



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL LOTE
NÚMERO 14 CAMPUS SALACHE MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS BÁSICAS DEL
LABORATORIO DE SUELOS 2023-2024”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera
Agrónoma.

Autora:

Chiliquinga Claudio Valeria Alexandra

Tutora:

Marín Quevedo Karina Paola

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero - 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Chiliquinga Claudio Valeria Alexandra, con cédula de ciudadanía No. 0504348194, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL LOTE NÚMERO 14 CAMPUS SALACHE MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS BÁSICAS DEL LABORATORIO DE SUELOS 2023-2024”**, siendo la Ingeniera Mg. Karina Paola Marín Quedo, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 14 de febrero del 2024



Valeria Alexandra Chiliquinga Claudio
C.C: 0504348194
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CHILQUINGA CLAUDIO VALERIA ALEXANDRA** identificada con cédula de ciudadanía **0504348194** de estado civil casada, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL LOTE NÚMERO 14 CAMPUS SALCHE MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS BÁSICAS DEL LABORATORIO DE SUELOS 2023-2024**” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutor: Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

Tema: “**DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL LOTE NÚMERO 14 CAMPUS SALCHE MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS BÁSICAS DEL LABORATORIO DE SUELOS 2023-2024**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a. La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b. La publicación del trabajo de grado.
- c. La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d. La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e. Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 14 días del mes de febrero del 2024.

Valeria Alexandra Chiliquinga Claudio
LA CEDENTE

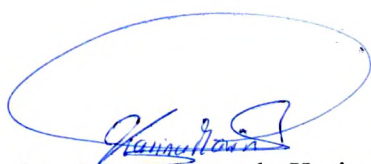
Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación sobre el título:

“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL LOTE NUMERO 14 CAMPUS SALACHE MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS BÁSICAS DEL LABORATORIO DE SUELOS 2023-2024”, de Chilingua Claudio Valeria Alexandra, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 14 de febrero del 2024



Ing. Martín Quevedo Karina Paola, Mg.

C.C: 0502672934

DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Chiliquinga Claudio Valeria Alexandra, con el título de Proyecto de Investigación: **“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL LOTE NÚMERO 14 CAMPUS SALCHE MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS BÁSICAS DEL LABORATORIO DE SUELOS 2023”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 14, de febrero del 2024



Ing. Jiménez Jácome Cristian Santiago, Mg
CC: 0501946263
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Troya Sarzosa Jorge Fabián, PhD
CC: 0501645568
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Chasi Vizquete Wilman Paolo, Mg
CC: 0502409725
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Las páginas de esta investigación, son el fruto de la dedicación, el esfuerzo y el sacrificio, que dedico a los que en verdad confiaron en que lo lograría.

A mis padres por el apoyo incondicional, no solo en esta etapa importante de mi vida, si no en el proceso de formación como persona, inculcándome buenos valores.

Doy gracias a mi esposo porque en base a el de igual manera me ha incentivado a seguir siempre adelante para así ser siempre una buena persona profesional.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme facilitado el ingreso a estudiar en tan prestigiosa institución y lograr una meta que me trace como el de ser Ingeniera en Agrónoma.

A la ingeniera Karina Marín Quevedo, por su paciencia, colaboración y apoyo para que se pueda culminar de la mejor manera este proyecto. Con sus palabras positivas que han hecho hincapié en este proceso, para no desmayar y llegar a cumplir la meta.

Valeria Alexandra Chilibingua Claudio

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a mi madre Nancy Claudio y a mi padre Dario Chiliquina por su amor incondicional, por sus palabras de aliento, día tras día por su esfuerzo y sacrificio, inculcándome que todo sacrificio tiene su recompensa, es por ello que hoy puedo decir con orgulloso que estoy a un paso de lograr una gran meta y quiero agradecerles por ser parte de ello.

Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio. A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Valeria Alexandra Chiliquina Claudio

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TOPIC: “DETERMINATION OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF LOT NUMBER 14 SALACHE CAMPUS USING BASIC SOIL LABORATORY TECHNIQUES 2023-2024”

Autor:

Valeria Alexandra Chilibingua Claudio

RESUMEN

El sector agrícola atraviesa problemas de incremento del porcentaje de desertificación de suelos, lo cual ha provocado pérdidas en los procesos de producción esto sumado a la falta de conocimiento de las características de los suelos y su mal manejo.

En el presente proyecto de investigación se ejecutó en el laboratorio de Suelos de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Y tuvo como objetivo la determinación de las propiedades físicas y químicas del Suelo de un sistema Silvo-pastoril del Campus Salache mediante al uso de nueve técnicas básicas del laboratorio, lo cual ayuda a fortalecer el conocimiento de pequeños y medianos productores. Se utilizó el tipo de muestreo del zig-zag para la recolección de seis muestras donde se analizó la densidad aparente, densidad real, pH, intercambio catiónico, materia orgánica, porosidad, estructura y nutrientes mediante la extracción de pasta saturada, para corroborar los datos obtenidos con las metodologías usadas, una muestra se envió al laboratorio del INIAP. De los resultados obtenidos se determinó que el suelo del sistema Silvopastoril tiene una estructura de suelo de 1,96 moderadamente estable, densidad real 2,60 g/cm³, densidad aparente de 1,20 g/cm³, porosidad de 50%, pH de 8,40, capacidad de intercambio catiónico de 23 meq/100 gr, una materia orgánica de 0,41 % Na 153ppm, Ca 123, K 88meq/100g, se encontró una textura de Arena 62%, limo 29%, arcilla 9% y se determina una textura de Franco arenoso, los mismos que son corroborados en su mayoría con los datos obtenidos con el análisis del INIAP. Se estableció que la utilización de las nueve técnicas propuestas si determinan valores reales de los parámetros físicos y químicos de suelo

Palabras Calves: suelo, propiedades físicas y químicas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TOPIC: “DETERMINATION OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF LOT NUMBER 14 SALACHE CAMPUS USING BASIC SOIL LABORATORY TECHNIQUES 2023-2024”

Author:

Valeria Alexandra Chilibingua Claudio

ABSTRACT

The agricultural sector is experiencing problems of increasing soil desertification, which has led to losses in production processes, in addition to a lack of knowledge of the characteristics of soils and their poor management. This research project was carried out in the Soil Laboratory of the Technical University of Cotopaxi. The objective was to determine the physical and Chemical properties of the soil of a Silvo-pastoral system on the Salache Campus using nine basic laboratory techniques, which helps to strengthen the knowledge of small and medium-sized producers. The zig-zag type of sampling was used to collect six samples where the apparent density, real density, pH, cation exchange, organic matter, porosity, structure and nutrients were analysed by means of saturated paste extraction. To corroborate the data obtained with the methodologies used, one sample was sent to the INIAP laboratory. From the results obtained it was determined that the soil of the Silvopastoral system has a soil structure of 1.96 moderately stable, real density 2.60 g/cm³, apparent density of 1.20 g/cm³, porosity of 50%, pH of 8.40, cation exchange capacity of 23 meq/100 gr, an organic matter of 0.41 % Na 153ppm, Ca 123, K 88meq/100g, a texture of 62% sand, 29% silt, 9% clay and a texture of sandy loam were found, which are mostly corroborated with the data obtained from the INIAP analysis. It was established that the use of the nine proposed techniques does determine real values of the physical and Chemical parameters of the soil.

KEYWORDS: Soil, Physical and Chemical properties.

INDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
1. INFORMACION GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
3.1. Beneficiarios directos.....	3
3.2. Beneficiarios indirectos	3
4. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
5. OBJETIVOS	3
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	5
7.1. Suelo	5
7.2. Muestreo de suelo	5
7.3. Equipo de muestreo.....	5
7.4. Recomendaciones generales	5
7.5. Profundidad de muestreo	6
7.6. Toma de muestra en campo	6
7.7. Recorrido en cuadrícula	6
7.8. Recorrido en Zig-zag	6
7.9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO	7
7.10. Propiedades físicas del suelo.....	7
7.10.1. Textura.....	7
7.10.2. Estructura.....	7
7.10.3. Densidad	8
7.10.4. Densidad Real.....	8
7.10.5. Densidad Aparente.	8

7.10.6.	Densidad con el hidrómetro H152.....	8
7.10.7.	Porosidad	8
7.11.	Propiedades químicas del suelo.....	9
7.11.1.	Ph.....	9
7.11.2.	Capacidad de intercambio catiónico.....	9
7.11.3.	Materia Orgánica	10
8.	PREGUNTA CIENTÍFICA.....	10
9.	METODOLOGÍA.....	11
9.1.	Fase bibliográfica.....	11
9.2.	Fase de Campo.....	12
9.3.	Fase de Laboratorio.....	12
9.4.	PROPIEDADES FÍSICAS.....	12
9.4.1.	ESTRUCTURA DEL SUELO	12
9.4.2.	DENSIDAD REAL	13
9.4.3.	DENSIDAD APARENTE.....	14
9.4.4.	POROSIDAD	16
9.5.	PROPIEDADES QUÍMICAS.....	17
9.5.1.	Potencial Hídrico	17
9.6.	INTERCAMBIO CATIONICO.....	18
9.7.	MATERIA ORGÁNICA	21
9.8.	NUTRIENTES.....	22
9.9.	TEXTURA.....	23
9.10.	Procedimiento.....	24
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIONES DE RESULTADOS	26
10.1.	Potencial Hídrico (pH)	26
10.2.	Nutrientes	26
10.3.	Capacidad de Intercambio Cationico	27
10.4.	Materia Orgánica.....	27
10.5.	Densidad Real	27
10.6.	Densidad Aparente	27
10.7.	Porosidad.....	27
10.8.	Textura	27
11.	CONCLUSIONES.....	31
12.	RECOMENDACIONES:	31

13. BIBLIOGRAFÍAS.....	32
------------------------	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades en relación a los objetivos.	4
Tabla 2. Características del sitio de investigación.....	11
Tabla 3. Materiales y equipos.....	12
Tabla 4. Clasificación del estado de agregación.....	13
Tabla 5. Materiales	13
Tabla 6. Clasificación de la densidad real de los suelos.....	14
Tabla 7. Equipos y Materiales	15
Tabla 8. Clasificación de la densidad aparente de los suelos.	16
Tabla 9. Porosidad.....	16
Tabla 10. Materiales pH	17
Tabla 11. Interpretación de resultados pH.....	18
Tabla 12. Materiales intercambio catiónico	19
Tabla 13. Valores estimativos de la CIC.	20
Tabla 14. Materiales materia orgánica	21
Tabla 15. Porcentaje de materia orgánica del suelo (MO)	22
Tabla 16. Materiales nutrientes	22
Tabla 17. bases del suelo	23
Tabla 18. Materiales textura	24
Tabla 19. Diámetro de partículas.....	25
Tabla 20. Análisis y discusiones.....	26
Tabla 21. Corroboración de datos.....	28

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Muestreo Aleatorio.....	6
Figura 2. Ubicación del área de estudio	11

1. INFORMACION GENERAL

Título del Proyecto:

“Determinación de las propiedades físicas y químicas del lote numero 14 campus Salache mediante el uso de técnicas básicas del laboratorio de suelos 2023)”

Fecha de inicio:

Octubre 2023

Fecha de finalización:

Marzo 2024

Lugar de ejecución:

Barrio Eloy Alfaro de la Ciudad de Latacunga

Facultad que auspicia:

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN).

Equipo de Trabajo:

Responsable del Proyecto: Chilingua Claudio Valeria Alexandra

Tutor: Ing. Mg. Ing. Marín Quedo Karina Paola

PhD Fernando del Moral Torres Docente Universidad de Almería España

Convenio Institucional Universidad de Almería España Universidad Técnica de Cotopaxi

Lector 1: Ing. Jiménez Jácome Cristian Santiago

Lector 2: Ing. Troya Sarzosa Jorge Fabián

Lector 3: Ing. Chasi Vizuete Wiliam Paolo

Docente investigador de la Universidad de Armería España: Doc. Fernando del Moral

Coordinador del Proyecto:

Nombre/s: Chilingua Claudio Valeria Alexandra

Teléfonos: 0980295584

Correo electrónico: valeria.chilingua8194@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura - Agricultura, silvicultura y pesca - producción agropecuaria

Línea de investigación:**Línea 1:**

Análisis conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales

Línea de vinculación:

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano social.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Ecuador se caracteriza por la gran diversidad de sus recursos naturales, distinguiéndose por suelos con gran potencial agrícola. Sin embargo, uno de los mayores problemas globales es la contaminación del suelo. Este tipo de contaminación implica cambios en la superficie de la Tierra con sustancias químicas que amenazan la vida en diversos grados, amenazando los ecosistemas y la salud humana. Este cambio en la calidad del suelo puede a su vez deberse a muchas causas y al mismo tiempo sus diversos efectos afectan gravemente a la flora y la fauna. La agricultura es una actividad humana dedicada a la tierra para la producción de alimentos de origen vegetal como frutas, verduras o cereales a nivel mundial debido al mal uso de pesticidas, fertilizantes químicos, monocultivos, deforestación, acaparamiento de tierras o migración rural. En las regiones la agricultura ha sufrido tanto que está en peligro. (Torres et al., 2006)

La agricultura agrosilvopastoril es un sistema de producción integrada por árboles, cultivos, agricultura y ganadería. Se intercala la producción agrícola con el pastoreo. Mejora la seguridad alimentaria y el ingreso del productor, a su vez facilita nitrógeno al suelo por la producción sembrada. El objetivo de este proyecto es demostrar la importancia y necesidad de los análisis de suelos en la agricultura agrosilvopastoril

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos

Tres coordinadores de los proyectos agrícolas y agropecuarios del centro de investigación de la facultad CAREN, 369 estudiantes y 18 docentes de la carrera de agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi

3.2. Beneficiarios indirectos

Los principales beneficiarios indirectos son pequeños y medianos agricultores de la provincia de Cotopaxi

4. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

El humus, abarca un conjunto de sustancias de origen muy diverso, que desarrollan un papel de importancia capital en la fertilidad, conservación y presencia de vida en los suelos (B. Rodríguez, 2004) Es la práctica de la integración de árboles, forraje y el pastoreo de animales domesticados de una manera mutuamente beneficiosa. Utilizando los principios del pastoreo gestionado y es una de tantas formas distintas de agroforestería. (“Sistemas silvopastoriles,” 2023). Los sistemas silvopastoriles manejados adecuadamente pueden aumentar la productividad general y los ingresos a largo plazo debido a la producción simultánea de cultivos de árboles, forrajes y ganado. El sistema silvopastoril es una de las formas más antiguas de la agricultura, y se ha practicado en muchas partes del mundo durante muchos siglos. No es lo mismo que el pastoreo no gestionado en los bosques, que tiene muchas consecuencias ambientales. (“Sistemas silvopastoriles,” 2023)

5. OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar las propiedades físicas y químicas del lote número 14 campus Salache mediante el uso de técnicas básicas del laboratorio de suelos 2023

Objetivos Específicos

- Elaborar una guía de prácticas básicas de laboratorio para la caracterización físico-químico del suelo
- Analizar las características físico-químico del suelo.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1.

Actividades en relación a los objetivos.

OBJETIVO 1	ACTIVIDADES	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> Elaborar una guía de prácticas básicas de laboratorio para la caracterización físico-químico del suelo 	Revisión bibliográfica para determinar: parámetros físicos-químicos, materiales y reactivos en la caracterización de propiedades físico-químicas del suelo.	Prácticas de laboratorio para la caracterizar las propiedades físico-químicas del suelo.	Guía de prácticas de laboratorio impresa.
	Revisión de los materiales, reactivos y equipos existentes en los laboratorios, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.	Listado de materiales y reactivos requeridos para desarrollo de prácticas de laboratorio para caracterizar propiedades físico-químicas del suelo.	Hoja de checklist.
OBJETIVO 2	ACTIVIDADES	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> Analizar mediante la guía de caracterización las propiedades físico-químico del suelo 	Zonificación del terreno, y elaboración de la ficha de información requerida para la toma de muestras de suelo.	Información detallada del lote con antecedentes de cultivo, manejo agronómico, grado de pendiente, ubicación.	Mapa del terreno. Ficha de levantamiento de información y muestras.
	Recolección de muestras de suelos para la caracterización.	Seis muestras de suelo tomadas en zig-zag del lote estudiado.	Fotografías, muestras y libreta de campo.
	Determinación de propiedades física y químicas	Datos cuantificables del lote de terreno en relación a los siguientes parámetros: pH (campo y laboratorio), estructura del suelo, densidad, porosidad, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico.	Tabla de interpretación de caracterización del suelo. Cuadros estadísticos de los parámetro encontrados.
	Enviar al INIAP a realizar un análisis de suelo.	Validar los resultados obtenidos de la guía de laboratorio realizada en la Universidad Técnica de Cotopaxi mediante los resultados del INIAP.	Interpretación del índice de error.

Elaborado por: Chilingua, 2023

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1.Suelo

El suelo es la capa superior de tierra que se encuentra compuesta de sólidos, líquidos y gases en donde gracias a estos compuestos se desarrollan las raíces de las plantas y toman mediante esto los nutrientes necesarios para crecer. Lo ideal de un suelo tiene una distribución pareja de organismos sólidos, como son los: minerales, la materia orgánica y los poros para la circulación de agua y aire (Zinck, n.d.).

La agricultura está directamente relacionada con el suelo, porque a través de él se comunican las plantas y los animales.

El estudio y caracterización de los suelos es fundamental para lograr una agricultura eficiente. Mediante este tipo de trabajo, a partir de la cartografía y caracterización se puede conocer qué tipos de suelos están presentes, el área que ocupa cada uno de ellos, cómo están sus propiedades(Estrada & Ramírez, 2013) .

7.2.Muestreo de suelo

La muestra de suelo se define como aquella cantidad de tierra compuesta por varias porciones de igual tamaño (submuestras), obtenidas de diversos puntos del área que se desea analizar y mezcladas en forma homogénea. Se conoce que los suelos son cuerpos heterogéneos, debido a que sus factores de formación varían de sitio en sitio, y dentro de cada sitio, imprimiéndoles características diferentes, que deben ser consideradas en el muestreo.

El muestreo constituye la etapa inicial y fundamental para la adecuada interpretación de los resultados obtenidos en el laboratorio.(*Guía Para Muestreo de Suelos.*, 2020)

7.3.Equipo de muestreo

El equipo básico de muestreo incluye:

- Balde limpio
- Bolsas plásticas
- Mini azada
- Guantes
- Barreno

7.4. Recomendaciones generales

- Haga un croquis o mapa del terreno.
- No tome muestras en áreas recién fertilizadas.
- Evite muestrear suelos muy mojados.

- Use bolsas plásticas nuevas y limpias, no de papel.

7.5. Profundidad de muestreo

La profundidad del muestreo está determinada por el tipo de cultivo, las muestras de suelo para cultivos anuales se obtienen a una profundidad de 15 a 20 cm, es decir, explorando la fertilidad de la capa arable. Para praderas, la profundidad de la zona de muestreo debe ser, como máximo, de 0 a 10 cm, puesto que a esa profundidad se registra la mayor densidad y actividad de raíces.

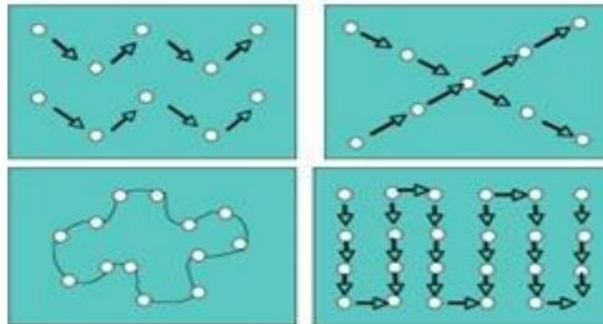
7.6. Toma de muestra en campo

Los recorridos en campo con fines de muestreo de fertilidad de suelo, pueden ser aleatorio simple, aleatorio estratificado, en cuadrícula, en X y zigzag. El más utilizado es el zigzag y en X, ya que es práctico y fácil de aplicar (Figura 1).

Figura 1.

Muestreo Aleatorio

Muestreo aleatorio



Nota: Imagen del método en forma de zig-zag que se utilizó para a toma de muestras en la zona de estudio.

Tomado de: (Schweizer, 2011)

7.7. Recorrido en cuadrícula

Este método consiste en dividir cada lote seleccionar en cuadros iguales, tomar las muestras en cada uno, y luego mezclar. Este método no se utiliza mucho a nivel de campo porque las propiedades del suelo en cortas distancias; requiere limitar adecuadamente los lotes, la figura muestra un ejemplo hipotético. Son recomendados en pequeñas parcelas de hortalizas, donde los suelos son muy homogéneos.

7.8. Recorrido en Zig-zag

Una vez seleccionado el lote, otra forma de recolectar las submuestras en el campo es en zigzag; consiste en líneas cruzadas caminando unos 25 a 30 pasos desde cada punto seleccionado de muestreo. Esto se hace para cada terreno seleccionado. Se recolectan las submuestras y

posteriormente se mezclan para obtener cada muestra, de manera que sea representativa. Es un procedimiento aplicado en tierras muy homogéneas y planas; típicas en cultivos anuales, pastos y semi perenes

7.9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

7.10. Propiedades físicas del suelo

Las propiedades físicas de un suelo son el resultado de la interacción que se origina entre las distintas fases del mismo (suelo, agua y aire) y la proporción en la que se encuentran cada una de estas (Novillo Espinoza et al., 2018). La condición física de un suelo determina su capacidad de sostenimiento, facilidad para la penetración de raíces (Novillo Espinoza et al., 2018), circulación del aire, capacidad de almacenamiento de agua, drenaje, retención de nutrientes, entre otros factores (Bravo et al., n.d.)

7.10.1. Textura

La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa (Novillo Espinoza et al., 2018)

- Arena: de 2 a 0.05 mm
- Limo: de 0.05 a 0.002 mm
- Arcilla: menor a 0.002 mm

El triángulo esta dividido en casillas, cada una de ellas una clase de textura de suelo que esta caracterizado como: suelo arenosos, limosos, arcillosos, arcillo, arenosos. Etc.

7.10.2. Estructura

La estructura del suelo se lo puede definir por la forma en el cual se agrupan las partículas individuales de: arena, limo y arcilla. Cuando estas partículas se agrupan, toman el aspecto de partículas mayores y se los denominan agregados, en la agregación del suelo se puede asumir diferentes modalidades, lo que da por resultado distintas estructuras de suelo (Fundora, 2017).

La estructura es el estado del mismo, que resulta de la granulometría de los elementos que lo componen y del modo como se hallan estos dispuestos. La evolución natural del suelo produce una estructura vertical estratificada (no en el sentido que tiene estratificación en ecología) a la que se conoce como perfil. Las capas que se observan se llaman horizontes y su diferenciación se debe tanto a su dinámica interna como al transporte vertical. (Estrada & Ramírez, 2013)

7.10.3. Densidad

Mediante la determinación de la densidad del suelo se obtiene la porosidad total del suelo. Esto se refiere al peso por volumen del suelo, y existen dos tipos de densidad, las cuales son la densidad real y la densidad aparente. (Bravo et al., n.d.)

7.10.4. Densidad Real

La densidad real de los suelos corresponde a la relación masa/volumen de la totalidad de las partículas sólidas que corresponden al suelo; es expresada como la razón entre la masa de las partículas (M_s) y su volumen (V_s), descartando los espacios porosos entre las partículas. La densidad real es muy utilizada en algunas expresiones matemáticas donde se considera el volumen o masa de una muestra de suelo, siendo no cesaria su medición para: Realizar conversiones exactas de datos base-masa a base-volumétrica y para el cálculo del volumen de los sólidos, calcular la porosidad total del suelo o el número poroso de éste, calcular la sedimentación de partículas en los fluidos. (Novillo Espinoza et al., 2018)

7.10.5. Densidad Aparente.

La densidad aparente tiene un valor extraordinario para conocer el estado físico que se encuentra el suelo, ya que esto se refleja en el comportamiento dinámico de la estructura y la porosidad, debido a que varía la acción de agentes externos e internos ejemplo; la compactación y dispersión de las partículas (*Porosidad del Suelo*, n.d.) (Jiménez & Khalajabadi, s. f.)

7.10.6. Densidad con el hidrómetro H152

El hidrómetro es un dispositivo que permite medir la densidad de la solución en la cual se suspende (García, n.d.).

Este método de prueba indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla de los suelos, que permanecen en suspensión en un determinado tiempo, lo cual nos ayuda a determinar la textura. (González & Coronado, 2007).

7.10.7. Porosidad

La porosidad del suelo está representada por la cantidad de huecos existentes respecto al volumen total del mismo. La porosidad depende de la textura, de la estructura y de la actividad biológica del suelo.

El volumen de la porosidad del suelo depende mucho de la disposición de las partículas sólidas. En la agricultura es muy importante la porosidad del suelo, ya que es muy grande y sus

características dependen de la textura, estructura, contenido de materia orgánica, tipo e intensidad de cultivos, labranza y otras propiedades del suelo y su manejo (*Porosidad del Suelo*, n.d.)

7.11. Propiedades químicas del suelo

Las propiedades químicas se relacionan con la calidad y disponibilidad de agua y nutrimentos para las plantas, entre ellas, cabe resaltar: pH, materia orgánica, conductividad eléctrica (Y. B. Rodríguez & Camacho, 2009).

El lado químico de un suelo es extremadamente importante, por supuesto, y se trata del equilibrio correcto de los nutrientes disponibles en el suelo. Esto viene determinado en gran medida por el contenido de materia orgánica (Torres et al., 2006).

7.11.1. Ph

El pH del suelo determina el grado de adsorción de iones (H^+) por partículas del suelo indicando si un suelo es ácido o alcalino (Martínez H et al., 2008). También se considera el principal indicador de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, influye en la solubilidad, movilidad, disponibilidad y de otros constituyentes y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo (Rosas-Patiño et al., 2017).

En los suelos el potencial de hidrogeno (pH), es una propiedad química de mucha importancia ya que indica que tan ácida o alcalina es la solución del suelo. El pH en escala de medición tiene rangos de fluctuación que van de 0 a 14. Donde la escala de pH, 7,0 es un valor neutro, valores menores a 7,0 son ácido, y por encima de 7.0 es básico o alcalino (Rayo et al., 2017). En si el pH es una de las variables más importantes en los suelos agrícolas, pues afecta directamente a la absorción de los nutrientes del suelo por las plantas, ya que se trata del rango donde los nutrientes son más fácilmente asimilables, y, por tanto, donde mejor se adaptarán la mayoría de los cultivos (Castillo et al., n.d.).

7.11.2. Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es una medida de cantidad de cargas negativas, a su vez es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos, gracias a su contenido en arcillas y materia orgánica. Las arcillas están cargadas negativamente, por lo que suelos con mayores concentraciones de arcillas exhiben capacidades de intercambio catiónico mayores (Rosales et al., n.d.).

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) estima los sitios de carga de las arcillas, tanto en las cargas permanentes, como en las cargas dependientes de pH. Estos sitios de intercambio son retenidos por fuerzas electrostáticas contra los cationes, también es denominada como un indicador indirecto de la capacidad amortiguadora de los suelos y que en función de la cantidad y el tipo de arcilla(Henríquez et al., 2005)

7.11.3. Metería Orgánica

La materia orgánica del suelo proviene de la descomposición de los organismos vivos que fallecen sobre ella este proceso tiene el nombre de mineralización y el resultado de la misma es la liberación de elementos minerales solubles o gaseosos, como por ejemplo el amoniaco, ácido nítrico y dióxido de carbono que mayormente son aprovechables para las plantas en diferentes cantidades.(López, 2018)

Del mismo modo hay compuestos resistentes a la descomposición que reciben el nombre de humus e influye sobre el comportamiento del suelo como la función de retención de humedad, textura y estructura(López, 2018)

En la composición del humus se encuentra un complejo de macromoléculas en estado coloidal constituido por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, etc, en constante estado de degradación y síntesis. El humus, por tanto, abarca un conjunto de sustancias de origen muy diverso, que desarrollan un papel de importancia capital en la fertilidad, conservación y presencia de vida en los suelos(B. Rodríguez, 2004)

8. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Se puede determinar las propiedades físicas y químicas de un suelo mediante la realización de prácticas básicas en el laboratorio?

9. METODOLOGÍA

Figura 2.

Ubicación del área de estudio



Fuente: Google Earth(2023)

La investigación está situada en la Universidad Técnica De Cotopaxi campus Salache que está ubicado en la parte central del callejón interandino; limita al norte con la provincia de Pichincha, al sur con las provincias de Tungurahua y Bolívar, al oriente con Napo y al Occidente con la provincia de Los Ríos.

Tabla 2.

Características del sitio de investigación

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Parroquia	Eloy Alfaro
Altitud	-0.9997605468125065
Longitud	-78.6213993864328

Fuente: Google Earth(2023)

9.1. Fase bibliográfica

Mediante una revisión bibliográfica de tesis, artículos científicos se pudo determinar la utilización nueve practicas básicas para determinar propiedades físicas y químicas en el laboratorio las PH, estructura del suelo, densidad real, densidad aparente, determinación de porosidad, densidad del hidrómetro), materia orgánica, extracción de la pasta saturada y capacidad de intercambió catiónico.

9.2. Fase de Campo

En esta fase se realizó una zonificación del lote con la ayuda del Gps se tomaron los puntos para delimitar el área de estudio adicional se realizó una ficha técnica donde se registraron los antecedentes del cultivo y los cultivos existentes en el lote número 14

Mediante la técnica del muestreo en sig-sag, con la ayuda de una excavadora se recoge 6 muestras de suelo en donde fueron enfundadas y etiquetadas a su vez se envió un quilo de muestra al INIAP y otro quilo ingreso al laboratorio de la Universidad Técnica De Cotopaxi

9.3. Fase de Laboratorio

En el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi se realizó las practicas básicas de análisis de suelo, tomando en cuenta la guía implementada, para que se cumplieran en el orden planteado y no alterar los resultados para esto se realizó una revisión de: equipos, materiales y reactivos

9.4. PROPIEDADES FISICAS

9.4.1. ESTRUCTURA DEL SUELO

Lo que dicta la literatura para realizar esta práctica es utilizar una escala de tamiz la cual el método a realizar es tamizado en seco que consta de los siguientes materiales y pasos:

Tabla 3.

Materiales y equipos

MATERIALES	EQUIPOS
Juego de tamiz	Balanza
Brocha	Tamizador
Papel aluminio	

- Se procede apilar los diferentes tamices de mayor al menor con un retenedor al final.
- Una vez apilados los tamices se procede a colocar la muestra de tierra en el primer tamiz.
- Se procede agitar los tamices en este caso se podría realizar manualmente durante 5 min.
- Se procede a realizar unos pequeños platos con aluminio.

Luego se procede a vaciar cada tamiz en los platos y así obtenemos el peso de cada uno

$$DMP = \frac{M_{ssi} \times X_i}{100}$$

Dónde:

$M_{ssi}\%$ = porcentaje de los agregados retenidos en cada tamiz

X_i = Diámetro medio en cada tamiz

Tabla 4.

Clasificación del estado de agregación

CALIFICACIÓN DEL DIÁMETRO MEDIO PONDERADO	
DMP (mm)	Estabilidad estructural
>0.5	Inestable
0.5 – 1.5	Ligeramente estable
1.5 – 3.0	Moderadamente estable
3.0 – 5.0	Estable
<5	Muy estable

Fuente: (Gómez, 2013)

9.4.2. DENSIDAD REAL

La densidad real se puede medir en g/mc³ que corresponde a la densidad de las partículas sólidas del suelo sin tener en cuenta el espacio poroso , (Medina-Méndez et al., 2006).

Tabla 5.

<i>Materiales</i>	MATERIALES	
	Tamices, de 2mm	Embudo
Agua destilada	Balon aforado de 100mL	
Probeta aforada de 100 ml	Pipeta graduada de 10mL	

Para sacar la densidad real de las muestras obtenidas se efectuó los siguientes pasos:

- En el balón aforado de 100 mL con ayuda de la pipeta se agregó agua destilada hasta el aforamiento (P2).
- El agua destilada que se encuentra en el balón aforado, verte 60 mL a la probeta aforadas de 100 mL.

- Con ayuda del embudo se agregó el suelo en el balón aforado de 100 mL y a continuación verter agua destilada hasta el aforamiento (P3).

Con ayuda de esta fórmula se obtuvo los resultados finales de la densidad real

$$\text{Volumen (cm}^3\text{)} = P2 - (P3 - P1)$$

Donde:

P1= Peso del suelo

P2= Peso del balón más agua destilada

P3=Peso del balón, más agua destilada, más suelo

$$Dr = \frac{M}{V}$$

Donde:

M = Masa P1 g

V = Volumen cm³

Tabla 6.

Clasificación de la densidad real de los suelos.

Densidad real (g/cm ³)	Clasificación
<2.4	Muy bajo
2.4 - 2.60	Bajo
2.60 – 2.80	Medio
>2.80	Alto

Fuente: (Medina-Méndez et al., 2006).

9.4.3. DENSIDAD APARENTE

Para obtener resultados de la densidad aparente se procede a los pasos correspondientes la cual nos permitirá observar la resistencia del suelo

Tabla 7.*Equipos y Materiales*

MATERIALES	EQUIPOS
Recipientes metálicos	Estufa
Probetas aforadas de 50mL	Balanza analítica
	Desecador

Pasos:

- Se coloca el suelo en un recipiente metálico y se deja secar la muestra en la estufa a 105 °C durante 1 hora.
- Enfriar en el desecador.
- Añadir el suelo en la probeta aforada de 50 mL hasta la mitad y pesar (M).

Con la siguiente formula se a logrado obtener los resultados de la densidad aparente

Fórmula

- Volumen (V) de la muestra que ocupa el cilindro

$$V = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times h$$

Donde:

d=diámetro

h=altura

- Densidad aparente (Da) según la expresión

$$Da = \frac{M}{V}$$

Tabla 8.

Clasificación de la densidad aparente de los suelos.

Densidad aparente (g/cm ³)	Clasificación
< 1.0	Muy bajo
1.0 – 1.2	Bajo
1.2 – 1.45	Medio
1.45 – 1.60	Alto
> 1.60	Muy alto

Fuente: (Américo & Hossne, 2008)

9.4.4. POROSIDAD

Para obtener los resultados de la porosidad se realizó el cálculo de la densidad real con la densidad aparente aplicando la siguiente formula

Fórmula

$$Po = \frac{Dr - Da}{Dr} \times 100$$

Donde:

Dr = Densidad real

Da = Densidad aparente

Interpretación de resultados

Tabla 9.

Porosidad

% Porosidad (Po)	Comportamiento
> 70	Porosidad excesiva, suelo muy esponjoso
55 – 70	Porosidad excelente
50 – 55	Porosidad satisfactoria para capa arable
< 50	Porosidad escasa para capa arable
40 – 25	Porosidad muy baja, problema de asfixia radicular

Fuente: (Cueto et al., 2008)

9.5. PROPIEDADES QUIMICA

9.5.1. *Potencial Hidrico*

En los suelos el potencial de hidrogeno (pH), es una propiedad química de mucha importancia ya que indica que tan ácida o alcalina es la solución del suelo. (West Analítica y Servicios, 2012).

Para obtener el resultado

del potencial Hidrico se realiza esta práctica mediante al Ph en agua

Tabla 10.

Materiales pH

MATERIALES	EQUIPOS
Vaso de precipitación	Balanza de precisión
Frasco lavador	Agitador magnético
Agua destilada	pH metros
Pala	
Papel fil	

- Pesar 10 g de suelo seco al aire, después se procede a tamizar, (tamiz de 2mm).
- Una vez tamizado introducir la muestra en un vaso de precipitación de 50 ml.
- Después se procede añadir 25 ml de agua destilada.
- Una vez añadida el agua agite la suspensión durante 5 minutos y deje reposar durante 30 minutos para de esta manera lograr el equilibrio iónico.
- Antes y después de cada una de las lecturas se debe lavar y secar el electrodo con la ayuda del agua destilada y papel de filtro.
- Con el pH metro ya calibrado, una vez ya transcurridos los 30 minutos procedemos
- A introducir el electrodo, accionamos el pHmetro y el rango que sea constante será el valor de la solución

Interpretación de resultados

Tabla 11.

Interpretación de resultados pH

Interpretación de resultados de Ph	
pH en agua	Evaluación
< 4,5	Extremadamente ácido
4,5 - 5,0	Muy fuertemente ácido
5,1 - 5,5	Fuertemente ácido
5,6 – 6,0	Medianamente ácido
6,1 – 6,5	Ligeramente ácido
.6,6 – 7,3	Neutro
7,4 – 7,8	Medianamente básico
7,9 – 8,4	Moderadamente básico
8,5 – 9,0	Ligeramente alcalino
9,1 -10,0	Alcalino
>10,0	Fuertemente alcalino

Fuente: (Corbacho, Garrido, Lorano, & Cantero).

9.6. INTERCAMBIO CATIONICO

Esta práctica se realiza para mostrar el potencial de retener e intercambiar nutrientes en el suelo (Henríquez et al., 2005)

Tabla 12.*Materiales intercambio catiónico*

MATERIALES	EQUIPOS	REACTIVOS
Erlenmeyer con yabuladora lateral 250mL	Titulador Metrohm Dosimat 715	Formolal 37
Frasco de vidrio de 100 mL	Balanza de Precisión de 0.1 mg	Acetato de NH ₄ .
agua destilada		
Capsula pesa-sustancia para pesos hasta de 20 g		
Probetas aforadas de 50 ml		
Embudo plástico de 6.5 cm de diámetro		
Soporte universal con pinza para bureta		
Tapon de caucho		
papel fil		
Muestra de suelo		
Pipeta aforada de 50 ml		
Balones aforados de 1L y 100mL		
Botellon ambar		
Frascolavador		
Buretra		

Mediante al siguiente procedimiento se empleó en el laboratorio

- Pesar 10 gr de suelo seco y tamizado por la malla # 10.
- Agregar 25 ml de acetato de NH₄ (pesar 100 g de NH₄ y disolver en 1000 ml de H₂O destilada).
- Agitar por 15 minutos.
- Filtrar el suelo.
- Utilizar el filtrado para su titulación en blanco.

- Luego procedemos a pasar el embudo a un Erlenmeyer y lavar con 25 ml de agua destilada en porciones para extraer el exceso de acetato de NH₄ en el suelo y luego desechar el filtrado.
- Pasar el embudo a otro Erlenmeyer y agregar 25 ml de la solución NaCl al 10% en porciones.
- Desechamos el suelo y usamos el filtrado.
- Agregar 10 ml de formol al 37% y agitar manualmente.
- Agregar 4-5 gotas de fenolftaleína y agitar.
- Titular con solución de NaOH 0,5 N hasta que cambie a color rosado permanente.
- Anotar el volumen consumido de NaOH 0,5 N.

Formula

$$C.I.C \left(\frac{Meq}{100gr} \right) = \frac{(mlm - mlb) * N(100 + Pw)}{Pm}$$

Donde:

mLm: mL de NaOH gastados en la titulación del extracto de la muestra.

mLb: mL de NaOH gastados en la titulación del blanco.

N: normalidad del NaOH.

Pw: humedad de la muestra de suelo.

Pm: peso de la muestra

Tabla 13.

Valores estimativos de la CIC.

Valor (meq/100 gr de suelo)	Nivel
< 10	Bajo
10 – 20	Medio
>20	Alto

Fuente: (Arroyo V, Bertel D, Doria D, Rocha L, 2019) Suelos Agrícolas.

9.7. MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica nos sirve para tener un indicador de calidad de suelo que se está analizando porque esto influye directamente en las propiedades edáficas.

Tabla 14.

Materiales materia orgánica

MATERIALES	EQUIPOS	REACTIVOS
Tamiz	Balanza analítica	Dicromato de potasio
Spatula		Acido fosforico
agua destilada		sulfato ferroso
Gotero		Definelamina sulfato de bario
Erlenmeyer de 500 ml		Acido sulfurico concentrado
Pipeteador		
Pipetas aforadas de 5 a 20 mL		
Boretra aforada		
Soporte universal		

Para esta práctica se realizó con el siguiente procedimiento

- En los crisoles ya eliminados la humedad se pesó 5 gr de suelo en la balanza analítica de precisión, de los 100gr de suelo tamizado y seco a 105 °C dentro de la estufa.
- Posteriormente, poner los crisoles con los 5 gr de suelo dentro de la mufla a 430 °C por 2hrs.
- Una vez transcurrido ese tiempo, extraeremos el crisol con la muestra y la dejaremos en el desecador para que alcance la temperatura ambiente.
- Por último, pesaremos de nuevo la muestra anotando el peso de la muestra a 430 °C.

Fórmula

$$\text{Peso } 105^{\circ}\text{C (gr)} = \text{Peso crisol total (gr)} + \text{Peso suelo seco (gr)}$$

$$\% \text{ materia organica} = \frac{(\text{Peso } 105^{\circ}\text{C (gr)} - \text{Peso } 430^{\circ}\text{C (gr)})}{\text{Peso } 430^{\circ}\text{C (gr)}} * 100$$

Donde:

Peso 105°C (gr)

Peso crisol total (gr) = Peso anotado sin humedad del crisol.

Peso suelo seco= 5 gr de suelo provenientes de los 100 gr de la muestra seca a 105°C por 24 horas.

Tabla 15.

Porcentaje de materia orgánica del suelo (MO)

Contenido %	Categoría	Puntuación
< 1.0	Bajo	0
1.0-3.0	Medio	1
> 3.0	Alto	2

Fuente: Recuadro de Pina & de Armas,(2015).

9.8. NUTRIENTES

La pasta saturada nos sirve para determinar K, Ca, Na, (No3 mediante al siguiente procedimiento que se realizo

Tabla 16.

Materiales nutrientes

MATERIALES	EQUIPOS
Tamiz de 60 (250 um)	Ionómetros
Agua destilada	Balanza analítica
Botellas de plástico 500ml	Embudo buchner
Papel film	Espátula
Papel filtro	Capsula de porcelana
	Kitasato, Bomba de vacío

- Pesar la muestra de suelo 200 gr de muestra de suelo
- Colocar en la capsulad de porcelana la muestra del suelo previamente pesada
- Elaborar una muestra de lodo con agua destilada, mezclar con la espátula concienzudamente, la mezcla debe dar como resultado una pasta brillante, debe deslizarse ligeramente en las paredes de la capsula de porcelana (o a su vez realizar un

corte transversal en la mezcla si la mezcla se cierra y la línea sigue diremos que es válida).

- Se procede a tapar la mezcla con fil transparente y se procede a dejar en reposo de dos horas
- Comprobar el estado de saturación (cantidad máxima de agua que puede retener el suelo) si existe agua en la parte superior este saturado caso contrario necita q se hallada más agua (anotar el agua que se añada) en caso de necesitar más agua dejar reposas 24 horas la pasta previamente tapada
- Colocar un papel filtro de la medida del embudo, este papel evitara perdidas en el proceso de extracción a continuación, verter la pasta previamente reposada en el embudo buchner y colocar en la bomba de vacío
- Extraer la muestra de la botella de vidrio en una de plástico
- Proceder a colocar 3 gotas en los Ionómetros para poder determinar cada uno

Tabla 17.

Bases del suelo

Nutrientes	Niveles en ug/ml		
	Bajo	Medio	Alto
Potasio(k)	<76	76-150	>150
Calcio (Ca)	< 41	41-140	>140
Sodio (Na)	<16 cmol/kg o meq/100gr	16-30 cmol/kg o meq/100gr	>31cmol/kg o meq/100gr
Conductividad Eléctrica	<500 dSm-1	500-1000 dSm-1	>1000 dSm- 1

Fuente:(Iniapsc635.65E17p12.Pdf, n.d.)

9.9. TEXTURA

Este método de prueba indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla de los suelos, que permanecen en suspensión en un determinado tiempo, lo cual nos ayuda a determinar la textura (González & Coronado, 2007)

Tabla 18.*Materiales textura*

Materiales	Equipos	Reactivos
Hidrómetro H152	Hexametáfosfato de sodio	Balanza
Termómetro		
Vaso precipitado de 1000		
MI		
Agitadores de vidrio		

Preparación de la muestra

- La cantidad requerida para suelos arenosos es de 75g, para suelos limos y arcillas es de 50 g y reposar la muestra 24 horas antes del procedimiento.
- Las muestras de estos suelos deben ser conservadas con su contenido de humedad natural.

9.10. Procedimiento

- En el vaso precipitado de 1000 mL colocar 10 g Hexametáfosfato de sodio y en una probeta aforada de 1000 mL colocar 125 mL de agua destilada.
- Añadir los 125 mL de agua destilada en el vaso precipitado de los 10 g Hexametáfosfato de sodio, con ayuda de un agitador de vidrio disolver bien el Hexametáfosfato en la solución.
- Una vez lista la solución añadir el suelo y con un agitador hacer un mezclado uniforme por 10 minutos, dejar reposar esta solución por un periodo de 24 horas (Para que el Hexametáfosfato de sodio separe o disperse todas las partículas).
- En una probeta de 1000 mL colocar 750 mL de agua destilada y 30 g Hexametáfosfato de sodio con ayuda de un agitador de vidrio, disolver bien el Hexametáfosfato en la solución. En esta solución reposara el hidrómetro hasta el momento de su uso.
- En la segunda probeta aforada de 1000 mL colocar 125 mL de agua destilada y 10 g Hexametáfosfato de sodio con ayuda de un agitador de vidrio, disolver bien el Hexametáfosfato en la solución, esta solución preparada añadirla en la solución reposada la cual se encuentra en el vaso precipitado con ayuda de un agitador de vidrio realizar un mezclado por 1 minuto.

- La solución obtenida verter en la probeta de 1000 mL, ya que quedara resto de suelo en el vaso precipitado usar agua destilada para hacer un enjuague total y verter en la probeta, realizar el enjuague 3 veces hasta que la probeta llegue a línea de aforo de los 1000mL
- Utilizar papel film para sellar la boca de la probeta para realizar la respectiva agitación.
- El proceso de agitación se realizará de forma horizontal por 1 minuto, transcurrido este tiempo de agitación se colocará la probeta verticalmente.
- Tomar el hidrómetro y colocar con cuidado dentro de la solución preparada con suelo.
- Desde este instante con ayuda de un cronometro tomar lectura transcurrido 1,2,30 y 60 minutos, a su vez con un termómetro tomar la temperatura transcurrido 1,2,30 y 60 minutos.
- Sacar el hidrómetro y colocar con cuidado dentro de la solución de agua destilada con Hexametafosfato de sodio durante 30 minutos para limpiar partículas.
- Transcurrido los 30 minutos tomar el hidrómetro y colocar con cuidado dentro de la solución con suelo, con un cronometro tomar lectura transcurrido 120, 180, 240, 300, 360, 480 minutos y a su vez con un termómetro tomar la temperatura.

Tabla 19.

Diámetro de partículas

Nombre	Diámetro de las partículas (mm)
Arcillas	< 0.002
Limo	0.002 – 0.005
Arena	0.05 – 2

Fuente: (González & Coronado, 2007).

10. ANALISIS Y DISCUSIONES DE RESULTADOS

Tabla 20.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN					
pH	Na	Ca	K	MO	CIC
8,40 M.B	153 ppm	123 ppm	88 meg	0,41 B	23 A
Densidad Real	Densidad Aparente	Porosidad	Textura	C.E	
1.60g/cm ³	1.20g/cm ³	50 C.A	Franco Arenoso	1639.05 A	

Análisis y discusiones

Elaborado por: Chilingua Valeria

Como se puede observar en la tabla 18 de la determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo del lote 14 mediante el uso de técnicas básicas se obtuvo los siguientes resultados

10.1. Potencial Hídrico (pH)

Una vez realizada la práctica básica en el laboratorio obtenemos como resultado un pH de 8,40 este valor según la **tabla 9** de interpretación de resultados nos indica que el pH del suelo es moderadamente básico esto quiere decir el suelo está dominado por carbonatos de sodio (*Análisis Del pH y Acidez Del Suelo*, n.d.)

10.2. Nutrientes

El resultado obtenido del K, Ca, C.E, Na, está en un parámetro de alto y medio según la **tabla 15** especificando cada uno de los nutrientes:

El K (potasio) tiene como rango medio con un estándar de 88 meq esto quiere decir que ayuda al desarrollo de la producción agrícola

Ca (calcio) tiene un valor de 123 ppm, que hace referencia a un parámetro alto que ayuda a mantener la estructura del suelo agrícola

Na (sodio) se obtuvo un valor de 153 ppm, a su vez no afecta a la planta ni en crecimiento, ni en producción, El Na es un elemento benéfico para las plantas superiores porque puede sustituir parcialmente al K en funciones no específicas, contribuyendo a la generación de potencial osmótico y turgencia celular, cuando el suelo es pobre en este elemento (Ortega, 2012)

Conductividad eléctrica obtiene un valor de 1539,05 está en el parámetro alto que tiene la capacidad de la solución del suelo para transportar corriente eléctrica en función del contenido de sales disueltas (CNAgro, 2021)

10.3. Capacidad de Intercambio Catiónico

Da un resultado de 23meq, que en la **tabla 11** nos indica un intercambio catiónico de alto esto quiere decir que tiene la capacidad de librería y retener iones en el suelo analizado (Henríquez et al., 2005)

10.4. Materia Orgánica

En la materia orgánica se logró obtener un resultado de 0,42 que mediante la **tabla 13** tiene una categoría baja y una puntuación de cero esto quiere decir que el suelo del lote número 14 tiene una materia orgánica en un nivel bajo por la cual afectaría a la producción del lote. (*La importancia de la materia orgánica en el suelo*, n.d.)

10.5. Densidad Real

El resultado de la densidad real es de 2,60 que según la **tabla 4** de interpretación de datos de la densidad real quiere decir que se obtiene una densidad media debido que mientras disminuye la materia orgánica aumenta la densidad real del suelo analizado, (Medina-Méndez et al., 2006).

10.6. Densidad Aparente

La densidad aparente tiene un resultado de 1.20g/cm³ que mediante la **tabla 6** se obtiene una clasificación media que nos indica la resistencia del suelo y, con ello, cuánta resistencia crea a las herramientas de cultivo o a las raíces de las plantas que penetran en el suelo. (Américo & Hossne, 2008)

10.7. Porosidad

Mediante la fórmula de la porosidad tiene como resultado de 50Po de porosidad que en la **tabla 7** significa que la porosidad es satisfactoria para capa arable, estos poros pueden contener agua, aire o ambos (Cueto et al., 2008)

10.8. Textura

Textura Franco-Arenosa **tabla 17** mediante al procedimiento se obtuvo tres valores que son arena 62%, limo 29%, arcilla 9% que mediante al triángulo de textura se obtuvo que es un suelo franco arenoso. Es un suelo que presenta bastante arena pero que cuenta también con limo y

arcilla, lo cual le otorga algo más de coherencia entre partículas. Es un suelo que tiene una mezcla relativamente uniforme, en términos cuantitativos, de los tres separados textuales (“Texturas del Suelo en el Viñedo,” 2020)

Tabla 21.

Corroboración de datos

CORROBORACION DE DATOS		
	UTC	INIAP
PH	8,40	8,85
Na	15,3	16
Ca	12,3	16,8
K	88	80
CIC	23	
C.E	1639,05	1639,03
M.O	0,41	0,77
POROCIDAD	50	
TEXTURA	FRANCO ARENOSO	FRANCO ARENOSO

Elaborado por Chilingua Valeria

Como se observa en la tabla 19 de corroboración de datos obtenidos en el laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Cotopaxi y del laboratorio del INIAP, existe una similitud de todos los resultados excepto en el parámetro MO (materia orgánica), esto se debe a las metodologías distintas utilizadas de determinación del parámetro físico y los equipos utilizados.



LABORATORIO DE SUELO LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
 Latacunga-Salache



NOMBRE: Valeria Alexandra Chilibingua Claudio

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 27/11/2023

EMPRESA / INSTITUCIÓN: Universidad Técnica de Cotopaxi

HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 14:00

DIRECCIÓN: Latacunga-Salache

FECHA DE ANÁLISIS: 29/11/2023

FECHA DE EMISIÓN: 15/12/2023

Análisis Unidad	pH		Na	Ca	K	NO ₃	MO		CIC		C.E		Textura %			
			Meq/100gr	Meq/100gr	Meq/100gr		%		Meq/100gr	dSm-1			Arena	Limo	Arcilla	Clase textural
	8,40*	M.B	153	123	88	106	0,41	B	23	A	1639.05	A	62	29	9	Franco Arenoso

OBSERVACIONES:

METODOLOGÍA USADA	
PH	Suelo: Agua
Na Ca K No ₃	Pasta Saturada: Ionómetros

METODOLOGÍA USADA	
CE	Pasta Saturada: Ionómetros
MO	Por Calcinación

INTERPRETACION PH	
Ac=Ácido	N=Neutro
LAc=Liger. Ácido	M.B=Moderadamente básico
PN=Pract.Neutro	Al=Alcalino

C.E	MO y CIC
B=Bajo	B=Bajo
M=Medio	M=Medio
A=Alto	A=Alto

Abreviaturas	
C.E.	Conductividad Eléctrica
M.O.	Materia Orgánica
CIC	Capacidad de intercambio catiónico

VALERIA ALEXANDRA CHILIBINGUA CLAUDIO

ANALISTA TECNICO

ING CELENA GEOCONDA AGUILERA SANCHEZ

RESPONSABLE DEL LABORATORIO



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.
Tlfs. (02) 3007284 / (02)2504240
Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec



INFORME DE ENSAYO No: 23-0614

NOMBRE DEL CLIENTE: Chilingua Claudio Valeria Alexandra
PETICIONARIO: Chilingua Claudio Valeria Alexandra
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Chilingua Claudio Valeria Alexandra
DIRECCIÓN: Salache

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 27/11/2023
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 8:22
FECHA DE ANÁLISIS: 04/12/2023
FECHA DE EMISIÓN: 13/12/2023
ANÁLISIS SOLICITADO: 54

Análisis	pH		N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO*	CO.*	Textura (%)			IDENTIFICACIÓN												
																				Arena	Limo	Arcilla		Clase Textural											
Unidad			ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm				meq/100g	%	%																
23-2747	8,85	Al	86,46	A	23,80	A	15,16	M	1,15	M	0,77	A	16,80	A	6,92	A	0,3	B	4,5	A	11	B	2,0	B	2,43	9,01	30,89	24,49	0,77	B	62	29	9	FRANCO-ARENOSO	Muestra 1

Análisis	Al+H*	Al*	Na*	C.E.*	N. Total*	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*	IDENTIFICACION
	ppm	ppm	meq/100g		%	ppm	meq/100g	ppm	ppm		

OBSERVACIONES:

* Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA			
pH =	Suelo: Agua (1:2,5)	P K Ca Mg =	Olsen Modificado
Sr =	Forfateo de Calcio	Cu Fe Mn Zn =	Olsen Modificado
		B =	Curcumina

INTERPRETACION		
pH	Elemento	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	Al = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasio
Al+H =	Titración NaOH

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

11. CONCLUSIONES

- Se elaboro una guía básica de laboratorio para características físicas químicas del suelo.
- Se determinó mediante la guía básica, nueve parámetros físicos y químicos de suelo del Lote 14
- Se corrobora que los parámetros analizados con la guía práctica guardan concordancia con los resultados obtenidos en el laboratorio del INIAP

12. RECOMENDACIONES:

- Se recomienda seguir realizando otros análisis en otros suelos de lotes y sistemas productivos
- Se debe corroborar los datos obtenidos con mínimo dos fuentes de comparación
- Seguir los protocolos de recolección de muestras y enviar a los laboratorios certificados

13. BIBLIOGRAFÍAS

Agro. (2019). POROSIDAD Y AIREACIÓN. APUNTE DE EDAFOLOGÍA DENSIDAD REAL Y APARENTE.

Obtenidodehttps://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/42969/mod_resource/content/1/POROSIDAD%20Y%20AIREACION%2026-3-19.pdf

Agro. (2019). POROSIDAD Y AIREACIÓN. APUNTE DE EDAFOLOGÍA DENSIDAD REAL Y APARENTE.

Obtenidodehttps://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/42969/mod_resource/content/1/POROSIDAD%20Y%20AIREACION%2026-3-19.pdf

Agroproductores. (2023). Influencia del pH en la absorción de nutrientes en las plantas [Fotografía]. Obtenido de Agroproductores: <https://agroproductores.com/disponibilidad-nutrientes-segun-ph/>

Américo, J., & Hossne, G. (2008). LA DENSIDAD APARENTE Y SUS IMPLICACIONES AGRÍCOLAS EN EL PROCESO EXPANSIÓN/CONTRACCIÓN DEL SUELO. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57313050001.pdf>

Corbacho, A., Garrido, J., Lorano, S., & Cantero, J. (s.f.). Analisis de suelo. Almería.

Ciancaglini, N. (2020). Guía para la determinación de textura de suelos. Obtenido de http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20_R001_Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organol%C3%93ptico.pdf

Cisneros Guillermo., & H Jorge. Cáceres R. Manabí N° 630-Interpetacion de los análisis de los suelos y recomendaciones de fertilización *Iniapsc635.65E17p12.pdf*. (s. f.)

Cueto, O. G., Coronel, C. E. I., Suárez, M. H., & Bravo, E. L. (2008). *Efecto de la humedad y la presión sobre el suelo en la porosidad total de un Rhodic Ferralsol*. 17(2).

García, J. (s. f.). *EL MÉTODO DEL HIDRÓMETRO: INFLUENCIA DE LOS TIEMPOS DE LECTURAS EN EL CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS EN SUELOS DE LA HABANA*.

Faita, E. C., Ros, M. Á., & Buiani, A. R. G. (2015). *FORMULACIÓN DE UN ÍNDICE DE CALIDAD EDÁFICA PARA ARGIUDOLES DE LA CUENCA MEDIA DEL RÍO LUJÁN*.

González, H. M., & Coronado, J. G. (2007). *El método del hidrómetro: Base teórica para su empleo en la determinación de la distribución del tamaño de partículas de suelo*. 16(3).

- Gómez, J. C. (2013). Manual de Prácticade Campo y del Laboratorio de Suelos. TOLIMA. Obtenido de [file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/practicass_campo_laboratorio_suelos.pdf%3Bjsessionid=9653C90140646D177B3245EB9C6DC940%20\(1\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/practicass_campo_laboratorio_suelos.pdf%3Bjsessionid=9653C90140646D177B3245EB9C6DC940%20(1)%20(1).pdf)
- Medina-Méndez, J., Volke-Haller, V., González-Ríos, J., Galvis-Spínola, A., & Santiago-Cruz, M. (2006). *CAMBIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO A TRAVÉS DEL TIEMPO EN LOS SISTEMAS DE MAÍZ BAJO TEMPORAL Y MANGO BAJO RIEGO EN LUVISOLES DEL ESTADO DE CAMPECHE.*
- Pina, N. C. A., & de Armas, J. M. (2015). *La aptitud de los suelos para la producción de caña de azúcar. Parte I. Calibración en condiciones experimentales y de producción. Practica de capacidad de intercambio cationico.pdf [6nQ8z5YojQNW].* (s. f.). <https://idoc.pub/documents/practica-de-capacidad-de-intercambio-cationicopdf-6nq8z5yojqnw>
- Labprocess. (2022). Guía del proceso de calibración de pHmetro. Obtenido de Labprocess: <https://www.labprocess.es/guia-del-proceso-de-calibracion-de-phmetro>
- West Analítica y Servicios. (2012). EL pH DEL SUELO. Obtenido de West Analítica y Servicios: <https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1VN8C6880-H204ZP-3VH4/EL-pH-DEL-SUELO.-CONCEPTOS-FUNDAMENTALES.pdf>