



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

### **CARRERA DE AGRONOMÍA**

### **PROYECTO DE TITULACIÓN**

**“DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - QUÍMICAS DEL SUELO  
EN TRES LOTES DEL BARRIO DE SAN FRANCISCO DE COLLANAS, SALCEDO,  
COTOPAXI MEDIANTE EL USO DE TECNICAS BASICAS DEL LABORATORIO  
DEL SUELO 2023-2024”**

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

**Autor:**

Toalombo Toapanta Mishel Estefania

**Tutor:**

Troya Sarzosa Jorge Fabian

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Febrero 2024**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Toalombo Toapanta Mishel Estefania, con cédula de ciudadanía No. 0550561633, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - QUÍMICAS DEL SUELO EN TRES LOTES DEL BARRIO DE SAN FRANCISCO DE COLLANAS, SALCEDO, COTOPAXI MEDIANTE EL USO DE TECNICAS BASICAS DEL LABORATORIO DEL SUELO 2023-2024”** siendo el Ingeniero PhD. Troya Sarzosa Jorge Fabián, 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, 16 de febrero del 2024



Mishel Estefanía Toalombo Toapanta

C.C: 0550561633

**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 **TOALOMBO TOAPANTA MISHEL ESTEFANIA**, identificada con cédula de ciudadanía 0550561633 de estado civil soltera, 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 “**DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO EN TRES LOTES DEL BARRIO DE SAN FRANCISCO DE COLLANAS, SALCEDO, COTOPAXI MEDIANTE EL USO DE TECNICAS BASICAS DEL LABORATORIO DEL SUELO 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: Mayo 2020- Septiembre 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutor: Ing. PhD. Troya Sarzosa Jorge Fabián

Tema: “**DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - QUÍMICAS DEL SUELO EN TRES LOTES DEL BARRIO DE SAN FRANCISCO DE COLLANAS, SALCEDO, COTOPAXI MEDIANTE EL USO DE TECNICAS BASICAS DEL LABORATORIO DEL SUELO 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 16 días del mes de febrero del 2024.

Mishel Estefanía Toalombo Toapanta  
**LA CEDENTE**

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

## **AVAL DE LA TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - QUÍMICAS DEL SUELO EN TRES LOTES DEL BARRIO DE SAN FRANCISCO DE COLLANAS, SALCEDO, COTOPAXI MEDIANTE EL USO DE TECNICAS BASICAS DEL LABORATORIO DEL SUELO 2023-2024”** de Toalombo Toapanta Mishel Estefania, de la carrera de Agronomía, 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, 16 de febrero del 2024



Ing. Jorge Fabián Troya Sarzosa PhD.  
C.C: 0501645568  
**DOCENTE TUTOR**

## **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: Toalombo Toapanta Mishel Estefania , con el título de Proyecto de Investigación: **“DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - QUÍMICAS DEL SUELO EN TRES LOTES DEL BARRIO DE SAN FRANCISCO DE COLLANAS, SALCEDO, COTOPAXI MEDIANTE EL USO DE TECNICAS BASICAS DEL LABORATORIO DEL SUELO 2023-2024”**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, 16 de febrero del 2024



Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.  
CC: 0502672934  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Ing. Diana Elizabeth Toapanta Gallegos, Mg.  
CC. 1002749800  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo, Mg.  
C.C: 1801902907  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, quien fue responsable de compartir los conocimientos mediante la formación académica y ser un pilar fundamental para el desempeño en mi profesión.*

*La más sincera gratitud a mi tutor Ing. PhD. Troya Sarzosa Jorge Fabián por el tiempo en la supervisión, edición y sugerencias para la elaboración de la investigación además de brindarme su amistad, apoyo moral y profesional en todo este proceso.*

*A mis amigos y compañeros que estuvieron presentes en mi etapa Universitaria.*

***Mishel Toalombo***

## **DEDICATORIA**

*Dedico este proyecto principalmente a Dios por regalarme cada día de vida para cumplir mis sueños.*

*También se lo dedico a mis padres quienes fueron un pilar fundamental para que el día de hoy yo logré cumplir esta meta.*

*Se la dedico a mi madre, Maria Norma Toapanta Toapanta por todo su amor, apoyo, comprensión y el sacrificio de mi padre Luis Marcelo Toalombo Chicaiza quien por ver el bienestar de su familia han enseñado que con dedicación y esfuerzo se puede cumplir cada meta.*

*A mis hermanos por apoyarme y darme fuerzas a seguir adelante.*

*A mis tíos, tías, primos y bisabuela que con sus consejos me han inspirado a no rendirme, también a la iglesia evangélica mensajera de Jesús cuyos consejos y apoyos en mi vida han sido de gran ayuda.*

*Se la dedico a mi grupito de amigos Valeria, Edison, Santiago, Andrés, Marcia, Luis los cuales me acompañaron en este camino siempre me llevare los momentos de risas y disgustos que pasamos gracias por siempre estar en mis peores momentos.*

***Mishel Toalombo***

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### TÍTULO: “DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - QUÍMICAS DEL SUELO EN TRES LOTES DEL BARRIO DE SAN FRANCISCO DE COLLANAS, SALCEDO, COTOPAXI MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS BÁSICAS DEL LABORATORIO DEL SUELO 2023-2024”

**Autora:**

Toalombo Toapanta Mishel Estefania

#### RESUMEN

El presente proyecto de investigación que se ejecutó en el laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Cotopaxi, tuvo como objetivo la elaboración de la guía de laboratorio para determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo en el barrio de San Francisco de Collanas, este proyecto es de origen cualitativo y explicativo mediante la utilización de una guía de laboratorio y con el uso de técnicas de prácticas básicas de laboratorio de suelos, se determinó propiedades físico-químico del suelo con la recolección de seis muestras de suelo las cuales fueron llevadas a laboratorio donde se realizó las distintas técnicas de laboratorio las cuales son: pH, estructura, densidad, porosidad, textura, materia orgánica, nutrientes y capacidad de intercambio catiónico para esto la metodología usada fue una fase bibliográfica mediante la investigación de revistas, artículos, observación de videos, etc, y una fase de laboratorio para esto implementamos una guía de laboratorio en el cual detallaremos paso a paso cada una de las técnicas que realizaremos en laboratorio y con los resultados obtenidos tendremos valores cuantitativos los cuales nos ayudaran a conocer la propiedades que posee el suelo y así mediante el análisis de suelo ayudara con los requerimientos que necesite el cultivo que se pueda implementar a futuro. De los resultados obtenidos en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi se determinó que los suelos en estudio tienen una estructura de suelo 1.100, 1.013 y 1.052 (ligeramente estable), densidad real de 2.5 g/cm<sup>3</sup>, 2.42 g/cm<sup>3</sup>, 2.85 g/cm<sup>3</sup> (baja), densidad aparente de 1.35 g/cm<sup>3</sup>, 1.32 g/cm<sup>3</sup> y 1.3 g/cm<sup>3</sup> (baja), porosidad de 46%, 39.19% y 54.38% franco árenos, pH de 7.98, 8.05 Y 7.4 (alcalino) , nutrientes , K 203.7 ppm, 287.5 y 8.10 (medio), Ca: 15.90 ppm, 20.14 ppm, 5.03 ppm (medio), Na: 38.87 ppm, 43.98 ppm, 26.78 ppm (alto) , materia organica, 1.95%, 1.78% y 1%(medio), Capacidad de intercambio catiónico (CIC): 16.83 meq/100, 16.83 meq/100 y 15.78 meq/100 (medio), Textura con el hidrómetro: Arena 62.5%, 59% y 65%, Limo, 30%, 30% y 25% y de Arcilla , 7.5%, 11% y 10%, con los resultados obtenidos se concluyó que los datos obtenidos de cada muestra son datos confiables y similares , los mismo que son corroborados con datos enviados simultáneamente al laboratorio del INIAP, con esta investigación se ha logrado determinar nueve técnicas básicas de laboratorio de suelos para analizar parámetros físico y químicos.

**Palabras claves:** Suelo, propiedades físicas y química, cuantitativos

## TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

### FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**TITLE: "DETERMINATION OF THE PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF THE SOIL IN THREE LOTS IN THE NEIGHBORHOOD OF SAN FRANCISCO DE COLLANAS, SALCEDO, COTOPAXI THROUGH THE USE OF BASIC SOIL LABORATORY TECHNIQUES 2023-2024".**

**Author:**

Toalombo Toapanta Mishel Estefania

### ABSTRACT

The present research project that was executed in the soil laboratory of the Technical University of Cotopaxi, had as objective the elaboration of the laboratory guide for the determination of the physical and chemical properties of the soil in the neighborhood of San Francisco de Collanas, this project is of qualitative and explanatory origin through the use of a laboratory guide and with the use of techniques of basic soil laboratory practices, physical-chemical properties of the soil were determined with the collection of six soil samples which were taken to the laboratory where the different laboratory techniques were carried out which are: pH, structure, density, porosity, texture, organic matter, nutrients and cation exchange capacity for this the methodology used was a bibliographic phase through the investigation of magazines, articles, video observation, etc, and a laboratory phase for this we implemented a laboratory guide in which we will detail step by step each of the techniques that we will perform in the laboratory and with the results obtained we will have quantitative values which will help us to know the properties that the soil has and thus through the soil analysis will help with the requirements that the crop needs that can be implemented in the future. From the results obtained in the laboratory of the Technical University of Cotopaxi it was determined that the soils under study have a soil structure 1.100, 1.013 and 1.052 (slightly stable), real density of 2.5 g/cm<sup>3</sup>, 2.42 g/cm<sup>3</sup>, 2.85 g/cm<sup>3</sup> (low), bulk density of 1.35 g/cm<sup>3</sup>, 1.32 g/cm<sup>3</sup> and 1.3 g/cm<sup>3</sup> (low), porosity of 46%, 39.19% and 54.38% sandy loam, pH of 7.98, 8.05 and 7.4 (alkaline), nutrients, K 203.7 ppm, 287.5 and 8.10 (medium), Ca: 15.90 ppm, 20.14 ppm, 5.03 ppm (medium), Na: 38.87 ppm, 43.98 ppm, 26.78 ppm (high), organic matter, 1.95%, 1.78% and 1% (medium), Cation exchange capacity (CEC): 16.83 meq/100, 16.83 meq/100 and 15.78 meq/100 (medium), Texture with the hydrometer: Sand 62.5%, 59% and 65%, Silt, 30%, 30% and 25% and Clay, 7.5%, 11% and 10%, with the results obtained it was concluded that the data obtained from each sample are reliable and similar data, the same that are corroborated with data sent simultaneously to the INIAP laboratory, with this research it has been possible to determine nine basic soil laboratory techniques to analyze physical and chemical parameters.

**Key words:** Soil, physical and chemical properties, quantitative.

## INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN .....	ix
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
Línea de investigación:.....	2
Línea de vinculación:.....	2
1. JUSTIFICACION DEL PROYECTO .....	2
2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
2.2. Beneficiarios directos.....	3
2.3. Beneficiarios indirectos.....	3
3. PROBLEMA DE LA INVESTIGACION.....	3
4. OBJETIVOS .....	4
4.2. Objetivo General .....	4
4.3. Objetivos Específicos.....	4
5. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	5
6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	6
6.1. Suelo.....	6
6.2. Tipos de suelo.....	7
6.3. Características físico-químicas del suelo.....	8
6.3.1. Propiedades físicas y químicas .....	8
6.4. Calidad de los suelos .....	8
6.5. Muestreo de suelo .....	9
6.6. Profundidad de muestreo .....	9
6.7. Tipos de muestreo.....	9
6.7.1. Muestreo Aleatorio: .....	9
6.8. Muestreo Sistemático: .....	9
6.9. Muestreo Estratificado:.....	9
6.10. Muestreo por Cuadrantes: .....	9

6.11.	Recorrido en zig-zag .....	10
6.12.	Recorrido en zig-zag .....	10
6.13.	Equipo de muestreo .....	10
6.14.	Toma de muestra para el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi .....	10
6.15.	Toma de muestra para laboratorio (INIAP).....	10
6.16.	Recomendaciones generales.....	11
6.17.	PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO .....	11
6.17.1.	Propiedades físicas .....	11
6.17.2.	Textura .....	11
6.17.3.	Estructura de suelo.....	12
6.17.4.	Densidad.....	13
6.17.5.	Densidad Real.....	13
6.17.6.	Densidad Aparente.....	13
6.17.7.	Densidad con el hidrómetro H152 .....	13
6.17.8.	Porosidad.....	14
6.18.	Propiedades químicas del suelo .....	14
6.18.1.	Potencial hídrico (Ph) .....	14
6.18.2.	Capacidad de intercambio catiónico .....	15
6.18.3.	Materia Orgánica.....	15
7.	PREGUNTA CIENTIFICA.....	15
8.	METODOLOGIA.....	15
8.1.	PROPIEDADES FISICAS.....	17
8.1.1.	ESTRUCTURA DE SUELO .....	17
8.1.2.	DENSIDAD REAL.....	18
8.1.3.	DENSIDAD APARENTE.....	20
8.1.4.	POROSIDAD .....	21
8.2.	PROPIEDADES QUIMICA.....	22
8.2.1.	Potencial Hídrico .....	22
8.2.2.	INTERCAMBIO CATIÓNICO .....	23
8.2.3.	MATERIA ORGÁNICA .....	25
8.2.4.	NUTRIENTES .....	26
8.2.5.	TEXTURA.....	28

Preparación de la muestra .....	28
Procedimiento .....	29
9. ANALISIS Y DISCUSIONES DE RESULTADOS.....	30
DENSIDAD APARENTE.....	31
Discusión: .....	35
10. CONCLUSIONES .....	39
11. RECOMENDACIONES: .....	39
12. FUENTES BIBLIOGRAFICAS.....	40
13. Anexo 1.....	1

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Actividades en relación a los objetivos .....	5
<b>Tabla 2.</b> Características del sitio de investigación.....	16
<b>Tabla 3.</b> Características del sitio de investigación.....	16
<b>Tabla 4.</b> Características del sitio de investigación.....	16
<b>Tabla 5.</b> Materiales y equipos de estructura de suelo .....	17
<b>Tabla 6.</b> Calificación del diámetro medio ponderado .....	18
<b>Tabla 7.</b> Materiales y equipos de densidad real.....	18
<b>Tabla 6.</b> .....	19
<b>Tabla 9.</b> Materiales y equipos de densidad aparente. ....	20
<b>Tabla 10.</b> .....	21
<b>Tabla 11.</b> Rango de porcentaje de porosidad.....	21
<b>Tabla 12.</b> Materiales y equipos de potencial hídrico. ....	22
<b>Tabla 13.</b> <i>Interpretación de resultados de Ph.</i> .....	22
<b>Tabla 14.</b> <i>Materiales y equipos de intercambio catiónico.</i> .....	23
<b>Tabla 15.</b> <i>Valores estimativos de la CIC.</i> .....	25
<b>Tabla 16.</b> <i>Materiales y equipos de estructura de materia orgánica.</i> .....	25
<b>Tabla 17.</b> Porcentaje de materia orgánica del suelo (MO) .....	26
<b>Tabla 18.</b> <i>Materiales y equipos de nutrientes.</i> .....	27
<b>Tabla 19.</b> <i>Rango de Nutrientes.</i> .....	28
<b>Tabla 20.</b> <i>Materiales y equipos de estructura de textura.</i> .....	28
<b>Tabla 21.</b> Diámetro de partículas. ....	30
<b>Tabla 22.</b> .....	30
<b>Tabla 23.</b> .....	31
<b>Tabla 24.</b> <i>Resultados de densidad real.</i> .....	31
<b>Tabla 25.</b> <i>Resultados de porosidad.</i> .....	32
<b>Tabla 26.</b> <i>Textura de suelo.</i> .....	33
<b>Tabla 27.</b> <i>Resultados de Ph.</i> .....	34
<b>Tabla 28.</b> <i>Resultados de intercambio catiónico.</i> .....	35
<b>Tabla 29.</b> <i>Resultados de materia orgánica.</i> .....	35
<b>Tabla 30.</b> <i>Resultados de conductividad eléctrica.</i> .....	36
<b>Tabla 31.</b> Resultados de nutrientes.....	36

**Tabla 32.** *Resultados de laboratorio UTC.* ..... 37

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

“DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - QUÍMICAS DEL SUELO EN TRES LOTES DEL BARRIO DE SAN FRANCISCO DE COLLANAS, SALCEDO, COTOPAXI MEDIANTE EL USO DE TECNICAS BASICAS DEL LABORATORIO DEL SUELO 2023-2024”

**Fecha de inicio:**

Octubre 2023

**Fecha de finalización:**

Marzo 2024

**Lugar de ejecución:**

**Bario:** San Francisco de Collana

**Parroquia:** San Miguel

**Cantón:** Salcedo

**Provincia:** Cotopaxi

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

**Facultad que auspicia**

Facultad de Ciencia Agropecuarias y Registros Naturales (CAREN)

**Equipo de Trabajo:**

**Responsable del Proyecto:** Toalombo Toapanta Mishel Estefania

PhD. Fernana del Moral Torres Docente de Almeria España

(Convenio Interinstitucional Universidad Técnica de Cotopaxi Ecuador)

**Tutor:** Ing. PhD. Troya Sarzosa Jorge Fabian

**Lector 1:** Ing. Mg. Karina Paola Marín Quevedo

**Lector 2:** Ing. Mg.

**Lector 3:** Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo

**Coordinador del Proyecto:**

Nombre: Mishel Estefania Toalombo Toapanta

Teléfonos: 0998062431

Correo electrónico: [mishel.toalombo1633@utc.edu.ec](mailto:mishel.toalombo1633@utc.edu.ec)

**Área de Conocimiento:**

Agricultura - Agricultura, silvicultura y pesca - producción agropecuaria

**Línea de investigación:**

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.

**1. JUSTIFICACION DEL PROYECTO**

Un análisis de suelo es una herramienta muy útil para diagnosticar problemas de nutrientes y hacer recomendaciones de fertilización dado que los suelos desempeñan un papel clave en la producción agrícola, proporcionando el apoyo para las plantas y el depósito de nutrientes necesarios para su desarrollo. La diferencia entre los tipos de suelo y la variación en las propiedades del suelo se ha hecho evidente: la humedad del suelo, la textura del suelo y, por supuesto, la química del suelo determina qué cultivos pueden crecer en ciertas áreas y qué rendimiento producirá los cultivos (Mendoza, 2019).

El estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo es de importancia debido a que estas características influyen directamente en la capacidad productiva y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y forestales (Adminblog, 2021). Al conocer más a fondo aspectos como el, pH, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, entre otras propiedades tanto físicas como químicas, se puede diseñar e implementar mejores prácticas de manejo que optimicen el crecimiento de los cultivos, pasturas y plantaciones. Además, el análisis puede permitir la detención de procesos potencialmente dañinos como salinización, erosión y pérdida de fertilidad. De esta manera se puede tomar medidas correctivas para evitar la degradación edáfica y mantener la productividad en el largo plazo.

La fertilidad es crucial para la productividad del suelo, aunque un suelo fértil puede no ser productivo porque existen otros factores físicos como drenaje deficiente, poca profundidad,

rocas del suelo, déficit de humedad, etc., que pueden limitar la producción incluso cuando se trata de suelo. la fertilidad es suficiente. El potencial de producción del suelo está determinado por sus propiedades químicas y físicas.(Ramón et al., s. f.)

La determinación de propiedades físicas y químicas del suelo con nueve técnicas que ayude al laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi y a los estudiantes de la carrera de Agronomía el cual tendrá un aporte para definir distintas prácticas para analizar parámetros físicos y químicos del suelo mediante protocolos establecidos y con la utilización de equipos de bajo costo para el análisis de suelos y que sean de gran utilidad ya que serán de fácil replica para los estudiantes y docentes de la universidad.

## **2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

### **2.2. Beneficiarios directos**

Dos familias de agricultores del barrio de San Francisco de Collanas.

### **2.3. Beneficiarios indirectos**

Los 393 habitantes del barrio de San Francisco de Collanas y los 369 estudiantes y 18 docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Agronomía.

## **3. PROBLEMA DE LA INVESTIGACION**

El estudio se realizará en tres lotes pertenecientes al barrio de San Francisco de Collanas, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, el mismo que cuenta con 393 habitantes que se dedican a la agricultura.

La determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo es fundamental para comprender su calidad y capacidad para sostener el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Sin embargo, esta evaluación presenta varios desafíos y problemas que deben ser abordados adecuadamente. Uno de los principales problemas es la variabilidad espacial de las propiedades del suelo. Según (Khoury et al., 2013), las propiedades del suelo pueden variar significativamente incluso a pequeñas escalas, lo que dificulta la obtención de muestras representativas y la interpretación de los resultados. Esta variabilidad puede deberse a factores como la topografía, el material parental, el manejo del suelo y la actividad biológica ( John A. Lamb, 2018) las propiedades del suelo no actúan de manera aislada, sino que se influyen mutuamente. Por ejemplo, el pH del suelo afecta la disponibilidad de nutrientes y la actividad microbiana, mientras que la estructura y la porosidad influyen en el

movimiento del agua y el aire. La selección de métodos analíticos adecuados también puede presentar problemas.

Con un análisis de suelo, los agricultores pueden detectar posibles problemas del suelo, como bloqueos en el ciclo de nutrientes, riesgos de enfermedades o problemas de drenaje, y tomar medidas correctivas antes de plantar. Las muestras de suelo se utilizan para diagnosticar el valor nutricional del suelo para hacer recomendaciones sobre la cantidad y tipo de fertilizante o cualquier agente de mejora que se aplicará a un cultivo en particular. (Ramón et al., s. f.)

El problema principal dentro de los pequeños productores ubicados en el barrio de San Francisco de Collanas es la falta de acceso para realizar un estudio explícito de las características del suelo donde ejecutan sus actividades agrarias, esto se debe a varios factores tales como el costo del análisis, la distancia para entregar las muestras, la distancia para retirar los resultados del análisis de las muestras, el tiempo que se requiere para estas actividades de las más relevantes. Por tanto, da como resultados malas prácticas agrícolas, los campesinos dedican un capital de inversión para la parte pecuaria y la parte agrícola, por los generales la última es destinada para su subsistencia y además es una pequeña extensión de terreno por la poca capacidad económica de los productores.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.2. Objetivo General**

Determinar las propiedades físicas - químicas del suelo en tres lotes del barrio de san francisco de Collanas, Salcedo, Cotopaxi mediante el uso de Técnicas Básicas del laboratorio del suelo 2023-2024”

### **4.3. Objetivos Específicos**

- Establecer una guía de técnicas básicas del laboratorio para analizar las propiedades físicas (textura, estructura, densidad aparente, porosidad, etc.) y químicas (pH, materia orgánica, macro y micronutrientes disponibles, etc.)
- Analizar las propiedades físicas y químicas del suelo mediante el manual de metodologías ajustadas por la Universidad Técnica de Cotopaxi en el barrio de San Francisco de Coallanas.

## 5. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1.** *Actividades en relación a los objetivos.*

<b>OBJETIVO 1</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>
Establecer un compendio de técnicas básicas del laboratorio para analizar las propiedades físicas (textura, estructura, densidad aparente, porosidad, etc.) y químicas (pH, materia orgánica, macro y micronutrientes disponibles, etc.)	Revisión bibliográfica para determinar: parámetros físicos-químicos.	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.	Guía de prácticas de laboratorio impresa.
<b>BJETIVO 2</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar las propiedades físicas y</li> </ul>	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.

químicas del suelo mediante el manual de metodologías ajustadas por la Universidad Técnica de Cotopaxi en el barrio de San Francisco de Coallanas	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.
	Analizar cada propiedad y parámetro físico de suelo en el laboratorio de la Universidad.	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:** Pallasco, 2023

## 6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 6.1. Suelo

El suelo juega un papel fundamental en el éxito de la agricultura se estima que el 95% de nuestros alimentos se producen directa o indirectamente en nuestros suelos. Los suelos sanos es un recurso vital, ya que provee los nutrientes necesarios y actúa como medio para el

crecimiento de las raíces. De hecho, la calidad de los suelos está directamente relacionada con la calidad y la cantidad de alimentos (News detail ES, s. f.).

El suelo es un recurso natural finito y no renovable que presta diversos servicios ecosistémicos o ambientales, entre ellos el relacionado con su participación en los ciclos biogeoquímicos de elementos como: carbono, nitrógeno, fósforo, etc. que continuamente y por efecto de la energía disponible, pasan de los sistemas vivos a los componentes no vivos del planeta. No obstante, lo más conocido, es que el suelo es el asiento natural para la producción de alimentos y materias primas de los cuales depende la sociedad mundial(*El suelo, el recurso invisible para la sociedad / Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo*, s. f.)

El suelo es una delicada alfombra que cubre la corteza terrestre y su espesor varía desde unos pocos centímetros hasta varios metros. Idealmente, contiene minerales (45%) derivados de rocas (arena, limo y arcilla), aire (25%), agua (25%) y materia orgánica (5%) derivada de plantas, animales y plantas en descomposición. residuos microbianos.(Castillo et al., s. f.)

## **6.2. Tipos de suelo**

Existen diversos tipos de suelo, cada uno fruto de procesos distintos de formación, fruto de la sedimentación, la deposición eólica, la meteorización y los residuos orgánicos.(Equipo editorial, Etecé, 2021b s. f.)

**Suelos arenosos.** Incapaces de retener el agua, son escasos en materia orgánica y por lo tanto poco fértiles.

**Suelos calizos.** Abundan en minerales calcáreos y por lo tanto en sales, lo cual les confiere dureza, aridez y color blanquecino.

**Suelos húmíferos.** De tierra negra, en ellos abunda la materia orgánica en descomposición y retienen muy bien el agua, siendo muy fértiles.

**Suelos arcillosos.** Compuestos por finos granos amarillentos que retienen muy bien el agua, por lo que suelen inundarse con facilidad.

**Suelos pedregosos.** Compuestos por rocas de distintos tamaños, son muy porosos y no retienen en nada el agua.

**Suelos mixtos.** Suelos mezclados, por lo general entre arenosos y arcillosos

### **6.3. Características físico-químicas del suelo**

#### **6.3.1. Propiedades físicas y químicas**

##### **Propiedades físicas del suelo**

Las propiedades físicas de la tierra se refieren a sus propiedades estructurales y mecánicas como color, estructura, profundidad, porosidad, densidad, capacidad de retención de agua y temperatura. Estas propiedades influyen en el movimiento del aire, el agua y los nutrientes en el suelo y en el desarrollo de las raíces de las plantas (Perea et al., 2021).

El suelo es un recurso natural que sustenta la vida en la Tierra. Es el resultado de la interacción de diversos factores ambientales como el clima, los organismos, el material de origen, la topografía y el tiempo que influyen en su formación y desarrollo. El suelo tiene propiedades físicas, químicas y biológicas que determinan su calidad y productividad. (Benitez-Pardo et al., 2003)

##### **Propiedades químicas del suelo**

Las propiedades químicas del suelo están relacionadas con su composición y reactividad, como pH, salinidad, materia orgánica, carbono, nitrógeno, fósforo, potasio y otros elementos necesarios para las plantas. Estas propiedades determinan la disponibilidad y el equilibrio de los nutrientes del suelo, así como su capacidad de amortiguación e intercambio catiónico (Perea et al., 2021).

### **6.4. Calidad de los suelos**

Según Tamayo (2009), dice que la calidad del suelo es un concepto que se ha utilizado desde la antigüedad para revelar las diferentes calidades de las tierras cultivadas con diferentes nombres. En cualquier caso, la idea se refiere a aspectos relacionados con el mantenimiento y productividad de terrenos agrícolas (“suelo rico”, “suelo ligero”, etc. son acepciones que hacen referencia a calidades).

Gasteiz, (2018), afirma que la calidad del suelo es necesaria para una evaluación cuantitativa, refiriéndose a un conjunto de indicadores productivos determinados por varios indicadores o parámetros y factores que combinan algunas propiedades edáficas, que son:

- Contenido de materia orgánica.
- Relación carbono-nitrógeno (C/N)
- pH.

## **6.5.Muestreo de suelo**

Las visitas de campo para muestreo de caracterización de suelos pueden ser aleatorias, simples, aleatorias estratificadas, en cuadrícula, en forma de X y en zigzag. La forma Z y la forma X se utilizan con mayor frecuencia porque son prácticas y fáciles de usar.(Benitez-Pardo et al., 2003)

## **6.6. Profundidad de muestreo**

Las muestras de suelo se tomaron en los primeros 20 cm de profundidad en el caso de cultivos de transición, o en los 15 cm de profundidad en el caso de pastos. Adecuado para cultivos anuales y perennes de raíces profundas.

La profundidad de los parches de pasto no debe ser superior a 0 a 10 cm, ya que a esta profundidad se registra la mayor densidad y actividad de las raíces.(Perea et al. 2021b)

## **6.7. Tipos de muestreo**

### **6.7.1. Muestreo Aleatorio:**

Esta técnica de muestreo también es conocida como Muestreo al Azar, en éste se aplican las leyes de la Probabilidad, en éste se considera que todos los elementos de la población tienen la misma oportunidad (Probabilidad) de ser seleccionados para ser incluidos dentro de la muestra.(*Técnicas*, s. f.)

### **6.8.Muestreo Sistemático:**

este muestreo puede ser realizado de manera aleatoria o no aleatoria, lo importante es que el recolector de muestras debe definir las reglas de manera exacta, y clara para la obtención de la muestra, en este se deberá de seguir cada una de las reglas determinadas de manera sistemática, es decir, como un sistema bien definido, sin salirse del esquema planteado como sistema de recolección de datos.(*Técnicas*, s. f.)

### **6.9.Muestreo Estratificado:**

En este tipo de muestreo lo importante es que el investigador conozca el lugar o estrato donde se localiza o puede localizar la información o los datos que se requieren para emplearse durante el desarrollo del proyecto. En este tipo de muestreo se determina qué lugar es adecuado para muestrear en función de las características del problema a resolver.(*Técnicas*, s. f.)

### **6.10. Muestreo por Cuadrantes:**

Para este tipo de muestreo es necesario que el investigador utilice un plano del área a muestrear, el plano es para poder dividirlo en cuadros (cuadrantes) los cuales serán numerados en el orden

deseado por el investigador, ya elaborada la división se procede a sortear los cuadrantes que serán muestreados. En este caso se emplea el método aleatorio para la selección de los cuadrantes.(*Técnicas*, s. f.)

### **6.11. Recorrido en zig-zag**

Muestreo Zig-Zag: Este tipo de muestreo puede considerarse muestreo sistemático y aleatorio, cuya característica principal es que se realiza de forma alterna entre la mitad del espacio muestral y la otra. Es ampliamente utilizado en estudios agrícolas de agrónomos.(Zalba et al. 2013)

### **6.12. Recorrido en zig-zag**

Muestreo en Zig-Zag: Este tipo de muestreo se puede considerar como una combinación de muestreo sistemático y muestreo aleatorio. La característica principal es el desarrollo alterno de un lado y otro del espacio de muestreo.(Zalba et al. 2013)

### **6.13. Equipo de muestreo**

El equipo básico de muestreo incluye:

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

### **6.14. Toma de muestra para el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi.**

- Limpiar la superficie para eliminar resto y material vegetativo.
- Tomar las 6 muestra a la profundidad recomendada. No se deben mezclar las muestras.
- Colora en bolsas e identificar cada una de las sub muestras.
- Llevar la muestra al laboratorio.

### **6.15. Toma de muestra para laboratorio (INIAP)**

Una vez seleccionado el lugar para tomar cada submuestra, se debe hacer lo siguiente:

- Limpiar la superficie para eliminar resto y material vegetativo.
- Tomar la muestra a la profundidad recomendada. No se deben mezclar las muestras de diferentes profundidades, porque se alterarán los resultados.

- Una vez tomadas las submuestras, se deben mezclar muy bien y eliminar piedras y raíces.
- Tomar del total de la mezcla aproximadamente 1 kg de suelo e introducirlo en una bolsa plástica.
- Identificar la muestra colocando la etiqueta dentro de la bolsa.
- Llevar la muestra al laboratorio.

#### **6.16. 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.

#### **6.17. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO**

##### ***6.17.1. Propiedades físicas***

Las propiedades físicas de un suelo es el resultado de la interacción entre distintas fases del mismo (suelo, agua y aire) y la proporción en la que se encuentran cada una de estas. La condición física de un suelo determina su capacidad de sostenimiento, facilidad para la penetración de raíces, circulación del aire, capacidad de almacenamiento de agua, drenaje, retención de nutrientes, entre otros factores. («Propiedades físicas de los suelos, un recurso natural prestador de servicios biológicos y ambientales.», 2018)

##### ***6.17.2. Textura***

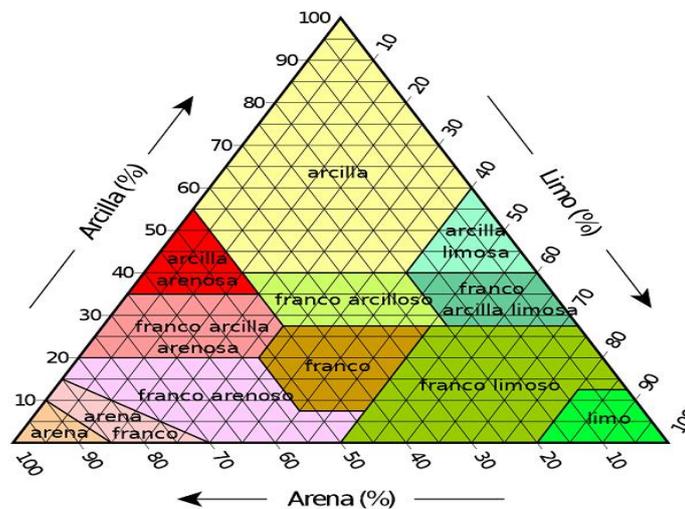
La textura representa la cantidad relativa de partículas de diferentes tamaños (como arena, limo y arcilla) en el suelo. La textura está relacionada con la facilidad con la que se labra el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la rapidez con la que el agua penetra y se mueve a través del suelo (Márgez et al., 2013).

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

**Suelos de textura gruesa.** Son los suelos con más de 50 % de arena, pero contienen menos del 20 % de arcilla.

**Suelos de textura media.** Son suelos con buena aireación y drenaje para el desarrollo de las raíces. Generalmente tienen menos de 35 a 40 % de arcilla y menos de 50 % de arena. Presentan una alta proporción de poros de tamaño medio a fino. Son suelos con una amplia capacidad productiva, disponibilidad de agua y nutrientes.

**Suelos de textura fina o pesada.** Son suelos con más de 40 % de arcilla, aunque también se pueden agrupar aquellos con más de 60 % de limo. (Propiedades Físicas del Suelo y el Crecimiento de las Plantas | Intagri S.C., s. f.)



**Fuente:** ( Ciancaglini, 2020)

En el triángulo de textura se encuentra dividido en casillas el cual nos ayuda a saber qué tipo de textura de suelo es ya sea suelo arenosos, limosos, arcillosos, arcillo, arenosos, etc.

### 6.17.3. Estructura de suelo

La estructura del suelo se define por la forma en que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla. Cuando las partículas individuales se agrupan, toman el aspecto de partículas mayores y se denominan agregados. La agregación del suelo puede asumir diferentes modalidades, lo que da por resultado distintas estructuras de suelo. La circulación del agua en el suelo varía notablemente de acuerdo con la estructura. La estructura característica de un suelo se puede reconocer mejor cuando está seco o sólo ligeramente húmedo. (Propiedades Físicas | Portal de Suelos de la FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s. f.-a)

#### **6.17.4. Densidad**

Mediante la determinación de la densidad se puede obtener la porosidad total del suelo. Se refiere al peso por volumen del suelo. Existen dos tipos de densidad, real y aparente. La densidad real, de las partículas densas del suelo, varía con la proporción de elementos constituyendo el suelo y en general está alrededor de 2,65. Una densidad aparente alta indica un suelo compacto o tenor elevado de partículas granulares como la arena. Una densidad aparente baja no indica necesariamente un ambiente favorecido para el crecimiento de las plantas. (*Propiedades Físicas / Portal de Suelos de la FAO / Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, s. f.)

#### **6.17.5. Densidad Real**

La densidad real del suelo es igual a la relación masa/volumen de todas las partículas sólidas del suelo. Se expresa como la relación entre la masa (Ms) y el volumen (Vs) de las partículas, menos el espacio poroso entre las partículas. La densidad absoluta se usa ampliamente en expresiones matemáticas que consideran el volumen o la masa de una muestra de suelo y no requiere medición cuando: Realiza conversiones directas de datos de masa a datos de volumen y calcula el volumen del suelo. Calcula sólidos, porosidad total o número de huecos en el suelo y partículas que se sedimentan en el agua. (Novillo Espinoza et al. 2018)

#### **6.17.6. Densidad Aparente**

La densidad aparente, también conocida como densidad aparente, es una propiedad de los polvos, gránulos y otros sólidos "dispersos", especialmente la calidad de los constituyentes minerales, productos químicos, ingredientes, alimentos o cualquier otro material granular o granular. La densidad aparente del suelo depende en gran medida de la composición mineral y del grado de compactación del suelo. (*Propiedades Físicas / Portal de Suelos de la FAO / Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, s. f.)

#### **6.17.7. Densidad con el hidrómetro H152**

El hidrómetro es un instrumento que se utiliza para medir la densidad de un líquido. Se sumerge en el líquido y flota en él. La densidad del líquido se puede determinar a partir de la altura a la que flota el hidrómetro. El hidrómetro se calibra para medir la densidad de un líquido a una temperatura específica. (Manuel et al., 2013).

### **6.17.8. Porosidad**

El espacio poroso del suelo se refiere al porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos. En general el volumen del suelo está constituido por 50% materiales sólidos (45% minerales y 5% materia orgánica) y 50% de espacio poroso. Los macro poros no retienen agua contra la fuerza de la gravedad, son responsables del drenaje, aireación del suelo y constituyen el espacio donde se forman las raíces. Los micro poros retienen agua y parte de la cual es disponible para las plantas. (*Propiedades Físicas | Portal de Suelos de la FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, s. f.)

Los poros del suelo se pueden formar de muchas maneras diferentes, por ejemplo, se pueden retener gases o líquidos en el suelo, los insectos y los gusanos pueden causar más poros, materiales que se disuelven en el suelo, el crecimiento de las raíces de las plantas.

### **6.18. Propiedades químicas del suelo**

Corresponden a la calidad y disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas, fundamentalmente a los contenidos de diferentes sustancias importantes como micro nutrientes (N, P, Ca, Mg, K, S) y micro nutrientes (Fe, Mn, Co, Zn, B, MO, Cl) para las plantas o por dotar al suelo de diferentes características (Carbono orgánico, carbono cálcico, fe en diferentes estados) .Son aquellas que nos permiten reconocer ciertas cualidades del suelo cuando se provocan cambios químicos o reacciones que alteran la composición y acción de los mismos. (Jaurixje et al. 2013).

#### **6.18.1. Potencial hídrico (Ph)**

El pH del suelo es una forma de determinar de la acidez o de la alcalinidad de la solución del suelo. Se dice que los suelos son ácidos, neutros, o alcalinos (básicos), dependiendo de sus valores, en una escala de 0 a 14. Un pH de 7 es neutro (agua pura), menos de 7 es ácido y mayor a 7 es alcalino (*El-pH-del-Suelo-Conceptos-Fundamentales.pdf*, s. f.)

El pH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad de un suelo, y afecta la disponibilidad de los nutrientes, la actividad de microorganismos, y la solubilidad de minerales del suelo. Factores importantes que afectan el pH edáfico son temperatura y precipitaciones, que controlan la intensidad del lixiviado y la meteorización de los minerales del suelo. (*El-pH-del-Suelo-Conceptos-Fundamentales.pdf*, s. f.)

### 6.18.2. 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. También se puede definir como el número total de cationes intercambiables que un suelo en particular puede o es capaz de retener (cantidad total de carga negativa). Conocer la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de un suelo es fundamental, pues este valor nos indica el potencial de un suelo para retener e intercambiar nutrientes. Además, la CIC afecta directamente la cantidad y frecuencia de aplicación de fertilizantes. (*La Capacidad de Intercambio Catiónico del Suelo / Intagri S.C., s. f.*)

### 6.18.3. Materia Orgánica

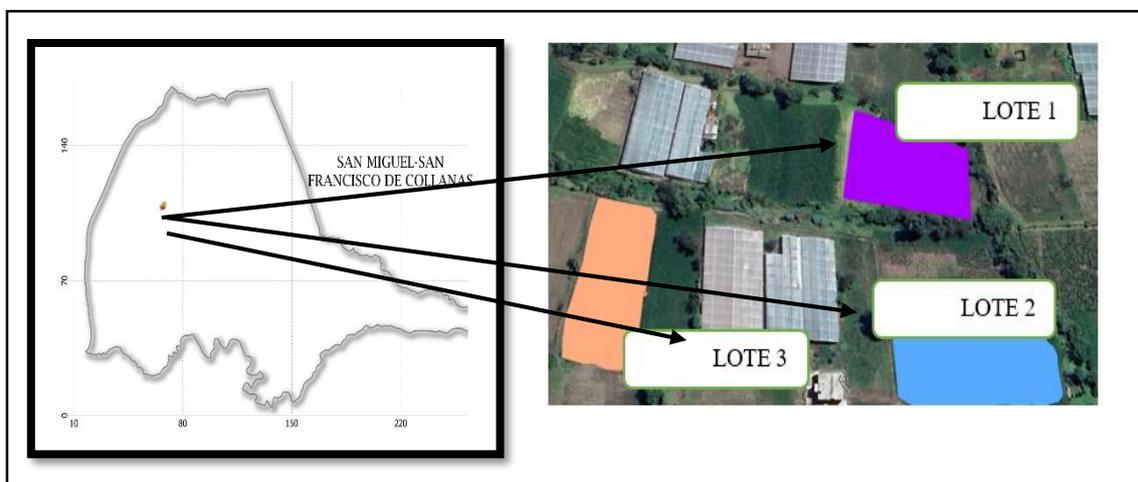
La materia orgánica es aquella materia que está compuesta por átomos de carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) en su mayor parte. Esto no quiere decir que la materia orgánica no pueda incluir puntualmente elementos como el azufre (S) o el fósforo (P), pero desde luego no son su composición mayoritaria. Sus enlaces son casi siempre de tipo covalente y su estructura es grande y compleja. (Cristina Novillo, 2022).

## 7. PREGUNTA CIENTIFICA

¿Se puede determinar las propiedades físicas y químicas mediante una guía básica del laboratorio de suelos?

## 8. METODOLOGIA

### Ubicación del área de estudio



**Fuente:** Google Earth

Esta investigación está situada en el barrio de San Francisco de Collanas está ubicado en la provincia de Cotopaxi, cantón Salcedo.

**Tabla 2.** Características del sitio de investigación (LOTE 1)

<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
1° 1'54.02"S	78°36'54.61"O
Provincia	Cotopaxi
Cantón	Salcedo
Barrio	San francisco de collanas
Área	500 m

**Fuente:** Google Earth

**Tabla 3.** Características del sitio de investigación (LOTE 2)

<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
1° 1'56.70"S	78°36'53.52"O
Provincia	Cotopaxi
Cantón	Salcedo
Barrio	San Francisco de Collanas
Área	500m

**Fuente:** Google Earth

**Tabla 4.** Características del sitio de investigación (LOTE 3)

<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
1° 1'55.32"S	78°36'58.55"O
Provincia	Cotopaxi
Cantón	Salcedo
Barrio	San Francisco de Collanas
Área	500m

**Fuente:** Google Earth

#### **a) 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 intercambio catiónico.

### **b) 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 existentes en el lote del terreno.

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 y la cual se envió 1 kilo de muestra al INIAP y 6 submuestras fueron llevadas al laboratorio de la Universidad Técnica De Cotopaxi

### **c) 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.

## **8.1. PROPIEDADES FISICAS**

### **8.1.1. ESTRUCTURA DE SUELO**

Según lo que dicta la literatura para realizar la práctica de estructura de suelo se utilizó una escala de tamiz, este método se lo conoce como tamizado en seco.

**Tabla 5.** Materiales y equipos de estructura de suelo

<b>MATERIALES</b>	<b>EQUIPOS</b>
Juego de tamiz	Balanza
Brocha	Tamizador
Papel aluminio	

### **Procedimiento**

- Apilar los diferentes tamices de mayor a menor con un retenedor al final.
- Se apilaron cuatro tamices sobre los cuales se colocó 25 gramos de suelo y colocamos la muestra de tierra en el primer tamiz.

- Agitar los tamices, en este caso se podría realizar manualmente o tamizadora durante 5 min.
- Realizar unos pequeños platos con aluminio.
- Luego vaciar cada tamiz en los platos para así obtener 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

### Clasificación del estado de agregación

**Tabla 6.** Clasificación del diámetro medio ponderado

<b>CALIFICACIÓN DEL DIÁMETRO MEDIO PONDERADO</b>	
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)

#### 8.1.2. DENSIDAD REAL

Se utilizó la técnica del picnómetro y la densidad real se puede medir en g/mc<sup>3</sup> que corresponde a la densidad de las partículas sólidas del suelo sin tener en cuenta el espacio poroso, (Medina-Méndez et al. 2006).

**Tabla 7.** Materiales y equipos de densidad real

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

### Procedimiento

- 20 g de suelo tamizado a 2 mm y reposar la muestra 24 horas antes del procedimiento (P1).
- En el balón aforado de 100 ml con ayuda de la pipeta agregar 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 agregar 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 cm<sup>3</sup>

### Tabla 8.

Clasificación de la densidad real de los suelos.

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

**Fuente:** (Medina-Méndez et al. 2006).

### 8.1.3. DENSIDAD APARENTE

Para obtener los resultados de la densidad aparente es necesario del uso de la estufa, permitiéndonos así la resistencia del suelo.

**Tabla 9.** Materiales y equipos de densidad aparente.

<b>MATERIALES</b>	<b>EQUIPOS</b>
Recipientes metálicos	Estufa
Probetas aforadas de 50mL	Balanza analítica
	Desecador

#### **Procedimiento**

- Colocar el suelo en el recipiente metálico y secar la muestra en la estufa a 105 oC 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 ha 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 10.**

*Clasificación de la densidad aparente de los suelos.*

Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	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)

#### **8.1.4. POROSIDAD**

Se la realizo indirectamente y 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 11.** Rango de porcentaje de 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)

## 8.2. PROPIEDADES QUÍMICA

### 8.2.1. Potencial Hídrico

En el suelo, el potencial del hidrógeno (pH) es una propiedad química muy importante porque indica qué tan ácida o básica es la solución del suelo. (West Analítica y Servicios, 2012).

Para obtener el resultado del potencial Hídrico se realiza esta práctica mediante al Ph en agua

**Tabla 12.** Materiales y equipos de potencial hídrico.

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

#### Procedimiento

- Pesar 10 g de suelo seco al aire, después tamizar, (tamiz de 2mm).
- Una vez tamizado introducir la muestra en un vaso de precipitación de 50 ml.
- Después añadir 25 ml de agua destilada.
- Una vez añadida el agua agitar 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, introducir el electrodo, accionar el pH-metro y el rango que sea constante será el valor de la solución.

#### Interpretación de resultados

**Tabla 13.** Interpretación de resultados de 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).

### 8.2.2. INTERCAMBIO CATIONICO

Se utilizó la técnica del acetato de amonio y esta práctica se realiza para mostrar el potencial de retener e intercambiar nutrientes en el suelo (Henríquez et al. 2005).

**Tabla 14.** *Materiales y equipos de intercambio catiónico.*

MATERIALES	EQUIPOS	REACTIVOS
Erlenmeyer con yabuladora lateral 250mL	Titulador Metrohm Dosimat 715	Formolal 37
Frasco de vidrio de 100 ml 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 Tapón de caucho papel fil Muestra de suelo Pipeta aforada de 50 ml Balones aforados de 1L y 100mL Botellón ámbar Frasco lavador Bureta	Balanza de Precisión de 0.1 mg	Acetato de NH <sub>4</sub> .

mediante al siguiente procedimiento se realizó la práctica de CIC con la técnica de acetato de amonio en el laboratorio

#### Procedimiento

- Pesar 10 gr de suelo seco y tamizado por la malla # 10.

- Agregar 25 ml de acetato de NH<sub>4</sub> (pesar 100 g de NH<sub>4</sub> y disolver en 1000 ml de H<sub>2</sub>O 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 NH<sub>4</sub> 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 15.** *Valores estimativos de la CIC.*

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

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

### 8.2.3. *MATERIA ORGÁNICA*

Se utilizó la técnica del método por calcinación y 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 16.** *Materiales y equipos de estructura de materia orgánica.*

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

### **Procedimiento**

- Pesar en la balanza analítica de precisión 5 gr de la muestra de suelo, de los 100gr de suelo tamizado y secado a 105 °C dentro de la estufa. En los crisoles ya eliminados la humedad.
- Poner los crisoles con los 5 gr de suelo dentro de la mufla a 430 °C por 2horas.

- Extraer el crisol con la muestra de suelo y dejar en el desecador para que alcance la temperatura ambiente.
- Por último, pesar de nuevo la muestra anotando el peso de la muestra a 430 °C.

### Fórmula

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

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

*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 17.** 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).

### 8.2.4. NUTRIENTES

Se utilizó la técnica de la pasta saturada la cual nos sirve para determinar K, Ca, Na, No<sub>3</sub> que se realizó mediante al siguiente procedimiento.

**Tabla 18. Materiales y equipos de nutrientes.**

<b>MATERIALES</b>	<b>EQUIPOS</b>
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

**Procedimiento**

Se utilizó la técnica de la pasta saturada.

**Preparación de la muestra**

- Recoger la muestra del suelo de 300g en campo mantener en reposo la muestra 24 horas antes del procedimiento a continuación, tamizar la muestra en el número de tamiz 60.

**Procedimiento**

- Pesar la muestra de suelo 200 gr de muestra de suelo.
- Colocar en la capsula 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).
- Proceder a tapar la mezcla con fil transparente y 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 de los parámetros a medir.

**Tabla 19.** *Rango de Nutrientes.*

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», s. f.)

### 8.2.5. TEXTURA

Este método de prueba muestra la concentración relativa de partículas de diferentes tamaños, como arena, limo y arcilla, en un suelo que permanece en suspensión por un período de tiempo, lo que ayuda a determinar la composición. (González y Coronado 2007)

**Tabla 20.** *Materiales y equipos de estructura de textura.*

Materiales	Equipos	Reactivos
Hidrómetro H152	Hexametafosfato 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.

## 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 Hexametáfosfato 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 21.** Diámetro de partículas.

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

*Fuente:* (González y Coronado 2007).

## 9. ANALISIS Y DISCUSIONES DE RESULTADOS

### Propiedades Físicas

Los resultados obtenidos dentro de las propiedades físicas para cada parámetro son los siguientes:

### ESTRUCTURA DE SUELO

**Tabla 22.**

<b>DMP (mm)</b>	<b>L1</b>
Estructura	1.100
<b>DMP (mm)</b>	<b>L2</b>
Estructura	1.013
<b>DMP (mm)</b>	<b>L3</b>
Estructura	1.052

Al realizar la práctica de estructura de suelo en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi, facultad de CAREN, utilizó la técnica del tamizado en seco se logró obtener los siguientes resultados 1.100, 1.013 y 1.052, lo cual mediante a la **tabla** se logra determinar que los tres lotes en estudio están en el rango de 1.5-3 lo que según (Gómez, 2013) nos da como resultado que los tres lotes tiene una estructura, moderadamente estable.

## DENSIDAD REAL

**Tabla 23.**

<b>LOTES</b>	<b>Densidad Real</b>
L# 1	2,5
L# 2	2,42
L# 3	2.85

Mediante los datos obtenidos por medio de la practica realiza en el laboratorio se determina que, el Lote 1 y el Lote 2 se clasifican como de densidad real baja, mientras que el Lote 3 se clasifica como de densidad real alta según los rangos proporcionados por (Medina-Méndez et al., 2006).

Esta información puede ser útil para evaluar y comparar las propiedades físicas de los diferentes lotes, lo que puede influir en las aplicaciones y el uso adecuado de los materiales.

## DENSIDAD APARENTE

**Tabla 24.** *Resultados de densidad real.*

<b>Muestras</b>	<b>Densidad Real</b>
L# 1	1,35
L# 2	1,32
L# 3	1,3

Mediante los datos obtenidos por medio de la practica realiza en el laboratorio se determina que, el Lote 1 y el Lote 2 se clasifican como de densidad real baja, mientras que el Lote 3 se clasifica como de densidad real alta según los rangos proporcionados por (Medina-Méndez et al., 2006).

Esta información puede ser útil para evaluar y comparar las propiedades físicas de los diferentes lotes, lo que puede influir en las aplicaciones y el uso adecuado de los materiales.

## POROSIDAD

**Tabla 25.** *Resultados de porosidad.*

<b>Muestra de suelo</b>	<b>Porosidad</b>
L# 1	46%
L# 2	39.19%
L# 3	54.38%

Mediante la fórmula de la porosidad se determina que los lotes 1 y 3 presentan una porosidad satisfactoria para capa arable y el lote 2 presenta una porosidad muy baja, problema de asfixia radicular según (Cueto et al., 2008).

Para mantener una porosidad adecuada, es importante implementar prácticas de manejo del suelo. Una porosidad adecuada favorece el procesamiento de la materia orgánica y la liberación de nutriente para las platas.

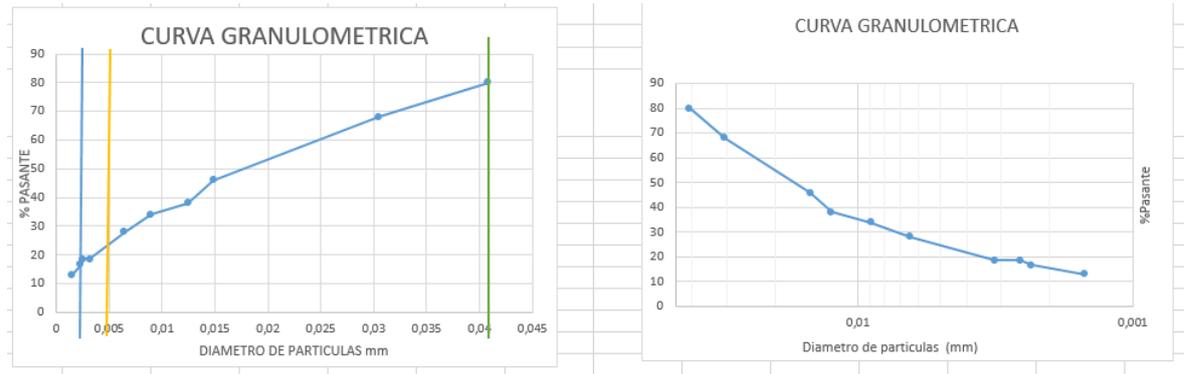
Un suelo con una porosidad adecuada mejora la eficiencia en el uso de fertilizantes, agua y otros insumos, ya que facilita su distribución.

Una porosidad baja puede conducir a un uso ineficiente de los recursos y un rendimiento reducido de los cultivos.

### **Textura con la técnica del hidrómetro**

#### **Interpretación de resultados**

Según los resultados obtenidos con el hidrómetro y según la gráfica de la hoja de excel y el grafico de textura de suelo se obtuvo un resultado que es un suelo franco arenoso.



Curva no corregida



Curva corregida

**Tabla 26.** *Textura de suelo.*

TEXTURA	LOTE 1
Arena	62.5
Limo	30
Arcilla	7.5

TEXTURA	LOTE 2
Arena	59
Limo	30
Arcilla	11

<b>TEXTURA</b>	<b>LOTE 3</b>
Arena	65
Limo	25
Arcilla	10

Mediante la práctica realizada en el laboratorio, obtuvimos los siguientes resultados ya expresado en la tabla, para determinar cuál es la textura del suelo se utilizó el triángulo de textura (Ciancaglini, 2020), en el cual colocamos cada resultando hasta que lo se relaciones dándonos como resultados que los tres lotes en estudio tienen textura franco arenosa.

Textura Franco-Arenosa. Es un suelo que presenta mayor porcentaje de arena pero que cuenta también con limo y arcilla. Textura Franca Es un suelo que tiene una mezcla relativamente uniforme

### **Propiedades Químicas**

Los resultados obtenidos dentro de las propiedades químicas para cada parámetro son los siguientes:

#### **POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)**

**Tabla 27.** *Resultados de Ph.*

<b>Muestra de suelo</b>	<b>Rango de Ph</b>
L# 1	7,98
L# 2	8,05
L# 3	7,4

Una vez realizada la práctica básica en el laboratorio determinado que el lote 1 y 2 tiene un pH ligeramente alcalino y alcalino (*Corbacho, Garrido, Lorano, & Cantero*) pudiendo reducir la disponibilidad de algunas nutrientes como el hierro, el manganeso y el fósforo, lo que afectará el crecimiento y el desarrollo de las plantas.

Lote 3: El pH neutro se encuentra dentro del rango óptimo, lo que favorece la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes. (Corbacho, Garrido, Lorano, & Cantero)

### Intercambio catiónico

**Tabla 28.** Resultados de intercambio catiónico.

Muestra de suelo	C.I.C
L# 1	16,83
L# 2	16,83
L# 3	15,78

Los adquiridos en el laboratorio logramos determinar que para el lote 1 y 2 16.83 y para el lote 3 de 15.78 lo que según (Arroyo V, Bertel D, Doria D, Rocha L, 2019) se considera de un rango moderadamente alto, lo que indica que los suelos tienen una buena capacidad para retener cationes.

La capacidad de intercambio catiónico CIC alta facilita la disponibilidad de nutrientes para las plantas a medida que se libera gradualmente desde las partículas del suelo.

### Materia Orgánica

**Tabla 29.** Resultados de materia orgánica.

Muestra de suelo	% Materia Orgánica
L# 1	1,95
L# 2	1,78
L# 3	1

### Discusión:

En la materia orgánica se logró identificar que según la tabla para la interpretación de Recuadro de (Pina & de Armas, 2015) que define que los tres lotes en estudio se clasifican en una tener una categoría media.

La materia orgánica ayuda a formar y estabilizar los agregados del suelo, mejorando la porosidad, la aireación y la capacidad de retención de agua.

## Nutrientes

### Técnica pasta saturada

Zalba et al., (2013), nos dice que con base en las lecturas de la pasta saturada, se desarrolló un método eficiente para estimar la conductividad eléctrica (CE) del extracto saturado, Se compararon los valores determinados en el extracto de impregnación (CEex) con los valores estimados de la pasta saturada.

**Tabla 30.** Resultados de conductividad eléctrica.

COND	1440
ALTO	>1000 dSm-1

**Tabla 31.** Resultados de nutrientes.

Nutrientes	L1	L2	L3
Potasio(k)	1.20	287.5	8.10
Calcio (Ca)	15.90	20.14	5.03
Sodio (Na)	38.87	43.98	26.78

El resultado obtenido del K, Ca, C.E, Na, está en un parámetro de ato y medio

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

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

Conductividad eléctrica obtiene un valor de 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)

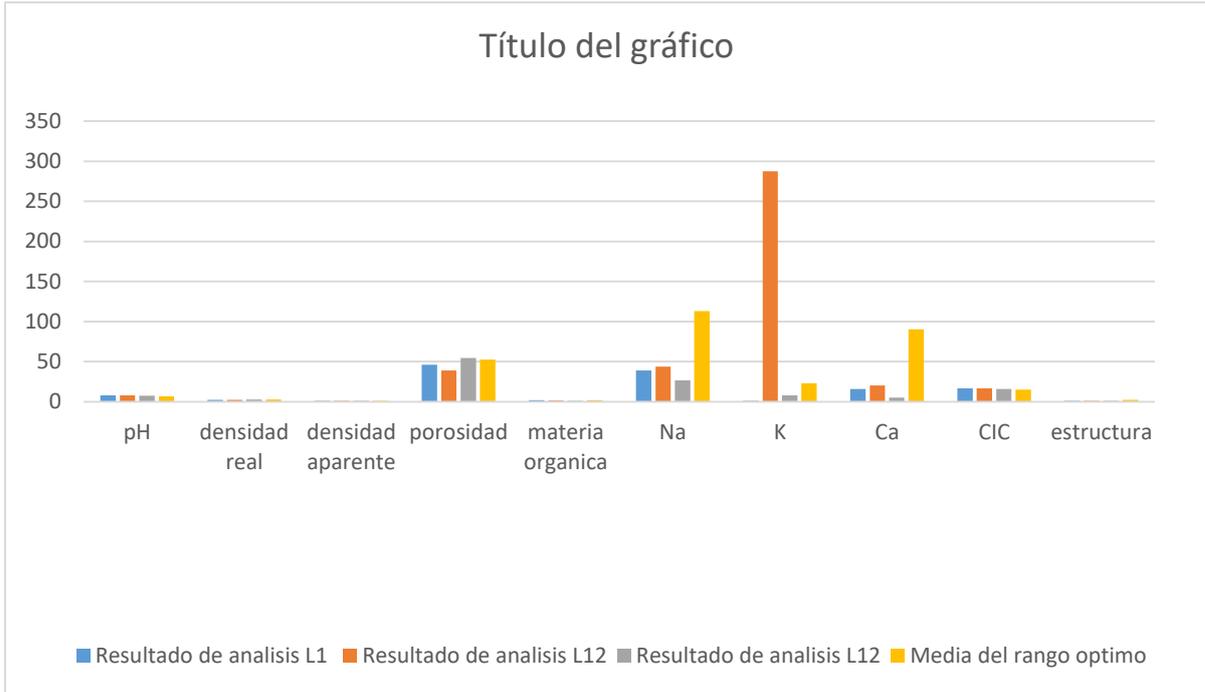
### Análisis de parámetros obtenidos

En la tabla numero 31 realizamos un análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio de la carrera de agronomía con las diferentes muestras del barrio de San Fráncico de Collanas el ph

da como resultado en el análisis de 7.98, 8.05, 7.4 y según la guía el rango optimo es 6.95; densidad real el resultado del análisis de suelo es 2.5 g/cm<sup>3</sup>, 2.42 g/cm<sup>3</sup>, 2.85 g/cm<sup>3</sup>, y el rango optimo es de 2.7; la densidad aparente del análisis de suelo es de 1.35 g/cm<sup>3</sup>, 1.32 g/cm<sup>3</sup> y 1.3 g/cm<sup>3</sup> y el rango optimo es de 1.33 lo que nos indica que nuestro resultado sobrepasa el rango optimo siendo un rango alto el cual es adecuado; la porosidad del análisis es de 46%, 39.19% y 54.38%, y el rango optimo es de 52.5; la materia orgánica del análisis de suelo es de 1.95%, 1.78% y 1%, y el rango optimo es de 2 lo que nos indica que no existe una diferencia muy notoria; el K del análisis de suelo es de 203.7 meq/100g, 287.5 meq/100g y 8.10 meq/100g y el rango optimo es de 23; el intercambio catiónico del análisis de suelo es de 16.83 meq/100, 16.83 meq/100 y 15.78 meq/100, y el rango optimo es de 15; la estructura de nuestro análisis de suelo es de 1.100, 1.013 y 1.052, y el rango optimo es de 2.25 lo que nos indica que no existe mucha diferencia en los resultados obtenidos.

**Tabla 32.** Resultados de laboratorio UTC.

	<b>Resultado de analisis L1</b>	<b>Resultado de analisis L12</b>	<b>Resultado de analisis L12</b>	<b>Media del rango optimo</b>
<b>pH</b>	7.98	8.05	7.4	6.95
<b>densidad real</b>	2.5	2.42	2.85	2.7
<b>densidad aparente</b>	1.35	1.32	1.3	1.33
<b>porosidad</b>	46	39.19	54.38	52.5
<b>materia organica</b>	1.95	1.78	1	2
<b>Na</b>	38.87	43.98	26.78	113
<b>K</b>	1.2	287.5	8.1	23
<b>Ca</b>	15.9	20.14	5.03	90.5
<b>CIC</b>	16.83	16.83	15.78	15
<b>estructura</b>	1.1	1.013	1.052	2.25



## **10. CONCLUSIONES**

- Con la información obtenida mediante investigación de sitios bibliográficos y a su vez con la guía de la Universidad de Armeria, en la presente investigación se estableció una guía de laboratorio con los respectivos materiales, equipos y reactivos disponibles en el laboratorio de la universidad técnica de Cotopaxi.
- La determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo proporciona información valiosa para comprender las fortalezas y debilidades de cada lote ubicado en el barrio de San Francisco de Collanas, los cuales se corrobora que los parámetros analizados con la guía práctica guardan concordancia con los resultados obtenidos en el laboratorio del INIAP.

## **11. RECOMENDACIONES:**

- Se recomienda establecer protocolos de laboratorio para la determinación de los parámetros físicos y químicos de laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Se recomienda determinar los parámetros físicos-químicos con mínimo dos fuentes de comparación.
- Se espera que con estos estudios el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi pueda certificarse como un centro de análisis de suelos.

## 12. BIBLIOGRAFÍAS

- Adminblog. (2021, febrero 1). El estudio del suelo y su importancia en la sostenibilidad y rentabilidad del cultivo. *Inbioma*. <https://inbioma.com/el-estudio-del-suelo-y-su-importancia-en-la-sostenibilidad-y-rentabilidad-del-cultivo/>
- Benitez-Pardo, D., Hernández-Montoya, M., Osuna-Enciso, T., & Valenzuela-López, M. (2003). *MUESTREO Y ANÁLISIS FOLIAR RELACIONADOS CON FENOLOGÍA EN MANGO EN EL SUR DE SINALOA, MÉXICO*.
- Castillo, D. I., Corral, J. A. R., Eguiarte, D. R. G., Garnica, J. G. F., & Padilla, D. (s. f.). *DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL pH DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DE ZAPOPAN, JALISCO, MÉXICO*.
- Cinco factores de formación del suelo*. (s. f.). Recuperado 25 de febrero de 2024, de <https://es.extension.umn.edu/manejo-y-salud-del-suelo/cinco-factores-de-formaci%C3%B3n-del-suelo>
- Cristina Novillo. (2022, septiembre 23). *Qué es materia orgánica e inorgánica y ejemplos— ¡Descúbrelo aquí!* *ecologiaverde.com*. <https://www.ecologiaverde.com/que-es-materia-organica-e-inorganica-y-ejemplos-2009.html>
- El suelo, el recurso invisible para la sociedad | Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo*. (s. f.). Recuperado 25 de febrero de 2024, de <https://www.undp.org/es/guatemala/blog/el-suelo-el-recurso-invisible-para-la-sociedad>
- El-pH-del-Suelo-Conceptos-Fundamentales.pdf*. (s. f.). Recuperado 9 de febrero de 2024, de <https://www.laboratoriosaldemexico.com.mx/wp-content/uploads/2023/02/El-pH-del-Suelo-Conceptos-Fundamentales.pdf>
- Khoury, B., Lecomte, T., Fortin, G., Masse, M., Therien, P., Bouchard, V., Chapleau, M.-A., Paquin, K., & Hofmann, S. G. (2013). Mindfulness-based therapy: A comprehensive meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, 33(6), 763-771. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2013.05.005>
- La Capacidad de Intercambio Catiónico del Suelo | Intagri S.C.* (s. f.). Recuperado 28 de enero de 2024, de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-capacidad-de-intercambio-cationico-del-suelo>

- Manuel, L. M. J., Anhel, C. G. K., Omar, B. S. L., & Luis, P. P. (2013). *MEDICIÓN DE DENSIDAD DE LÍQUIDOS MEDIANTE HIDRÓMETROS Y PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DIGITALES*.
- Mendoza, Y. (2019, febrero 28). Análisis de suelos: Qué Es, Importancia, Tipos, Métodos Y Cómo Hacerlo. *Agronomía*. <https://deagronomia.com/agronomia/analisis-de-suelos/>
- News detail ES*. (s. f.). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado 7 de febrero de 2024, de <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/277721/>
- Perea, Y. E., Batis, B. V., García, Y. M. R., Suárez, J. R., Osoria, O. R., & Fonseca, R. R. (2021). *Propiedades físicas del suelo en cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba*.
- Propiedades físicas de los suelos, un recurso natural prestador de servicios biológicos y ambientales. (2018). [por J. L. Beltran Magallanes]. *Biological research*.
- Propiedades Físicas del Suelo y el Crecimiento de las Plantas | Intagri S.C.* (s. f.). Recuperado 28 de enero de 2024, de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>
- Propiedades Físicas | Portal de Suelos de la FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. (s. f.). Recuperado 25 de febrero de 2024, de <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>
- Ramón, M., Blanquer, G., Manuel, J., & Asensio, I. (s. f.). *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos*.
- SUELO ORGANICO. (s. f.). *SUELOS*. Recuperado 28 de enero de 2024, de <https://agronomiaandrea.blogspot.com/p/suelo-organico.html>
- Suelo—Concepto, tipos, composición y características. (s. f.). <https://concepto.de/>. Recuperado 23 de febrero de 2024, de <https://concepto.de/suelo/>
- Técnicas*. (s. f.). Recuperado 25 de febrero de 2024, de <https://www.cibertlan.net/estadistica/notas/treintaicinco.htm>
- Zalba, P., Garay, M., Amiotti, N., & Ares, A. (2013). *IMPROVED FIELD METHOD FOR ESTIMATING SOIL SALINITY*.