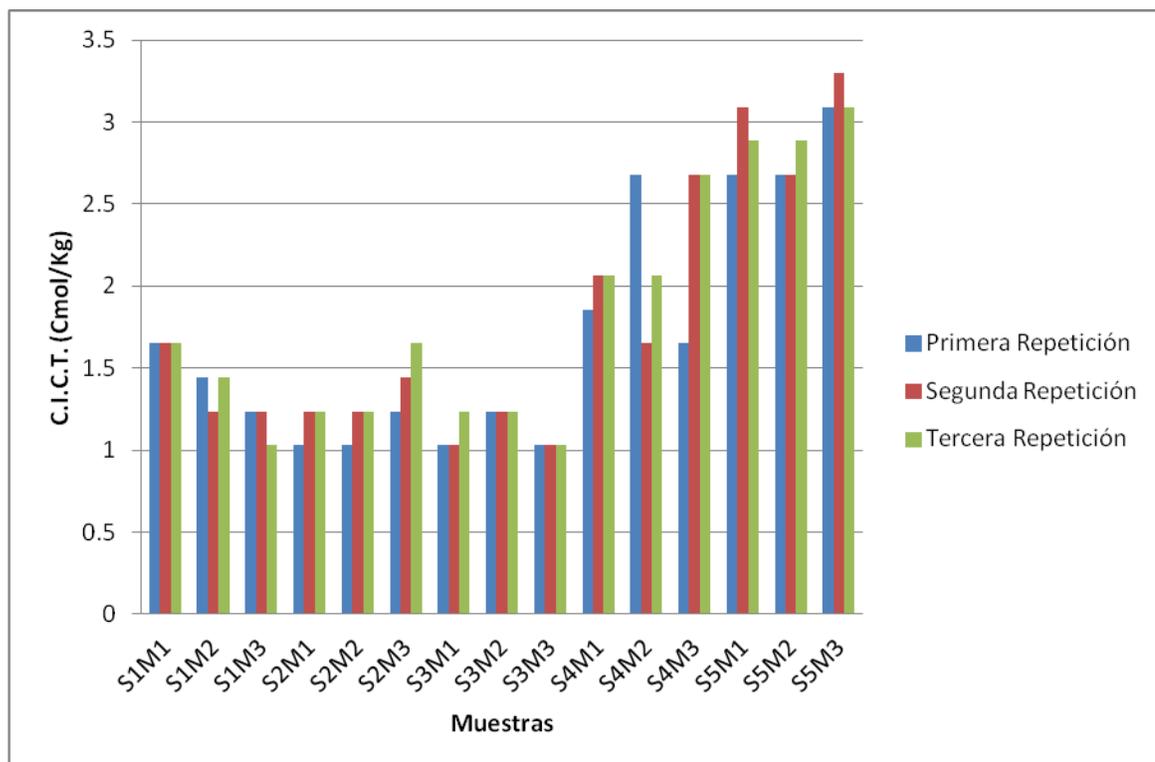
La Capacidad de Intercambio Catiónico Total de las muestras de los diferentes sitios de muestreo varió de la siguiente manera:

- Sitio 1: varió desde 1.030 Cmol/Kg hasta 1.649 Cmol/Kg.
- Sitio 2: varió desde 1.030 Cmol/Kg hasta 1.649 Cmol/Kg.
- Sitio 3: varió desde 1.030 Cmol/Kg hasta 1.237 Cmol/Kg.
- Sitio 4: varió desde 1.649 Cmol/Kg hasta 2.680 Cmol/Kg.
- Sitio 5: varió desde 2.680 Cmol/Kg hasta 3.298 Cmol/Kg.

El sitio de muestreo 5, localizado en el municipio de Tapalapa fué el que presentó la mayor Capacidad de Intercambio Catiónico Total.

La representación grafica de los resultados obtenidos se presenta a continuación:

Tabla 12.- Resultados Obtenidos de la Capacidad de Intercambio Catiónico Total



FUENTES DE INFORMACIÓN

Artigas Duran, A. 2004. Composición del suelo. Facultad de Agronomía Universidad de la República, Depto. de suelos y aguas. Montevideo, Uruguay.

Buoll, McKracken, 2005. Génesis y Clasificación de Suelos. Edit. Trillas.

Jaramillo, D.F. 2002. Introducción a la Ciencia del Suelo. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias. Medellín, Colombia 2002

Ramos H.S. y Flores, D. 2005. Comportamiento de fertilizantes fosfatados en suelos fijadores de fósforo. Anales de Edafología y Agrobiología. XLIII (1-2):215-234.)

Ramos H.S. 2007. Volcán Chichón, aspectos ambientales, a 20 Años de su erupción. Memorias Simposio Internacional Volcán Chichón 25 Años.

Ramos H.S. 2007. Acciones gubernamentales en el monitoreo del Volcán Chichón.

Memorias Simposio Internacional Volcán Chichón 25 Años.

Ramos H. S. 2012. Volcán Chichón. Plan Operativo. Gobierno del Estado.

Ramos H.S. 2012. Manual de Edafología. Laboratorio de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente. Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático. UNICACH.

SEMARNAT. 2000. Norma oficial mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000.

Soil Survey Staff. , 2006. Claves para la Taxonomía de Suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Décima Edición

Tilling, R. I. 2007. El Chichón's "surprise" eruption in 1982: Lessons for Reducing volcano risk, R. I. Volcano Hazards Team U.S. Geological Survey, Menlo Park, CA 94025–359.

[Http://es.wikipedia.org/wiki/Chichonal](http://es.wikipedia.org/wiki/Chichonal)

[Http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/perfiles/phistoricoindex.php?Region=033&option=1#](http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/perfiles/phistoricoindex.php?Region=033&option=1#)

[Http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/perfiles/phistoricoindex.php?Region=090&option=1#](http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/perfiles/phistoricoindex.php?Region=090&option=1#)

ANEXOS

SITIOS DE MUESTREO

