



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO EN EL  
CULTIVO DE MELLOCO (*Ullucus tuberosus*) DENTRO DEL SISTEMA DE  
ROTACIÓN DE CULTIVOS EN LA TERRAZA 10 EN SALACHE, LATACUNGA,  
COTOPAXI 2022”.**

---

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

**Autor:**

Rojas Guamán Jeferson Adán.

**Tutora:**

López Castillo Guadalupe de las Mercedes, Mg.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2022**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Jeferson Adán Rojas Guamán, con cédula de ciudadanía No. 0503392045, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE MELLOCO (*Ullucus tuberosus*) DENTRO DEL SISTEMA DE ROTACIÓN DE CULTIVOS EN LA TERRAZA 10 EN SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2022”, siendo la Ingeniera Mg. Guadalupe de las Mercedes López Castillo, Tutora 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, 30 de agosto del 2022

Jeferson Adán Rojas Guamán

Estudiante

CC: 0503392045

Ing. Guadalupe López Castillo, Mg

Docente Tutor

CC: 1801902907

## 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 JEFERSON ADÁN ROJAS GUAMÁN, identificado con cédula de ciudadanía **0503392045** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, 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 en Agronomía titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE MELLOCO (*Ullucus tuberosus*) DENTRO DEL SISTEMA DE ROTACIÓN DE CULTIVOS EN LA TERRAZA 10 EN SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2022”, 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 2017 – Marzo 2018

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutora: Ingeniera Mg. Guadalupe de las Mercedes López Castillo.

Tema: “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE MELLOCO (*Ullucus tuberosus*) DENTRO DEL SISTEMA DE ROTACIÓN DE CULTIVOS EN LA TERRAZA 10 EN SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2022”

**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, Latacunga, 30 de agosto del 2022

Jeferson Adán Rojas Guamán.

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.

**EL CEDENTE**

**LA CESIONARIA**

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

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

**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE MELLOCO (*Ullucus tuberosus*) DENTRO DEL SISTEMA DE ROTACIÓN DE CULTIVOS EN LA TERRAZA 10 EN SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2022”**, de Jeferson Adán Rojas Guamán, de la Carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 30 de agosto del 2022

Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo, Mg.

**DOCENTE TUTOR**

CC: 1801902907

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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, el postulante: Jeferson Adán Rojas Guamán, con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE MELLOCO (*Ullucus tuberosus*) DENTRO DEL SISTEMA DE ROTACIÓN DE CULTIVOS EN LA TERRAZA 10 EN SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2022”**, 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 los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 30 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing. Carlos Javier Torres Miño, Ph.D

CC: 0502329238

Lector 2

Ing. Clever Castillo De la Guerra, Mg

CC: 0501715424

Lector 3

Ing. Edwin Marcelo Chancusig Espín, Ph.D

CC: 0501148837

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a dios por guiar mi camino cada día.

A mis padres Adán y Norma por a verme cuidado, apoyado y alentado para no rendirme en este largo camino.

A todos mis hermanos por creer en mí y apoyarme en mis estudios, a mis amigos por darme fuerza.

A mis docentes que me guiaron en el proceso para obtener mi título universitario.

A mi tutora por el tiempo dedicado y por los conocimientos brindados.

**Jeferson Adán Rojas Guamán.**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico sin duda alguna a mi sobrina Paula Mercedes por haberme enseñado que no hay edad para asumir responsabilidades grandes y que siempre hay una oportunidad para ser mejores

A todos mis familiares y amigos que creyeron en mí y confiaron en mis capacidades y desempeño.

**Jeferson Adán Rojas Guamán**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO:** “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE MELLOCO (*Ullucus tuberosus*) DENTRO DEL SISTEMA DE ROTACIÓN DE CULTIVOS EN LA TERRAZA 10 EN SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2022”.

AUTOR: Rojas Guaman Jeferson Adán.

### RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad evaluar las propiedades físico químicas del suelo en el cultivo de melloco previo a la incorporación de tres abonos orgánicos con tres diferentes dosis en la terraza 10 en la Universidad Técnica de Cotopaxi sector Salache (CEYPSA), se realizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) en un arreglo factorial de 3X3+1 con 3 repeticiones. Las variables en estudio fueron porcentaje de germinación los mejores tratamientos T2 (ecoabonaza, 20 t/ha) y el tratamiento T7 (fertiplus, 10 t/ha), con 81,27. En el número de hojas el tratamiento T9 (fertiplus dosis dos) a razón de 30 toneladas por hectárea con una media de 15 unidades. En el ancho de las hojas el tratamiento T6 (nutriabono, 30 t/ha) se obtuvo un promedio de 2,33 cm. En el largo de las hojas el tratamiento T9 (fertiplus 30 t/ha) se obtuvo una media de 3,33 cm. En la altura de la planta el tratamiento T1 (ecoabonaza 10 t/ha), presento el porcentaje de 8.1cm. En el macollamiento el tratamiento T5(nutriabono 20 t/ha) presento una media de 4,5 unidades. En el diámetro de tallo tratamiento T6(nutriabono 30 t/ha), el tratamiento T5 (nutriabono 20 t/ha), el tratamiento T4(nutriabono 10t/ha), el tratamiento T9(fertiplus 30 t/ha), las medias de 0,3cm. En relación a los análisis químicos el potasio(K) la variación más representativa fue en el tratamiento T8 (fertiplus 20 t/ha) subiendo de 4 a 5,1meq/100gr. En nitrógeno(N) el incremento más representativo fue en tratamiento T2(ecoabonaza 20t/ha) pasando de 2,01 a 76 ppm. En el fosforo (P) el incremento más notable fue en el tratamiento T2(ecoabonaza 20t/ha) en donde se incrementó de 36 a 187,6 ppm. En el calcio(Ca) el incremento más notable fue en el T1(ecoabonaza 10 t/ha) 23,2 a 25,8 meq/100gr. En el magnesio(Mg) el incremento de mayor relevancia fue en el tratamiento T2(ecoabonaza 20t/ha) 3 a 3,9 meq/100gr. En el análisis físico la densidad real más elevada la obtuvo el tratamiento con un valor de 2,43 gr/ml y la densidad aparente el tratamiento T4 (nutriabono, 10t/ha) con un valor de 1,30 gr/ml es como promedio de los valores de las muestras tomadas a 10, 20 y 30 centímetros de profundidad. Con los datos enunciados se recomienda la aplicación de materia orgánica en los tratamientos T8 (fertiplus 20 t/ha), T2(ecoabonaza 20t/ha), T1(ecoabonaza 10 t/ha) y T4 (nutriabono, t/ha) influyen de manera directa en las características física y químicas de los suelos erosionados del CEASA.

**Palabras clave:** erosión, recuperación de suelos, propiedades del suelo, materia orgánica.

## **TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

### **FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**TITLE:** "EVALUATION OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE SOIL IN THE CULTIVATION OF MELLOCO (*Ullucus tuberosus*) IN THE SYSTEM OF CROP ROTATION IN TERRACE 10 IN SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2022".

**AUTHOR:** Rojas Guaman Jeferson Adán.

#### **ABSTRACT**

The purpose of this research work was to evaluate the physical and chemical properties of the soil in the melloco crop prior to the incorporation of three organic fertilizers with three different doses on terrace 10 at the Technical University of Cotopaxi, Salache sector (CEYPSA). An experimental design of completely randomized blocks (DBCA) in a factorial arrangement of 3X3+1 with 3 replications was carried out. The variables under study were germination percentage, the best treatments T2 (ecoabonaza, 20 t/ha) and T7 (fertiplus, 10 t/ha), with 81.27. In the number of leaves, treatment T9 (fertiplus dose two) at a rate of 30 tons per hectare with an average of 15 units. In leaf width, the T6 treatment (nutriabono, 30 t/ha) obtained an average of 2.33 cm. In leaf length, treatment T9 (fertiplus 30 t/ha) obtained an average of 3.33 cm. In plant height, treatment T1 (ecoabonaza 10 t/ha) had a percentage of 8.1 cm. In tillering, treatment T5 (nutriabono 20 t/ha) had an average of 4.5 units. In stem diameter, treatment T6 (nutriabono 30 t/ha), treatment T5 (nutriabono 20 t/ha), treatment T4 (nutriabono 10 t/ha), treatment T9 (fertiplus 30 t/ha), had an average of 0.3 cm. In relation to the chemical analysis of potassium (K), the most representative variation was in treatment T8 (fertiplus 20 t/ha), increasing from 4 to 5.1 meq/100gr. In nitrogen (N), the most representative increase was in treatment T2 (ecoabonaza 20t/ha) going from 2.01 to 76 ppm. In phosphorus (P) the most notable increase was in treatment T2 (ecoabonaza 20t/ha) where it increased from 36 to 187.6 ppm. In calcium (Ca) the most notable increase was in T1 (ecoabonaza 10 t/ha) 23.2 to 25.8 meq/100gr. In magnesium (Mg) the most relevant increase was in treatment T2 (ecoabonaza 20t/ha) 3 to 3.9 meq/100gr. In the physical analysis, the highest real density was obtained in the treatment with a value of 2.43 gr/ml and the apparent density in the treatment T4 (nutriabono, 10t/ha) with a value of 1.30 gr/ml is as an average of the values of the samples taken at 10, 20 and 30 centimeters depth. With the above data, it is recommended that the application of organic matter in treatments T8 (fertiplus 20 t/ha), T2(ecoabonaza 20t/ha), T1(ecoabonaza 10 t/ha) and T4 (nutriabono, t/ha) have a direct influence on the physical and chemical characteristics of the eroded soils of CEASA.

**Key words:** erosion, soil recovery, soil properties, organic matter.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	1
2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION.....	1
1.1 Beneficiarios Directos .....	1
1.2 Beneficiarios Indirectos.....	2
3. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
4. OBJETIVOS.....	2
4.1 Objetivo General.....	2
4.2 Objetivos Específicos.....	2
ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	3
5. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	3
5.1 Suelo.....	3
5.2 Erosión del suelo.....	4
5.3 Tipos de Erosión .....	4
5.3.1 Erosión eólica.....	4
5.3 Erosión hídrica.....	5
5.4 Propiedades químicas del suelo.....	5
5.4.1 Ph.....	5
5.4.2 Macro y micro elementos.....	6
5.4.3 Conductividad eléctrica.....	6
5.5 Propiedades físicas del suelo.....	6
5.5.1 Densidad real.....	6
5.5.2 Densidad aparente.....	7
5.6 Cultivo de Melloco.....	8

5.7	Descripción taxonómica .....	8
5.8	Descripción botánica. ....	8
5.8.1	Raíz. ....	8
5.8.2	Tallo. ....	9
5.8.3	Hojas.....	9
5.8.4	Requerimientos edafoclimáticos.....	9
5.8.4.1	Temperatura. ....	9
5.8.4.2	Altitud.....	9
5.8.4.3	Suelo.....	9
6.	HIPÓTESIS.....	9
7.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	9
7.1	Metodología.....	9
7.1.1	Tipo de investigación.....	10
7.1.2	Tipo de método. ....	10
7.1.2.1	Deductivo.....	10
7.1.3	Técnica de investigación.....	10
7.1.3.1	De campo.....	10
7.1.4	Bibliografía documental.....	10
7.1.4.1	Libro de campo.....	10
7.2	Factores en estudio .....	10
7.2.1	Factor a. Tipos de abono.....	11
7.2.2	Factor b. Dosis .....	11
7.3	Diseño experimental.....	11
7.4	Factores en estudio. ....	11
7.4.1	Tratamientos .....	11
7.4.2	Análisis estadístico y funcional. ....	12
7.4.3	Características de la parcela. ....	12
7.5	Materiales .....	13
7.5.1	Herramientas de uso agrícola. ....	13
7.5.2	Sistema de riego por aspersión. ....	13
7.5.3	Insumos.....	13
	CARACTERIZACIÓN DEL SITIO DE INVESTIGACIÓN.....	13
7.6	Mapa sobre el sitio de investigación.....	14

Variables.....	14
7.7 Variables dependientes .....	14
7.8 Variables independientes .....	15
7.9 Variables en estudio .....	15
7.9.1 Porcentaje de germinación.....	15
7.9.2 Macollamiento.....	15
7.9.3 Altura de la planta. ....	15
7.9.4 Diámetro del tallo. ....	15
7.9.5 Número de hojas.....	15
7.9.6 Largo de la hoja.....	16
7.9.7 Ancho de la hoja.....	16
7.10 Procedimiento del proyecto de investigación .....	16
7.10.1 ubicación del proyecto. ....	16
7.10.2 Área de estudio.....	16
7.10.3 Análisis del suelo inicial. ....	16
7.10.4 Preparación del terreno. ....	17
7.10.5 Implementación del sistema de riego por aspersión.....	17
7.10.6 Delimitación del área del ensayo. ....	17
7.10.7 Obtención de semillas y siembra. ....	17
8. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS .....	18
8.1 Variable porcentaje de germinación en la investigación denominada. ....	18
8.2 Variable número de hojas en la investigación denominada. ....	19
8.3 Variable ancho de la hoja para la investigación.....	22
8.5 Variable altura de planta para la investigación denominada.....	28
8.6 Variable macollamiento para la investigación denominada.....	29
8.7 Variable diámetro de tallo para la investigación denominada .....	31
8.8 Interpretación de las Propiedades Químicas del análisis inicial y análisis final de suelo analizado en el laboratorio de suelos del INIAP estación Santa Catalina .....	33
8.9 Clase textural del sitio de investigación.....	40
8.10 Densidad aparente del sitio de investigación (muestras a 10, 20, 30 cm).....	42
9. CONCLUSIONES. ....	44
10. RECOMENDACIONES. ....	44
11. BIBLIOGRAFÍA. ....	44
12. ANEXOS. ....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tratamientos del ensayo experimental .....	11
Tabla 2.	Esquema del ADEVA .....	12
Tabla 3.	características de la parcela de investigación .....	12
Tabla 4.	ADEVA PARA EL PORCENTAJE DE GERMINACION.....	18
Tabla 5.	ADEVA PARA EL NUMERO DE HOJAS. ....	19
Tabla 6.	Prueba de Tukey al 5% para testigo vs resto en la variable número de hojas a los 90 y 120 días.....	21
Tabla 7.	ADEVA para la variable ancho de la hoja. ....	22
Tabla 8.	Prueba de Tukey al 5% para testigo vs resto en la variable ancho de hoja a los 60 y 90 días. 24	
Tabla 9.	ADEVA para la variable largo de hoja.....	25
Tabla 10.	Prueba de Tukey al 5% para testigo vs resto en la variable largo de hoja a los 60 y 90 días. 27	
Tabla 11.	ADEVA para la variable altura de planta.....	28
Tabla 12.	ADEVA para la variable macollamiento.....	30
Tabla 13.	ADEVA para la variable diámetro de tallo.....	31
Tabla 14.	Densidad real del sitio de la investigación. ....	41
Tabla 15.	densidad aparente del sitio de investigación.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Medias de la variable porcentajes de germinación para tratamientos .....	18
Figura 2.	.....	20
Figura 3.	Variable Numero de hojas en testigo vs el resto a los 90 y 120 días. ....	22
Figura 4.	Medias para la variable ancho de la hoja en los tratamientos.....	23
Figura 5.	Variable ancho de hojas en testigo vs resto a los 60 y 90 días. ....	24
Figura 6.	Medias para la variable largo de la hoja en los tratamientos.....	26
Figura 7.	Variable largo de hoja en testigo vs resto a los 60 y 90 días. ....	27
Figura 8.	Medias para la variable altura de planta en relación a los tratamientos. ....	29
Figura 9.	Medias para la variable macollamiento en relación a los tratamientos. ....	30
Figura 10.	Medias para la variable diámetro de tallo en relación a los tratamientos.....	32
Figura 11.	Cuadro comparativo entre el análisis final e inicial para la materia orgánica (MO). 33	

Figura 12. Cuadro comparativo entre el análisis final e inicial para el potencial de hidrogeno (PH) .....	34
Figura 13. Análisis de la variación del macro nutriente primario potasio (K).....	36
Figura 14. Análisis de la variación del macro nutriente primario nitrógeno (N). .....	37
Figura 15. Análisis de la variación del análisis inicial y final del macro nutriente primario fosforo (P). 38	
Figura 16. Análisis de la variación del macronutriente secundario calcio (Ca).....	39
Figura 17. Análisis de la variación del macronutriente secundario magnesio (Mg). .....	40

## **1.JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.**

Se estima que alrededor del 25% de las tierras del mundo registran un alto grado de desertificación, la FAO en el 2018 menciona que cada año se estima que entre 20 y 30Gt. (billón de toneladas) de suelo es erosionada por agua, 5Gt. por laboreo y 2Gt. por viento en tierra arable. Si esta tendencia no cambia, se prevé que el potencial de producción total anual se reducirá en un 10% para 2050.

El Ecuador ha sido y sigue siendo afectado por numerosos procesos erosivos, de tal manera que se puede considerar que la erosión constituye uno de los principales aspectos de degradación de los recursos naturales, especialmente del suelo. Alrededor del 50% del territorio tiene que ver con este problema. La Sierra es el asiento de una erosión, activa a muy activa, generalizada en muchos lugares. Una erosión más localizada, de carácter potencial, pero que se desarrolla con una relativa rapidez en nuestros días, afecta a toda la parte occidental de la Costa y, en menor grado, a los grandes ejes de colonización de la Región Amazónica.

En el cantón Latacunga; el porcentaje de erosión de los suelos es de 1,24 y el porcentaje de las áreas en proceso de erosión es de 9,40(Comité Nacional de Ordenamiento Territorial., 2014) por lo que se puede observar que la problemática es fuerte tanto a nivel mundial, nacional como a nivel local.

La erosión ocasionada en el suelo quebradizo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN), se identifica por ser de topografía irregular y condiciones climáticas adversas, las mismas que al tener pendientes pronunciadas, se degradan con mayor rapidez por causas fluviales, eólicas, gravitatorias, antrópicas y/o mecánicas, el desarrollo y búsqueda de alternativas para evitar el acarreamiento de suelo y pérdida de capa fértil se da mediante la aplicación de nuevas técnicas de manejo de conservación de suelos, de ello surge la necesidad de impulsar el análisis de las características del suelo en las terrazas de banco durante el proceso de rotación de cultivos al cual se ha sometido, lo cual beneficia como aportes técnicos en resultados e implementación; la investigación se realizó de forma práctica, ya que resulta importante estimar los resultados que se obtengan del estudio ante la población.

## **2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION.**

### **1.1 Beneficiarios Directos.**



Los beneficiarios directos del presente proyecto de conservación de suelos serán los alumnos de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la carrera de Ingeniería Agronómica (420), ya sea en el ámbito académico y bibliográfico, que ayude a mejorar e incentivar a futuras investigaciones.

## **1.2 Beneficiarios Indirectos.**

Productores de Melloco y propietarios de suelos erosionados a nivel nacional.

## **3. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.**

Hoy en día el mundo sufre una degradación y desertificación de grandes extensiones de tierra, las cuales son un problema que afecta directamente a 250 millones de personas en el mundo y 169 países también sufren estos efectos. Según (Fao, 2018) Alrededor del 25% de las tierras del mundo registran un alto grado de desertificación, convirtiéndose en un grave problema, cuyas consecuencias podrían ser devastadoras para la población.

(EL Comercio, 2018) Menciona que el Ecuador al igual que los diferentes países vive esta realidad ya que alrededor del 49% de las tierras del país se encuentran en degradación y el 22% de las tierras están en proceso de desertificación. En el país hay zonas en proceso de desertificación como la cuenca del río Jubones, que comprende a las provincias de Azuay, Loja y El Oro. Para Chiriboga, esto se ha convertido en uno de los principales problemas ambientales a escala nacional. Provincias como Manabí, Santa Elena, Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi también muestran problemas.

Una de las amenazas más evidentes que presenta el cantón Latacunga es la gran afectación que tiene en cuanto a la degradación de suelos, ya que es considerada como una provincia agrícola en la Sierra central del Ecuador, por lo que la agricultura es una de las actividades para apoyar el desarrollo económico de la provincia.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General.**

Evaluar las propiedades fisicoquímicas del suelo en el cultivo de melloco (*Ullucus Tuberosus*) dentro del sistema de rotación de cultivos en la terraza 10 en Salache, Latacunga, Cotopaxi 2022

### **4.2 Objetivos Específicos.**

- Evaluar el desarrollo en la fase vegetativa del cultivo de melloco en suelos erosionados con tres abonos orgánicos en tres dosis.
- Analizar las propiedades físicas y químicas del suelo.

### **ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.**

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Actividad (tareas)</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medio de verificación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el desarrollo en la fase vegetativa del cultivo de melloco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación del cultivo de melloco</li> <li>• Evaluar las variables en estudio.</li> <li>• Registro de datos.</li> </ul>	Cultivo de melloco establecido.  Desarrollo y conservación del cultivo.	Área de cultivo  Base de datos  Fotografías  Libro de campo.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar las propiedades físicas y químicas del suelo.</li> </ul>	Toma de muestras.  Análisis de muestras.  Laboratorio INIAP , AGROCALIDAD TUMBACO.	Resultados de los análisis.	Análisis de suelo.  Análisis físico químico.  Libro de campo.

## **5. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.**

### **5.1 Suelo.**

Es la capa más superficial de la corteza, es dinámica (constante cambio) y de escaso grosor (normalmente de pocos centímetros a pocos metros) en la que se asienta la vida y actúa de

interfase de la atmósfera, hidrosfera, geosfera y biosfera, ya que contiene elementos de todas ellas. (MELA, 1990)

## **5.2 Erosión del suelo.**

La erosión del suelo es la remoción del material superficial por acción del viento o del agua. El proceso se presenta gracias a la presencia del agua en las formas: pluvial (lluvias) o de esorrentía (escurrimiento), que en contacto con el suelo (las primeras con impacto y las segundas con fuerzas tractivas), vencen la resistencia de las partículas (Fricción o cohesión) del suelo generándose el proceso de erosión(ESCOBAR, 2018).

Muchos proyectos de ingeniería exigen la remoción de la vegetación y excavaciones de suelo generando problemas ambientales en laderas y cursos de agua por la producción e incorporación de sedimentos a las corrientes que alteran los ecosistemas naturales y generan gran cantidad de problemas por sedimentación(ESCOBAR, 2018).

La erosión edáfica es un proceso normal del desarrollo del paisaje, pero solamente en algunas partes del mundo domina otros procesos de desnudamiento (ESCOBAR, 2018).

## **5.3 Tipos de Erosión.**

### **5.3.1 Erosión eólica.**

Se llama así a la erosión producto de la acción constante del viento a lo largo de los años, transportando partículas diminutas de arena o roca que, en contante fricción contra suelos, piedras y montañas, van reduciendo sus capas exteriores, tallándolas(MELA, 1990).

El fenómeno de la erosión eólica se favorece con:

- Vientos fuertes y frecuentes
- Superficies llanas expuestas al viento
- Suelo seco, suelto, de textura fina y poca materia orgánica. Con una inexistente o degradada estructura del suelo.
- Condiciones de aridez. Altas temperaturas y escasas precipitaciones

- Poca cubierta vegetal. Así un pastoreo abusivo, la quema de residuos agrícolas y el laboreo irracional pueden ser factores causantes de la erosión eólica(MELA, 1990).

### **5.3 Erosión hídrica.**

Es la erosión por agua lluvia y abarca la erosión provocada por el impacto de las gotas sobre el suelo desnudo, como también la acción hidráulica que arranca y transporta las partículas de suelo por el escurrimiento en laderas y taludes. (ESCOBAR, 2018)

### **5.4 Propiedades químicas del suelo.**

#### **5.4.1 Ph.**

En los suelos el pH es una propiedad química de mucha importancia porque indica que tan ácida o alcalina es la solución del suelo, que es de donde las raíces y los microorganismos del suelo toman sus nutrientes(Osorio, 2012).

Si el suelo es demasiado ácido, en el complejo de cambio abundan los hidrogeniones y el aluminio, impidiendo que otros elementos necesarios tales como calcio, magnesio, sodio y potasio permanezcan en él, pues éstos son eliminados por el agua de lluvia o de riego(Lozano-Rivas, 2018).

Si el suelo tiene menos de 5,5 de valor de pH es conveniente elevarlo hasta al menos valores de 6,5, mediante aporte de una enmienda caliza, para que los elementos nutritivos puedan estar más fácilmente disponibles para las plantas.(Lozano-Rivas, 2018)

Si el suelo es básico (suelos calizos), el complejo de cambio se encuentra saturado y el exceso de calcio en el medio impide que otros elementos, tales como el hierro, puedan ser absorbidos por las plantas. El pH de un suelo puede disminuirse aplicando azufre, de forma que las tiobacterias del suelo lo transformen en ácido sulfúrico lentamente. Para bajar el pH con rapidez se puede emplear yeso, aunque la adición de yeso puede ocasionar desequilibrios respecto a otros cationes de cambio en suelos calizos. Algunos tipos de materia orgánica pueden ayudar a la disminución del pH, por ejemplo, las acículas de pino(Lozano-Rivas, 2018).

- **Factores que generan salinidad en el suelo.**

Movilización, redistribución y acumulación de cloruros, sulfatos, bicarbonatos y carbonato sódico en áreas con clima árido o semiárido(Alcaraz Ariza, 2012).

- **Factores que generan alcalinidad en el suelo.**

Los suelos se acidifican por una serie de factores, entre los cuales sobresale la meteorización de minerales aluminosilicatos y la consecuente liberación de aluminio ( $Al^{3+}$ ) a la solución del suelo(Osorio, 2012).

#### **5.4.2 Macro y micro elementos.**

La cantidad de nutrientes presente en el suelo determina su potencial para alimentar organismos vivos. Los 16 nutrientes esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas se suelen clasificar entre macro y micro nutrientes dependiendo de su requerimiento para el desarrollo de las plantas. Los macronutrientes se requieren en grandes cantidades e incluyen Carbono(C), Hidrógeno (H), Nitrógeno(N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre(S). Los micronutrientes por otro lado se requieren en pequeñas, su insuficiencia puede dar lugar a carencia y su exceso a toxicidad, se refieren a Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl). (Fao, 2022)

#### **5.4.3 Conductividad eléctrica.**

La CE es la medida de la capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica, el valor será más alto cuanto más fácil se mueve la corriente a través del mismo. Esto significa que, a mayor CE, mayor es la concentración de sales. Se recomienda que la CE de un sustrato sea baja, en lo posible menor a  $1dS\ m^{-1}$  ( $1+5\ v/v$ ). Una CE baja facilita el manejo de la fertilización y se evitan problemas por fitotoxicidad en el cultivo.(Barbaro, 2008)

### **5.5 Propiedades físicas del suelo.**

#### **5.5.1 Densidad real.**

La densidad real del suelo es la relación que existe entre el peso de éste, en seco ( $P_{ss}$ ) y el volumen real o sea el volumen de sus partículas ( $V_p$ ). Usualmente se expresa en  $g/cm^3$  mediante la fórmula  $D_r = P_{ss} / V_p$  ( $g/cm^3$ ) (Castillo, 2015).

Esta medida permite ver la facilidad de penetración de las raíces al suelo, permite la predicción de la transmisión de agua, la transformación de los porcentajes de humedad gravimétrica del suelo en términos de humedad volumétrica y, consecuentemente, calcular la lámina de agua en el suelo. Además, permite calcular la porosidad total de un suelo cuando se conoce la densidad de las partículas, y estimar la masa de la capa arable. En un mismo suelo, el valor de densidad aparente es un buen índice del grado de compactación por medio del cálculo de la porosidad, es decir, la reducción del espacio poroso con radio equivalente mayor, llamado también espacio poroso no capilar, responsable del drenaje rápido del exceso de agua y, por ende, de la aireación del suelo; resultando ser la densidad aparente, un buen indicador de la calidad del suelo (Castillo, 2015).

### **Interpretación**

Pueden considerarse altos aquellos valores superiores a 1.3 Mg m<sup>-3</sup> en suelos de textura fina (arcillosos o franco arcillosos), a 1.4 Mg m<sup>-3</sup> en suelos de textura media (francos a franco limosos), y a 1.6 Mg m<sup>-3</sup> en suelo de textura gruesa (franco arenosos). El valor de densidad aparente aumenta con la profundidad del suelo en el perfil, debido al bajo contenido de materia orgánica y, consecuentemente, menor agregación y mayor compactación (Barbaro, 2008).

<b>Tipo de horizonte</b>	<b>Densidad aparente (Mg m<sup>-3</sup>)</b>
Horizontes arenosos	1.45 – 1.60
Horizontes arcillosos con estructura	1.05 – 1.10
Horizontes compactos	1.90 – 1.95
Horizontes de suelos volcánicos	0.85
Horizontes turbosos	0.25
Valor medio	1.35

### **5.5.2 Densidad aparente.**

La determinación de la densidad aparente tiene un valor extraordinario para conocer el estado físico del suelo, ya que refleja el comportamiento dinámico de la estructura y la porosidad debido a que varía por la acción de agentes externos e internos como por ejemplo la compactación y la dispersión de las partículas respectivamente. (Castillo, 2015)

Se define como la relación entre la masa secado (Pss) al horno de las partículas de suelo y el volumen total (Vt), incluyendo el espacio poroso que ocupan, a través de la ecuación  $Da = Pss / Vt$ ; (g/cm<sup>3</sup>). (Castillo, 2015).

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

## 5.6 Cultivo de Melloco.

El melloco en Ecuador es el segundo tubérculo en importancia, después de la papa. Es parte de la alimentación de una gran mayoría de la población ecuatoriana, tanto en zonas urbanas como en las rurales; además, el follaje del melloco es consumido especialmente por el ganado vacuno y constituye un componente de varios agroecosistemas. El melloco es apreciado por los nativos andinos por ser especie resistente a las heladas, y aventaja a las otras plantas andinas productoras de tubérculos; por tanto, se le puede sembrar en diversidad de sitios. Además, es una especie que produce alto rendimiento en número de tubérculos por planta, y porque este tubérculo constituye un buen alimento andino, sobre todo durante las épocas de escasez de papas por causas de heladas y sequía.(Caicedo, 2004)

El melloco es una de las pocas especies que queda como alternativa de rotación de cultivos en las zonas altas, se puede rotar con cereales, leguminosas y otros tubérculos(Caicedo, 2004).

## 5.7 Descripción taxonómica.

División	Espermatofita.
Subdivisión.	Angiospermas.
Clase.	Dicotiledóneas.
Orden.	Centrospermas.
Suborden.	Portulacineas.
Familia.	Basellaceae
Genero.	Ullucus.
Especie.	Tuberosus.
Subespecie.	U. tuberosus aborigeneus.

Elaborado por: Jeferson Rojas.

## 5.8 Descripción botánica.

### 5.8.1 Raíz.

Sistema radicar abundante de tipo fibroso alargado semejante a una cabellera, de la parte inferior del tallo brotan estolones finos y cortos, los que engrosan en el ápice y forman el tubérculo.

### **5.8.2 Tallo.**

Contiene de 3 a 6 tallos aéreos, cuya altura varía de 30 a 80 cm, son carnosos, con 3 a 5 aristas, generalmente retorcidos y de coloración verde, rosado o púrpura.

### **5.8.3 Hojas.**

contiene de 3 a 6 tallos aéreos, cuya altura varía de 30 a 80 cm, son carnosos, con 3 a 5 aristas, generalmente retorcidos y de coloración verde, rosado o púrpura.

### **5.8.4 Requerimientos edafoclimáticos.**

#### **5.8.4.1 Temperatura.**

El cultivo del melloco, se desarrolla bien con temperaturas que oscilan entre los 8 y 14 grados centígrados y precipitación anual de 600 a 1.000 mm; otros autores reportan requerimientos de agua de entre los 800 y 1.400 mm, fuera de estos límites se ve afectado el crecimiento y tuberización. (Logroño, 2012)

#### **5.8.4.2 Altitud.**

El melloco en Ecuador, se encuentra en una faja de cultivo entre los 2.600 y 3.800 metros sobre el nivel del mar, aunque su área de cultivo óptimo está entre los 3.000 y 3.600 m de altitud. (Logroño, 2012)

#### **5.8.4.3 Suelo.**

El cultivo del melloco, prospera mejor en suelos de textura liviana, con pH ligeramente ácido, con alto contenido de materia orgánica. Se ha observado que en suelos pesados (arcillosos) la tuberización se ve inhibida y no hay un buen engrosamiento de los tubérculos (Logroño, 2012).

## **6. HIPÓTESIS.**

El cultivo de melloco en su fase de desarrollo, con tres abonos orgánicos con tres dosis influye en las características físicas y químicas del suelo.

## **7. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.**

### **7.1 Metodología.**



### **7.1.1 Tipo de investigación.**

El método de investigación del presente trabajo fue de carácter experimental al adjuntarse dentro de las actividades los factores en estudio y las variables evaluadas, permitiendo la recopilación de datos del comportamiento agronómico del cultivo implementado y la comparación entre los análisis iniciales y finales de las características físico químicas del suelo en el cultivo de melloco.

#### **Cuantitativa.**

La investigación fue cuantitativa por ello se enfoca en recolectar datos en base a las variables propuestas en la investigación, para su posterior análisis estadístico permitiendo diferenciar los resultados en cada uno de los tratamientos.

### **7.1.2 Tipo de método.**

#### **7.1.2.1 Deductivo.**

Se tomó en cuenta la teoría de la investigación planteada de forma general partiendo del concepto de suelos erosionados, e implementando el cultivo de melloco, para determinar las características físicas y químicas del suelo.

### **7.1.3 Técnica de investigación.**

#### **7.1.3.1 De campo.**

La investigación de campo se determinó con la implementación del cultivo de melloco (*Ullucus tuberosus*) dentro del sistema de rotación de cultivos, esto con la finalidad de dar respuesta al desarrollo del mismo y evaluar en la parte final las características físicas y químicas del suelo.

### **7.1.4 Bibliografía documental.**

Para partir con la investigación y llegar a culminarlo de manera exitosa se debió considerar el requerimiento de apoyo de materiales informativos tales como: libros, revistas científicas, investigaciones científicas, sitios web y muchos otros sitios donde se pueda realizar una búsqueda y obtener la información deseada, la investigación debe realizarse de forma estructurada y organizada.

#### **7.1.4.1 Libro de campo.**

Es una herramienta de vital importancia para la recolección de datos y registro de actividades realizadas dentro del proceso de investigación, en este caso se utilizó las variables planteadas (porcentaje de germinación, macollamiento, altura de la planta, número de hojas, ancho de las hojas y largo de las hojas.)

## **7.2 Factores en estudio.**

### 7.2.1 Factor a. Tipos de abono.

- A1: Ecoabonaza
- A2: Nutriabono
- A3: Fertiplus

### 7.2.2 Factor b. Dosis

- B1: 10 ton/ha
- B2: 20 ton/ha
- B3: 30 ton/ha

### 7.3 Diseño experimental.

Se aplicó un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) con dos factores en estudio y un testigo con un arreglo factorial 3X3+1 con 3 repeticiones.

### 7.4 Factores en estudio.

#### 7.4.1 Tratamientos

**Tabla 1. Tratamientos del ensayo experimental**

N° TR	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
T1	ED1	Ecoabonaza con una dosis de 10 Ton/ha
T2	ED2	Ecoabonaza con una dosis de 20 Ton/ha
T3	ED3	Ecoabonaza con una dosis de 30 Ton/ha
T4	ND1	Nutriabono con una dosis de 10 Ton/ha
T5	ND2	Nutriabono con una dosis de 20 Ton/ha
T6	ND3	Nutriabono con una dosis de 30 Ton/ha
T7	FD1	Fertiplus con una dosis de 10 Ton/ha
T8	FD2	Fertiplus con una dosis de 20 Ton/ha
T9	FD3	Fertiplus con una dosis de 30 Ton/ha
T10	Testigo	Testigo.

Elaborado por ( Rojas,2022)

#### 7.4.2 Análisis estadístico y funcional.

**Tabla 2. Esquema del ADEVA**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
Total	29
Repetición	2
Tratamientos	9
factor a	2
factor b	2
factor a*factor b	4
testigo vs resto	1
Error	18

Elaborado por: (Jeferson Rojas, 2022)

#### 7.4.3 Características de la parcela.

**Tabla 3. características de la parcela de investigación**

Características de las parcelas	
Número de repeticiones	3
Número de tratamientos	30
Área de cada tratamiento	7,50m
Distancia entre caminos	0,50 m
Largo de la parcela	6 m
Ancho de la parcela	1,25 cm
Número de plantas por parcelas	16 plantas
Distancia entre planta	0,30 cm
Número de plantas de la parcela neta	480 plantas
Área total de trabajo	225 m <sup>2</sup>

Elaborado por: (Jeferson Rojas, 2022)

## **7.5 Materiales.**

### **7.5.1 Herramientas de uso agrícola.**

- Estacas
- Piola
- Tiras
- Rastrillo
- Azadones
- Martillo
- Rótulos
- Palos de pincho
- Pintura.
- Lonas.
- Destornilladores.
- Navaja.

### **7.5.2 Sistema de riego por aspersión.**

- Manguera  $\frac{3}{4}$
- Pega tubo
- Teflón
- Aspersores
- Te roscable
- Adaptadores
- Uniones
- Codos
- Abrazaderas.
- Tubo PVC.

### **7.5.3 Insumos.**

- Abonos orgánicos.
- Nutri abono.
- Fertiplus.
- Ecobonaza.
- Semilla de melloco.

## **CARACTERIZACIÓN DEL SITIO DE INVESTIGACIÓN.**

<b>Provincia</b>	Cotopaxi	<b>Cultivo nuevo</b>	Mellico
<b>Cantón</b>	Latacunga	<b>Sistema de siembra</b>	Manual
<b>Localidad</b>	Salache	<b>Superficie del ensayo</b>	
<b>Longitud</b>	78°37'39;26.9°76''	<b>N° Parcelas</b>	30
<b>Latitud</b>	01°00'001'.0"S	<b>Hileras por parcela</b>	
<b>Fecha de siembra</b>	12 de marzo del 2022	<b>Área de tratamiento</b>	
<b>Altitud</b>	2800 msnm	<b>Distancia de caminos</b>	0.5 m
<b>Cultivo anterior.</b>	Arveja	<b>Distancia entre repeticiones</b>	1m
<b>Textura.</b>		<b>PH</b>	

Elaborado por: (Rojas,2022)

## 7.6 Mapa sobre el sitio de investigación.



Elaborado por: (Rojas,2022)

## Variables.

### 7.7 Variables dependientes.

- % de germinación.
- Macollamiento.
- Altura de la planta.
- Diámetro del tallo.
- Número de hojas.
- Largo de hojas.
- Ancho de hojas.
- PH
- % Materia Orgánica.

- Macro (N, P, K, S) y Micro Elementos (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo)
- Conductividad Eléctrica.

#### **7.8 Variables independientes.**

- Densidad real.
- Densidad aparente.

#### **7.9 Variables en estudio.**

##### **7.9.1 Porcentaje de germinación.**

Esta variable se evaluó a los 2 meses de la siembra, dado que es el tiempo estimado para la germinación del cultivo de melloco, para ello se tomó nota de la germinación de cada semilla dentro de cada una de las unidades experimentales.

##### **7.9.2 Macollamiento.**

En este caso se evaluó a los dos meses de realizarse la siembra y posterior se realizó la toma de tres datos para ésta variable mes a mes respectivamente, determinando el comportamiento agronómico en cuanto a brotes obtenidos en este cultivo.

##### **7.9.3 Altura de la planta.**

En esta variable se tomó la altura de la planta a los dos meses de la siembra con ayuda de un calibrador tomando como referencia la base del tallo a nivel del suelo hasta llegar a la parte apical, las recolecciones de datos para esta variable se realizaron en tres ocasiones en tres meses diferentes, las unidades de los datos registrados fueron en centímetros.

##### **7.9.4 Diámetro del tallo.**

Para la toma de datos de esta variable se utilizó un calibrador, la recolección de datos se realizó a los cinco meses de implementar la siembra, teniendo en cuenta del ancho total del tallo del brote más sobresaliente, las unidades de los datos ingresados fueron en centímetros.

##### **7.9.5 Número de hojas.**

En esta variable se contabilizó el número de hojas verdaderas en el brote sobresaliente después de los dos meses de germinación, la recolección de datos para esta variable se realizó cada mes, los datos se registraron en el libro de campo.

#### **7.9.6 Largo de la hoja.**

Con ayuda de un calibrador se procedió a tomar las medidas de la parte longitudinal de la hoja, desde la vaina hasta el ápice de la hoja más sobresaliente del tallo evaluado, este proceso se realizó a los dos meses de la siembra, se continuo con la toma de datos mes a mes por tres ocasiones, las unidades de los datos registrados en el libro de campo, unidad en centímetros.

#### **7.9.7 Ancho de la hoja.**

Para esta variable se tomó la distancia existente entre los bordes de manera horizontal con ayuda de un calibrador, este proceso se realizó a los dos meses de la siembra, se continuo con la toma de datos mes a mes, por tres ocasiones, las unidades de los datos registrados en el libro de campo, unidad en centímetros.

### **7.10 Procedimiento del proyecto de investigación.**

#### **7.10.1 ubicación del proyecto.**

La investigación de campo estuvo ubicada en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Sector Salache perteneciente al Cantón Latacunga Parroquia Eloy Alfaro específicamente en la terraza número diez en CEASA - Proyecto de Conservación de Suelos

#### **7.10.2 Área de estudio.**

Está establecido por un área de 225 m<sup>2</sup>, la misma que tiene un largo 60 metros y 7metros de ancho, estos datos fueron tomados con una cinta métrica.

La investigación se desarrolla en un diseño de bloques completamente al azar con 3 repeticiones y estas están dispuestas por 10 unidades experimentales cada una las cuales tienen una dimensión de 1,25 metros de ancho y 6 metros de largo.

#### **7.10.3 Análisis del suelo inicial.**

#### **7.10.4 Preparación del terreno.**

Con ayuda de herramientas de uso agrícola como azadas, palas, machetes, lonas, martillos se procedió a la preparación del terreno primero removiendo e incorporando los residuos del cultivo anterior, este proceso se realizó en dos ocasiones para que la incorporación sea más uniforme, se marcaron los tratamientos con ayuda de una piola y estacas, teniendo listos los tratamientos se marcaron los surcos y delimitaron las distancias de los golpes para preceder a colocar las semillas.

#### **7.10.5 Implementación del sistema de riego por aspersión.**

Después de que la terraza quedó uniforme se procedió a implementar el sistema de riego por aspersión, se utilizó los siguientes materiales: tubo de  $\frac{3}{4}$ , aspersores, conector de presión, manguera  $\frac{3}{4}$ , pega tubo, te roscable, adaptadores, uniones, codos, tapones y abrazaderas.

#### **7.10.6 Delimitación del área del ensayo.**

Para implementar el proyecto de investigación, se tomó en cuenta los siguientes materiales: una cinta métrica, estacas y piolas las cuales nos ayudaron a diseñar las unidades experimentales, tomando en cuenta que sus medidas son de 1,50 m de ancho y 3.50 m de largo, los caminos de separación por tratamientos de 0,50 cm y los caminos de separación laterales por tratamiento son de 0,50 cm.

#### **7.10.7 Obtención de semillas y siembra.**

La obtención de la semilla de melloco se realizó después de una búsqueda por las comunidades indígenas del cantón Pujilí y parte de las comunidades del cantón Salcedo específicamente en el sector de Cusubamba, Atocha y Mulalillo, es importante recalcar la carencia de semilla de este tubérculo andino, lo cual es indicador de la reducción de las extensiones de este cultivo, por lo mismo el costo de la semilla es elevado.

La siembra de la semilla se realizó a una distancia de 0.40 centímetros entre golpes y a 0.80 centímetros entre hileras, cada unidad experimental está compuesta por 16 golpes en los cuales se colocaron 2 semillas por cada una.



## 8. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

### 8.1 Variable porcentaje de germinación en la investigación denominada.

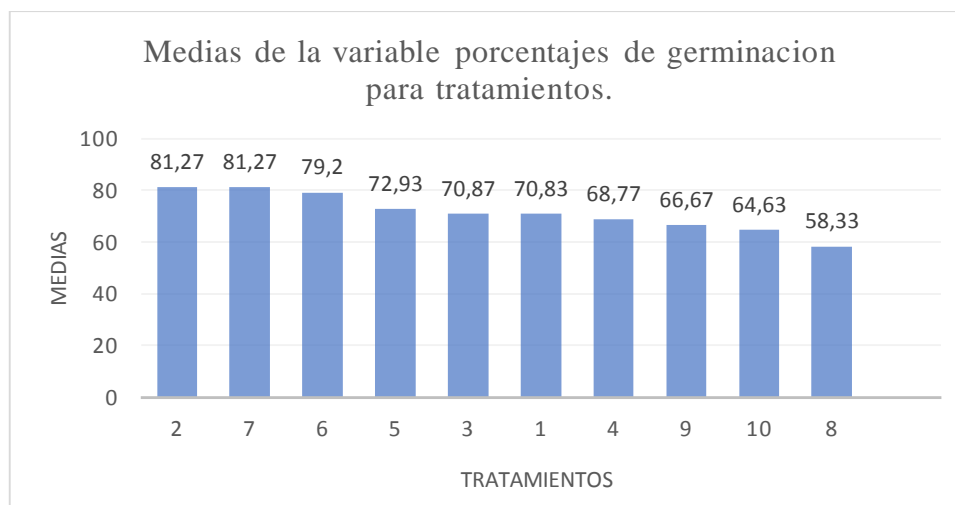
**Tabla 4. ADEVA PARA EL PORCENTAJE DE GERMINACION.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	596,19	2	298,09	1,23	0,315	ns
Tratamientos	1512,91	9	168,1	0,7	0,7052	ns
Materia Orgánica	34,72	2	17,36	0,11	0,9007	ns
Dosis	165,77	2	82,88	0,5	0,6133	ns
Materia Organica*Dosis	1156,32	4	289,08	1,75	0,1826	ns
Testigo vs Resto	156,1	1	156,1	0,65	0,4322	ns
Error	4352,57	18	241,81			
Total	6461,67	29				
CV	21,76					

Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

En la tabla 8 se presenta el ADEVA para la variable porcentaje de germinación en donde se expresa la no significancia estadística en cada uno de las variables, en los bloques, tratamientos, materia orgánica, dosis, la interacción entre la dosis y materia orgánica, testigo vs el resto, no existe significancia estadística, lo cual genera un enfoque a la homogeneidad con referencia al proceso de germinación generando un coeficiente de variación 21,76.

**Figura 1. Medias de la variable porcentajes de germinación para tratamientos**



Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

En la figura 2 se expresa las medias con referencia a los tratamientos permitiendo apreciar la

diferencia entre cada una de los tratamientos, el tratamiento T2 (ecoabonaza dosis dos) a razón de 20 toneladas por hectárea y el tratamiento T7 (fertiplus dosis uno) a razón de 10 toneladas por hectárea, presentan el porcentaje más alto de germinación con un promedio de 81,27 para ambos tratamientos, dejando así en último lugar en porcentaje de germinación al tratamiento T8 (fertiplus dosis dos) a razón de 20 toneladas por hectárea.

El tratamiento T2 y T7 los cuales presentaron los porcentajes más altos permiten evidenciar la importancia del uso de la materia orgánica para diferentes cultivos en procesos de germinación ya que la materia orgánica modera los cambios de temperatura y su color oscuro favorece la absorción de las radiaciones solares, lo que eleva la temperatura del suelo y beneficia procesos como el de germinación de las semillas y la actividad microbiana. El conjunto de estas mejoras sobre las propiedades físicas del suelo otorga a éste una mayor estabilidad frente a los agentes atmosféricos y se traduce en menores pérdidas de suelo y, por tanto, en menor erosión del mismo (Flores, 2013).

## 8.2 Variable número de hojas en la investigación denominada.

**Tabla 5. ADEVA PARA EL NUMERO DE HOJAS.**

F.V.	gl	60 Días			90 Días.			120 Días		
		CM	p-valor		CM	p-valor		CM	p-valor	
Bloques	2	2,03	0,0687	*	5,03	0,1876	ns	2,03	0,5804	ns
Tratamientos	9	7,29	0,2996	ns	5,11	0,1238	ns	7,29	0,099	*
Materia Organica	2	1,33	0,2438	ns	1,93	0,5642	ns	1,33	0,7097	ns
Dosis	2	1,44	0,6786	ns	0,48	0,8637	ns	1,44	0,6901	ns
Materia Organica*Dosis	4	5,94	0,4378	ns	6,15	0,1566	ns	5,94	0,2282	ns
Testigo vs Resto	1	36,3	0,2463	ns	16,63	0,024	*	36,3	0,0054	*
Error	18	3,63			2,74			3,63		
Total	29									

CV

17,08

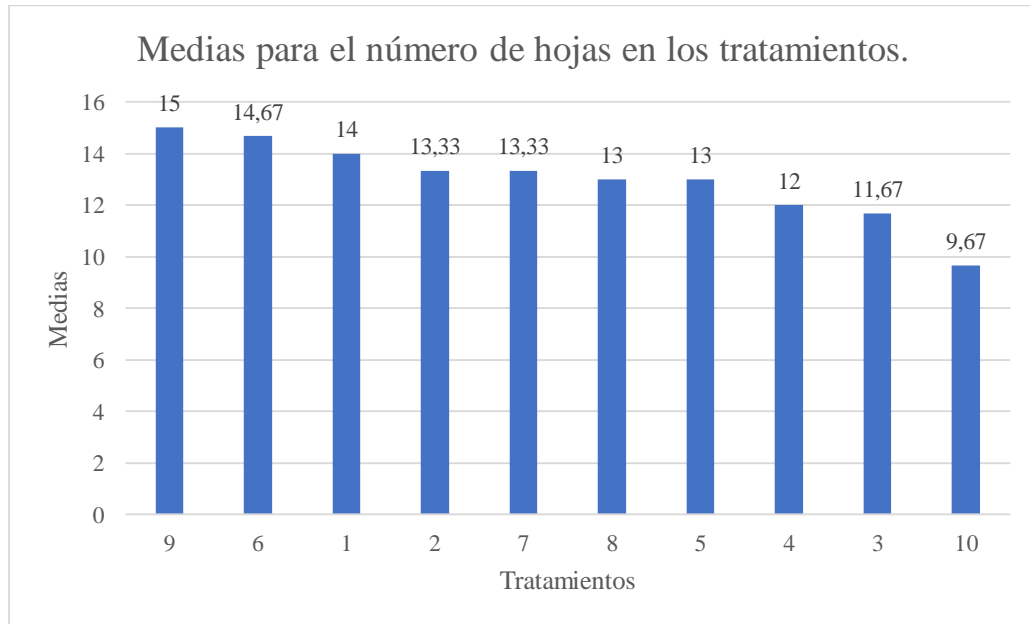
15,66

14,69

Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022).

En la tabla 9 se observa significancia estadística en testigo vs resto a los 90 y 120 días, con un coeficiente de variación de 17,08 a los 60 días; a los 90 días 15,66 y a los 120 días 14,69; en las demás variables no se presentó significancia estadística.

**Figura 2.**



Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

En la figura 2 se presentan las medias con referencia a la variable número de hojas permitiendo identificar el tratamiento con el mayor número de hojas, en este caso el tratamiento con las expresiones más altas es el tratamiento T9 (fertiplus dosis dos) a razón de 30 toneladas por hectárea con una media de 15, dejando al testigo T10 con la media de 9,67 la cual es la más baja con relación a los demás tratamientos.

La incorporación de materia orgánica influye de manera directa en el desarrollo vegetativo de las plantas, influyendo en las características texturales y asimilación de nutrientes, el tratamiento T9 deja en evidencia lo mencionado superando al tratamiento T10, mismo que no dispone de ninguna dosis de materia orgánica, siendo esta un factor limitante de la fertilidad del suelo es una evidencia científica tan aceptada que todos los sistemas de cultivo,

desde las técnicas agrícolas más tradicionales hasta los más modernos sistemas de producción agraria, utilizan los abonos orgánicos en mayor o menor proporción, no sólo por el aporte de nutrientes que conlleva su aplicación a los suelos, sino en mucha mayor medida debido a los efectos beneficiosos que la adición de materia orgánica induce, especialmente en lo que se refiere a la mejora de las propiedades físicas y al incremento de la actividad biológica y de la dinámica de nutrientes en los mismos.(Fertilab, 2019b)

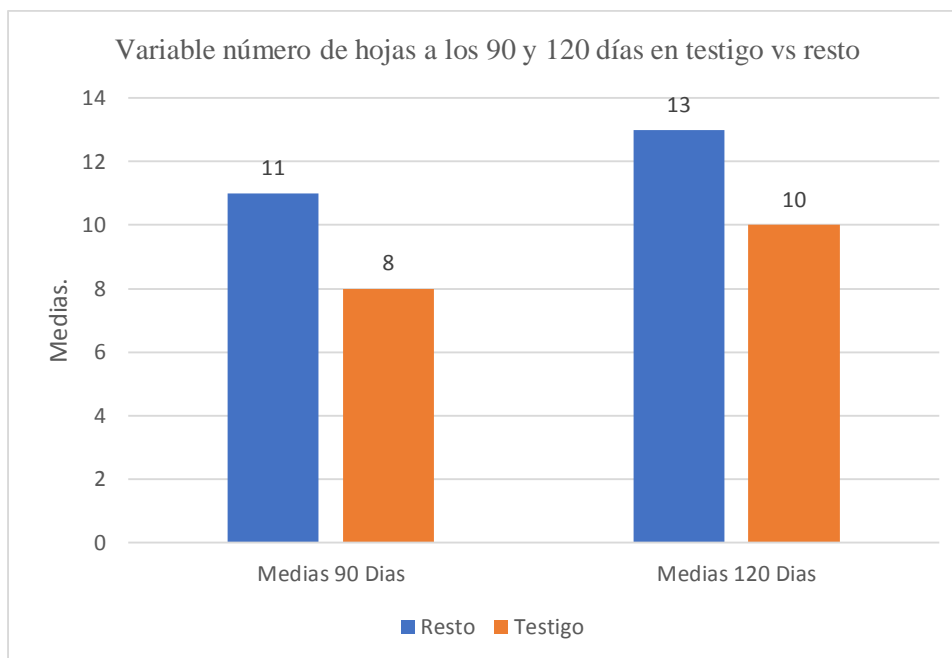
**Tabla 6. Prueba de Tukey al 5% para testigo vs resto en la variable número de hojas a los 90 y 120 días.**

	<b>90 Días</b>	<b>120 Días</b>	
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias.</b>	<b>Medias.</b>	<b>Rangos</b>
<b>Resto</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>A</b>
<b>Testigo</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>B</b>

Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% se logró observar que si existen dos rangos de significancia estadística donde el resto (tratamientos con diferentes dosis de abonos a los 90 y 120 días) se encuentran en primer lugar de significancia con un promedio de 11 y 13 respectivamente, dejando de esta manera en último lugar de significancia estadística al testigo con un promedio de 8 y 1 dentro de los 90 y 120 días, demostrando que la deficiencia de materia orgánica es un factor limitante de la fertilidad del suelo, no sólo por el aporte de nutrientes que conlleva su aplicación, sino en mucha mayor medida debido a los efectos beneficiosos que la adición de materia orgánica induce, especialmente en lo que se refiere a la mejora de las propiedades físicas y al incremento de la actividad biológica y de la dinámica de nutrientes en los mismos.(Fertilab, 2019b)

**Figura 3. Variable Numero de hojas en testigo vs el resto a los 90 y 120 días.**



Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

### 8.3 Variable ancho de la hoja para la investigación.

**Tabla 7. ADEVA para la variable ancho de la hoja.**

F.V.	gl	60 Días			90 Días.			120 Días		
		CM	p-valor		CM	p-valor		CM	p-valor	
Repeticiones	2	0,23	0,1005	Ns	0,34	0,1281	ns	0,35	0,2129	ns
Tratamientos	9	0,06	0,7265	Ns	0,09	0,7516	ns	0,17	0,6031	ns
Materia Organica	2	0,02	0,8718	ns	0,04	0,8026	ns	0,13	0,5818	ns
Dosis	2	0,09	0,4672	ns	0,12	0,5479	ns	0,24	0,3955	ns
Materia Organica*Dosis	4	0,0026	0,9989	ns	0,02	0,982	ns	0,08	0,8429	ns
Testigo vs Resto	1	0,31	0,0776	*	0,46	0,0939	*	0,44	0,1597	ns
Error	18	0,09			0,15			0,2		
Total	29									
CV		21,79			22,15			21,57		

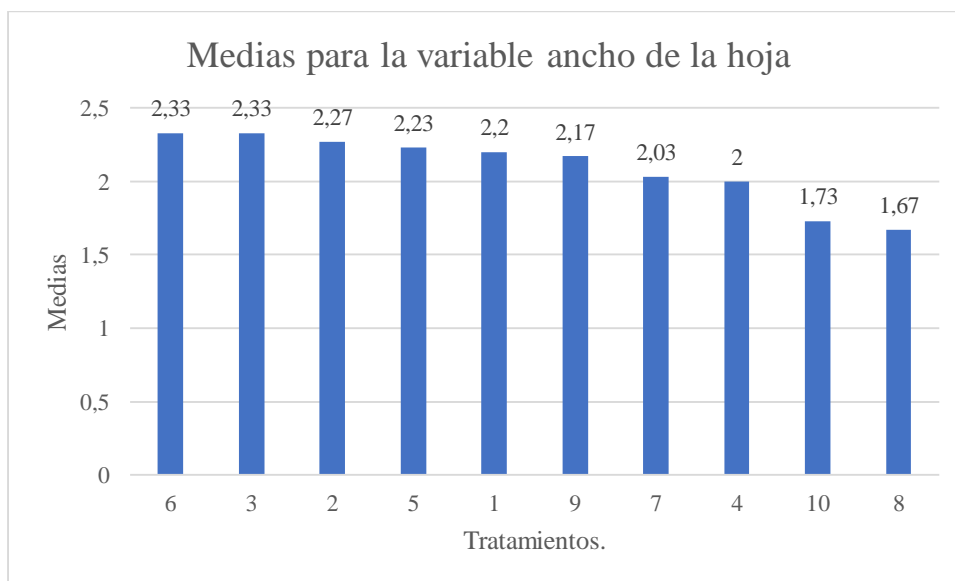
Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

En la tabla 13 se presenta el ADEVA para la variable ancho de hoja en donde se evidencia la significancia estadística en la interacción testigo vs el resto a los 60 y 90 días, con un coeficiente

de variación de 21,76 y 22,15 respectivamente, en esta interacción no existió significancia estadística a los 120 días el cual presento un coeficiente de variación de 21,57

En los demás factores de variación no se presentó significancia estadística

**Figura 4. Medias para la variable ancho de la hoja en los tratamientos.**



En la figura 4 se expresan las medias con referencia la variable ancho de la hoja permitiendo evidenciar que el tratamiento T6 (nutriabono dosis 3) a razón de 30 toneladas por hectárea fue el sobresaliente en relación a los demás tratamientos, el tratamiento con menor resultado para la variable ancho de hojas fue el tratamiento T8 (fertiplus dosis 2) a razón de 20 toneladas por hectárea, el uso correcto de las dosis de materia orgánica permiten a las plantas alcanzar un buen follaje en las etapas iniciales del cultivo, la descomposición sucesiva del material muerto y la materia orgánica modificada resulta en la formación de una materia orgánica más compleja llamada humus, afecta las propiedades del suelo y su color que se vuelve más oscuro; incrementa la agregación del suelo y la estabilidad de los agregados; aumenta la capacidad de intercambio catiónico y aporta nitrógeno, fósforo y otros nutrientes durante su lenta descomposición.(L. Rodriguez, 2011)

Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

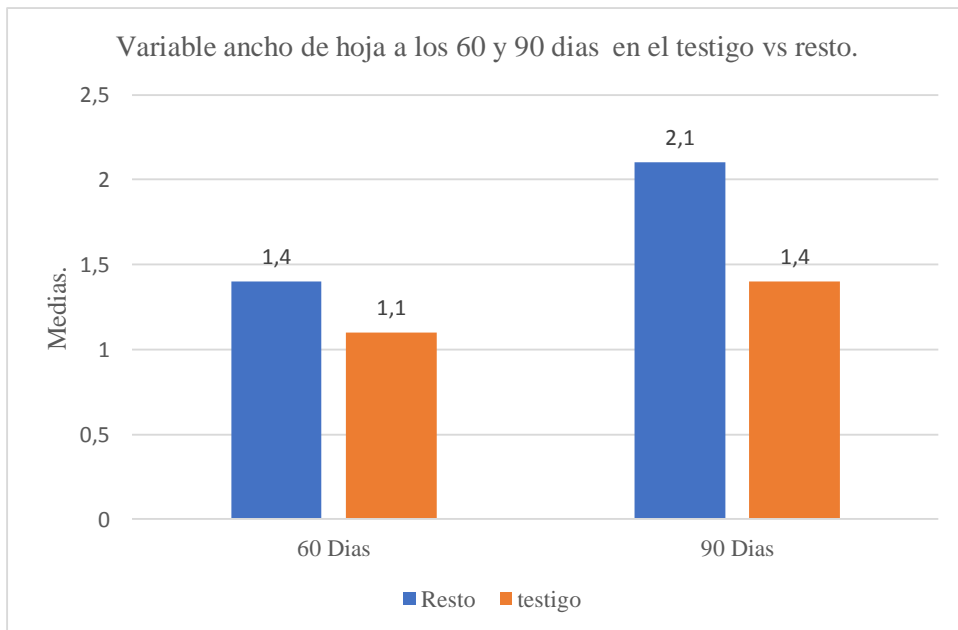
**Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para testigo vs resto en la variable ancho de hoja a los 60 y 90 días.**

	60 Días	90 Días	
Tratamiento	Medias.	Medias.	Rangos
Resto	1,4	2,1	A
Testigo	1,1	1,4	B

Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% se logró observar que existen dos rangos de significancia estadística donde el resto (tratamientos con diferentes dosis de abonos) a los 60 y 90 días se encuentran en primer lugar de significancia con un promedio de 1,4 y 2,1 respectivamente, dejando de esta manera en último lugar de significancia estadística al testigo con un promedio de 1,1 y 1,4 dentro de los 60 y 90 días.

**Figura 5. Variable ancho de hojas en testigo vs resto a los 60 y 90 días.**



Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

#### 8.4 Variable largo de la hoja para la investigación.

**Tabla 9. ADEVA para la variable largo de hoja.**

F.V.	gl	60 Días			90 Días.			120 Días		
		CM	P-valor		CM	P-valor		CM	P-valor	
Repeticiones	2	0,96	0,0159		1,3	0,0052		1,03	0,0203	
Tratamientos	9	0,15	0,6036	ns	0,13	0,7097	ns	0,12	0,7933	ns
Materia Organica	2	0,03	0,9018	ns	0,05	0,8667	ns	0,07	0,8144	ns
Dosis	2	0,03	0,8879	ns	0,0026	0,9921	ns	0,01	0,9765	ns
Materia Organica*Dosis	4	0,12	0,7881	ns	0,09	0,8846	ns	0,1	0,8687	ns
Testigo vs Resto	1	0,75	0,0582	*	0,67	0,0726	*	0,56	0,1213	ns
Error	18	0,18			0,18			0,21		
Total	29									
CV		20,61			22,15			15,12		

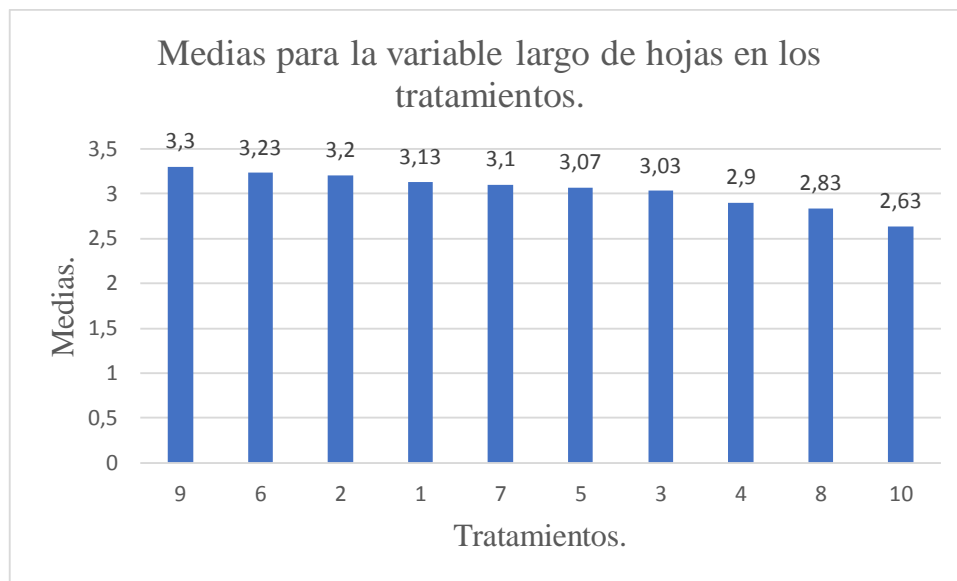
Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

En la tabla 14 se presenta el ADEVA para la variable largo de hoja en la cual se expresan varias significaciones estadísticas entre ellas existe significación en los bloques a los 60, 90 y 120 días, de igual manera se expresan significaciones estadísticas en otro factor de variación denominado testigo vs el resto de tratamientos los cuales cuentan con diferentes abonos con diferentes dosis, esta variación está presente a los 60 y 90 días los cuales presentan un coeficiente de variación de 20,61 y 22,15 respectivamente.

Las demás variables no presentan significancia estadística relevante presentando un comportamiento de homogeneidad en cuanto a los factores sin variación para el largo de hojas.



**Figura 6. Medias para la variable largo de la hoja en los tratamientos.**



Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

En la figura 6 se presentan las medias para la variable largo de las hojas, lo cual permite evidenciar el mejor tratamiento para esta variable, el tratamiento T9 (fertiplus dosis tres) a razón de 30 toneladas por hectárea obtuvo el porcentaje más elevado con relación a los demás tratamientos, el tratamiento con el menor porcentaje fue el tratamiento T10 (testigo) en el cual no se incorporó ningún tipo de materia orgánica.

El tratamiento T9 presentó las hojas más largas en relación a los demás, el testigo T10 en el cual no se incorporó ninguna dosis de materia orgánica presentó las hojas más pequeñas, demostrando la problemática que genera la no incorporación de materia orgánica, la materia orgánica es el soporte de la vida microbiana del suelo, ya que actúa como fuente de energía y de elementos esenciales para el desarrollo de la microbiota, favoreciendo su proliferación en el mismo. Los microorganismos degradan la materia orgánica, liberando ácidos orgánicos e inorgánicos capaces de alterar los componentes minerales del suelo. También liberan agentes quelatantes y enzimas, y provocan pequeñas alteraciones de pH y de potencial redox que pueden favorecer la liberación y asimilación de elementos nutritivos para la planta (L. Rodríguez, 2011).

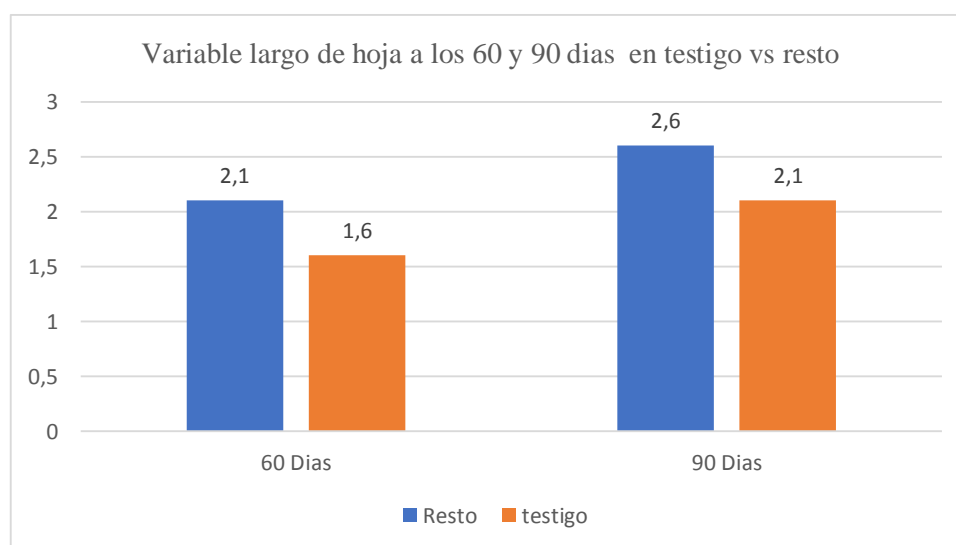
**Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para testigo vs resto en la variable largo de hoja a los 60 y 90 días.**

	60 Dias		90 Dias	
Tratamiento	Medias.	Medias.	Rangos	
Resto	2,1	2,6	A	
Testigo	1,6	2,1	B	

Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

En la tabla 16 se presenta la prueba de Tukey al 5% para el testigo vs el resto en la variable largo de la hoja a los 60 y 90 días, se expresan dos rangos de significancia estadística en el cual sobresalen los testigos los cuales son tratamientos con diferentes abonos y diferentes dosis, las medias a los 60 días del resto de tratamientos alcanzaron un promedio de 2,1 y a los 90 días una media de 2,6 lo cual representa al rango A dentro de la prueba realizada, todo esto en conjunto es un indicador de la superioridad con referencia al testigo el cual a los 60 días presenta una media de 1,6 y a los 90 días una media de 2,1 indicando el rango B dentro de esta prueba de Tukey.

**Figura 7. Variable largo de hoja en testigo vs resto a los 60 y 90 días.**



Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

## 8.5 Variable altura de planta para la investigación denominada.

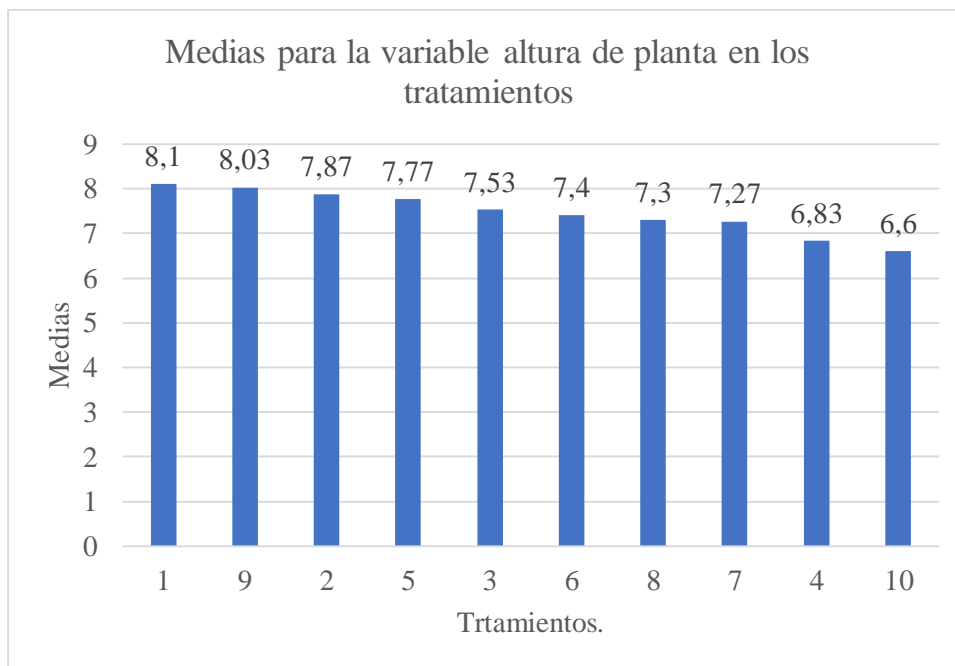
**Tabla 11. ADEVA para la variable altura de planta.**

F.V.	gl	60 Días			90 Días.			120 Días		
		CM	p-valor	ns	CM	p-valor	ns	CM	p-valor	ns
Bloques	2	0,68	0,4917	ns	0,95	0,4715	ns	1,03	0,7996	ns
Tratamientos	9	0,49	0,8298	ns	0,63	0,8385	ns	0,12	0,9097	ns
Materia Organica	2	0,83	0,4469	ns	0,92	0,5048	ns	0,07	0,9007	ns
Dosis	2	0,13	0,8729	ns	0,02	0,9861	ns	0,01	0,7307	ns
Materia Organica*Dosis	4	0,51	0,7208	ns	0,77	0,6722	ns	0,1	0,8344	ns
Testigo vs Resto	1	0,42	0,5044	ns	0,75	0,4415	ns	0,56	0,247	ns
Error	18	0,91			1,21			0,21		
Total	29									
CV		17,74			17,41			17,77		

Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

En la tabla 17 se presenta el ADEVA para la variable altura de la planta en donde se expresa la no significancia estadística en cada una de las fuentes de variación, en los bloques, tratamientos, materia orgánica, dosis, la interacción entre la dosis y materia orgánica, testigo vs el resto, no existe significancia estadística, lo cual genera un enfoque a la homogeneidad con referencia a la altura de las plantas dentro de cada uno de los tratamientos en relación a los 60 días que presenta un coeficiente de variación de 17,74 a los 90 días presentan un coeficiente de variación de 17,74 y a los 120 días con un coeficiente de variación de 17,77.

**Figura 8. Medias para la variable altura de planta en relación a los tratamientos.**



Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

En la figura 9 se expresan las medias para la variable altura de planta, el tratamiento T1 (ecoabonaza dosis 1) en el cual se empleó una dosis de 10 toneladas por hectárea presento el porcentaje de 8.1 lo que resulta más alto dentro de esta variable en relación a los demás tratamientos, el tratamiento con el porcentaje más bajo fue el tratamiento T10(testigo) en el cual no se incorporó ninguna cantidad de materia orgánica.

La altura o desarrollo de las plantas está vinculada directamente a la nutrición y fertilidad del suelo, las aplicaciones de enmiendas orgánicas permiten el desarrollo vigoroso de las mismas, el uso de fertilizantes orgánicos estimula las variables morfométricas altura de planta, número de hojas, largo de la hoja, ancho de la hoja, obteniendo así plantas más vigorosas y de mejor calidad (R. Pérez , 2016).

### **8.6 Variable macollamiento para la investigación denominada.**

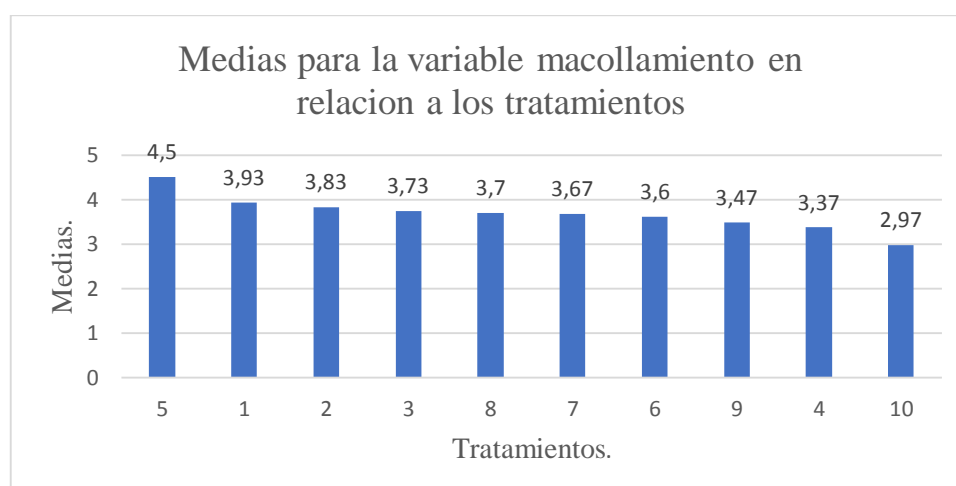
**Tabla 12. ADEVA para la variable macollamiento**

F.V.	60 Días			90 Días.			120 Días		
	GI	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor		
Bloques	2	0,1	0,757 ns	0,35	0,4503 ns	0,02	0,9658 ns		
Tratamientos	9	0,24	0,7335 ns	0,36	0,5762 ns	0,47	0,6118 ns		
Materia Orgánica	2	0,29	0,4639 ns	0,38	0,4481 ns	0,45	0,48 ns		
Dosis	2	0,05	0,8621 ns	0,11	0,7936 ns	0,14	0,7883 ns		
Materia Orgánica*Dosis	4	0,14	0,8272 ns	0,36	0,5419 ns	0,35	0,6664 ns		
Testigo vs Resto	1	0,89	0,1325 ns	0,82	0,1799 ns	1,68	0,107 ns		
Error	18	0,36		0,42		0,58			
Total	29								
CV		22,04		20,99		20,78			

Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

En la tabla 18 se presenta el ADEVA para la variable macollamiento en donde se expresa la no significancia estadística en cada una de las fuentes de variación, en los bloques, tratamientos, materia orgánica, dosis, la interacción entre la dosis y materia orgánica, testigo vs el resto, no existe significancia estadística, lo cual genera un enfoque a la homogeneidad con referencia al macollamiento dentro de cada uno de los tratamientos en relación a los 60 días que presenta un coeficiente de variación de 22,04 a los 90 días presentan un coeficiente de variación de 20,99 y a los 120 días con un coeficiente de variación de 20,78.

**Figura 9. Medias para la variable macollamiento en relación a los tratamientos.**



Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

En la figura 10 se presentan las medias para la variable macollamiento en cada uno de los tratamientos, el tratamiento T5(nutriabono dosis 2) en el cual se empleó una dosis de 20 toneladas por hectárea presenta el valor más alto en relación a los demás tratamientos alcanzando una media de 4,5 para esta variable, el tratamiento T10 (testigo) en el cual no se incorporó ninguna cantidad de materia orgánica presenta una media de 2,97 resultando ser el más bajo en relación a los tratamientos restantes.

Gran número de investigaciones comprueban que la materia orgánica es un componente del suelo de gran importancia para el buen desarrollo de los cultivos. Desafortunadamente bajos ciertos esquemas de manejo, los suelos agrícolas suelen perder gradualmente su contenido de materia orgánica, lo cual se manifiesta con una disminución gradual del rendimiento con el paso de los ciclos de cultivo. Cuando a estos suelos se les incorpora algún tipo de material orgánico con el potencial de aportar materia orgánica al suelo la respuesta del cultivo es extraordinaria, pudiéndose lograr incrementos en el rendimiento de hasta 10 veces en algunos casos. La materia orgánica, particularmente cuando proviene de estiércoles, contiene importantes cantidades de la mayoría de los nutrimentos esenciales para las plantas.(Garro, 2017).

### 8.7 Variable diámetro de tallo para la investigación denominada.

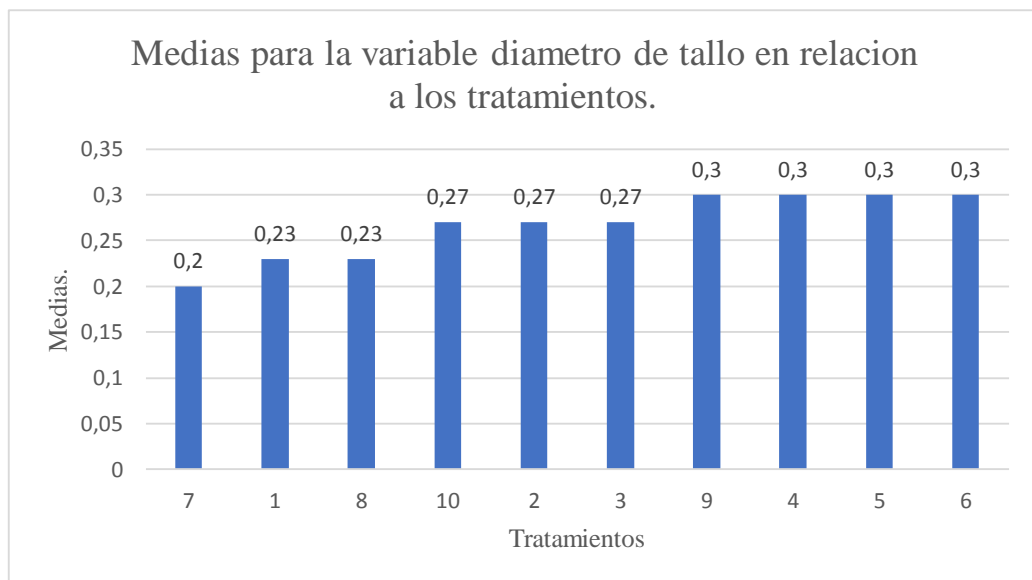
**Tabla 13. ADEVA para la variable diámetro de tallo.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	0,05	11	4,2	1,24	0,330
Repeticiones	0,01	2	0,01	1,88	0,1815
Tratamientos	0,03	9	3,70	1,1	0,4107
Materia Organica	0,01	2	4,40	1,2	0,3242
Dosis	0,02	2	0,01	2,1	0,1515
Materia Organica*Dosis	0,01	4	2,2	0,6	0,6674
Testigo vs Resto	0	1	0	0,0	0,9999
Error	0,06	18	3,40		
Total	0,11	29			
CV			21,77		

Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

En la tabla 19 se presenta el ADEVA para la variable diámetro de tallo misma que expresa la no significancia estadística de las fuentes de variación en los bloques, tratamientos, materia orgánica, dosis, la interacción entre la dosis y materia orgánica, testigo vs el resto el análisis de varianza realizado alcanzo un coeficiente de variación de 21,77 que demuestra la veracidad del análisis realizado.

**Figura 10. Medias para la variable diámetro de tallo en relación a los tratamientos.**



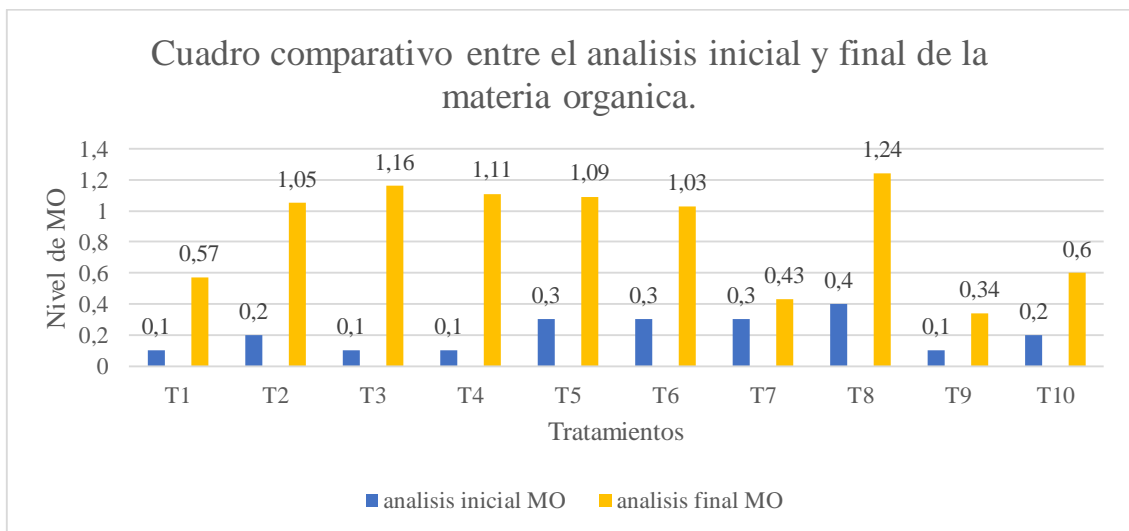
Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

En la figura 11 se presentan las medias para la variable diámetro de tallo en relación a los tratamientos permitiendo evidenciar que el tratamiento T6(nutriabono dosis 3) en el cual se incorporó una dosis de 30 toneladas por hectárea, el tratamiento T5 (nutriabono dosis 2) en el cual se incorporó una dosis de 20 toneladas por hectárea, el tratamiento T4(nutriabono dosis 1) en el cual se incorporó una dosis de 10 toneladas por hectárea, el tratamiento T9(fertiplus dosis 3) en el cual se incorporó una dosis de 30 toneladas por hectárea presentan las medias de 0,3 siendo estas las más altas con relación a los demás tratamientos, el tratamiento T7( nutriabono dosis 2 ) en el cual se incorporó una dosis de 20 toneladas por hectárea presento un promedio

de 0,2 lo que resulta ser el más bajos en relación a los demás tratamientos por ello a pesar de ser la fracción menor de la composición del suelo, la materia orgánica es el componente principal que determina la calidad y productividad del suelo. La fertilidad, la disponibilidad de agua, la susceptibilidad a la erosión, la compactación, e incluso la resistencia de las plantas a los insectos y las enfermedades, dependen en gran medida de la materia orgánica del suelo.(Garro, 2017)

**8.8 Interpretación de las Propiedades Químicas del análisis inicial y análisis final de suelo analizado en el laboratorio de suelos del INIAP estación Santa Catalina.**

**Figura 11. Cuadro comparativo entre el análisis final e inicial para la materia orgánica (MO).**



Elaborado por (Jeferson Rojas, 2022)

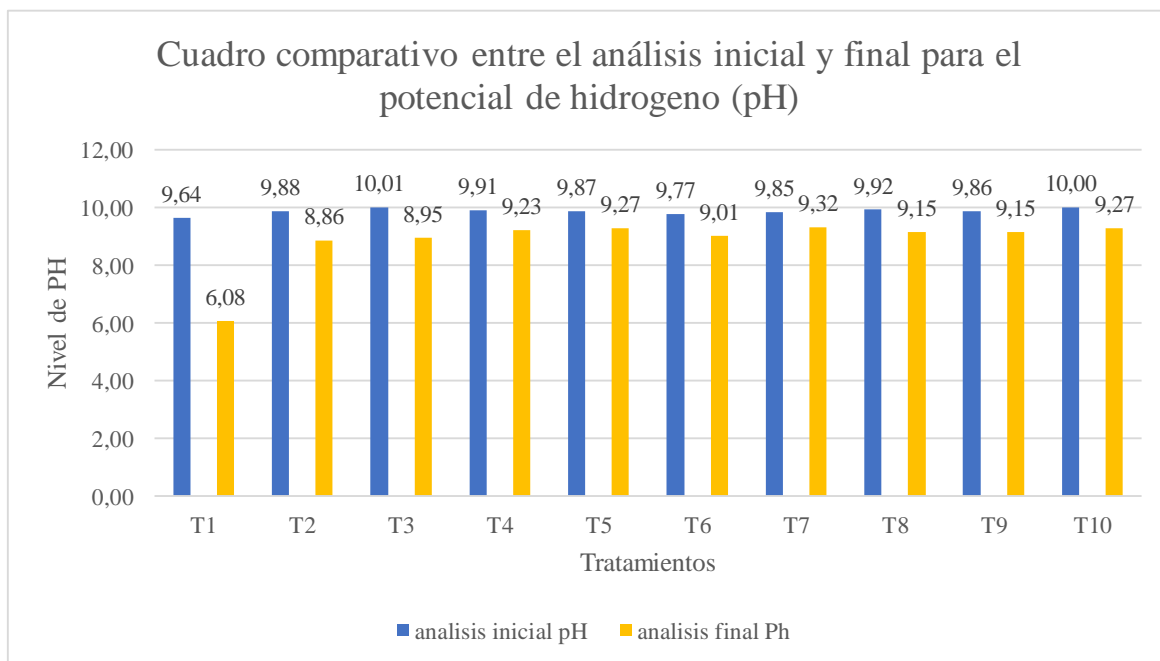
En la figura 12 se expresa el cuadro comparativo entre el análisis final e inicial para la materia orgánica, el tratamiento T1 presenta una variación incrementándose de 0.1 a 0,57; el tratamiento T2 presenta un incremento de 0.2 a 1.05; el tratamiento T3 presento un incremento de 0,1 a 1,16 lo cual es muy representativo; el tratamiento T4 presento un incremento de 0,1 a 1,11; el tratamiento T5 se incrementó de 0.3 a 1,09; el tratamiento T6 se incrementó de 0,3 a 1,09; el



tratamiento T7 no presenta un incremento significativo pasando de 0,3 a 0,43; el tratamiento T8 se incrementó de 0,4 a 1,24 lo que resulta un incremento representativo, el tratamiento T9 no tuvo un incremento representativo pasando de 0,1 a 0,34; en el tratamiento T10 se representa un cambio de 0,2 a 0,6; las unidades de los valores expresados son en porcentajes(%)

El incremento de la materia orgánica al finalizar la investigación fue muy significativo, la forma más directa de aumentar la MO es quizás la aplicación de abonos orgánicos (AO). Los residuales orgánicos (de origen vegetal o animal) no se deben aplicar en forma fresca o natural como abonos orgánicos, sin antes sufrir un proceso de fermentación o maduración (compostaje aeróbico o anaeróbico), que los conviertan en humus o materia orgánica ya estabilizada). Las excretas de los animales (bovinos, equinos, aves y otras) deben ser utilizadas entre los residuales a compostar, debido a que contienen fibra, nitrógeno, minerales, vitaminas y alta carga de microorganismos que benefician el proceso de compostaje(López & Jacinto, 2018)

**Figura 12. Cuadro comparativo entre el análisis final e inicial para el potencial de hidrogeno (PH)**



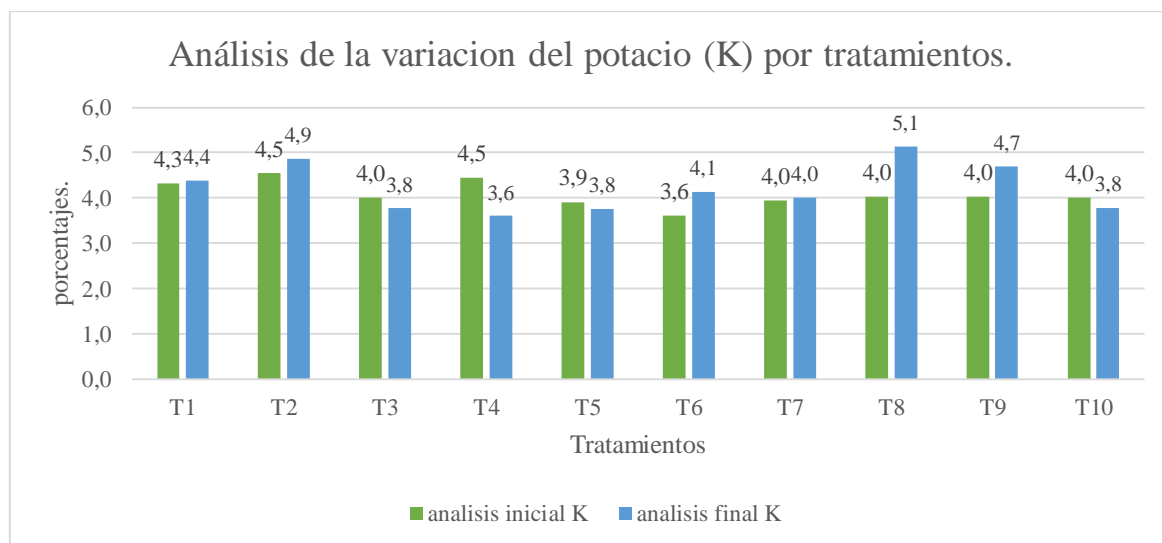
Elaborado por (Rojas, 2022)

En la figura 13 se presenta el cuadro comparativo entre el análisis inicial y final para el potencial de hidrogeno (PH), permitiendo evidenciar las variaciones en relación a cada uno de los tratamientos, en el tratamiento T1 hubo un descenso de 9,64 a 6,08; en el tratamiento T2 se generó un descenso de 9,88 a 8,86 ; en el tratamiento T3 el Ph bajo de 10,01 a 8,95 ; en el tratamiento T4 no se presentó una variación significativa pasando de 9,91 a 9,23; en el tratamiento T5 existe un descenso pasando de 9,87 a 9,27; en el tratamiento T6 9,77 a 9,01; en el tratamiento T7 se redujo de 9,85 a 9,32 lo cual no es representativo; en el tratamiento T8 se redujo de 9,92 a 9,15 ; en el tratamiento T9 se redujo de 9,86 a 9,15 y finalmente en el tratamiento T10 el cual es el testigo se redujo de 10 a 9,27.

El tratamiento T1 presento un cambio significativo en el pH la variación del mismo resulta de diferentes factores entre ellos el uso de materia orgánica, el pH del suelo es una de las muchas condiciones ambientales que mejora la calidad del crecimiento de la planta, es de vital importancia la incorporación de materia orgánica, ya que esto puede disminuir la acidez del suelo. Cierta acidez se genera por la descomposición de la materia orgánica al producir ácidos orgánicos e inorgánicos. Sin embargo, el estiércol regularmente contiene suficientes cationes básicos para neutralizar a los ácidos(Rojas & Peña, 2012).

El pH es un parámetro que permite conocer que tan ácida o alcalina es la solución del suelo, dicho que la solución del suelo es donde las raíces de las plantas toman los nutrimentos necesarios para su crecimiento y desarrollo. La escala de medición del pH está entre los valores de 0.0 a 14.0. El pH también es un indicador de múltiples propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo que influyen fuertemente sobre la disponibilidad de los nutrimentos. El pH dentro de un rango específico permite que la mayoría de los nutrientes mantengan disponibilidad.

**Figura 13. Análisis de la variación del macro nutriente primario potasio (K).**



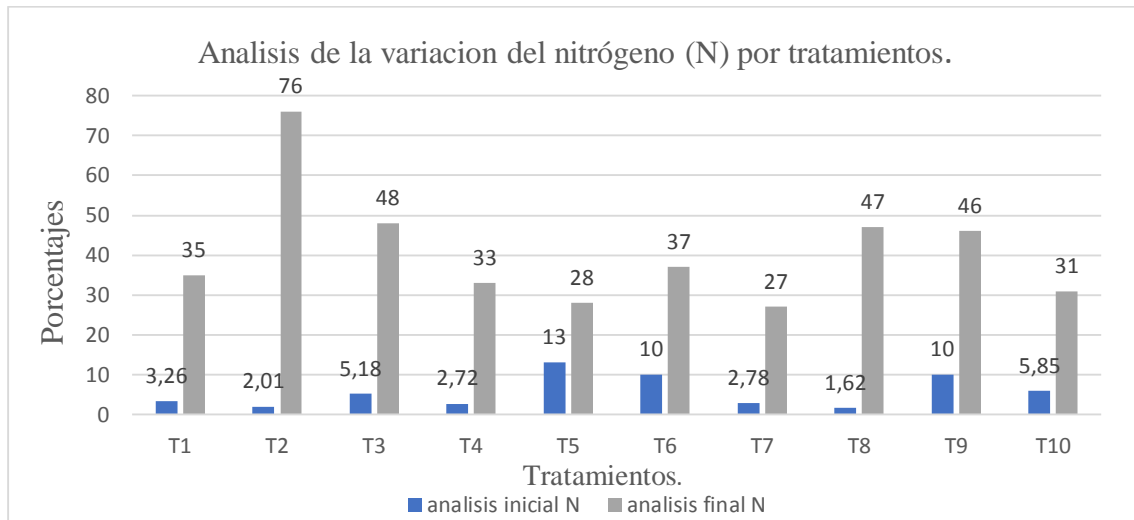
Elaborado por (Rojas, 2022)

En la figura 14 se presenta la variación entre el análisis inicial y final del potasio (K) en cada uno de los tratamientos y están representados de la siguiente manera, en el tratamiento T1 se incrementó de 4,3 a 4,4 cuyo incremento no es relevante, en el tratamiento T2 se incrementó de 4,5 a 4,9; en el tratamiento T3 se redujo de 4 a 3,8; en el tratamiento T4 de igual manera hubo un descenso de 4,5 a 3,6; en el tratamiento T5 hubo un descenso de 3,9 a 3,8; en el tratamiento T6 existió un incremento de 3,6 a 4,1; en el tratamiento T7 los porcentajes se mantuvieron estables con un promedio de 4; en el tratamiento T8 se observó un incremento significativo subiendo de 4 a 5,1; en el tratamiento T9 se modificó el promedio elevándose de 4,0 a 4,7; en el tratamiento T10 se presenció un pequeño descenso en el porcentaje bajando de 4 a 3,8.

La materia orgánica contiene concentraciones variables de potasio. El potasio en estas fuentes está ampliamente disponible para las plantas de forma similar a las fuentes inorgánicas. Las aplicaciones repetidas en grandes cantidades de abonos resultan en la acumulación de potasio en el suelo, que puede resultar en consumo de lujo por las plantas. Es necesario un análisis químico de estos materiales para saber su composición y con ello obtener el mayor beneficio

posible. Es necesario conocer el origen de los materiales, ya que el compostaje o la digestión animal producen nutrientes (H, 2020).

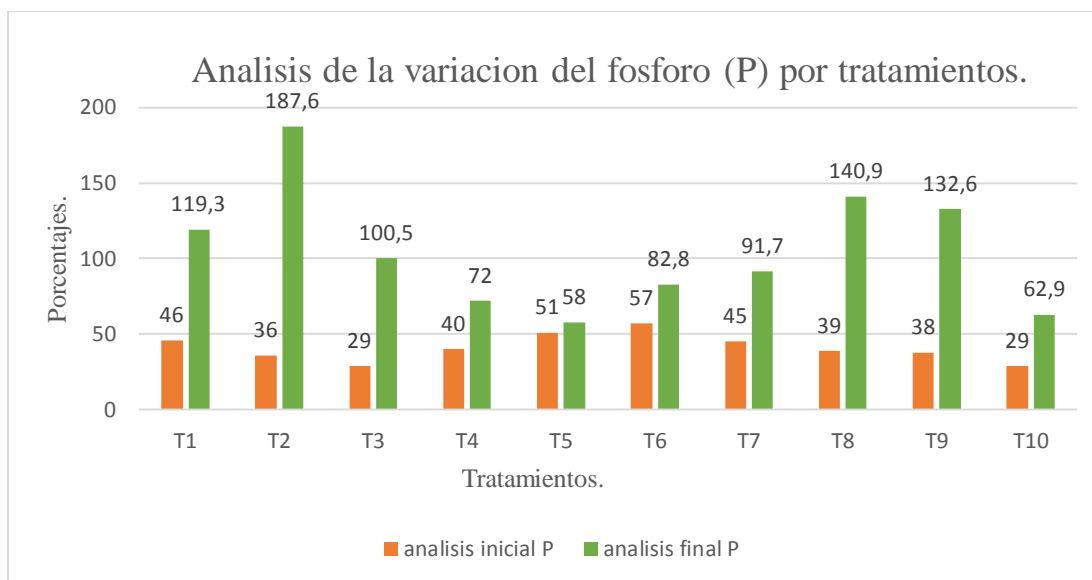
**Figura 14. Análisis de la variación del macro nutriente primario nitrógeno (N).**



Elaborado por (Rojas, 2022)

En la figura 15 se presenta la variación entre el análisis inicial y el análisis final para el nitrógeno (N), en el tratamiento T1 se presentó una variación muy notable pasando de 3,26 a 35; en el tratamiento T2 la variación es aún más notable pasando de 2,01 a 76; en el tratamiento T3 se presentó una variación de 5,18 a 48; en el tratamiento T4 la variación subió de 2,72 a 33; en el tratamiento T5 subió de 13 a 28; en el tratamiento T6 la variación fue de 10 a 37; en el tratamiento T7 el incremento fue significativo pasando de 2,87 a 27; en el tratamiento T8 se incrementó de 1,62 a 47; en el tratamiento T8 la variación paso de 1,62 a 47; en el tratamiento T9 los porcentajes variaron de 10 a 46 y finalmente en el tratamiento T10 el porcentaje subió de 5,85 a 31, el nitrógeno a nivel general tuvo incrementos muy notables, si bien es cierto el nitrógeno es influyente al desarrollo de las plantas en etapas iniciales, el N inorgánico es muy importante para la nutrición vegetal por lo tanto, se puede decir que en la naturaleza existe una relación inversa entre la cantidad y la disponibilidad para las plantas de las distintas formas de N. Sin embargo, la baja disponibilidad del N orgánico del suelo asegura la existencia de una fuente de reserva de ese nutriente para la planta (Perdomo & Barbazán, 2007)

**Figura 15. Análisis de la variación del análisis inicial y final del macro nutriente primario fosforo (P).**



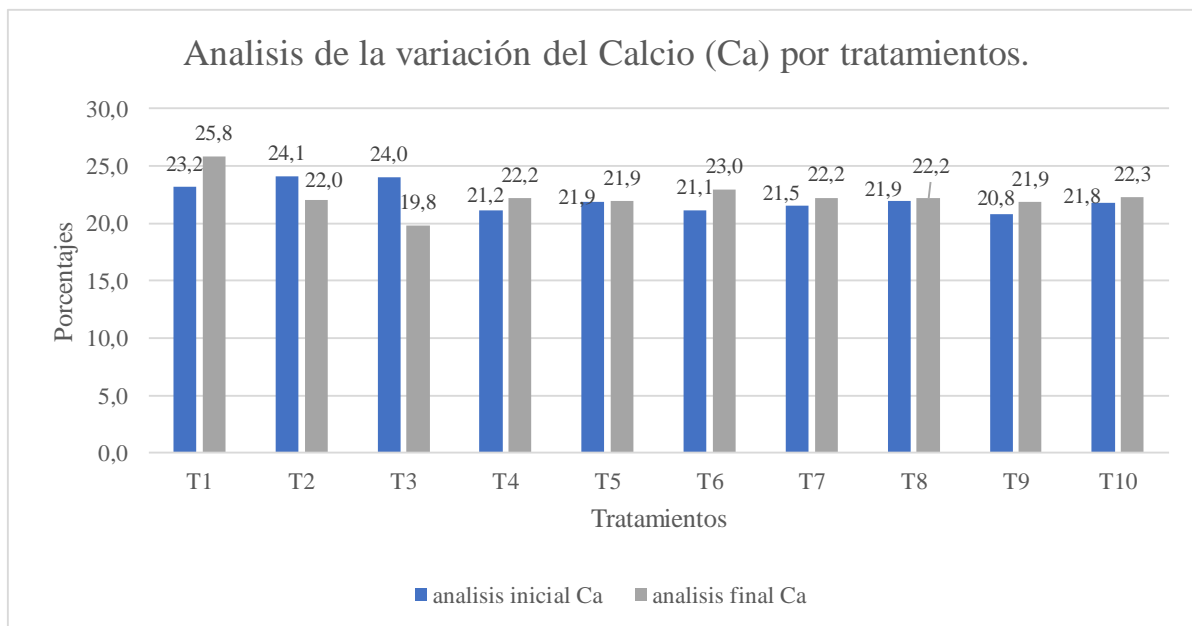
Elaborado por (Rojas, 2022)

En la figura 16 se detalla la variación del fosforo (P) en los análisis inicial y final en relación a cada uno de los tratamientos, en el tratamiento T1 se incrementó de 46 a 119,3 lo cual es muy representativo; en el tratamiento T2 se incrementó de 36 a 187,6; en el tratamiento T3 se incrementó de 29 a 100,5; en el tratamiento T4 se incrementó de 40 a 72; en el tratamiento T5 la variación no fue tan representativa pasando de 51 a 58 ; en el tratamiento T6 el incremento pasando de 57 82,8; en el tratamiento T7 se incrementó de 45 a 91,7 duplicándose al análisis anterior; en el tratamiento T8 se incrementó de manera muy significativa pasando de 39 a 140,9; en el tratamiento T9 se incrementó de 38 a 132,6 y finalmente el testigo T10 vario de 29 a 62,9.

A nivel de los tratamientos el fosforo tuvo un protagonismo en la variación, siendo el tratamiento T2 el más representativo, al ser un macronutriente cabe resaltar su importancia para el desarrollo de las plantas, en la disponibilidad y efectividad del fósforo en la nutrición vegetal inciden en gran medida las interacciones de este nutriente con otros elementos del suelo. Éstas

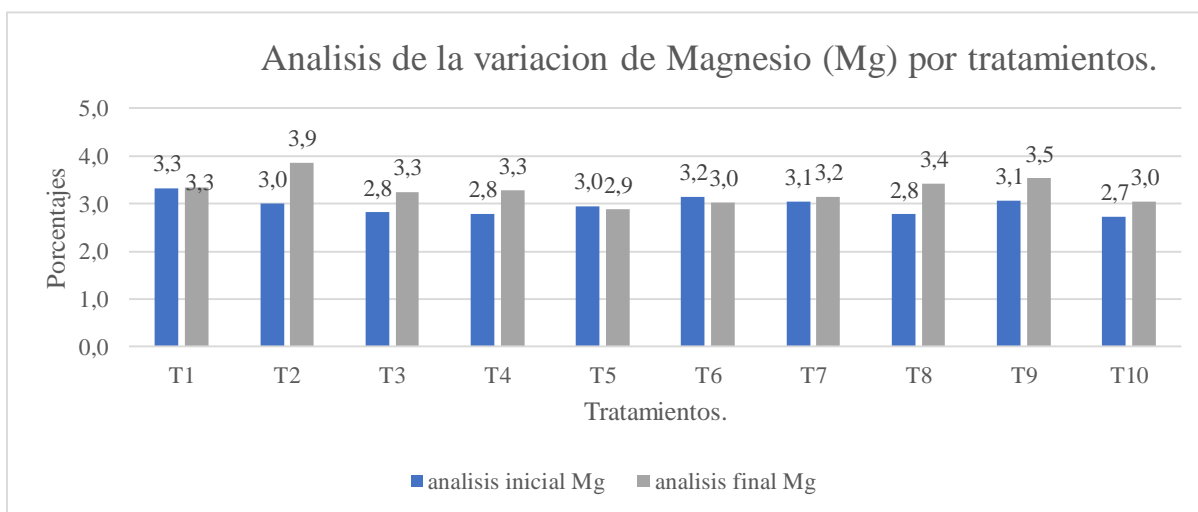
pueden tener lugar en el propio suelo o durante los procesos de toma, translocación y utilización de los nutrientes por el vegetal(Fernandez, 2007).

**Figura 16. Análisis de la variación del macronutriente secundario calcio (Ca).**



En la figura 16 se expresa el análisis de la variación entre el análisis inicial y final del calcio (Ca) en cada uno de los tratamientos, este nutriente no expreso cambios considerables, sin embargo las variaciones están detalladas a continuación, el tratamiento T1 se evidencio una variación de 23,2 a 25,8 en el tratamiento T2 se presenció un descenso de 24,1 a 22 de igual manera en el tratamiento T3 se observó un descenso de 24,0 a 19,8; en el tratamiento T4 existió un pequeño incremento de 21,2 a 22,2 en el tratamiento T5 los porcentajes se mantuvieron estables con un valor de 21,9; en el tratamiento T6 se incrementó de 21,1 a 23; en el tratamiento T7 se incrementó de 21,5 a 22,2; en el tratamiento T8 se incrementó de 21,9 a 22,2 ; en el tratamiento T9 se incrementó de 20,8 a 21,9 y finalmente en el tratamiento T10 la variación paso de 21,8 a 22,3, el calcio no presento variaciones significativas sin embargo está presente en cantidades adecuadas en la mayoría de los suelos. (Fertilab, 2019)

**Figura 17. Análisis de la variación del macronutriente secundario magnesio (Mg).**



Elaborado por (Rojas, 2022)

En la figura 17 se expresa el análisis de la variación del magnesio (Mg) en cada uno de los tratamientos, en el tratamiento T1 este nutriente no presentó variación manteniéndose en 3,3; en el tratamiento T2 se incrementó de 3 a 3,9; en el tratamiento T3 se incrementó de 2,8 a 3,3; en el tratamiento T4; la variación pasó de 2,8 a 3,3; en el tratamiento T6 se presentó un pequeño descenso pasando de 3,2 a 3; en el tratamiento T7 se modificó ligeramente pasando de 3,1 a 3,2; en el tratamiento T8 se incrementó de 2,8 a 3,4; en el tratamiento T9 pasó de 3,1 a 3,5 y finalmente en el tratamiento T10 hubo una pequeña variación incrementándose de 2,7 a 3, en síntesis el Mg al contrario de incrementarse en muchos de los tratamientos, se redujeron, el magnesio es un elemento poco considerado en los planes de fertilización, aun cuando se han identificado numerosos procesos fisiológicos en los que interviene, por ejemplo, participa en: la fosforilación (formación de ATP en los cloroplastos), fijación fotosintética del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), síntesis de proteínas, formación de clorofila, recarga del floema, partición y asimilación de productos de la fotosíntesis, y foto-oxidación de los tejidos de las hojas (Rojas & Peña, 2012).

## 8.9 Clase textural del sitio de investigación.

Existen cultivos que prefieren determinadas texturas, como es el caso de la papa y jícama que tienden a deformar su tubérculo en suelos arcillosos y que en suelos de textura pesada. La textura del suelo tiene relación con la dinámica del nitrógeno presente en este, pues con el exceso de humedad se disminuye la aireación del suelo y aumentan las pérdidas gaseosas de N, por lo que en suelos de textura fina se potencializa la desnitrificación. La textura también se relaciona con la porosidad del suelo, ya que en suelos arcillosos oscila entre 40 y 60%, mientras que en suelos arenosos se encuentra entre 35 y 50%. Los poros de las arcillas son de menos tamaño, permitiendo una alta retención de las partículas de agua y nutrientes. Por su parte, en suelo arenosos los poros son más grandes, lo que permite una alta filtración de agua y por ende una pérdida mayor de nitratos (Fertilab, 2019).

**Tabla 14. Densidad real del sitio de la investigación.**

CÓDIGO DE MUESTRA DE CAMPO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRAS	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-1301	T1ED1	Densidad Real	Picnómetro	g/ml	2,32
			PEE/SFA/25		
SFA-22-1302	T2ED2	Densidad Real	Picnómetro	g/ml	2,43
			PEE/SFA/25		
SFA-22-1303	T3ED3	Densidad Real	Picnómetro	g/ml	2,28
			PEE/SFA/25		
SFA-22-1304	T4ED1	Densidad Real	Picnómetro	g/ml	2,31
			PEE/SFA/25		
SFA-22-1305	T5ED2	Densidad Real	Picnómetro	g/ml	2,34
			PEE/SFA/25		
SFA-22-1306	T6ED3	Densidad Real	Picnómetro	g/ml	2,38
			PEE/SFA/25		
SFA-22-1307	T7ED1	Densidad Real	Picnómetro	g/ml	2,28
			PEE/SFA/25		
SFA-22-1308	T8ED2	Densidad Real	Picnómetro	g/ml	2,34
			PEE/SFA/25		
SFA-22-1309	T9ED3	Densidad Real	Picnómetro	g/ml	2,37
			PEE/SFA/25		
SFA-22-1310	T10	Densidad Real	Picnómetro	g/ml	2,26
			PEE/SFA/25		

En la tabla 22 se expresan los valores de la densidad real del sitio de la investigación detallada por tratamientos, siendo los tratamientos T2, T6, T8 y T9 los que obtuvieron una densidad más



elevada por encima de los 2,30 gr/ml, los demás tratamientos presentan valores inferiores a 2,30 gr/ml.

Las mejoras en la administración de cultivos, tales como una plantación temprana, una densidad óptima, el dejar los residuos de las cosechas en la superficie, reducen la erosión, fomentan la infiltración del agua y, a través del mejoramiento de la calidad del suelo, conducen a un incremento en la producción (Hellin, 2004).

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(Fertilab, 2019b).

#### 8.10 Densidad aparente del sitio de investigación (muestras a 10, 20, 30 cm).

**Tabla 15. densidad aparente del sitio de investigación.**

Identificación de la muestra.	Profundidad.	Parámetro analizado	Método	Unidad	Media.
T1ED1	10cm	Densidad aparente	Gravimétrico	g/ml	1,12
	20cm				
	30cm				
T2ED2	10cm	Densidad aparente	Gravimétrico	g/ml	1,19
	20cm				
	30cm				
T3ED3	10cm	Densidad aparente	Gravimétrico	g/ml	1,05
	20cm				
	30cm				
T4ND1	10cm	Densidad aparente	Gravimétrico	g/ml	1,30
	20cm				
	30cm				
T5ND2	10cm	Densidad aparente	Gravimétrico	g/ml	1,08
	20cm				
	30cm				
T6ND3	10cm	Densidad aparente	Gravimétrico	g/ml	1,02
	20cm				
	30cm				
T7FD1	10cm	Densidad aparente	Gravimétrico	g/ml	1,25
	20cm				
	30cm				
T8FD2	10cm	Densidad aparente	Gravimétrico	g/ml	1,25

	20cm				
	30cm				
T9FD3	10cm	Densidad aparente	Gravimétrico	g/ml	1,05
	20cm				
	30cm				
T10TESTIGO.	10cm	Densidad aparente	Gravimétrico	g/ml	1,15
	20cm				
	30cm				

En la tabla 24 se expresa las densidades aparentes del sitio de investigación detalladas por cada uno de los tratamientos, las muestras fueron tomadas a profundidades de 10, 20, 30 cm, al no presentarse variabilidad notable los resultados están expresados por promedios de las tres profundidades, los promedios entre tratamientos varían de 1,02 gr/ml del tratamiento T6 hasta 1,3 gr/ml cuyo resultado pertenece al tratamiento T6.

La densidad aparente describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacio poroso, lo máximo permisible para densidad aparente de 1,88 gr/ml, es una forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces. También se usa para convertir datos expresados en concentraciones a masa o volumen, cálculos muy utilizados en fertilidad y fertilización de cultivos extensivos. La densidad aparente varía con la textura del suelo y el contenido de materia orgánica; puede variar estacionalmente por efecto de labranzas y con la humedad del suelo sobre todo en los suelos con arcillas.(Rojas & Peña, 2012). Por lo expresado podemos decir que el tratamiento T4

El método más utilizado en nuestro país para realizar esta determinación es el método del cilindro. Una de las desventajas de tomar la muestra con el cilindro, es que el valor puede variar con el tamaño del cilindro, siendo mayor la densidad cuando menor es el tamaño del cilindro, a causa de que no se captan los poros de mayor diámetro. En general, el método presenta poca variación, es fácil de repetir y su determinación es sencilla. Hay otros métodos que no requieren instrumental complejo para estimar densidad aparente. Cuando no se cuenta con la posibilidad

de obtener la muestra inalterada del campo se puede utilizar el método de la probeta, que usa la muestra molida y tamizada, o también el método de la parafina con muestras inalteradas tomadas con pala sin usar el cilindro (Rojas & Peña, 2012).

## **9. CONCLUSIONES.**

- Mediante el presente trabajo de investigación se logró determinar las características físicas y analizar las propiedades químicas de la terraza 10.
- Se logró resaltar la importancia de la incorporación de materia orgánica para la recuperación y conservación de suelos, dado que influye de manera directa en el comportamiento agronómico de las plantas.
- Se logró determinar que el tratamiento T9 (nutriabono dosis tres) tiene mayor influencia en la altura de las plantas, alcanzado un promedio general de 8.3 cm lo cual es más representativo con respecto al demás tratamientos.

## **10. RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda realizar un eficiente manejo del sistema de riego en el cultivo de melloco debido a que la uniformidad del riego ayuda a que todos los tratamientos germinen al mismo tiempo lo que nos permitirá tener una información más confiable.
- Se recomienda seguir realizando este tipo de investigaciones con otros cultivos para con ello ayudar a mejorar los suelos erosionados.
- Incrementar las dosis para obtener resultados más significativos los cuales serán más fáciles y rápidos de interpretar.

## **11. BIBLIOGRAFÍA.**

Alcaraz Ariza, J. F. (2012). Tema 18. Salinidad y vegetación. *Geobotánica*, 11.

Barbaro, L. A., Karlanian, M. A., & Diego, M. A. (2008). Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica ( CE ) en los sustratos para plantas. *CIRN. Onstituto de Floricultura*.

- Caicedo, C., Muñoz, L., Monteros, A., & Tapia, C. (2004). Producción Agroecológica y Limpieza de Virus de Melloco. *Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas Para La Conservación y Uso Sostenible En El Ecuador*, 75–90.
- Castillo, C. (2015). Selección y calibración de indicadores locales y técnico para evaluar la degradación de los suelos laderas, en la microcuenca Cuscamá el Tuma - La Dalia Matagalpa. *Investigación, 1*, 106.
- Escobar, D. (2018). *Erosion De Suelos. 4*, 54.  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/9/cap8.pdf>
- Logroño, R. (2012). *Influencia lunar en la brotación de tubérculos de melloco (Ullucus tuberosus) variedad caramelo*. 77.
- Lozano-Rivas, W. A. (2018). PH DEL SUELO. In Suelos: Guía de prácticas simplificadas en campo y laboratorio. *Suelos: Guía de Prácticas Simplificadas En Campo y Laboratorio, 1*, 64–66.
- MELA, P. M. (1990). Edafología. *Soil Science*, 80(3), 249. <https://doi.org/10.1097/00010694-195509000-00010>
- Osorio, N. W. (2012). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. *Manejo Integral Del Suelo y Nutrición Vegetal, 1*(4), 1–4.  
<https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>
- Alcaraz Ariza, J. F. (2012). Tema 18. Salinidad y vegetación. *Geobotánica*, 11.
- Barbaro, L. A., Karlanian, M. A., & Diego, M. A. (2008). Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica ( CE ) en los sustratos para plantas. *CIRN. Onstituto de Floricultura*.
- Caicedo, C., Muñoz, L., Monteros, A., & Tapia, C. (2004). Producción Agroecológica y Limpieza de Virus de Melloco. *Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas Para La Conservación y Uso Sostenible En El Ecuador*, 75–90.
- Castillo, C. (2015). Selección y calibración de indicadores locales y técnico para evaluar la degradación de los suelos laderas, en la microcuenca Cuscamá el Tuma - La Dalia Matagalpa. *Investigación, 1*, 106.
- Escobar, D. (2018). *Erosion De Suelos. 4*, 54.  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/9/cap8.pdf>
- Fernandez, M. (2007). Fósforo: amigo o enemigo. *ICIDCA : Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar, 41*(2), 51–57. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223114970009.pdf>
- Fertilab. (2019a). *Funciones y síntoma de deficiencia de Calcio en los*.  
<https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Deficiencia de Calcio en los Cultivos.pdf>
- Fertilab. (2019b). *La textura y la fertilidad del suelo. Figura 1*, 1–4.
- Flores Márgez, J. P., Valero Córdoba, C., Osuna Ávila, P., Corral Díaz, B., Shukla, M. K., & Salazar Sosa, E. (2013). Textura Del Suelo Y Tipo De Agua De Riego En La Disponibilidad De Fósforo De Estiércol Bovino. *Terra Latinoamericana, 31*, 211–220.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57328903005>
- Garro, J. (2017). El suelo y los abonos orgánicos. *Sector Agro Alimentario, 11*(1), 77–81.

- <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf>
- H, F. (2020). La gran importancia del Potasio en las plantas. *Agro Vita*, 1–2.  
<https://www.agrovitra.com/wp/wp-content/uploads/2020/11/Potasio-Fernanda-Habit.pdf>.
- L. Rodriguez. (2011). *Conservación de los recursos naturales para una Agricultura sostenible Materia orgánica y actividad biológica Qué es y qué hace*. 1–28.
- Logroño, R. (2012). *Influencia lunar en la brotación de tubérculos de melloco (Ullucus tuberosus) variedad caramelo*. 77.
- López, C., & Jacinto, G. (2018). ¿Cómo incrementar la materia orgánica del suelo en la actividad ganadera del trópico? *Avances En Investigación Agropecuaria*, 22(3), 37–44.
- Lozano-Rivas, W. A. (2018). PH DEL SUELO. In *Suelos: Guía de prácticas simplificadas en campo y laboratorio. Suelos: Guía de Prácticas Simplificadas En Campo y Laboratorio*, 1, 64–66.
- MELA, P. M. (1990). Edafología. *Soil Science*, 80(3), 249. <https://doi.org/10.1097/00010694-195509000-00010>
- Osorio, N. W. (2012). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. *Manejo Integral Del Suelo y Nutrición Vegetal*, 1(4), 1–4.  
<https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>
- Perdomo, C., & Barbazán, M. (2007). Nitrógeno. *Área De Suelos Y Aguas*, 1, 54.  
<http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/publica/Tomo N.pdf>
- Reyes Pérez, J. J., Luna Murillo, R. A., Reyes Bermeo, M. del R., Suárez Fernández, G., Ulloa Méndez, C. I., Rivero Herrada, M., Cabrera Bravo, D. A., Alvarado Mendoza, A. F., & González Rodríguez, J. C. (2016). ABONOS ORGÁNICOS Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA COL (*Brassica oleracea* L)/ ORGANIC FERTILIZERS AND THEIR EFFECT ON GRAIN GROWTH AND DEVELOPMENT OF CABBAGE (*Brassica oleracea* L.). *Biotechnia*, 18(3), 28–32.  
<https://doi.org/10.18633/biotechnia.v18i3.332>
- Rojas, J., & Peña, S. (2012). Densidad aparente. *I, I(1)*, 3. [www.inta.gov.ar/saenzpe](http://www.inta.gov.ar/saenzpe)

## 12. ANEXOS.

### Anexo 1. Diseño de campo

REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3
T2ED2	T7FD1	T10TESTIGO.
T4ND1	T10TESTIGO.	T2ED2
T8FD2	T6ND3	T9FD3
T7FD1	T1ED1	T7FD1
T10TESTIGO.	T8FD2	T3ED3
T9FD3	T5ND2	T1ED1
T5ND2	T2ED2	T4ND1
T3ED3	T4ND1	T5ND2
T6ND3	T9FD3	T6ND3
T1ED1	T3ED3	T8FD2

## Anexo 2. Análisis de suelo inicial

Localización	pH	K (Cmol/kg)	Ca (Cmol/kg)	Mg (Cmol/kg)	P (mg kg-1)	N (%)	M O (%)	Arena (%)	Lim o (%)	Arcilla (%)	Clase textural
<b>2800 msnm</b>											
<b>T1</b>	9,64	4,31	23,16	3,33	46	3,26	0,1	49	37	14	<b>franco</b>
<b>T2</b>	9,88	4,54	24,07	3,01	36	2,01	0,2	49	39	12	<b>franco</b>
<b>T3</b>	10,01	4,01	24,01	2,82	29	5,18	0,1	49	41	10	<b>franco</b>
<b>T4</b>	9,91	4,45	21,15	2,79	40	2,72	0,1	49	39	12	<b>franco</b>
<b>T5</b>	9,87	3,91	21,87	2,95	51	13	0,3	49	39	12	<b>franco</b>
<b>T6</b>	9,77	3,61	21,12	3,15	57	10	0,3	55	37	8	<b>franco arenoso</b>
<b>T7</b>	9,85	3,95	21,53	3,05	45	2,78	0,3	57	35	8	<b>franco arenoso</b>
<b>T8</b>	9,92	4,02	21,93	2,78	39	1,62	0,4	57	33	10	<b>franco arenoso</b>
<b>T9</b>	9,86	4,03	20,83	3,06	38	10	0,1	51	39	10	<b>franco</b>
<b>T10</b>	10	4	21,75	2,72	29	5,85	0,2	51	37	12	<b>Franco</b>

# Anexo 3. Análisis de suelos final



**INiAP**  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



**IASPA**  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**  
**ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS**  
 Panamericano Sur Km. 1, S/N. Cabaiguana.  
 Tels. (02) 3007284 / (02) 2501210  
 E-mail: laboratorio.us@iniaspa.gov.do

**INFORME DE ENSAYO No: 22 0489**

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Rojas Guaman Jefferson Adán  
**PETICIONARIO:** Rojas Guaman Jefferson Adán  
**EMPRESA/INSTITUCIÓN:** Rojas Guaman Jefferson Adán  
**DIRECCIÓN:** Pujili

**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 20/07/2022  
**HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 13:57  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 26/07/2022  
**FECHA DE EMISIÓN:** 26/07/2022  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** SUELO 4

Análisis	Unidad	pH	N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca+Mg/K	I Bases	MC	CO <sup>2</sup>	Textura (%)			IDENTIFICACIÓN															
																		Arena	Limo	Arcilla																
22-1588	6.00	L.A.	35	119.3	A	13.4	M	1.23	M	4.38	A	25.02	A	3.34	A	3.34	A	5.7	M	8.1	A	23	P	3.3	P	7.74	0.76	5.55	33.52	0.57	P	51	38	11	FRANCO	T1E01
22-1589	5.86	A	76	187.6	A	16.9	M	4.87	A	22.05	A	3.86	A	3.7	A	5.2	P	5.8	M	5.70	0.79	5.31	30.75	1.05	M	47	42	11	FRANCO	T2E02						
22-1590	5.95	A	48	100.5	A	24.5	M	0.99	B	3.77	A	19.79	A	3.25	A	5.3	M	5.1	A	6.08	0.86	5.11	26.92	1.15	M	49	44	7	FRANCO	T3E03						
22-1591	5.23	A	59	172.0	A	20.5	M	1.07	M	3.80	A	3.22	A	3.28	A	3.4	M	5.2	A	6.77	0.91	7.06	29.09	1.11	M	47	49	13	FRANCO	T4ND1						
22-1592	5.37	A	78	58.0	A	15.0	M	1.01	M	3.76	A	2.92	A	3.88	A	2.5	A	4.5	A	3.62	0.77	5.60	28.55	1.09	M	51	42	7	FRANCO	T5ND2						
22-1593	5.00	A	37	101	A	27.6	M	1.07	M	4.14	A	20.96	A	3.02	A	3.6	M	5.1	A	7.81	0.73	6.27	30.13	1.03	M	49	44	7	FRANCO	T6ND3						
22-1594	5.32	A	77	91.7	A	9.1	R	1.14	M	4.00	A	20.03	A	3.15	A	3.7	M	4.9	A	7.05	0.79	6.35	29.88	0.43	P	51	42	7	FRANCO	T7F11						
22-1595	5.15	A	47	100.9	A	28.3	A	1.37	M	5.13	A	22.22	A	3.43	A	5.9	M	5.0	A	6.48	0.87	5.00	29.77	1.21	M	51	49	9	FRANCO	T8F12						
22-1595	5.15	A	46	132.6	A	13.9	M	1.20	M	4.98	A	26.87	A	3.53	A	5.7	M	4.9	A	6.20	0.75	5.12	30.00	0.34	B	55	38	7	FRANCO	T9F13						
22-1597	5.27	A	31	101	A	5.5	B	0.59	B	3.78	A	22.25	A	3.04	A	2.7	A	4.9	A	7.33	0.20	5.89	29.06	0.50	B	51	38	11	FRANCO	T10 Testigo						

Análisis	Al <sup>3+</sup>	Na <sup>+</sup>	CE <sup>-</sup>	N. Total	N-NO3 <sup>-</sup>	K-H2O <sup>+</sup>	P-H2O <sup>+</sup>	C <sup>+</sup>	PH/KCl <sup>+</sup>	IDENTIFICACIÓN
	ppm	meq/100g	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	

**OBSERVACIONES:** Ensayos no solicitados por el cliente

**IDENTIFICACIÓN INTERNA**

PK La Mg = Osm/Ved/Estado

Ca Fe Mn Zn = Osm/Ved/Estado

B = Osm/Ved/Estado

**IDENTIFICACIÓN**

Li = Ligerito

N = Negro

Bl = Blanco

LM = Lige-Alcino

M = Mado

PH = Piar Negro

Al = Alcino

TC = Teg/Ved/Estado

**ABREVIAURAS**

CE = Conductividad Electrica

MO = Muestra Original



## Fotografías.

