



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

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

### **CARRERA DE AGRONOMÍA**

### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE UN  
LOTE DEL BARRIO SANTAN GRANDE MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS  
BÁSICAS DEL LABORATORIO DE SUELOS 2023-2024”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero  
Agrónomo

**Autor:**

Pallasco Alajo Diego Anibal

**Tutor:**

Jiménez Jácome Cristian Santiago

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Febrero 2024**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Pallasco Alajo Diego Anibal, con cédula de ciudadanía No. 0503595498, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE UN LOTE DEL BARRIO SANTAN GRANDE MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS BÁSICAS DEL LABORATORIO DE SUELOS 2023-2024”** siendo la Ingeniero Mg. Cristian Santiago Jiménez Jácome, 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, 20 de febrero del 2024



Diego Anibal Pallasco Alajo  
C.C: 0503595498  
**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 **PALLASCO ALAJO DIEGO ANIBAL**, identificado con cédula de ciudadanía **0503595498** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL 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. - EL 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 DE UN LOTE DEL BARRIO SANTAN GRANDE 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: 25 de mayo del 2023

Tutor: Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome. Mg.

Tema: **“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE UN LOTE DEL BARRIO SANTAN GRANDE 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, **EL 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 **EL 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 **EL 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 **EL 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 **EL 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 21 días del mes de febrero del 2024.



Diego Aníbal Pallasco Alajo

**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

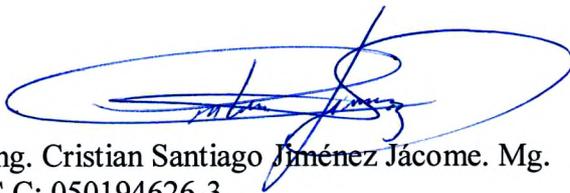
**LA CESIONARIA**

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

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

**“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE UN LOTE DEL BARRIO SANTAN GRANDE MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS BÁSICAS DEL LABORATORIO DE SUELOS 2023-2024”** de Pallasco Alajo Diego Aníbal, 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 20 de febrero del 2024



Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome. Mg.

C.C: 050194626-3

**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: Pallasco Alajo Diego Aníbal, con el título de Proyecto de Investigación: **“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE UN LOTE DEL BARRIO SANTAN GRANDE MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS BÁSICAS DEL LABORATORIO DE SUELOS 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 autorizan los empastados correspondientes en CD, según la normativa institucional.

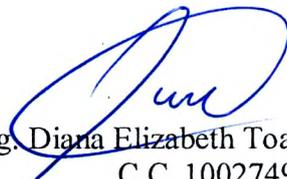
Latacunga 20 de febrero del 2024

  
Ing. Edwin Chancusig Espín, Mg.  
Ph.D.CC: 050114883-7

**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**

  
Ing. David Santiago Carrera Molina, Mg.  
CC: 050266318-0

**LECTOR 2 (MIEMBRO)**

  
Ing. Diana Elizabeth Toapanta Gallegos, Mg.  
C.C. 100274980-0  
**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. Mg. Cristian Santiago Jiménez Jácome 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.*

**Diego Pallasco**

## **DEDICATORIA**

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

*También se lo dedico a mi hermoso ángel que se encuentra en el cielo, Marco Pucachaqui quien fue un pilar fundamental para que el día de hoy yo logré cumplir esta meta.*

*Se la dedico a mi madre, Maria Josefina Alajo Catota por todo su amor, apoyo, comprensión y sacrificio, gracias a ella que ha sido madre y padre para mí la cual me han enseñado que con dedicación y esfuerzo se puede cumplir cada meta.*

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

*A una persona muy especial, Alison Cachaguay la cual conocí en mi etapa universitaria y llego a formar parte de mi vida por apoyarme, ayudarme y estar junto a mí en este proceso.*

*Se la dedico a mi grupito de amigos Angélica, Jesenia, Darwin y Brandon 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.*

**Diego Pallasco**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**  
**TÍTULO: “DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE UN LOTE DEL BARRIO SANTAN GRANDE MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS BÁSICAS DEL LABORATORIO DE SUELOS 2023-2024”**

**Autor:**  
Pallasco Alajo Diego Anibal

**RESUMEN**

El presente tema de investigación se realizó de un lote ubicado en la comunidad Santan del cantón Latacunga, 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, con la cual se determinó propiedades físico-químico del suelo con la recolección de seis muestras de suelo las cuales fueron llevadas a laboratorio y se realizó las 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 ayudar con los requerimientos que necesite el cultivo que se pueda implementar a futuro. Con el cual se obtuvo resultados de impacto positivo con el fin de poder dar una opinión de los requerimientos necesarios para cualquier tipo de cultivo los cuales los resultados obtenidos fueron los siguientes: La muestra de suelo fue enviada al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) para su comparación y porcentaje de error, cuyos resultados se obtuvieron en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) las propiedades físico-químicas del suelo Ph 6.52 que es (ligeramente ácido), textura 1.13 mm (ligeramente estable), Na 160 ppm (alto), Ca 130 ppm (medio), K 25 ppm (bajo), NO<sub>3</sub> 350 ppm (alto), densidad real 1.71 g/cm<sup>3</sup> (baja), densidad aparente 1.38 (baja), porosidad 19.25% franco arenoso (baja), materia orgánica 1.5 % (medio), conductividad eléctrica 1440 dSm<sup>-1</sup> (alto), intercambio catiónico 10.90 mg/100g (medio), con los resultados obtenidos se concluyó que los datos obtenidos de cada muestra son datos confiables y similares. El tema de investigación tiene fuertes impactos en la conservación de suelos, aspectos sociales, económicos y tecnológicos, Se espera que los resultados obtenidos en la investigación contribuyan y sean de gran ayuda para la Universidad Técnica de Cotopaxi, estudiantes y productores de la provincia de Cotopaxi.

**Palabras claves:** cuantitativos, productores, impactos, implementar

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**  
**TITLE: "DETERMINATION OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES**  
**OF A LOT IN THE SANTAN GRANDE NEIGHBORHOOD THROUGH THE USE OF**  
**BASIC SOIL LABORATORY TECHNIQUES 2023-2024".**

**Author:**  
Pallasco Alajo Diego Anibal

**ABSTRACT**

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, with which physical-chemical properties of the soil were determined with the collection of six soil samples which were taken to the laboratory and laboratory techniques which are: pH, structure, density, porosity, texture, organic matter, nutrients and cation exchange capacity: pH, structure, density, porosity, texture, organic matter, nutrients and cation exchange capacity for this the methodology used was a bibliographic phase through research 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 help with the requirements needed by the crop that can be implemented in the future. With which positive impact results were obtained in order to be able to give an opinion of the necessary requirements for any type of crop, the results obtained were as follows: The soil sample was sent to the Institute of Agricultural Research (INIAP) for comparison and percentage of error, whose results were obtained in the laboratory of the Technical University of Cotopaxi (UTC) the physical-chemical properties of the soil Ph 6.52 which is (slightly acidic), texture 1.13 mm (slightly stable), Na 160 ppm (high), Ca 130 ppm (medium), K 25 ppm (low), NO<sub>3</sub> 350 ppm (high), real density 1.71 g/cm<sup>3</sup> (low), bulk density 1.38 (low), porosity 19.25% sandy loam (low), organic matter 1.5 % (medium), electrical conductivity 1440 dSm<sup>-1</sup> (high), cation exchange 10.90 mg/100g (medium), with the results obtained it was concluded that the data obtained from each sample are reliable and similar data. The research topic has strong impacts on soil conservation, social, economic and technological aspects. It is expected that the results obtained in the research will contribute and be of great help to the Technical University of Cotopaxi, students and producers of the province of Cotopaxi.

**Key words:** quantitative, producers, impacts, implement.

## INDICE DE CONTENIDO

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
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
1.2. Línea de investigación: .....	2
1.3. Línea de vinculación: .....	2
2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
3.2. Beneficiarios directos .....	3
3.3. Beneficiarios indirectos .....	3
4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACION .....	3
5. OBJETIVOS.....	4
5.2. Objetivo General.....	4
5.3. Objetivos Específicos .....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	5
7. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
7.1. Suelo .....	6
7.2. Características físico-químicas del suelo.....	6
7.3. Calidad de los suelos.....	7
7.4. Muestreo de suelo .....	7
7.5. Profundidad de muestreo .....	7
7.6. Tipos de muestreo .....	7
7.7. Recorrido en zig-zag.....	8
7.8. Equipo de muestreo .....	8
7.9. Recomendaciones generales .....	8
7.10. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO .....	8

7.10.1.	Propiedades físicas .....	8
7.10.2.	Textura.....	9
7.10.3.	Estructura de suelo.....	9
7.10.4.	Densidad .....	10
7.10.5.	Densidad Real.....	10
7.10.6.	Densidad Aparente .....	10
7.10.7.	Densidad con el hidrómetro H152.....	10
7.10.8.	Porosidad .....	11
7.11.	Propiedades químicas del suelo.....	11
7.11.1.	Ph.....	11
7.11.2.	Capacidad de intercambio catiónico.....	11
7.11.3.	Materia Orgánica .....	12
8.	PREGUNTA CIENTIFICA .....	12
9.	METODOLOGIA .....	12
9.1.	PROPIEDADES FISICAS .....	13
9.1.1.	ESTRUCTURA DE SUELO.....	13
9.1.2.	DENSIDAD REAL .....	15
9.1.3.	DENSIDAD APARENTE.....	16
9.1.4.	POROSIDAD .....	17
9.2.	PROPIEDADES QUIMICA.....	18
9.2.1.	Potencial Hídrico .....	18
9.2.2.	INTERCAMBIO CATIONICO .....	19
9.2.3.	MATERIA ORGÁNICA.....	22
9.2.4.	NUTRIENTES .....	23
9.2.5.	TEXTURA .....	25
	Preparación de la muestra .....	25
	Procedimiento .....	26
10.	ANALISIS Y DISCUSIONES DE RESULTADOS .....	27
11.	CONCLUSIONES.....	37
12.	RECOMENDACIONES: .....	37
13.	BIBLIOGRAFIAS.....	37
	ANEXSOS.....	40

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades en relación a los objetivos. ....	5
Tabla 2. Características del sitio de investigación.....	13
Tabla 3. Materiales y equipos de estructura de suelo .....	14
Tabla 4. Calificación del diámetro medio ponderado .....	14
Tabla 4. Materiales y equipos de densidad real.....	15
Tabla 6. Clasificación de la densidad real de los suelos.....	16
Tabla 7. Materiales y equipos de densidad aparente. ....	16
Tabla 8. Clasificación de la densidad aparente de los suelos. ....	17
Tabla 9. Rango de porcentaje de porosidad.....	18
Tabla 10. Materiales y equipos de potencial hídrico. ....	18
Tabla 11. Interpretación de resultados de Ph.....	19
Tabla 12. Materiales y equipos de intercambio catiónico. ....	20
Tabla 13. Valores estimativos de la CIC. ....	21
Tabla 14. Materiales y equipos de estructura de materia orgánica.....	22
Tabla 15. Porcentaje de materia orgánica del suelo (MO) .....	23
Tabla 16. Materiales y equipos de nutrientes. ....	23
Tabla 17. Rango de Nutrientes. ....	25
Tabla 18. Materiales y equipos de estructura de textura. ....	25
Tabla 19. Diámetro de partículas.....	27
Tabla 20. Resultados de estructura de suelos. ....	27
Tabla 21. Resultados de densidad real.....	28
Tabla 22. Resultados de densidad aparente. ....	29
Tabla 23. Resultados de porosidad. ....	29
Tabla 24. Textura de suelo. ....	30
Tabla 25. Resultados de Ph. ....	31
Tabla 26. Resultados de intercambio catiónico. ....	32
Tabla 27. Resultados de materia orgánica. ....	32
Tabla 28. Resultados de conductividad eléctrica.....	33
Tabla 29. Resultados de nutrientes. ....	33
Tabla 30. Resultados de laboratorio UTC. ....	34
Tabla 31. Resultados de laboratorio UTC. ....	35
Tabla 32. Resultados de laboratorio UTC-INIAP. ....	36

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del proyecto:**

“DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE UN LOTE DEL BARRIO SANTAN GRANDE MEDIANTE EL USO DE TECNICAS BASICAS DE LABORATORIO DE SUELOS EN EL AÑO 2023-2024”.

### **Fecha de inicio:**

Abril 2023

### **Fecha de finalización:**

Marzo 2024

### **Lugar de ejecución:**

Santan Grande

### **Facultad que auspicia:**

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

### **Equipo de Trabajo:**

Responsable del proyecto: Pallasco Alajo Diego Aníbal

PhD. Fernando del Moral Torres Docente Universidad de Almeria España

(Convenio Interinstitucional Universidad de Almeria España Universidad Técnica de Cotopaxi Ecuador)

Tutor: Ing. Cristian Santiago Jiménez Jacome Mg.

Lector 1: Ing. Edwin Marcelo Chancusig Espín M.Sc.

Lector 2: Ing. David Santiago Carrera Molina Mg.

Lector 3: Ing. Diana Elizabeth Toapanta Gallegos Mg.

### **Coordinador del Proyecto:**

Nombre: Pallasco Alajo Diego Anibal

Teléfono: 0999467945

Correo electrónico: [diego.pallasco5498@utc.edu.ec](mailto:diego.pallasco5498@utc.edu.ec)

### **Área de Conocimiento:**

Agricultura - Agricultura, Silvicultura y Pesca - Producción Agropecuaria

### **1.2.Línea de investigación:**

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

### **1.3.Línea de vinculación:**

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

## **2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO**

Un análisis de suelo es una herramienta muy útil para diagnosticar problemas de nutrientes y hacer recomendaciones de fertilización. Entre sus ventajas destaca ser un método rápido y económico que permite a agricultores y empresas utilizarlo ampliamente. La interpretación de los análisis se basa en estudios de correlación y calibración con la respuesta de las plantas a la aplicación de una determinada cantidad de nutrientes.(Perea et al. 2021a)

El análisis de suelos se basa en la teoría de que existe un "nivel crítico" para el método de análisis utilizado y la respuesta del cultivo a la aplicación de un nutriente especial. Si el nivel de nutrientes es inferior o superior al nivel crítico, dependiendo de la concentración, afecta negativa o positivamente al crecimiento de las plantas. El objetivo del análisis de suelo es conocer la suficiencia o falta de nutrientes del suelo y las condiciones perjudiciales para los cultivos, como la acidez excesiva, la salinidad y la toxicidad de determinados elementos. Con la ayuda del análisis del suelo, podemos determinar el grado de fertilidad del suelo. 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.)

Elaborar una guía que ayude al laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi y a los estudiantes de la carrera de Agronomía mediante la elaboración de un manual para el análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo 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.

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

#### **3.2. Beneficiarios directos**

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 a Su vez las carreras afines como Biotecnología, Agropecuaria, Ambiental de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

#### **3.3. Beneficiarios indirectos**

Los principales beneficiarios indirectos son pequeños y medianos agricultores de la provincia de Cotopaxi quienes mediante el desarrollo de la investigación podrán replicar técnicas para el análisis de suelos y proyectos agrícolas.

### **4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACION**

En la provincia de Cotopaxi no existe un laboratorio para realizar análisis de suelos y no tienen mucha facilidad de accesibilidad ya que principalmente los análisis de suelo se han realizado en el laboratorio del INIAP que se encuentra en la provincia de Pichincha ya que la Universidad Técnica de Cotopaxi no cuenta con un laboratorio específico de suelos que brinde facilidades del análisis de suelo y es de gran relevancia ya que será de gran importancia para la universidad y los estudiantes de la carrera de Agronomía y con mi tema de tesis estoy tratando de dar una solución al problema la cual será de gran beneficio para los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi (Pallasco, 2024).

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 análisis de suelo es una solución a estos problemas y es una herramienta útil para la recomendación de fertilizantes, condiciones de salinidad y nivel de degradación química de los suelos. El cual no permite saber cuáles serán los óptimos resultados al momento de implementar un cultivo. No obstante, uno de los problemas en los análisis de suelo ha sido la dificultad de reproducir los resultados obtenidos en distintos laboratorios. Se ha encontrado que aun usando las mismas muestras y aplicando los mismos procedimientos de análisis los resultados difieren por consiguiente la estandarización de métodos y técnicas de análisis es indispensable para la

obtención de resultados que puedan ser comparados entre si dentro de distintos laboratorios y análisis (Viets Jr, 1988).

## **5. OBJETIVOS**

### **5.2. Objetivo General**

Determinar las propiedades físicas y químicas de un lote del barrio Santan Grande mediante el uso de técnicas básicas de laboratorio de suelos.

### **5.3. Objetivos Específicos**

- Establecer una guía de técnicas básicas de laboratorio para analizar propiedades físicas y químicas del suelo.
- Analizar las características físico-químico del suelo mediante una análisis físico-químico en el barrio Santan Grande.

## 6. 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>
<p>•Establecer una guía de técnicas básicas de laboratorio para analizar propiedades físicas y químicas del suelo.</p>	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>
<p>•Analizar las características físico-químico del suelo mediante una análisis físico-químico en el barrio Santan Grande.</p>	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.
	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

## **7. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **7.1. Suelo**

El suelo es un sistema estructural, heterogéneo y discontinuo, fundamental e insustituible, desarrollado a partir de una mezcla de materia orgánica, minerales y nutrientes capaces de sustentar el crecimiento de organismos y microorganismos. (García 2012)

Definición de suelo y relación con sus procesos de formación. También enfatiza la importancia ambiental y agrícola del suelo y lo presenta como un importante sistema universal de reciclaje de nutrientes, hábitat para la diversidad microbiana, almacén de carbono y proveedor de alimentos y otros servicios ambientales necesarios para la conservación del suelo. biodiversidad del planeta.(Forero-Cabrera et al. 2016)

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.)

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

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)

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. 2021a)

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. 2021a)

Conocer las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo es fundamental para el manejo sostenible de este recurso natural, ya que puede utilizarse para evaluar su estado de salud, potencial productivo y resiliencia. Además, un manejo adecuado del suelo puede mejorar sus propiedades implementando prácticas como rotación de cultivos, aumento de materia orgánica, fertilización balanceada, labranza mínima y mantenimiento de la cobertura vegetal.(Jaurixje et al. 2013)

### **7.3. 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.

### **7.4. Muestreo de suelo**

Una muestra de suelo se define como una cierta cantidad de suelo obtenida mezclando uniformemente varias alícuotas (submuestras) tomadas de diferentes lugares del área analizada. Se sabe que los suelos son heterogéneos porque sus constituyentes varían de un lugar a otro, por lo que se deben tener en cuenta diferentes características al tomar muestras.

El muestreo es la fase inicial y fundamental para la interpretación completa de los resultados obtenidos en el laboratorio. («Guía Para Muestreo de Suelos.» 2020)

### **7.5. 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)

### **7.6. Tipos de muestreo**

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)

- Sistemático: Es un método mediante el cual los puntos de muestreo seleccionados quedan equidistantes entre sí.
- Muestreo aleatorio: el muestreo aleatorio se basa en la teoría de la probabilidad y la necesidad de un análisis estadístico preciso.
- Cuadrícula Polar Sistemática: Este método se utiliza para tomar muestras de suelo de áreas circulares o elípticas.

### **7.7. 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)

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)

### **7.8. Equipo de muestreo**

El equipo básico de muestreo incluye:

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

### **7.9. 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.

## **7.10. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO**

### **7.10.1. Propiedades físicas**

En términos de propiedades físicas, tienen un impacto significativo en la estabilidad del suelo. Generalmente están asociados con la estructura del suelo, que incluye la disposición de



a través de la estabilidad de la estructura, La estabilidad estructural se define como la resistencia de masas de suelo y agregados a la descomposición o colapso en condiciones de humedad, bajo la influencia de factores externos, dependiendo del tipo y cantidad de arcilla; materia orgánica u otro agente cementante que permita que la estructura permanezca estable (Perea et al. 2021).

La estructura del suelo está determinada por la forma en que encajan entre sí las partículas individuales de arena, limo y arcilla. Cuando las partículas individuales se juntan, adquieren la apariencia de partículas más grandes llamadas agregados (Jaurixje et al. 2013).

#### ***7.10.4. Densidad***

La densidad del suelo se refiere a la masa de suelo por unidad de volumen, que es un parámetro importante que ayuda a comprender las propiedades físicas y el comportamiento del suelo. La densidad del suelo se ve afectada por varios factores como la composición del suelo, la humedad, la compactación y la materia orgánica. (Bravo, Sandoval, y Sangerman-Jarquín, s. f.)

#### ***7.10.5. 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 ( $M_s$ ) y el volumen ( $V_s$ ) 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)

#### ***7.10.6. 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. (Zalba et al. 2013)

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

Es un instrumento utilizado para medir la densidad de líquidos y sólidos. Para la medición se utiliza el principio de flotación el cual nos ayuda a medir la densidad del líquido de la muestra de suelo que vamos a realizar. (Arcos, s. f.)

### **7.10.8. Porosidad**

La porosidad total del suelo es variable (44-91%), pero en la capa superficial generalmente es mayor (65%) que en la capa del subsuelo (56%). La porosidad disminuye durante el crecimiento debido a la reducción de poros grandes ( $>10 \mu\text{m}$ ) resultante del colapso de la macroestructura. (Castañeda & Lorena, s. f.)

## **7.11. Propiedades químicas del suelo**

Los factores químicos afectan la calidad y disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas, algunos de los cuales cabe destacar son el pH, el dióxido de carbono, la conductividad eléctrica y el P, N y K. que pueden eliminarse. De manera similar, las características físicas muestran qué tan bien el suelo almacena y transfiere agua a la planta y permite el crecimiento de las raíces (Jaurixje et al. 2013)

Las características químicas del suelo, que se refieren al equilibrio adecuado de nutrientes en el suelo. Esto está determinado en gran medida por el contenido de dióxido de carbono o materia orgánica (Torres et al. 2006).

### **7.11.1. Ph**

El pH del suelo afecta la disponibilidad de nutrientes de las plantas, lo que significa que este factor puede ser responsable de deficiencias de nutrientes, toxicidad o niveles insuficientes de un elemento, Por otro lado, los niveles extremos de pH pueden afectar la estructura del suelo (Castillo et al., s. f.).

El pH sigue siendo uno de los parámetros más importantes del suelo agrícola. Esto se debe a que el pH afecta la capacidad de las plantas para absorber los nutrientes del suelo. Dado que el pH es el rango en el que los nutrientes se absorben más fácilmente, la mayoría de los cultivos crecerán sean adaptables (Rosas-Patiño, Puentes-Páramo, y Menjivar-Flores 2017).

### **7.11.2. Capacidad de intercambio catiónico**

Se refiere a la cantidad total de carga negativa disponible en la superficie de las partículas del suelo. También se puede definir como el número total de cationes intercambiables (carga negativa total) que puede contener un suelo determinado. Es importante conocer la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo porque este valor muestra la capacidad del suelo para retener e intercambiar nutrientes. Además, la ACC afecta directamente el número y la frecuencia de los eventos de fertilización (Henríquez et al. 2005).

### 7.11.3. *Materia Orgánica*

Es una materia la cual está conformada por compuestos o elementos orgánicos que provienen de los restos de organismos que alguna vez estaban vivos los cuales pueden ser plantas, animales, y sus desechos fecales en el ambiente natural. (Yanez et al. 1999)

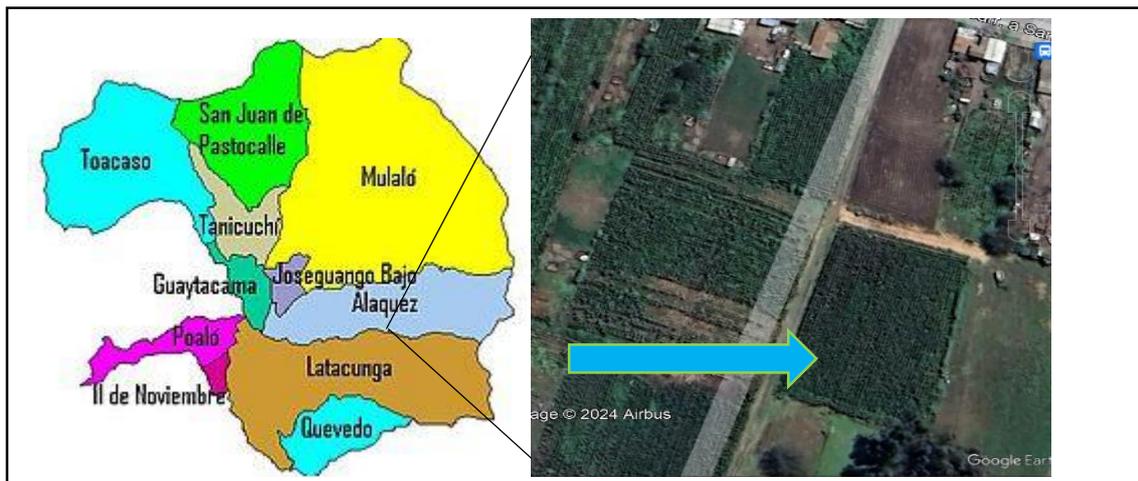
La materia orgánica del suelo proviene de la descomposición de los organismos vivos que mueren en él. Este proceso se llama mineralización y da como resultado la liberación de componentes minerales solubles o gaseosos como amoníaco, ácido nítrico y dióxido de carbono. (López 2018)

## 8. PREGUNTA CIENTIFICA

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

## 9. METODOLOGIA

### Ubicación del área de estudio



**Fuente:** Google Earth

Para la toma de muestras de suelo el lugar asignado se encuentra en el barrio Santan Grande que está situada cerca de la comunidad Vicentina y Pillig Loma perteneciente a la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga.

**Tabla 2.**

Características del sitio de investigación

<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
0°56'12"S	78°35'40"W
Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Barrio	Santan Grande

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.

**9.1. PROPIEDADES FISICAS****9.1.1. ESTRUCTURA DE SUELO**

Se la realizo con la técnica de tamizado en seco y lo que nos dicta la literatura para realizar esta práctica es utilizar una escala de tamiz para esto el método a realizar es tamizado en seco que consta de los siguientes materiales y pasos:

**Tabla 3.**

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 4.**

Calificación 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)

### 9.1.2. DENSIDAD REAL

Se utilizó la técnica del picnómetro y la densidad real se puede medir en g/cm<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 5.**

Materiales y equipos de densidad real

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

#### Procedimiento

- 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, verter 60 ml a la probeta aforada 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 6.**

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).

### 9.1.3. DENSIDAD APARENTE

Se utilizó la técnica de cilindros indeformables y para obtener resultados de la densidad aparente se procede a los pasos correspondientes la cual nos permitirá observar la resistencia del suelo

**Tabla 7.**

Materiales y equipos de densidad aparente.

MATERIALES	EQUIPOS
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 8.**

*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)

**9.1.4. POROSIDAD**

Se la realizó indirectamente y para obtener los resultados de la porosidad se realizó el cálculo de la densidad real con la densidad aparente aplicando la siguiente fórmula.

**Fórmula**

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

*Donde:*

Dr = Densidad real

Da = Densidad aparente

## Interpretación de resultados

**Tabla 9.**

Rango de porcentaje de porosidad.

<b>% Porosidad (Po)</b>	<b>Comportamiento</b>
> 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)*

## 9.2.PROPIEDADES QUIMICA

### 9.2.1. 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 10.**

Materiales y equipos de potencial hídrico.

<b>MATERIALES</b>	<b>EQUIPOS</b>
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 11.**

*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).

### 9.2.2. 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 12.***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	Balanza de Precisión de 0.1 mg	Acetato de NH <sub>4</sub> .
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		
Buretra		

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 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.

### 9.2.3. 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 14.**

*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 2 horas.
- 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 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).

#### 9.2.4. 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 16.**

*Materiales y equipos de 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

**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 necesita 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 17.***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.)

**9.2.5. 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 18.***Materiales y equipos de estructura de textura.*

Materiales	Equipos	Reactivos
Hidrómetro H152	Hexametáfosfato de sodio	Balanza
Termómetro		
Vaso precipitado de 1000 ml		
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 19.**

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).***10. ANALISIS Y DISCUSIONES DE RESULTADOS****Propiedades Físicas**

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

**Estructura de suelo**

Como resultado se obtuvo un promedio de estructura de suelo de 1.13 mm lo que nos representa que se encuentra en un rango de 1.5 a 3.0 lo cual quiere decir que su estructura es moderadamente estable.

Forero-Cabrera et al, (2016), nos dice que dado que la estructura del suelo es un estado complejo relacionado con muchos procesos agronómicos y ambientales, es particularmente importante evaluar su estabilidad frente a fuerzas externas (gotas de lluvia, presiones mecánicas) y fuerzas internas (construcción como resultado de ráfagas de viento). resultando en humectación e hinchazón diferenciales rápidas).

**Tabla 20.**

Resultados de estructura de suelos.

<b>Muestras</b>	<b>Densidad Real</b>
M# 1	1,14
M# 2	1,13
M# 3	1,13
M# 4	1,14
M# 5	1,13
M# 6	1,14
<b>Promedio</b>	1,13

### Densidad real

Como resultado se obtuvo un rango de densidad real de 1.71 g/cm<sup>3</sup> lo que representa que se encuentra dentro de un rango menor a 2.4 lo cual quiere decir que tiene una densidad real muy baja.

Vargas et al, (2020), menciona que la densidad real es menor que el valor aceptado en la literatura (alrededor de 2,65 g cm<sup>-3</sup>), lo que puede deberse al bajo contenido de materia orgánica de los suelos agrícolas.

### Tabla 21.

*Resultados de densidad real.*

<b>Muestras</b>	<b>Densidad Real</b>
M# 1	1,73
M# 2	1,71
M# 3	1,70
M# 4	1,70
M# 5	1,68
M# 6	1,76
<b>Promedio</b>	1,71

### Densidad aparente

Como resultado se obtuvo un rango de densidad aparente de 1.38 g/cm<sup>3</sup> lo que nos representa que se encuentra en un rango medio de 1.2-1.45 lo cual quiere decir que tiene una densidad aparente media.

Hamza & Anderson, (2005), mencionan que los cambios en la DA a lo largo del tiempo pueden ser causados por el cultivo, el transporte de máquinas, el pisoteo de animales, el crecimiento de raíces y/o el movimiento de animales. Un aumento en DA se asocia con un ambiente edáfico más pobre para el crecimiento de las raíces debido a una menor aireación y una mayor resistencia a la infiltración y cambios no deseados en las funciones hidrológicas como la infiltración y la percolación.

**Tabla 22.***Resultados de densidad aparente.*

<b>Muestras</b>	<b>Densidad Aparente</b>
M# 1	1,39
M# 2	1,39
M# 3	1,40
M# 4	1,40
M# 5	1,33
M# 6	1,39
<b>Promedio</b>	1,38

**Porosidad**

Como resultado se obtuvo un porcentaje de porosidad de 19.25 % lo que se representa que se encuentra dentro de un rango de 40-25 que significa que tiene una porosidad muy baja y presenta un problema de asfixia radicular.

Horowitz y Walling, (2005), nos indican que la porosidad de la superficie del suelo determina en gran medida la infiltración de agua y los procesos de escorrentía que afectan la erosión hídrica y el transporte de agua en el suelo.

**Tabla 23.***Resultados de porosidad.*

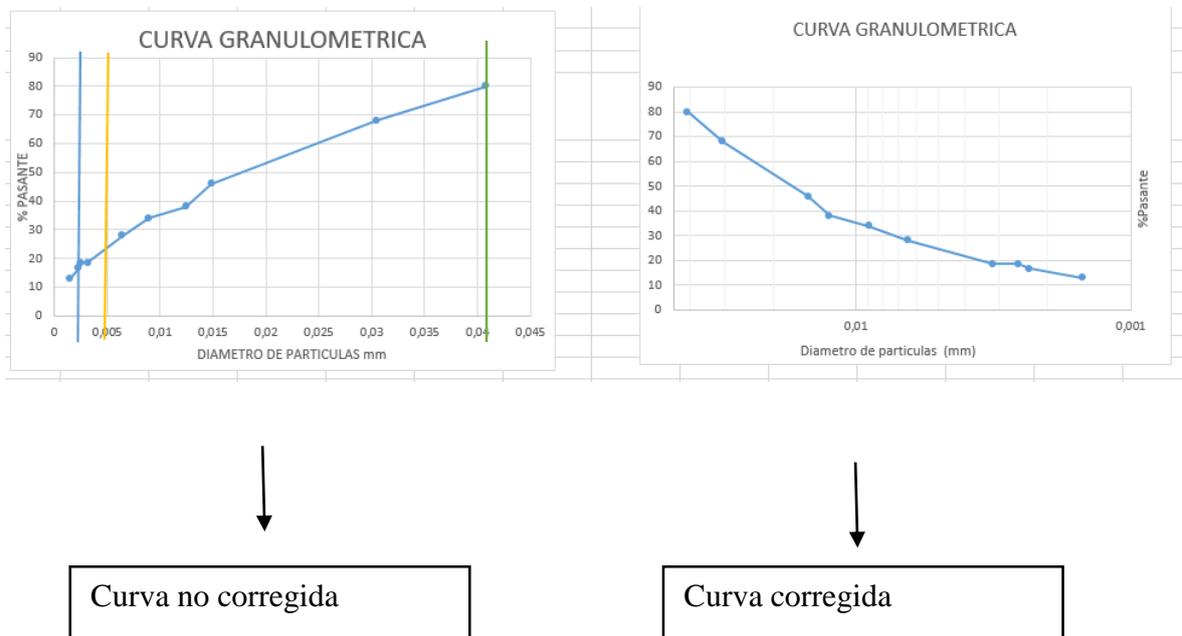
<b>Muestra de suelo</b>	<b>Porosidad</b>
M# 1	19,65
M# 2	18,71
M# 3	17,65
M# 4	17,65
M# 5	20,83
M# 6	21,02
<b>Promedio</b>	19,25

## 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.

Lacasta et al., (2005), manifiesta que la textura indica la concentración de partículas de arena, limo y arcilla en el suelo. También afecta otras propiedades como la densidad aparente, la porosidad y por tanto el movimiento y almacenamiento de fluidos (agua y aire) en el suelo).



**Tabla 24.**

*Textura de suelo.*

Arena	51,4
Limo	35,4
Arcilla	12

## Propiedades Químicas

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

### Ph

Como resultado se obtuvo un rango de Ph de 6.52 lo que representa que está dentro de un rango de 6.1 a 6.5 lo que significa que es un suelo ligeramente ácido.

Prasad y Power, (1997), nos dicen que, para obtener el mejor rendimiento y la máxima productividad, el pH óptimo del suelo debe estar entre 6,5 y 7,0.

### Tabla 25.

*Resultados de Ph.*

Muestra de suelo	Rango de Ph
M# 1	6,75
M# 2	6,75
M# 3	6,2
M# 4	6,30
M# 5	6,4
M# 6	6,7
<b>Promedio</b>	6,52

### Intercambio catiónico

Como resultado se obtuvo una media de 10.90 mg/100g de intercambio catiónico lo que se representa que está dentro de un rango de 10 a 20 que significa que tiene un nivel medio de intercambio catiónico.

Meunier, (2005), manifiesta que la CIC obtenida en los análisis de suelo depende del método de determinación. Esto demuestra que estos métodos causan problemas relacionados con diferentes propiedades químicas del suelo. Los métodos de acetato de amonio pH 7 y acetato de sodio pH 8,2 disuelven los carbonatos en el suelo, aumentando la cantidad de cationes verdaderamente intercambiables.

**Tabla 26.***Resultados de intercambio catiónico.*

<b>Muestra de suelo</b>	<b>C.I.C</b>
M# 1	10,66
M# 2	11,17
M# 3	10,63
M# 4	10,65
M# 5	11,14
M# 6	11,14
<b>Media</b>	<b>10,90</b>

**Materia Orgánica**

Como resultado se obtuvo un porcentaje de materia orgánica de 1.5 % lo que se representa que se encuentra dentro de un rango menor de 1.0 a 3.0 lo que significa que tiene una categoría media según la tabla de Pina & de Armas, (2015).

Izquierdo Bautista & Arévalo Hernández, (2021), mencionan que la materia orgánica es un parámetro importante utilizado como indicador de la calidad del suelo y está directamente relacionado con las características físicas, químicas y biológicas del suelo, Además, su cuantificación es necesaria para recomendar la cantidad y tipo de enmiendas del suelo.

**Tabla 27.***Resultados de materia orgánica.*

<b>Muestra de suelo</b>	<b>% Materia Orgánica</b>
M# 1	-2,3
M# 2	-1,2
M# 3	-0,1
M# 4	3,3
M# 5	7,5
M# 6	1,9
<b>Promedio</b>	<b>1,5</b>

## Nutrientes

### Técnica pasta saturada

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis químico se obtuvo una media de 350 de nitritos, 25 pp de potasio, 130 pp de calcio, 160 de Sodio lo cual se presenta en la tabla.

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 28.**

*Resultados de conductividad eléctrica.*

COND	1440
ALTO	>1000 dSm-1

**Tabla 29.**

Resultados de nutrientes.

	MEDIA	RANGO
<b>Na<sup>+</sup></b>	160	Alto
<b>K<sup>+</sup></b>	25	Bajo
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	130	Medio
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	350	Alto

### Análisis de parámetros obtenidos

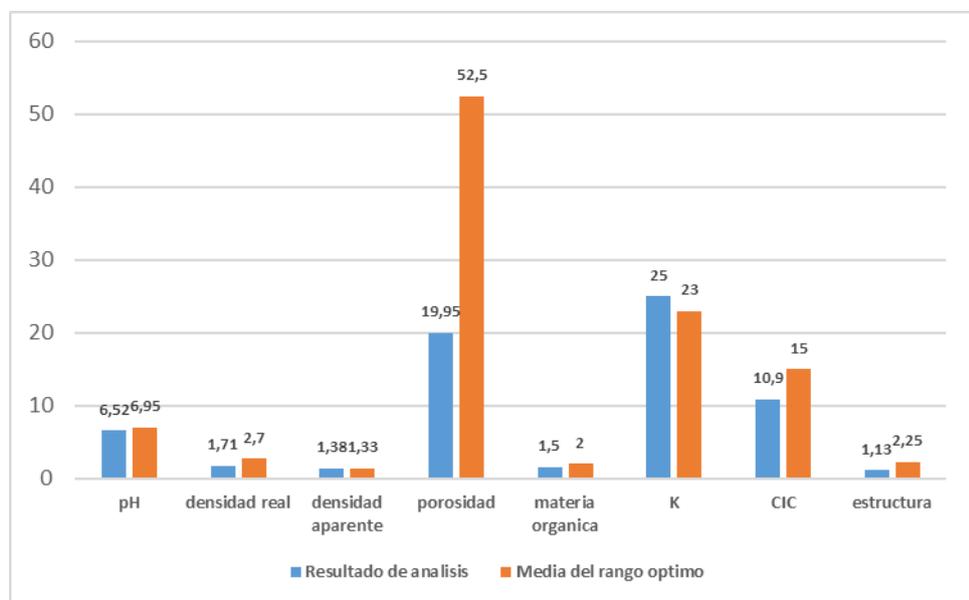
En la tabla numero 31 realizamos un análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio de la carrera de agronomía con las diferentes muestras del barrio Santan Grande: el ph da como resultado en el análisis de 6.52 y según la guía el rango optimo es 6.95; densidad real el resultado del análisis de suelo es 1.71 y el rango optimo es de 2.7; la densidad aparente del análisis de suelo es de 1.38 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 19.95 y el rango optimo es de 52.5; la materia orgánica del análisis de suelo es de 1.5 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 25 y el rango optimo es de 23; el intercambio catiónico del análisis de suelo es de 10.9 y el rango optimo es de 15; la estructura de nuestro análisis de suelo es de 1.13 y el rango optimo es de 2.25 lo que nos indica que no existe mucha diferencia en los resultados obtenidos.

**Tabla 30.**

*Resultados de laboratorio UTC.*

	<b>Resultado de análisis</b>	<b>Media del rango optimo</b>
pH	6,52	6,95
densidad real	1,71	2,7
densidad aparente	1,38	1,33
porosidad	19,95	52,5
materia orgánica	1,5	2
K	25	23
CIC	10,9	15
estructura	1,13	2,25



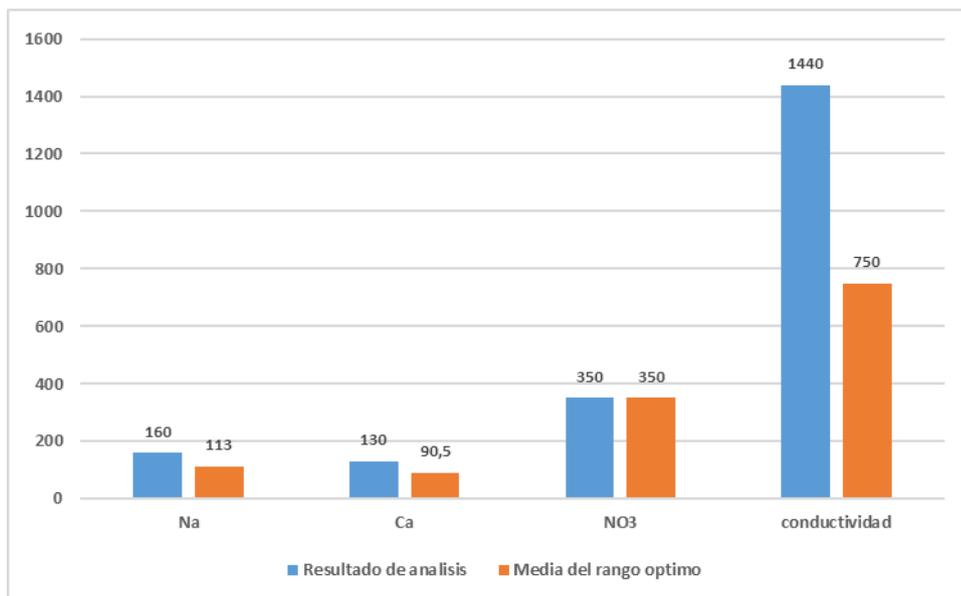
En la tabla numero 32 realizamos un análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio de la carrera de Agronomía con las diferentes muestras del barrio Santan Grande: el Na da como resultado en el análisis de 160 y según la guía el rango optimo es 113; el Ca da como resultado en el análisis de 130 y según la guía el rango optimo es 90.5; el NO3 da como resultado en el

análisis de 350 y según la guía el rango óptimo es 350; la conductividad eléctrica da como resultado en el análisis de 1440 y según la guía el rango óptimo es de 750.

**Tabla 31.**

*Resultados de laboratorio UTC.*

	<b>Resultado de análisis</b>	<b>Media del rango óptimo</b>
Na	160	113
Ca	130	90,5
NO <sub>3</sub>	350	350
conductividad	1440	750

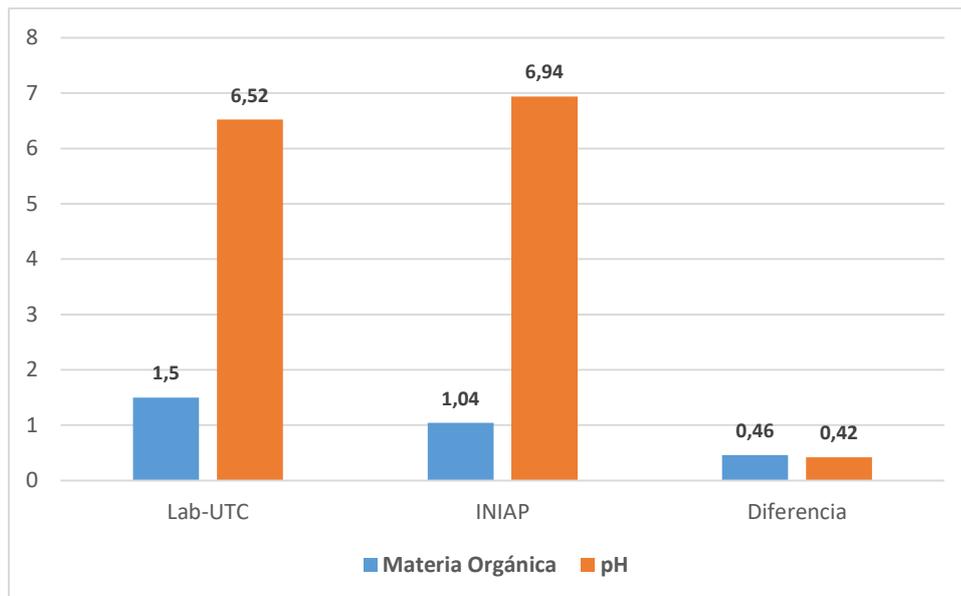


### **Resultados del laboratorio de la UTC-INIAP**

En la tabla número 33 realizamos un análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio de la carrera de Agronomía y del INIAP con la muestra de suelo del barrio Santan Grande: la materia orgánica da como resultado en el análisis del laboratorio de la UTC de 1.5 y del laboratorio del INIAP da un resultado de 1.04 existiendo así una diferencia de 0.46 en el resultado de materia orgánica; el Ph da como resultado en el análisis del laboratorio de la UTC de 6.52 y del laboratorio del INIAP da un resultado de 6.94 existiendo así una diferencia de 0.42 en el resultado de Ph lo que nos indica que existe resultados similares.

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

	Materia Orgánica	Ph
Lab-UTC	1,5	6,52
INIAP	1,04	6,94
Diferencia	0,46	0,42



## 11. CONCLUSIONES

- Se dispone de una guía de laboratorio básica de laboratorio elaborado de acuerdo a las características de suelos del laboratorio de la carrera de Agronomía.
- Se determinaron nueve parámetros físicos y químicos de muestras de suelo obtenidas del barrio Santan Grande los cuales 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 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.

## 13. BIBLIOGRAFIAS

- Benitez-Pardo, Daniel, Migdonio Hernández-Montoya, Tomas Osuna-Enciso, y Marino Valenzuela-López. 2003. «MUESTREO Y ANÁLISIS FOLIAR RELACIONADOS CON FENOLOGÍA EN MANGO EN EL SUR DE SINALOA, MÉXICO».
- Castillo, Daniel Ibarra, José Ariel Ruiz Corral, Diego Raymundo González Eguiarte, José Germán Flores Garnica, y Díaz Padilla. s. f. «DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL pH DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DE ZAPOPAN, JALISCO, MÉXICO».
- Forero-Cabrera, Nathalia María, Jesús Hernán Camacho-Tamayo, Leonardo Ramírez-López, y Yolanda Rubiano Sanabria. 2016. «EVALUACIÓN DE TEXTURA DEL SUELO CON ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO CERCANO EN UN OXISOL DE COLOMBIA». *Colombia Forestal* 20 (1): 5. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.1.a01>.
- Izquierdo Bautista, Jaime, y John Jairo Arévalo Hernández. 2021. «Determinación del carbono orgánico por el método químico y por calcinación». *Ingeniería y Región* 26 (diciembre): 20-28. <https://doi.org/10.25054/22161325.2527>.

- Jaurixje, Margareth, Duilio Torres, Betty Mendoza, y Manuel Henríquez. 2013. «PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO Y SU RELACIÓN CON LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA BAJO DIFERENTES MANEJOS EN LA ZONA DE QUÍBOR, ESTADO LARA».
- Perea, Yatniel Escobar, Belyani Vargas Batis, Yordi Mauro Ramos García, Jesús Rodríguez Suárez, Orledis Rodríguez Osoria, y Rubert Rodríguez Fonseca. 2021a. «Propiedades físicas del suelo en cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba».
- . 2021b. «Propiedades físicas del suelo en cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba».
- Ramón, Moreno, Gisbert Blanquer, Juan Manuel, y Ibáñez Asensio. s. f. «Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos».
- Zalba, Pablo, Maximiliano Garay, Nilda Amiotti, y Adrian Ares. 2013. «IMPROVED FIELD METHOD FOR ESTIMATING SOIL SALINITY».
- Agro. (2019). POROSIDAD Y AIREACIÓN. APUNTE DE EDAFOLOGÍA DENSIDAD REAL Y APARENTE.
- Agroproductores. (2023). Influencia del pH en la absorción de nutrientes en las plantas [Fotografía]. Obtenido de Agroproductores: <https://agroproductores.com/disponibilidad-nutrientes-segun-ph/>
- Agro. (2019). POROSIDAD Y AIREACIÓN. APUNTE DE EDAFOLOGÍA DENSIDAD REAL Y APARENTE.
- 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.
- Barrezueta-Unda, S., Cervantes-Alava, A., Ullauri-Espinoza, M., Barrera-Leon, J., & Condoy-Gorotiza, A. (2020). EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE IGNICIÓN PARA DETERMINAR MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS DE LA PROVINCIA EL

- ORO-ECUADOR. *FAVE Sección Ciencias Agrarias*, 19(2), 25-36.  
<https://doi.org/10.14409/fa.v19i2.9747>
- Corbacho, A., Garrido, J., Lorano, S., & Cantero, J. (s.f.). *Análisis de suelo*. Almería.
- Ciancaglini, N. (2020). Guía para la determinación de textura de suelos.
- 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).
- 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*.
- Gómez, J. C. (2013). *Manual de Prácticade Campo y del Laboratorio de Suelos*. TOLIMA.
- 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*.
- 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).  
*Iniapsc635.65E17p12.pdf*. (s. f.).
- Labprocess. (2022). *Guía del proceso de calibración de pHmetro*. Obtenido de Labprocess:  
<https://www.labprocess.es/guia-del-proceso-de-calibracion-de-phmetro>
- 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*.
- Obtenidode[https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/42969/mod\\_resource/content/1/POROSIDAD%20Y%20AIREACION%2026-3-19.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/42969/mod_resource/content/1/POROSIDAD%20Y%20AIREACION%2026-3-19.pdf)
- 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*.
- 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>