



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“EVALUACIÓN DE TRES ENMIENDAS ORGÁNICAS APLICANDO DOS MICROORGANISMOS A DIFERENTES DOSIS EN EL CULTIVO DE REMOLACHA (*Beta vulgaris*) PARA LA RECUPERACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO DE SALACHE, COTOPAXI-ECUADOR 2022.”**

---

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

**AUTORA:**

Carlosama Paucar Lesli Yadira

**TUTOR:**

Castillo De La Guerra Clever Gilberto, Ing. Mg.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Lesli Yadira Carlosama Paucar, con cédula de ciudadanía No. 1726536178, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Evaluación de tres enmiendas orgánicas aplicando dos microorganismos en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*) para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo de Salache, Cotopaxi-Ecuador 2022”, siendo el Ingeniero Mg. Castillo de la Guerra Clever, 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, 29 de agosto del 2022

Lesli Yadira Carlosama Paucar

Estudiante

C.I: 1726536178

Ing. Castillo de la Guerra Clever, Mg.

Docente Tutora

C.I: 0501715494

## **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 **CARLOSAMA PAUCAR LESLI YADIRA**, identificado con cédula de ciudadanía **1726536178** 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 de Ingeniería Agronómica titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación de tres enmiendas orgánicas. aplicando dos microorganismos en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*) para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo de Salache, Cotopaxi-Ecuador 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: Ingeniero Mg. Clever Castillo De La Guerra

Tema: “Evaluación de tres enmiendas orgánicas. aplicando dos microorganismos en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*) para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo de Salache, Cotopaxi-Ecuador 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:

1. 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.
2. La publicación del trabajo de grado.
3. La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
4. La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

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

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 25 días del mes de agosto del 2022.

Lesli Yadira Carlosama Paucar  
**EL CEDENTE**

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA 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, la postulante: Carlosama Paucar Lesli Yadira, con el título del Proyecto de Investigación: “Evaluación de tres enmiendas orgánicas. aplicando dos microorganismos a diferentes dosis en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* ) para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo de Salache, Cotopaxi-Ecuador 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 realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 29 de agosto del 2022

Ing. Clever Castillo de la Guerra, Mg.

**DOCENTE TUTORA**

CC: 0501715494

## **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: Carlosama Paucar Lesli Yadira, con el título del Proyecto de Investigación: “Evaluación de tres enmiendas orgánicas aplicando dos microorganismos en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*) para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo de Salache, Cotopaxi-Ecuador 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 realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 29 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing. Cristian Santiago Jiménez, Mg.

CC: 0501946263

Lector 2

Ing. Edwin Chancusig Espin, Mg. PhD

CC: 0501148837

Lector 3

Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo, Mg.

CC: 1801902907

## **AGRADECIMIENTO**

En el presente trabajo quiero agradecer en primer lugar a Dios por brindarme salud y sabiduría y guiarme en esta investigación

A mi madre Teresa Paucar y a mi hermana Jessica Carlosama que han estado siempre alentándome e impidiendo desmayar en los tiempos difíciles.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por permitir formarme profesionalmente a mis amigos por apoyarme sin duda alguna en el ámbito estudiantil y a cada uno de las personas que participaron en este proceso de formación, como no agradecer a la Ing. Clever Castillo por involucrarme en este proceso investigativo el cual me ha ayudado a adquirir , desarrollar nuevos conocimientos y destrezas en cuanto el estudio .No hay palabras para demostrar mi gratitud y agradecer un vez más a todos los presentes gracias

**Lesli Yadira Carlosama Paucar**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación se lo dedico principalmente a Dios por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional a mi familia por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional también agradezco a mi familia por sus oraciones, consejos y palabras de aliento que me hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas mis amigas, por apoyarme cuando más las necesito por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias amigos y familia, siempre los llevo en mi corazón.

Lesli

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO:** EVALUACIÓN DE TRES ENMIENDAS ORGÁNICAS APLICANDO DOS MICROORGANISMOS EN DIFERENTES DOSIS EN EL CULTIVO DE REMOLACHA (*BETA VULGARIS*) PARA LA RECUPERACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO DE SALACHE, COTOPAXI-ECUADOR 2022.

**Autor:** Carlosama Paucar Lesli Yadira RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad evaluar las propiedades químicas y biológicas del suelo previa a la incorporación de tres enmiendas ( Bio Compost, Ferti plus , Humus) orgánicas aplicando dos microorganismos (*Trichoderma spp*, Micorrizas)a diferentes dosis en el cultivo de remolacha (*Beta Vulgaris* ) en las terrazas de banco de la Universidad Técnica de Cotopaxi sector Salache (CEYPSA), se realizó un diseño experimental de Bloques completamente al azar (DBCA)con un arreglo factorial de  $(3 \times 2 \times 2) + 1$  con 3 repeticiones dándonos un total de 39 unidades experimentales. Los resultados de la investigación se recopilaron cada 15 días lo cual nos indican las siguientes variables: el número de plantas adaptadas el Tratamiento T11 (T11 (Ferti Plus + Micorrizas a 20 gr/1 litro) obtuvo el 100% de plantas prendidas. En la altura el tratamiento T4 (Bio compost + *Trichoderma* a 20cc/2litros) con una media 22,52 en altura a los 75 días. En el número de hojas el T3 (Humus + *Trichoderma* a 10cc/2litros) con una media 10,09 a los 75 días. En el peso del tubérculo con hojas nos indica que el tratamiento T10 (Bio compost + Micorrizas a 20 gr/1 litro) cuya media es de 2611 kg/ha sus medias expresan que las enmiendas si actuaron en el cultivo de remolacha (*Beta Vulgaris*) .Sin embargo en las características químicas la enmienda que resulto mejor es el Ferti plus disminuyendo el Ph (8,95 a 8,68) incrementando los macronutrientes N( 2, 4 a 30,0pmm);P(36 a 241 ppm) K(5,13 meq/100g) , materia orgánica MO( 0,50 a 1,54%) en cambio en el análisis microbiológico hubo un aumento en las micorrizas con el 75 esporas /g y las micorrizas un < 8 UFC/g. El costo por tratamiento fue elT8(Ferti Plus + Micorrizas a 10 gr/1 litro) con 30,13\$.

**Palabras claves:** Enmiendas Orgánicas, Dosis, Comportamiento Agronómico, Microorganismos

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITLE:** “EVALUATION OF THREE ORGANIC AMENDMENTS APPLYING TWO MICROORGANISMS AT DIFFERENT DOSES IN THE CULTIVATION OF BEET (*Beta vulgaris*) FOR THE RECOVERY OF THE CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF THE SOIL IN SALACHE COTOPAXI - ECUADOR 2022”.

**Author:** Carlosama Paucar Lesli Yadira

### ABSTRACT

The purpose of this research work was to evaluate the chemical and biological properties of the soil prior to the incorporation of three organic amendments (Bio Compost, Ferti plus, Humus) applying two microorganisms (*Trichoderma* spp, Mycorrhizae) at different doses in the cultivation of beet. (*Beta Vulgaris*) in the bank terraces of the Technical University of Cotopaxi, Salache sector (CEYPSA), an experimental design of Completely Random Blocks (DBCA) was carried out with a factorial arrangement of (3x2x2) +1 with 3 repetitions, giving us a total of 39 experimental units. The results of the investigation were collected every 15 days, which indicates the following variables: the number of plants adapted to Treatment T11 (T11 (Ferti Plus + Mycorrhizae at 20 gr/1 liter) obtained 100% of plants attached. In the height of the T4 treatment (Bio compost + *Trichoderma* at 20cc/2 liters) with an average of 22.52 in height at 75 days in the number of leaves, T3 (Humus + *Trichoderma* at 10cc/2 liters) with an average of 10.09 at the weight of the tuber with leaves indicates that the T10 treatment (Bio compost + Mycorrhizae at 20 gr/1 liter) whose average is 2611 kg/ha, its means express that the amendments did act in the beet crop (*Beta Vulgaris*). However, in the chemical characteristics, the best amendment is Ferti plus, decreasing the Ph (8.95 to 8.68) and increasing the macronutrients N (2.4 to 30.0ppm); P (36 to 241 ppm) K (5.13 meq/100g), organic matter MO (0.50 to 1.54%) in change in the microbiological analysis there was an increase in the mycorrhizae with 75 spores/g and the mycorrhizae a <8 CFU/g. The cost per treatment was T8 (Ferti Plus + Mycorrhizae at 10 gr/1 liter) with \$30.13.

**Keywords:** Organic Amendments, Dosage, Agronomic Behavior, Microorganisms.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
ABSTRACT.....	x
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
ÍNDICE DE FIGURA .....	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION .....	3
4.1 Beneficiarios Directos.....	3
4.2 Beneficiarios Indirectos.....	4
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1 Objetivo General.....	5
6.2 Objetivos específicos .....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS. 5	
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA .....	7
8.1 El suelo .....	7
8.2 Erosión del suelo.....	7
8.3 Tipos de Erosión .....	8
8.3.1 Erosión hídrica.....	8
8.3.2 Erosión eólica.....	8
8.4 Materia Orgánica.....	8
8.5 Incorporar materia orgánica al suelo.....	8
8.6 ENMIENDAS ORGANICAS .....	8
8.6.1 Bio Compost .....	9
8.6.2 Ferti plus .....	10
8.6.3 Humus.....	10
8.7 Propiedades químicas del suelo.....	11

8.7.1 Ph.....	<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	11
8.7.2 Macro elementos y Micro elementos .....		11
8.7.3 Conductividad Eléctrica .....		12
8.8 Propiedades Biológicas del suelo .....		12
8.8.1 Microorganismos del suelo.....		12
8.8.2 Importancia de microorganismos.....		13
8.8.3 Funciones de los microorganismos del suelo .....		13
8.8.4 Trichoderma spp. ....		14
8.8.4.1 Generalidades.....		14
8.8.4.2 Mecanismos de acción.....		14
8.8.4.3 Beneficios de la aplicación de Trichoderma spp .....		15
8.8.5 Micorriza.....		15
8.8.5.1 Importancia de las micorrizas en el suelo .....		16
8.8.5.2 Beneficios de las micorrizas al suelo .....		16
8.9 Cultivo de Remolacha .....		16
8.10 Descripción taxonómica .....		17
8.11 Descripción botánica .....		17
8.11.1 Raíz.....		17
8.11.2 Tallo.....		17
8.11.3 Hojas.....		18
8.12 Requerimientos edafoclimáticos de la remolacha .....		18
9. HIPÓTESIS .....		18
10. METODOLOGÍA.....		18
10.1 Tipo de Investigación .....		18
10.2 Tipo de método .....		19
10.3 Modalidad de la investigación .....		19
10.4 Enfoque de la investigación.....		19
10.5 Herramienta de investigación .....		20
10.6 Materiales .....		20
10.6.1 Materiales en campo.....		20
10.7 CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DE INVESTIGACIÓN .....		21
10.8 VARIABLES .....		22
10.8.1 Variables a evaluar .....		22

10.8.1.1 Variables dependientes.....	<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	22
10.8.1.2 Variables Independientes.....		22
10.9 Variables en estudio .....		23
10.10 FACTORES DE ESTUDIO .....		24
10.11 DISEÑO EXPERIMENTAL .....		25
10.11.1 Análisis de Varianza.....		26
10.12 Procedimiento del proyecto de la investigación .....		26
<b>11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>		<b>28</b>
11.1 Variable número de plántulas adaptadas en la evaluación de 3 enmiendas orgánicas para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo en el cultivo de remolacha ( <i>Beta vulgaris</i> ).....		28
11.2 Variable altura de planta en la evaluación de tres enmiendas orgánicas para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo en el cultivo de remolacha ( <i>Beta vulgaris</i> ). .....		32
11.3 Variable del Número de hojas de planta en la evaluación de tres enmiendas orgánicas para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo en el cultivo de remolacha ( <i>Beta vulgaris</i> ). .....		39
11.4 Variable en peso de la raíz tuberosa con hojas en la evaluación de tres enmiendas orgánicas con dos microorganismos para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas en el cultivo de remolacha ( <i>Beta vulgaris</i> L.) .....		44
11.5.....		49
11.6 Interpretación de las Propiedades Químicas del análisis inicial y análisis final de suelo analizado en el laboratorio de suelos del INIAP estación Santa Catalina. ....		51
<b>12. IMPACTOS (TECNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS) .....</b>		<b>59</b>
12.1 Impacto Técnico.....		59
12.2 Impacto Social .....		60
12.3 Impacto Ambiental.....		60
12.4 Impacto Económico.....		60
<b>13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>60</b>
13.1 Conclusiones .....		60
13.2 Recomendaciones.....		61
<b>14. BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>62</b>
<b>15. ANEXOS .....</b>		<b>68</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Actividades de los objetivos planteados .....	5
Tabla 2:	Contenido de elementos de Bio Compost .....	9
Tabla 3:	Contenido de elementos del Ferti Plus.....	10
Tabla 4:	Descripción taxonómica de la remolacha.....	17
Tabla 5:	Características del sitio de investigación. ....	21
Tabla 6:	Tratamientos del ensayo experimental.....	25
Tabla 7:	El análisis de varianza (ADEVA) se encuentra dispuesto de acuerdo al siguiente cuadro .....	26
Tabla 8:	ADEVA para la variable número de plántulas adaptadas.....	28
Tabla 9:	Medias para tratamientos en la variable número de plántulas prendidas.....	29
Tabla 10:	ADEVA para la variable altura de planta.....	32
Tabla 11:	Prueba de Tukey al 5% para Materia Orgánica en la variable Altura de planta a los 15 días del cultivo .....	33
Tabla 12:	Prueba de Tukey al 5% para la Dosis más microorganismos en la variable Altura de planta 30 días.....	34
Tabla 13:	Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la altura de la planta a los 60 días y 75 días.....	36
Tabla 14:	Prueba de Tukey al 5% para el Testigo vs Resto en la variable de la Altura del cultivo de remolacha ( <i>Beta vulgaris</i> ) .....	38
Tabla 15:	Prueba Tukey 5% a los 60 y 75 días de aplicación de los tratamientos .....	41
Tabla 16:	Prueba de Tukey al 5% para el Testigo vs Resto en la variable del número de hojas del cultivo de remolacha ( <i>Beta vulgaris</i> ) .....	43
Tabla 17:	ADEVA para la variable peso de la raíz tuberosa con hojas .....	44
Tabla 18:	Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable peso de la raíz tuberosa con hojas ..	45
Tabla 19:	Prueba de Tukey al 5% de la Materia Orgánica en la variable del Peso del tubérculo del cultivo de Remolacha ( <i>Beta vulgaris</i> L.) .....	46
Tabla 20:	Prueba de Tukey al 5% de los microorganismos más Materia Orgánica en la variable del Peso del tubérculo del cultivo de Remolacha ( <i>Beta vulgaris</i> ).....	48
Tabla 21:	Prueba de Tukey al 5% Testigo vs Resto en la Variable del peso del tubérculo con hoja el cultivo de remolacha ( <i>Beta vulgaris</i> ).....	49
Tabla 22:	Cuadro de Costes de Producción Generados por Tratamiento.....	50
Tabla 23:	Interpretación inicial y final .....	51
Tabla 24:	Interpretación de las Propiedades Biológicas del análisis inicial y final de suelo analizado en el laboratorio de suelos del Agro calidad.....	59

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Tratamientos en la variable número de plantas Prendidas. ....	30
Figura 2. Enmiendas Orgánicas en Altura de planta a los 15 días .....	34
Figura 3. Para la Dosis más microorganismos en la variable Altura de planta 30 días del cultivo .....	35
Figura 4. Tratamientos a los 60 y 75 días en la variable de la altura.....	37
Figura 5. Testigo vs Resto en la Variable de la Altura de las Plantas en el cultivo de remolacha ( <i>Beta vulgaris</i> ).....	38
Figura 6. Para la Dosis más microorganismos en la variable número de hojas de planta 15 días del cultivo.....	40
Figura 7. Numero de hojas de los 60-75 días.....	42
Figura 8. Testigo vs Resto en la Variable del número de hoja de las Plantas en el cultivo de remolacha ( <i>Beta vulgaris</i> ).....	43
Figura 9. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable peso de la raíz tuberosa con hojas...46	
Figura 10. Prueba de Tukey al 5% de la Materia Orgánica en la variable del Peso del tubérculo del cultivo de Remolacha ( <i>Beta vulgaris</i> ).....	47
Figura 11. Prueba de Tukey al 5% de los microorganismos más Materia Orgánica en la variable del Peso del tubérculo del cultivo de Remolacha ( <i>Beta vulgaris</i> ).....	48
Figura 12. Testigo vs Resto en la Variable del peso del tubérculo con hoja el cultivo de remolacha ( <i>Beta vulgaris</i> ).....	49
Figura 13. Análisis pH-MO inicial – final .....	52
Figura 14. Análisis de macronutrientes inicial - final.....	54
Figura 15. Análisis de micronutrientes inicial - final .....	56

## ANEXOS

Imagen 1: Presupuesto de la investigación .....	68
Imagen 2 Diseño Experimental .....	69
Imagen 3 Análisis químico inicial del suelo.....	70
Imagen 4: Análisis químico final del suelo .....	70
Imagen 5: Análisis biológico inicial del suelo.....	71
Imagen 6: GRAFICAS .....	71
Imagen 7: Recolección de muestras de suelo .....	71
Imagen 8: . Preparación del terreno.....	72
Imagen 9: Trasplante de la remolacha y riego .....	72
Imagen 10: Aplicación del Trichoderma y micorriza.....	73

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título**

“Evaluación de tres enmiendas orgánicas aplicando dos microorganismos en diferentes dosis en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*) para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo de Salache, Cotopaxi-Ecuador 2022.”

### **Fecha de inicio:**

Febrero del 2022

### **Fecha de Finalización**

Agosto del 2022

### **Lugar de ejecución:**

Barrio Salache - Parroquia Eloy Alfaro - Cantón Latacunga - Provincia Cotopaxi

### **Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### **Carrera que auspicia**

Carrera de Ingeniería Agronómica

### **Proyecto de investigación vinculado:**

Proyecto Recuperación y Conservación de suelos de la Universidad Técnica de Cotopaxi

### **Equipo de Trabajo:**

**Tutora:** Ing. Clever Castillo De la Guerra, Mg.

**Lector 1:** Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.

**Lector 2:** Ing. Edwin Marcelo Chancusig Espín , Mg.P.hD

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

## **Área de conocimiento**

Agricultura

## **Línea de investigación**

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

Desarrollo y Seguridad alimentaria

## **Sublínea de investigación**

Agua y suelos

## **Línea de vinculación**

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

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

En el presente trabajo de investigación se realizó con el propósito de evaluar las propiedades químicas y biológicas del suelo con tres enmiendas (Bio Compost, Ferti plus, Humus) orgánicas y dos microorganismos (*Trichoderma spp*, Micorrizas) a diferentes dosis en la primera terraza de banco en el sector Salache, parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Para evaluar las propiedades químicas y biológicas del suelo se incorporó tres enmiendas orgánicas en diferentes tratamientos y dosis para la aplicación de dos microorganismos (*Trichoderma spp*, Micorrizas) realizando un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con un arreglo factorial de  $3 \times 2 \times 2 + 1$  con 3 repeticiones siendo un total de 39 unidades experimentales logrando evaluar las propiedades químicas y biológicas. Al iniciar la investigación el suelo tenía un pH de 8,95 siendo este un suelo alcalino, luego de haber incorporado las tres enmiendas con dos microorganismos a diferentes dosis se logró bajar el pH (8,95 a 8,68), este análisis químico de suelo realizado nos ayudó a conocer: la materia orgánica que contiene el suelo los macros y micro elementos de igual manera se realizó un análisis biológico indicándonos un aumento de formadores colonias dándonos como resultado un aumento de micorrizas.

En la Universidad Técnica de Cotopaxi se trabaja por crear nuevas estrategias de recuperación de las propiedades químicas y biológicas en las terrazas de banco con la ayuda del aporte científico técnico de docentes y alumnos que trabajan en conjunto para mejorar los suelos erosionados.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

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 a nivel mundial, nacional como a nivel local, por esta razón es necesario buscar y dar alternativas positivas para así ayudar con la conservación de suelos por lo cual se realizó este tema de investigación denominado la evaluación de tres enmiendas orgánicas con la aplicación de dos microorganismos a diferentes dosis en el cultivo de remolacha para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas

Con la incorporación de tres enmiendas orgánicas y la aplicación de dos microorganismos (Trichoderma, Micorrizas) al suelo se busca recuperar suelos erosionados y así poder evaluar las propiedades químicas y biológicas del suelo un antes y después de la aplicación de las tres enmiendas y microorganismos por lo cual esto nos permitirá conocer el pH, la materia orgánica, macro y micro elementos y el número de colonias de microorganismos que se encuentra en el suelo para poder tener un suelo productivo.

Se espera que la investigación realizada ayude a frenar los procesos de erosión de suelos, transmitiendo también estos conocimientos a los futuros profesionales que se encuentren interesados en estas investigaciones.

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

#### **4.1 Beneficiarios Directos**

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

## 4.2 Beneficiarios Indirectos

La investigación beneficiara indirectamente a pequeños agricultores, empresas públicas y a la provincia de Cotopaxi, ya que contribuirán con conocimientos previos de futuros proyectos debido a que a la investigación aporta resultados de interés para la recuperación de suelos.

## 5. 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 la (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. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se espera que hasta 143 millones de personas abandonen el país para el 2050, huyendo de la escasez de agua y la pérdida de productividad de la tierra. El problema es reparable, pero es costoso y puede llevar años.

(Comercio, 2018) Menciona que el Ecuador al igual que las diferentes provincias viven 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. Cotopaxi es una de las provincias más afectadas por la pérdida de sus propiedades químicas y biológicas del suelo por lo que impide un crecimiento normal del cultivo recurriendo en gastos adicionales. Según datos del “ (GAD Municipal Latacunga, 2016)” detallados en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial para el año 2016 existen un total de 7803,05 hectáreas que están erosionadas o bajo algún grado de proceso erosivo o por la pérdida de la cobertura vegetal.

Teniendo diferentes tipos de erosión que existe, en el cantón Latacunga se encuentra Salache (Barrio de Salache Alto y Salache Rumipamba). Los suelos del sector son franco limoso en la parte alta y franco arenoso en la parte baja con fuertes procesos de erosión, los cultivos que se producen en esta zona son de secano en las partes altas donde el riego es casi nulo. (Centeno, 2019)

## 6. OBJETIVOS

### 6.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de tres enmiendas orgánicas (Bio Compost, Ferti plus, Humus) aplicando dos microorganismos (Trichoderma spp, Micorrizas) a diferentes dosis en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*), en la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo.

### 6.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de tres enmiendas (Bio Compost, Ferti plus, Humus) orgánicas en las propiedades químicas y biológicas del suelo.
- Determinar el efecto de los microorganismos (Trichoderma spp, Micorrizas) en las propiedades químicas y Biológicas del suelo.
- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de remolacha
- Determinar el mejor tratamiento en estudio.

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

**Tabla 1:** Actividades de los objetivos planteados.

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Evaluar el efecto de tres enmiendas orgánicas en las propiedades químicas y biológicas del suelo.	Toma de muestras del suelo al inicio y final de forma zigzag para realizar un análisis químico y biológico del suelo	Cantidad de macro elementos y micro elementos existentes en el suelo, PH, % de materia orgánica por cada tratamiento al inicio y final de la investigación	Resultados del análisis de suelo obtenido. Resultados estadísticos Libro de Campo
	Toma de altura, numero de hojas y porcentaje de	Evaluación del mejor tratamiento en	Libro de campo

	prendimiento por cada unidad experimental cada 15 días.	base a la altura de la planta el número de hojas y el prendimiento en el cultivo de remolacha.	Base de datos en Excel Fotografías
<b>OBJETIVO 2</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>
Determinar el efecto de los microorganismos (Trichoderma spp, Micorrizas) en las propiedades químicas y Biológicas del suelo.	Análisis de suelo final del área determinada.  Toma de altura, número de hojas y porcentaje de prendimiento por cada unidad experimental	Cantidad de colonias microbiológicas existentes en el suelo al inicio y final de la investigación.  Comparación y análisis de las condiciones existentes en la investigación.	Análisis de suelo  Libro de Campo
<b>OBJETIVO 3</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>
Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de remolacha	Se realizó un diseño experimental de tipo factorial con un testigo para identificar al tratamiento significativo de acuerdo a los factores en estudio	Se determinó al tratamiento con mejor desempeño dentro del desarrollo del cultivo.  Evaluación del mejor tratamiento en base a la altura de la planta el número de hojas y el prendimiento en el cultivo de remolacha	Libro de Campo  Tabulación e interpretación de resultados Resultados estadísticos.
<b>OBJETIVO 4</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>
Determinar el mejor tratamiento en estudio	Toma de datos para la interpretación de los tratamientos en estudio	Rendimiento en el cultivo de remolacha en Kg/ha	Datos estadísticos  Tabulaciones Libro De Campo.

**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA**

### **8.1 El suelo**

El termino suelo, que deriva del latín “solum” significa piso o base, puede definirse como la capa superficial de la tierra que se distingue como la roca madre donde las plantas crecen siendo como uno de los recursos más importantes para la vida. Los suelos deben considerar como formaciones geológicas naturales desarrolladas bajo factores muy diferentes de clima y materiales de origen, lo cual justifica su continua evolución (Navarro & Gines, 2003).

El suelo es la capa superior de la tierra y está compuesto de sólidos, líquidos y gases. Gracias a estos compuestos, las raíces de la planta crecen y absorben los nutrientes necesarios para su crecimiento. El suelo ideal tiene una distribución uniforme de minerales, materia orgánica y organismos sólidos como poros para la circulación de agua y aire (Eva, 2008).

El suelo es bastante conocido desde un punto de vista también como físico y químico. el uso de tractores, fertilizantes y pesticidas aumentó la productividad agrícola. A raíz de este desarrollo, estas técnicas ayudaron a plantear problemas de contaminación y erosión, entre otras cosas.(Eva, 2008).

### **8.2 Erosión del suelo**

La erosión del suelo es la eliminación de material superficial causado por el viento o el agua. Este proceso se demuestra mediante la presencia de agua en diferentes modos como son: pluvial (lluvias) o de escorrentía (escurrimiento), que en contacto con el suelo ocasiona un proceso erosivo (Escobar, 2018).

Por otra parte, se considera también una gran amenaza en la erosión del suelo la compactación, acidificación, contaminación, sellado, salinización y desequilibrio de los macros y micro nutrientes. teniendo en cuenta las pérdidas de carbono orgánico del suelo (COS) y de la biodiversidad microbiana del suelo (FAO, 2015).

### **8.3 Tipos de Erosión**

#### **8.3.1 Erosión hídrica**

Es la erosión por agua lluvia y abarca la erosión causada por el impacto de las gotas sobre el suelo desnudo, sino que también levanta y transporta partículas del suelo por desniveles y escorrentía de taludes (Escobar, 2018).

#### **8.3.2 Erosión eólica.**

Proceso de pérdida de la capa superficial del suelo por disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción del viento, barridas, arrastradas o levantadas por el aire (Sanchez et al., 2015).

### **8.4 Materia Orgánica**

La materia orgánica del suelo contiene alrededor del 5% del nitrógeno total, además de otros elementos necesarios para las plantas como fósforo, magnesio, calcio, azufre y oligoelementos. En el desarrollo de la materia orgánica del suelo se distinguen dos etapas: la humidificación y mineralización. En la humidificación es una etapa bastante rápida en la que los microorganismos del suelo actúan sobre la materia orgánica desde el momento en que se entierra ayudando al suelo (Otiniano et al., 2006).

### **8.5 Incorporar materia orgánica al suelo**

Estas prácticas son de gran ayuda para mejorar la fertilidad del suelo. La materia orgánica se convierte en humus, actúa como una esponja y favorece mucho la deshidratación. Penetración y retención de agua en el suelo, disponibilidad de nutrientes y reduce la escorrentía al suelo. (Raudes & Sagastume, 2009).

### **8.6 ENMIENDAS ORGANICAS**

Una enmienda orgánica es cualquier materia orgánica que se incorpora o se aplica al suelo para promover el crecimiento de las plantas, como compost, estiércol animal, desechos orgánicos,

biofertilizantes de residuos de cultivos y acondicionadores sintéticos del suelo (Fernandez et al., 2020). El uso de enmiendas orgánicas es la restauración de ecosistemas siendo efectiva para la aceleración de los procesos de regeneración de los suelos en tierras secas degradadas.

Esta recuperación es el resultado de un rápido aumento a corto plazo en la materia orgánica del suelo y los niveles de arcilla. A la larga, las estructuras del suelo serán más estables, se mejorarán la retención de agua, la permeabilidad y se reducirán la escorrentía superficial y la erosión (Fernandez et al., 2020).

### 8.6.1 Bio Compost

El compostaje es un proceso microbiano, natural y controlado en el que los residuos de la materia orgánica son degradados por los microorganismos nativos presentes en dichos residuos. Su funcionamiento depende de muchos parámetros como es la temperatura, el oxígeno o la humedad además aporta todos los requerimientos para una fertilización orgánica eficiente al suelo teniendo equilibrado el aporte de macronutrientes (N, K, P), meso nutrientes (Ca, Mg, S) y micronutrientes propios de la materia prima (Chile, 2019).

**Tabla 2:** Contenido de elementos de Bio Compost

COMPONENTE	ELEMENTO	UNIDAD	RANGO
<b>Valor Nutricional</b>	Nitrógeno	%	2.304
	Fosforo	%	3.3227
	Potasio	%	1,41
	Calcio	%	2.344
	Magnesio	%	0,6739
	Zinc	ppm	0.0414
	Manganeso	ppm	0.0413
	Cobre	ppm	0.0223
	Hierro	%	0.8283
	Boro	%	0.0385
	Molibdeno	%	0.000049
	Azufre	%	0.3183
	Materia orgánica	%	48.989
	pH	-	6.5-7.0

**Elaborado por:** (Bio Compost – MegagroStore, 2022)

### 8.6.2 Ferti plus

Aumenta la capacidad de intercambio catiónico y la fertilidad ya que forma agregados que ayuda a mejorar la estructura del suelo teniendo en cuenta el aprovechamiento de los nutrientes presentes en el suelo o abonos incorporados. De igual manera existe una gran activación de los microorganismos benéficos que actúan en la materia orgánica que se puede observar en la descomposición de los residuos de las cosechas en los suelos permitiendo una mayor penetración de agua y aire por lo tanto ayuda en varios procesos como es la fijación de nitrógeno (Eritorbato & Acelerador, 1977).

**Tabla 3:** Contenido de elementos del Ferti Plus

<b>ELEMENTO</b>	<b>RANGO</b>
<b>Nitrógeno</b>	3,22
<b>Fosforo</b>	3,32
<b>Potasio</b>	1,41
<b>Calcio</b>	2,34
<b>Magnesio</b>	0,67
<b>Zinc</b>	0.041
<b>Manganeso</b>	0.041

**Elaborado por:** (Fertiplus , 2022)

### 8.6.3 Humus

El humus es uno de los abonos orgánicos proveniente de las lombrices, se trata de un producto de color café oscuro, homogéneo e inodoro, su producción en los últimos años ha tomado gran importancia, ya que mejora las características físico-químicas del suelo, pero sobre todo por ser un abono orgánico de alta calidad (Fertilab, 2015)

El humus tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, formando un complejo de intercambio, facilita la penetración y capacidad de almacenamiento del agua, reduce la erosión y facilita el intercambio de gases. En cuanto al

efecto sobre las propiedades químicas del suelo, aumenta la capacidad metabólica del suelo, almacenas nutrientes para la vida vegetal y la capacidad amortiguadora del suelo facilita la acción de los fertilizantes minerales y facilita su absorción. a través de la membrana celular de las raíces en cuanto a su efecto sobre las propiedades biológicas, potencia los procesos de mineralización, el crecimiento de la vegetación, sirve de alimento a muchos microorganismos y estimula el crecimiento de las plantas en un ecosistema equilibrado (Otiniano et al., 2006).

El humus regula el pH, la microbiología y la actividad enzimática del suelo e incluso reduce la proporción de químicos hidrosolubles, que son motivo de contaminación ambiental.

## **8.7 Propiedades químicas del suelo**

Las propiedades químicas de los suelos, se refieren a condiciones que afectan las relaciones ente el suelo- vegetación, por ejemplo: la calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo, la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas y microorganismos (Centeno, 2019).

### **8.7.1 Ph**

El pH (potencial de hidrógeno) determina el grado de absorción de iones ( $H^+$ ) de las partículas del suelo e indica si el suelo es ácido o alcalino. Es un indicador importante de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, que afecta la solubilidad, la movilidad, la disponibilidad y otros componentes inorgánicos y contaminantes presentes en el suelo. Los valores de pH del suelo oscilan entre 3,5 (muy ácido) y 9,5 (muy alcalino) Los suelos que son muy ácidos ( $<5,5$ ) tienden a contener cantidades altas y tóxicas de aluminio y manganeso. Los suelos altamente alcalinos ( $>8,5$ ) tienden a predominar, y en suelos altamente ácidos se inhibe la actividad de los organismos del suelo, y para cultivos agrícolas, el valor de pH ideal es 6.5(FAO, 2022)

### **8.7.2 Macro elementos y Micro elementos**

La cantidad de nutrientes presentes en el suelo determina su capacidad para nutrir a los organismos vivos. Los dieciséis nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas se clasifican generalmente entre macro y micronutrientes según los requisitos del crecimiento 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) y azufre (S). Por otro lado, los micronutrientes son esenciales, y su deficiencia puede conducir a la deficiencia y aumento de sus niveles tóxicos, cf. Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeso (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo.), cloro (cloro).(Fao, 2022).

### **8.7.3 Conductividad Eléctrica**

La conductividad eléctrica define la actividad vegetal y microbiana, es la capacidad de transmisión de la corriente eléctrica en el agua. Suele expresarse en mili Siemens/cm (mS/cm) y está relacionada con la concentración de sales disueltas. En agricultura, se suele medir tanto el agua del riego como el suelo (FAO, 2022).

## **8.8 Propiedades Biológicas del suelo**

Las propiedades biológicas del suelo es la ciencia que se ocupa del estudio de los organismos que actúan de una forma u otra sobre el suelo modificando su composición, estructura y función donde producen sustancias inhibitoras y activadoras de crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo. Por otro lado, la biología del suelo es compleja y dinámica, los suelos meso y macro bióticos juegan un papel fundamental en el fraccionamiento, transformación y translocación de la materia orgánica presente en ellos, además, contienen una gran cantidad de biomasa. Suelo y mejorar algunas propiedades físicas del suelo. El muestreo de vida silvestre es una parte importante del inventario de biodiversidad del suelo (Medina et al., 2018).

### **8.8.1 Microorganismos del suelo**

Los microorganismos del suelo se encargan de descomponer la materia orgánica del suelo y demás residuos que se depositan en él. Algunos fijan nitrógeno de la atmósfera, controlan a otros microorganismos dañinos, incrementan la disponibilidad de nutrientes en el suelo mejoran la composición física, química y microbiológica del suelo. Los EM se clasifican en: bacterias fotosintéticas, bacterias productoras de ácido láctico, levaduras fermentativas y hongos y se encuentran en ecosistemas de montaña, tierras de cultivo y ecosistemas acuáticos. Los

microorganismos del suelo contribuyen a la sostenibilidad de todos los ecosistemas, son los principales actores en el ciclo de nutrientes al modular la dinámica de la materia orgánica del suelo, el secuestro de carbono, las emisiones de gases de efecto invernadero, estructura del suelo y retención de agua, lo que resulta en una mayor eficiencia de captura de Fito nutrientes y sanidad vegetal (Montoya et al., 2019).

En el suelo se puede llegar a encontrar un número de microorganismos en el suelo con una gran variedad donde Se calcula que existe más de 4000 especies bacterianas, 4000 especies de virus, 72000 de hongos y 40000 de protozoos de las cuales solo se tiene una idea concreta son de aquellos que realizan interacciones o simbiosis con otros microorganismos (Torsvik et al., 1990)

Los microorganismos constituyen un depósito natural enorme para el control de enfermedades de las plantas. Aunque las primeras exploraciones en el campo del control biológico comenzaron a principios del siglo XX, la investigación tecnológica solo ha comenzado a florecer en los últimos treinta o cuarenta años (Guerron, 2015)

### **8.8.2 Importancia de microorganismos**

Los microorganismos del suelo juegan un papel importante, por ejemplo, en la mineralización (bacterias), estabilización (rizoma), eficiencia del ciclo de nutrientes, descomposición Síntesis de materia orgánica, en capacidad de intercambio catiónico y el en almacenamiento Nitrógeno, azufre, fósforo, acidez, toxicidad, retención de humedad.

Los efectos beneficiosos de los microorganismos del suelo son variados y van desde la fijación de nitrógeno hasta la descomposición de la materia orgánica.

Descompone los subproductos del metabolismo y los agroquímicos, mejorando la disponibilidad de nitratos, sulfatos, fosfatos y minerales esenciales. Los microorganismos son el componente más importante del suelo, son parte de ellos vivir y responsabilizarse de las dinámicas de cambio y desarrollo de mejorar el suelo(Centeno, 2019).

### **8.8.3 Funciones de los microorganismos del suelo**

Aporte directo de nutrientes (fijación de nitrógeno).

Convierte compuestos orgánicos que las plantas no pueden hacer Anabólico inorgánico (mineralización). Ejemplo: la proteína alcanza Aminoácidos y nitratos.

Aumenta el crecimiento de la raíz en la planta lo que mejora la absorción de nutrientes, capacidades y desarrollo de campo.

#### **8.8.4 Trichoderma spp.**

El Trichoderma es un hongo universal que pertenece a uno de los grupos de microorganismos más beneficiosos y tiene una amplia gama de aplicaciones. Por lo tanto, han sido utilizados como fungicidas biológicos y reguladores del crecimiento vegetal. Además, es una fuente de enzimas para uso industrial. En el suelo, las especies de Trichoderma se utilizan para el tratamiento biológico de desechos orgánicos, incluidos los metales pesados (Virdiana et al., 2019).

##### **8.8.4.1 Generalidades**

Las especies del género Trichoderma son los agentes anti fúngicos más comunes para controlar las enfermedades fúngicas de las plantas, debido a su ubicuidad, facilidad de aislamiento y cultivo, y rápido crecimiento en un número limitado de especies (Rey et al., 2000).

El género Trichoderma es un grupo de hongos aislados comúnmente del suelo que se reproducen asexualmente por conidios. Trichoderma es un hongo filamentoso anamórfico, heterótrofo, aerobio, con una pared celular compuesta de quitina y glucano, de rápido crecimiento que puede utilizar una gran variedad de sustratos complejos como celulosa, quitina, pectina y almidón como fuente de carbono (Chiriboga et al., 2015).

##### **8.8.4.2 Mecanismos de acción**

El mecanismo por el cual las cepas del género Trichoderma desplazan a los patógenos de las plantas es principalmente de tres tipos: competencia directa por espacio o nutrientes, producción de metabolitos antibióticos, naturaleza volátil o no volátil y parasitismo fúngico directo de algunas especies de Trichoderma. La importancia relativa de cada uno depende del entrecruzamiento de los patógenos y las condiciones ambientales. Además, actúa como antibacteriano y antirradical (Rey et al., 2000).

#### **8.8.4.3 Beneficios de la aplicación de *Trichoderma* spp.**

La aplicación de *Trichoderma* spp., al suelo tiene varias ventajas, pero hay que tener en cuenta que un solo método de control no basta para erradicar una enfermedad de forma eficaz y duradera (Chiriboga et al., 2015).

Se propaga en el suelo, aumentando la población y ejerciendo un control a largo plazo de los hongos fitopatógenos.

Ayuda a descomponer la materia orgánica, convirtiendo así los nutrientes en formas disponibles para las plantas.

Se puede aplicar en el proceso de compostaje o descomposición de materia orgánica, para acelerar la maduración de estos materiales, que a su vez contendrá hongos y también realizará una función de fungicidas biológicos.

Promueve el crecimiento de los pelos absorbentes y nutre las raíces, mejorar la nutrición y la absorción de agua.

#### **8.8.5 Micorriza**

Micorriza es la asociación simbiótica que se produce entre las hifas de algunos hongos del suelo, con las raíces de las plantas superiores mejorando la absorción de nutrientes, las micorrizas son asociaciones entre la mayoría de las plantas existentes y los hongos benéficos, que incrementan el volumen de la raíz y, por tanto, permiten una mayor exploración de la rizosfera. Son considerados los componentes más activos de los órganos de absorción de los nutrientes de la planta, la que a su vez provee al hongo simbionte de nutrientes orgánicos y de un nicho protector (Noda, 2009).

También mejoran la estructura del suelo, reduciendo los efectos estresantes causados por: sequía, pesticidas, temperaturas extremas, y aumentando la resistencia a patógenos. Al mismo tiempo mejoran adaptación de plántulas estériles micro propagadas y plantas procedentes de viveros a las condiciones de campo, estimulando la formación temprana de flores y frutos de forma más uniforme en los cultivos (Aguilera et al., 2007).

### 8.8.5.1 Importancia de las micorrizas en el suelo

- Facilita a la planta la adquisición y la absorción de fósforo.
- Mejora la adquisición y la absorción del nitrógeno y del cobre.
- Limitan la absorción de metales pesados tóxicos como el zinc y el cadmio.
- Mejoran el flujo de agua
- Aumentan la resistencia contra agentes patógenos.
- Las especies vegetales que forman micorrizas presentan una fisiología y una ecología diferentes de aquellas que no forman esta asociación.
- Mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo: lo estabilizan para la formación de agregados y el enriquecimiento en materia orgánica (Aguilera et al., 2007).

### 8.8.5.2 Beneficios de las micorrizas al suelo

(Salgado, 2007) nos dice que las micorrizas nos dan los siguientes beneficios, por ejemplo:

- Mayor estabilidad
- Permite la agregación de las partículas de suelo
- Evita la erosión
- Influye en la dinámica del carbono orgánico del suelo
- Influye en la fertilidad del suelo

## 8.9 Cultivo de Remolacha

(BIOPEdia, 2019). Los autores manifiestan que la remolacha cuyo nombre científico es (*Beta Vulgaris*), también conocida como betabel, betarraga o acelga blanca perteneciendo a la familia de las Amarantáceas. Es una raíz tuberosa comestible originaria de las costas del norte de África, Asia y Europa. En América Latina, incluidos Perú y Ecuador, la remolacha azucarera se produce ampliamente para el consumo humano; Nombre dado correctamente El diámetro puede variar debido al color púrpura rojizo de tamaño. Es un tubérculo de raíces profundas cultivada en casi todo el mundo siendo una planta herbácea bianual donde la mayoría de las variedades cultivadas necesitan un periodo de frío o de la aplicación de sustancias hormonales para poder producir flores y semillas a la vez siendo un gran tubérculo para el consumo humano por su contenido alto de

azúcares, minerales y carotina, sustancias de suma importancia para la vitalidad del organismo humano en general. (National & Pillars, 2011)

### 8.10 Descripción taxonómica

La taxonomía de la remolacha (*Beta vulgaris*), se puede apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 4:** Descripción taxonómica de la remolacha

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Amaranthaceae
Subfamilia	Chenopodioideae
Genero	Beta
Especie	Vulgaris
Nombre científico	Beta vulgaris
Nombre común	Remolacha

**Fuente:**(Catalogue of Life, 2019)

### 8.11 Descripción botánica

(Grace, 2007) nos manifiesta que la remolacha es una planta bianual perteneciente a la familia Amaranthaceae y cuyo nombre botánico es (*Beta vulgaris*).

#### 8.11.1 Raíz

(Morales, 1995) nos indica “Que tiene una raíz pivotante, casi totalmente enterrada, verdosa y rugosa al tacto, constituyendo la parte más importante del órgano acumulador de reserva” (pag.4).

#### 8.11.2 Tallo

Se presenta comprimido y sin internudos desarrollados; esta es la razón que explica la existencia de la corona. El tallo una vez que se ha iniciado el segundo ciclo, comienza a alargarse conformando el llamado tallo floral; este crece rápidamente, ramificado en forma considerable.

### 8.11.3 Hojas

(Morales, 1995) nos menciona que “Las hojas de la planta de remolacha se originan a partir de la corona, que corresponde a un conjunto de yemas dispuestas en forma de espiral tienen una gran forma ovalada y una hoja larga” (pag.3).

### 8.12 Requerimientos edafoclimáticos de la remolacha

**Temperatura:** La germinación se produce a 20-25°C. El crecimiento de las raíces carnosas se desarrolla entre 15-23°C, mientras que las hojas se favorecen con temperaturas de 20 – 30 °C.

**Luz:** En esta planta, la intensidad de la luz es muy importante, por lo que permite el delicado proceso de la fotosíntesis y determina su importancia producción de azúcar.

**El clima:** debe ser templado y húmedo.

**Suelo:** Los suelos profundos con un pH entre 6.5 a 8.0, con elevada capacidad de retención de agua, poca tendencia a formar costra y buena aireación son los más convenientes para la remolacha

Los suelos arcillosos, arenosos, calizos y secos no son propios para este cultivo.

## 9. HIPÓTESIS

**H0.-** La aplicación de tres enmiendas orgánica y dos microorganismos en el cultivo de remolacha favorecerán la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo

**H1.-** La aplicación de tres enmiendas orgánica y dos microorganismos en el cultivo de remolacha no favorecerán a la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo.

## 10. METODOLOGÍA

### 10.1 Tipo de Investigación

El Método de investigación fue experimental por lo que se integró un conjunto de actividades metódicas y técnicas, lo cual ayudaron a recolectar datos del comportamiento agronómico del cultivo, la técnica de la aplicación de tres enmiendas orgánicas y de dos microorganismos para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas.

## **10.2 Tipo de método**

### **Deductivo**

Se tomó en cuenta la teoría de la investigación planteada de forma general partiendo de los suelos erosionados, el cultivo de remolacha, abonos y microorganismos, para luego detallar cada una ellas en función de todas sus particularidades como: la variedad de remolacha, suelos erosionados y tipos de abonos entre otras.

## **10.3 Modalidad de la investigación**

### **Campo**

La investigación de campo se llevó a cabo Universidad Técnica de Cotopaxi, Sector Salache perteneciente al Cantón Latacunga específicamente en la primera terraza de Machu Picchu CEASA - Proyecto de Conservación de Suelos; el tema planteado es la Evaluación de tres enmiendas orgánicas aplicando dos microorganismos en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*), en la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo esto con la finalidad de dar respuesta al problema planteado.

### **Bibliográfica documental**

Para el principio y la culminación de la investigación se debe tener en consideración, que se requiere un apoyo de material informativo como lo son: libros, revistas de divulgación, investigaciones científicas, sitios web y muchos otros sitios donde se pueda realizar una búsqueda y obtener la información deseada, así mismo esta investigación debe realizarse de forma estructurada y organizada.

## **10.4 Enfoque de la investigación**

### **Cuantitativa**

La investigación es cuantitativa por lo que se basa en recolectar datos en base a las variables propuestas de la investigación para su posterior análisis estadístico lo cual nos permitirá diferenciar cuál de los tratamientos presentó los mejores resultados.

## **10.5 Herramienta de investigación**

### **Libro de Campo**

Esta es una herramienta de investigación básica e imprescindible que nos permitirá registrar los datos y labores efectuadas a lo largo de la investigación, en este caso se utilizó las variables a evaluar (número de plántulas, prendimiento de plántulas, altura de la planta, número de hojas).

## **10.6 Materiales**

### **10.6.1 Materiales en campo**

#### **Herramientas Agrícolas**

- Estacas
- Piola
- Sementina
- Rastrillo
- Azadones
- Martillo
- Rótulos
- Palos de pincho

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

- Manguera  $\frac{3}{4}$
- Pega tubo
- Teflón
- Aspersores
- T roscable
- Adaptadores
- Uniones
- Codos

#### **Insumos Agrícolas**

- Plántulas de remolacha
- Enmiendas Orgánicas
- Ferti plus
- Bio Compost
- Humus
- Microorganismos
- Trichoderma
- Micorrizas

## 10.7 CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DE INVESTIGACIÓN

**Tabla 5:** Características del sitio de investigación.

<b>Provincia</b>	Cotopaxi	<b>Cultivo nuevo</b>	Remolacha
<b>Cantón</b>	Latacunga	<b>Sistema de siembra</b>	Manual trasplante
<b>Localidad</b>	Salache	<b>Superficie del ensayo</b>	345 m <sup>2</sup> ,
<b>Longitud</b>	78°37'26.9"W	<b>N° Parcelas</b>	39
<b>Latitud</b>	01°00'01.0"S	<b>Hileras por parcela</b>	5
<b>Fecha de siembra</b>	11 de mayo del 2022	<b>Área de cada tratamiento</b>	5.25m <sup>2</sup>
<b>Altitud</b>	2800 m.s.n.m	<b>Distancia de caminos</b>	0.50m <sup>2</sup>
<b>Cultivo anterior</b>	Hortalizas	<b>Distancia entre repeticiones</b>	0.50m <sup>2</sup>
<b>Textura</b>	Franco arenoso	<b>pH</b>	8.95

**Elaborado por:**(Carlosama 2022)

## Mapa sobre el sitio de investigación Ubicación del Ensayo



**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

### 10.8 VARIABLES

Para esta investigación se estudiaron las siguientes variables

#### 10.8.1 Variables a evaluar

##### 10.8.1.1 Variables dependientes

- pH
- % Materia Orgánica
- Macro (N, P, K) y Micro elementos (Fe, Cu, Zn, Mn)
- Variables Agronómicas
- Plantas prendidas
- Altura de la planta
- Numero de hojas
- Peso del tubérculo con hojas
- Colonias de microorganismos Trichoderma y Micorrizas

##### 10.8.1.2 Variables Independientes

- Microorganismos
- Enmiendas

- Dosis

## **10.9 Variables en estudio**

De acuerdo al cuadro de operación de varianzas se realizará la toma de datos de las siguientes variables, para la evaluación del cultivo se tomarán en cuenta las siguientes variables: el porcentaje de prendimiento de plántulas, altura de la planta, número de hojas y colonias de microorganismos, todos estos datos serán expuestos en el libro de campo.; y para evaluar el suelo se tomarán en cuenta las variables de: PH, materia orgánica, macro y micro elementos, conductividad Eléctrica.

### **En la planta:**

#### **Número de plántulas adaptadas**

Esta variable se tomó a los 15 días después de haber realizado el trasplante en cada unidad experimental, para eso se realizó el conteo de las plántulas muertas para luego realizar una regla de tres.

#### **Altura de la planta**

En esta variable se midieron las 18 plantas después de haber realizado el trasplante para ello se tomó en cuenta los siguientes días: 15 días (primera toma de datos), 30 días (segunda toma de datos), 45 días (tercera toma de datos), 60 días cuarta toma de datos y 75 días (quinta toma de datos) usando un flexómetro donde se tomó en cuenta desde la base hasta el ápice de las hojas más altas, este dato se expresó en cm

#### **Número de hojas**

Para esta variable se contabilizó el número total de hojas verdaderas que se encuentran encima de la corona de la planta de remolacha para ello se tomó en cuenta los siguientes días: 15 días (primera toma de datos), 30 días (segunda toma de datos), 45 días (tercera toma de datos), 60 días cuarta toma de datos y 75 días (quinta toma de datos), esto se realizó de manera manual

#### **Peso de la raíz del tubérculo con hojas.**

Este procedimiento se realizó con las raíces tuberosas con hojas, los cuales se pesó en la balanza, este dato se expresó en gr.

### **En el suelo:**

De acuerdo a las variables a evaluar se realizará un análisis de suelo al inicio y el final de la investigación para determinar las propiedades químicas como son el: PH, materia orgánica, macro y micro elementos, conductividad Eléctrica.

### **Microorganismos**

De acuerdo a las variables a evaluar se realizará un análisis microbiológico al inicio y el final de la investigación para determinar las propiedades biológicas de los siguientes microorganismos: Trichoderma y Micorrizas.

## **10.10 FACTORES DE ESTUDIO**

### **ABONOS (A)**

**A1:** Bio Compost 2,30 N

**A2:** Ferti Plus 3,22 N

**A3:** Humus 2,60 N

### **DOSIS (D)**

D1: 10cc 20cc

D2: 10gr 20 gr

### **MICROORGANISMOS (M)**

M1 Trichoderma

M2 Micorriza

**Tabla 6:** Tratamientos del ensayo experimental

<b>N° TR</b>	<b>CODIGOS</b>	<b>DOSIS</b>
<b>T1</b>	<b>A1B1C1</b>	Bio compost + Trichoderma a 10cc/2litros
<b>T2</b>	<b>A1B1C2</b>	Ferti plus + Trichoderma a 10cc/2litros
<b>T3</b>	<b>A1B1C3</b>	Humus + Trichoderma a 10cc/2litros
<b>T4</b>	<b>A1B2C1</b>	Bio compost + Trichoderma a 20cc/2litros
<b>T5</b>	<b>A1B2C2</b>	Ferti plus + Trichoderma a 20cc/2 litros
<b>T6</b>	<b>A1B2C3</b>	Humus + Trichoderma a 20cc/2litros
<b>T7</b>	<b>A2B1C1</b>	Bio compost + Micorrizas a 10 gr/1 litro
<b>T8</b>	<b>A2B1C2</b>	Ferti Plus + Micorrizas a 10 gr/1 litro
<b>T9</b>	<b>A2B1C3</b>	Humus + Micorrizas a 10 gr/1 litro
<b>T10</b>	<b>A2B2C1</b>	Bio compost + Micorrizas a 20 gr/1 litro
<b>T11</b>	<b>A2B2C2</b>	Fertiplus + Micorrizas a 20 gr/1 litro
<b>T12</b>	<b>A2B2C3</b>	Humus + Micorrizas +20gr/1 litro
<b>T13</b>	<b>Nivel cero</b>	Testigo Absoluto (sin enmiendas)

**Elaborado:** (Carlosama 2022)

### 10.11 DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se realizará un diseño experimental DBCA (Diseño de bloques completamente al azar) de tipo factorial AXBXC+1 testigo Absoluto, realizando tres repeticiones dándonos como resultado 39 tratamientos.

### 10.11.1 Análisis de Varianza

**Tabla 7:** El análisis de varianza (ADEVA) se encuentra dispuesto de acuerdo al siguiente cuadro:

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>		
Tratamientos	T-1	<b>12</b>	
Repeticiones	R-1	<b>2</b>	
Microorganismos	M-1		1
Dosis	D-1		1
Materia Orgánica	Mo-1		2
Microorganismos*Dosis	(M-1) (D-1)		2
Microorganismos*MO	(M-1) (Mo-1)		2
Dosis*Materia Orgánica	(D-1) (Mo-1)		2
Microorganismos*Dosis*MO	(M-1) (D-1) (Mo-1)		2
Testigo vs Resto	(T; R)-1		
Error	Diferencia	24	
Total	(txr)-1	38	

**Elaborado:** (Carlosama 2022)

### 10.12 Procedimiento del proyecto de la investigación

#### Área del estudio

Para el área de estudio se seleccionó un área de 345 m<sup>2</sup> ubicado en el sector Salache, Universidad Técnica de Cotopaxi, Sector perteneciente al Cantón Latacunga específicamente en la primera terraza de Machu Picchu CEASA - Proyecto de Conservación de Suelos, para delimitar el área de estudio se utilizó una cinta métrica.

#### Análisis de suelo inicial

Luego se procedió a la recolección de una muestra general de suelo en el área de estudio seleccionada siguiendo el manual de (Mendoza & Espinoza, 2017) para enviar al laboratorio del INIAP, para el análisis de las propiedades químicas y la otra muestra a AGROCALIDAD para determinar las propiedades biológicas.

#### Preparación del terreno

Con la ayuda de herramientas manuales como: las azadas, machetes y rastrillos se procedió a la limpieza de la terraza uniformemente, esto se realizó tres veces para la incorporación de los abonos.

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

El sistema de riego se realizó por aspersión 4 días a la semana durante tres meses por la ausencia de la lluvia en el Sector Salache,

### **Delimitación del área del ensayo**

Para implementar el proyecto de investigación, se tomó en cuenta los siguientes materiales: una cinta métrica, estacas y pialas 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 m y los caminos de separación laterales por tratamiento son de 0,50 m.

### **Aplicación de tres enmiendas Orgánicas**

Para implementar los tres tipos de abonos orgánicos se tomó en cuenta lo mencionado por (Garro, 2017) que incorpora el abono durante la preparación del suelo, al fondo del surco y a dos semanas antes del trasplante del cultivo de remolacha en cada unidad experimental con su respectivo sorteo.

### **Cálculo para la aplicación de tres enmiendas orgánicas**

Para la aplicación de las tres enmiendas orgánicas se realizó una regla de tres en relación a la cantidad de nitrógeno que aporta cada enmienda orgánica por 5.25 m<sup>2</sup> del área unidad experimental empezando por el Bio Compost que aporta nitrógeno un 2,30 de 12,07 kg, el Ferti plus aporta nitrógeno un 3,22 de 16 kg y por último el humus aporta nitrógeno un 2,60 de 13,65 kg, para proceder a aplicarlo se utilizó una balanza y un azadón los cuales nos ayudaron a incorporar en el suelo.

### **Aplicación de dos Microorganismos**

Los microorganismos fueron aplicados después del trasplante cada 21 días y se realizaron 5 fumigaciones en cada unidad experimental. Para la dosis de aplicación del microorganismo nos basamos en las fichas técnicas de cada una como fue el Trichoderma spp. de 2cc /1lt a 5cc/ 1lt

utilizando la concentración más alta, para las micorrizas su dosificación recomendada es de 2kg/m<sup>2</sup>. Realizamos una regla de tres donde se determinó la dosis recomendada en el caso del *Trichoderma* se utilizó la concentración más alta de 10cc/2lt y 20 cc/2lt en las 12 unidades experimentales, el mismo proceso se realizó con las micorrizas aplicando 10gr/1lt y 20gr/4lt, aplicándolo con la ayuda de una bomba y una balanza.

### Obtención de plántulas y trasplante

La compra de las plántulas fue en un vivero de San Buenaventura, por otro lado, el trasplante de las plántulas de remolacha se tomó en cuenta que cada tratamiento debe tener 5 filas con una distancia de entre surco de 30 cm y una distancia entre planta de 20 cm, haciendo que cada fila contenga 17 plántulas con un total de 85 plántulas por tratamiento y así a esto le multiplicamos por las 25 unidades experimentales nos da total de 3315 plántulas trasplantadas.

### Aplicación del diseño experimental

Se aplicó un Diseño Bloques Completos al Azar (DBCA) con 13 tratamientos incluido el testigo y 3 repeticiones, dándonos un total de 39 unidades experimentales, luego se distribuyeron los tratamientos de acuerdo al sorteo realizado en cada uno de ellos.

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 11.1 Variable número de plántulas adaptadas en la evaluación de 3 enmiendas orgánicas para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*).

**Tabla 8:** ADEVA para la variable número de plántulas adaptadas.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Tratamientos	21,88	12	1,82	0,55	0,8606	ns
Repeticiones	0,52	2	0,26	0,08	0,9245	ns
Microorganismos	1,03	1	1,03	0,31	0,5835	ns
Dosis	2,80	1	2,80	8,30	0,9928	ns
Materia Organica	2,89	2	1,44	0,43	0,6545	ns
Microorganismos*Dosis	3,8	1	3,8	1,14	0,2970	ns
Microorganismos*MO	1,01	2	0,5	0,15	0,8611	ns
Dosis*Materia Organica	7,12	2	3,56	1,06	0,3607	ns
Microorganismos*Dosis*MO	0,96	2	0,48	0,14	0,8669	ns

Testigo vs Resto	5,07	1	5,07	1,52	0,2289 ns
Error	79,79	24	3,32		
Total	102,2	38			
CV%	1,85				

**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

En la tabla 8 nos indica que no se obtuvo significancia estadística por lo tanto el coeficiente de variación fue de 1,85 lo cual nos brinda confiabilidad en la investigación, también nos indica una homogeneidad debido a que este dato se tomó a los 15 días del trasplante de forma manual deduciendo en que los tratamientos e interacciones no obtuvieron influencia, este dato fue expresado en porcentaje.

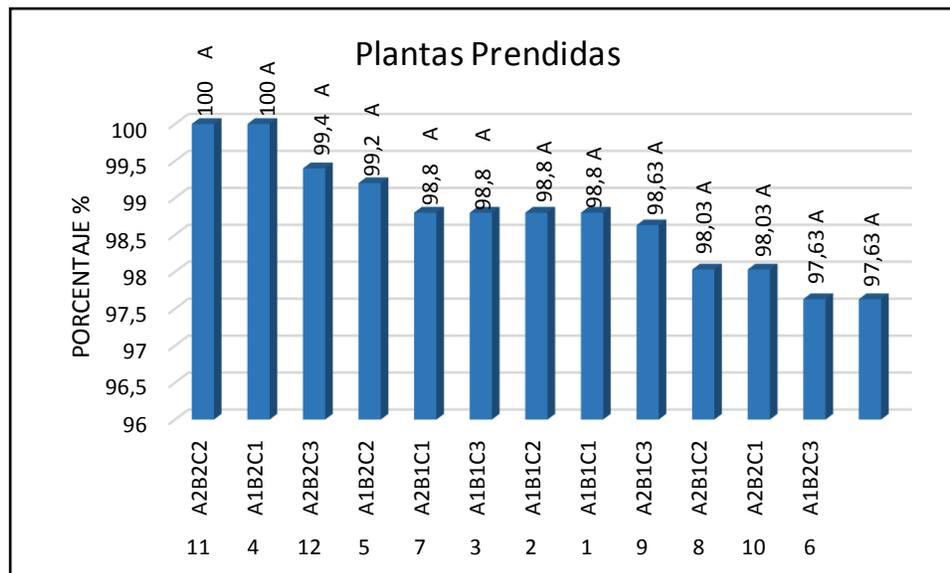
**Tabla 9:** Medias para tratamientos en la variable número de plántulas prendidas

Tratamientos	Código	Medias
11	A2B2C2	100
4	A1B2C1	100
12	A2B2C3	99,4
5	A1B2C2	99,2
7	A2B1C1	98,8
3	A1B1C3	98,8
2	A1B1C2	98,8
1	A1B1C1	98,8
9	A2B1C3	98,63
8	A2B1C2	98,03
10	A2B2C1	98,03
6	A1B2C3	97,63
13	Testigo	97,63

**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

En la tabla 9 se puede observar luego de haber realizado las medias se observó que el tratamiento T11 (Ferti Plus + Micorrizas a 20 gr/1 litro) y el T4 (Bio Compost +Trichoderma 20 gr/1litro) obtuvo una media del 100% de plantas adaptadas, por otro lado, el T13 (Testigo) se encuentra en el último lugar con el valor de 97,63 % en la variable estudiada de plantas adaptadas.

**Figura 1. Tratamientos en la variable número de plantas Prendidas.**



**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

Dentro de la variable número de plántulas adaptadas, se obtuvo que los mejores tratamientos fueron los siguientes: T11, T13, T12 destacando que entre ellos el T11 (Ferti Plus + Micorrizas a 20 gr/1litro) cuya media fue representativa con un valor del 100% de plantas adaptadas de manera que este tipo de enmienda orgánica más las micorrizas actuaron de forma eficiente.

(Garro, 2017) Nos manifiesta que realizó una investigación incorporando materia orgánica al suelo eleva la temperatura del suelo, favoreciendo a la formación y desarrollo de las plantas, así mejorando su adaptabilidad para recuperar las propiedades químicas y biológicas al suelo. Entre las enmiendas orgánicas se encuentra el compost el humus y el ferti plus una mezcla de diferentes residuos muy ricos en macronutrientes como el nitrógeno, Fosforo y Potasio esenciales para el crecimiento y desarrollo de la planta

Las enmiendas orgánicas se utilizan para mejorar las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del suelo, permitiendo aumentar los macros (N, P, K) y micro (Fe, Cu, Zn, B, Mn) nutrientes que las plantas necesitan para mejorar su crecimiento. Entre los principales aditivos orgánicos se encuentran el abono verde, el estiércol que, junto con microorganismos efectivos, tienen la capacidad de mejorar la disponibilidad de agua para las plantas, restaurando suelos degradados, reduciendo la erosión. (Murillo Montoya et al., 2019)

Por consiguiente, el último tratamiento es el T4 (Bio compost + Trichoderma a 20cc/2litros) con una media del 97,63 %, en la cual se observó que el 2,37 % restante representa la pérdida de plántula después del trasplante esto a los 15 días (Carrera, 2007) nos manifiesta que las temperaturas elevadas pueden ser dañinas y terminar matando a los microorganismos saludables presentes en el compost y a la vez se necesita establecer balances entre carbono y nitrógeno para su correcta descomposición.

**11.2 Variable altura de planta en la evaluación de tres enmiendas orgánicas para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* ).**

**Tabla 10:** ADEVA para la variable altura de planta.

F.V.	15Días			30 Días		45 Días		60Días		75Días						
	GL	CM	PV	CM	PV	CM	PV	CM	PV	CM	PV					
Tratamientos	12	0,53	0,0712	ns	1,04	0,1959	ns	5,54	0,3438	ns	9,75	0,0256	*	18,46	0,0013	*
Repeticiones	2	8,70E	0,9984	ns	14,4	0,0627	ns	67,06	0,9814	ns	173,64	0,7432	ns	36,38	0,8661	ns
Microorganismos	1	0,13	0,4701	ns	0,28	0,699	ns	0,15	0,901	ns	0,01	0,9814	ns	2,26	0,5634	ns
Materia Orgánica	2	0,99	0,0321	*	3,6	0,164	ns	4,08	0,6642	ns	5,24	0,7432	ns	6,57	0,3829	ns
Dosis	1	0,72	0,1018	ns	0,86	0,5009	ns	1,96	0,6586	ns	0,03	0,9701	ns	5,5	0,3693	ns
Microorganismos*Dosis	2	0,88	0,7751	ns	0,48	0,045	*	3,82	0,6812	ns	6,82	0,6802	ns	7,16	0,3521	ns
Microorganismos*MO	1	0,09	0,5538	ns	0,05	0,866	ns	2,71	0,6036	ns	0,51	0,8661	ns	2,25	0,5643	ns
Dosis*Materia Orgánica	2	0,27	0,3536	ns	0,14	0,9262	ns	5,62	0,5711	ns	7,23	0,6652	ns	3,98	0,5537	ns
Microorganismos*Dosis*M	2	0,1	0,6637	ns	0,07	0,9622	ns	2,61	0,7683	ns	1,61	0,9123	ns	10,5	0,2229	ns
Testigo vs Resto	1	0,88	0,0794	ns	2,65	<0,0001	*	29,43	0,0191	*	74,73	0,0002	*	155,11	<0,0001	*
Error	24	0,25			0,7			4,66			3,86			4,39		
Total	38															
Cv%		7,53			8,75			15,43			11,59			10,13		

**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

En la tabla 10, luego de realizar el análisis de varianza se observa en la variable de altura de planta a los 15 días luego del trasplante existe una diferencia significativa en la fuente de materia Orgánica con su coeficiente de variación de 7,53

A los 30 días después del trasplante podemos observar que existe diferencias significativas para las fuentes de variación en los bloques y la interacción de microorganismos más dosis, las demás fuentes de variación no presentaron significación estadística y su coeficiente de variación fue de 8,75

La significancia estadística para fuentes de variación luego de los 45 días del trasplante fue para la interacción de testigo vs resto, el coeficiente de variación fue de 15,43. Seguido de los 60 días después del trasplante en las fuentes de variación se observa significancia en tratamientos y la interacción testigo vs resto con un coeficiente de variación de 11,59.

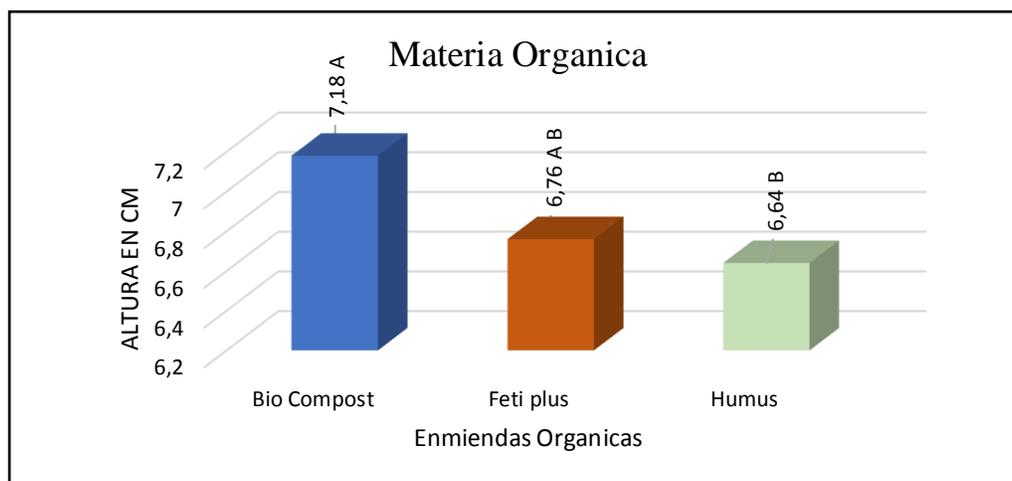
Por último, tenemos los 75 días luego del trasplante se puede observar que existe diferencias significativas para las fuentes de variación tratamientos y la interacción de testigo vs resto, las demás fuentes de variación no presentaron significación estadística, su coeficiente de variación fue de 10,13.

**Tabla 11:** Prueba de Tukey al 5% para Materia Orgánica en la variable Altura de planta a los 15 días del cultivo.

<b>Materia Orgánica</b>	<b>Medias</b>		
Bio Compost	7,18	A	
Feti plus	6,76	A	B
Humus	6,64		B

**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

La tabla 11 nos presenta los promedios y rangos obtenidos por cada una de las enmiendas orgánicas utilizadas en cada uno de los períodos de toma de datos, dando como resultado que el mejor promedio lo ocupa el Bio Compost con una media de 7,18cm días ocupando el primer rango mientras que el Humus en los mismos períodos, se ubicó en el último rango de significación con una media de 6.64cm. (Ver figura 2)

**Figura 2. Enmiendas Orgánicas en Altura de planta a los 15 días**

**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

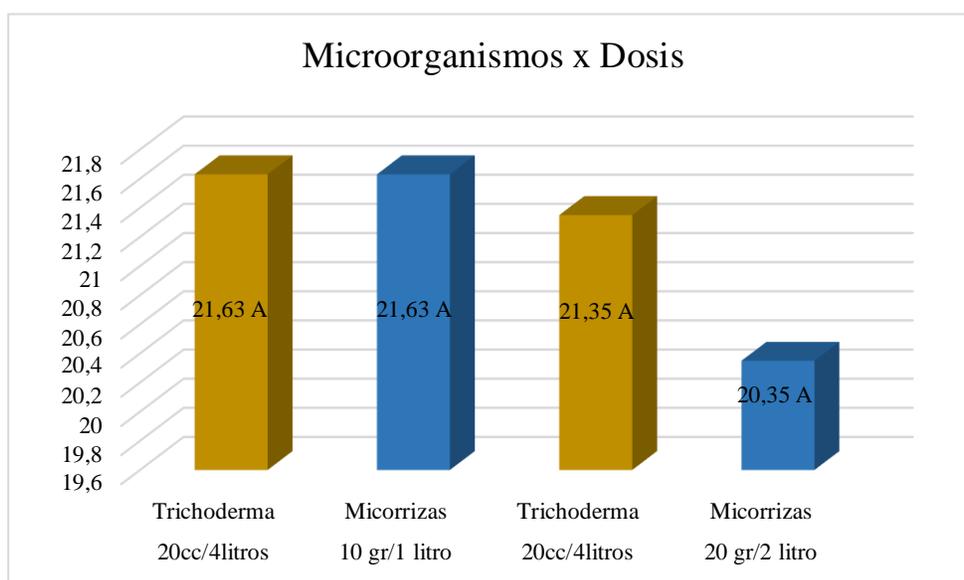
Al realizar la Prueba de Tukey al 5%, en la figura 2 se observa que tiene dos rangos de significancia, en el primer rango de significancia A ocupa el Bio Compost con una media de 7,18 a diferencia del segundo rango de significancia B se obtiene el Ferti plus con una media de 6.76 siguiéndole del humus con una media de 6,64.(Álvarez-Solís et al., 2010) Manifiesta que al incorporar materia orgánica al suelo se eleva la temperatura del suelo, favoreciendo la formación de raíces de la planta , por lo tanto, en el resto de los tratamientos con las enmiendas orgánicas mejoraron el desarrollo de la planta ayudando a tener una buen vigor y estabilizar los micronutrientes del suelo para que las plantas puedan asimilar y así desarrollarse de manera correcta Las enmiendas orgánicas como el bio compost y los residuos vegetales son alternativas a los fertilizantes inorgánicos que restauran suelos degradados, mejoran las limitaciones fisicoquímicas del suelo y proporcionan el oxígeno necesario para la absorción de fósforo por las raíces (Celestina et al., 2019).

**Tabla 12:** Prueba de Tukey al 5% para la Dosis más microorganismos en la variable Altura de planta 30 días.

Dosis	Microorganismos	Medias	Rango
10cc/2litros	Trichoderma	21,63	A
10 gr/1 litro	Micorrizas	21,63	A
20cc/2litros	Trichoderma	21,35	A
20 gr/1litro	Micorrizas	20,35	A

En la tabla 12 se puede observar después de haber realizado la prueba Tukey al 5% que a partir de los 15 días los microorganismos (Trichoderma) con las dosis 20cc /2lt en la variable de la altura de la planta respondieron eficientemente con una media de 21,63 ocupando el primero rango a diferencia de las Micorrizas con 20gr/1lt se puede identificar en el último lugar con una media de 20.35.

**Figura 3. Para la Dosis más microorganismos en la variable Altura de planta 30 días del cultivo**



**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

En la figura 3 se puede observar después de haber realizado la prueba Tukey que a partir de los 15 días los microorganismos (Trichoderma) con las dosis 20cc /2lt en la variable de la altura de la planta respondieron eficientemente con una media de 21,63 ocupando el primero rango a diferencia de las Micorrizas que ocupa el último lugar con una dosis de 20gr/1lt con una media de 20.35.(Garro, 2017)Nos manifiesta que los microorganismos establecen el equilibrio biológico facilitándole a la planta la toma de nutrientes de baja disponibilidad o de poca movilidad en el suelo, evitando la acción de microorganismo patógenos en la raíz, aumentando la tolerancia de la planta a condiciones de stress abiótico en el suelo, entre otros beneficios.

Se ha demostrado que el Trichoderma produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios en las partes jóvenes de éstas, acelerando su reproducción celular,

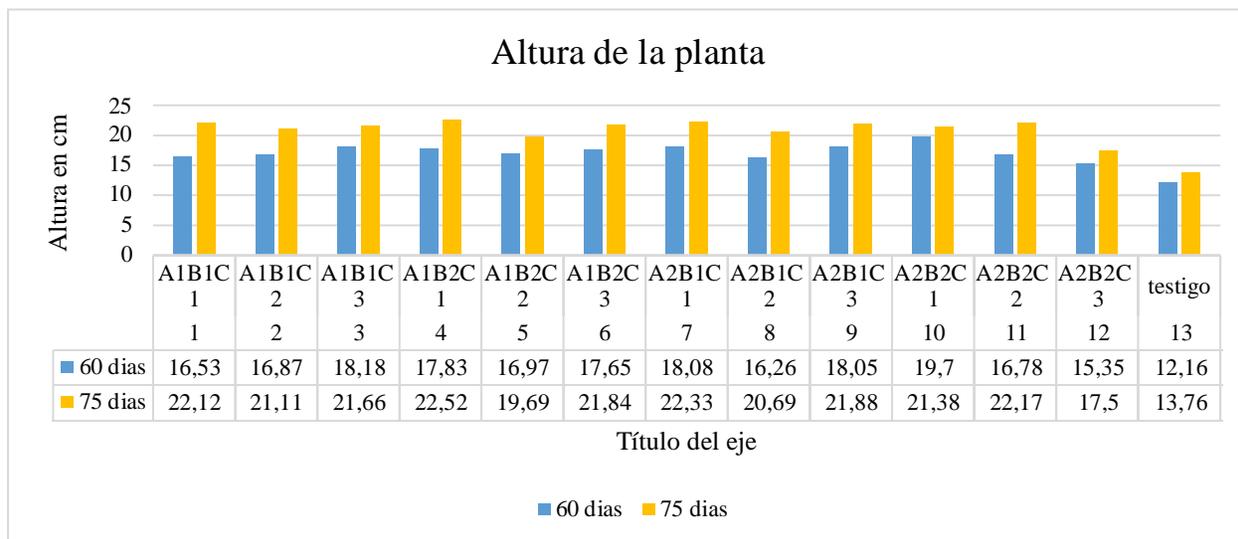
logrando que las plantas alcancen un desarrollo más rápido que aquellas plantas que no hayan sido tratadas con dicho microorganismo(Ramirez, 2015)

**Tabla 13:** Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la altura de la planta a los 60 días y 75 días

60 días			75 días		
Tratamientos	Medias	Rango	Tratamientos	Medias	Rango
10	19,7	A	4	22,52	A
3	18,18	A	7	22,33	A
7	18,08	A	11	22,17	A
9	18,05	A	1	22,12	A
4	17,83	A	B 9	21,88	A
6	17,65	A	B 6	21,84	A
5	16,97	A	B 3	21,66	A
2	16,87	A	B 10	21,38	A
11	16,78	A	B 2	21,11	A
1	16,53	A	B 8	20,69	A
8	16,26	A	B 5	19,69	A
12	15,35	A	B 12	17,5	A
13	12,16		B 13	13,76	B

**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

A partir de los 60 días el primer lugar obtuvo al T10 (Bio compost + Micorrizas a 20 gr/1 litro) con una media de 19,7 en la variable de la altura de la planta y en último se encuentra en el rango AB donde el T13 es el (Testigo) con una media de 12, 16 Para concluir a los 75 días se consiguió en primer lugar al T4 (Bio compost + Trichoderma a 20cc/2litros) con una media 22,52 en altura y en último lugar se ubica el rango B significa el T13(testigo) con media de 13,76.

**Figura 4. Tratamientos a los 60 y 75 días en la variable de la altura.**

**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

Dentro de la variable altura, en los 60 días se cumplió el siguiente patrón en los siguientes tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13 donde el mejor tratamiento fue el: T3 (Humus + Trichoderma a 10cc/2litros Y T4 (Bio compost + Trichoderma a 20cc/2litros) cuyas medias fueron de: 21,66 y 22,52 en altura.

En los 60 días se cumplió el siguiente patrón en los siguientes tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13 donde el mejor tratamiento fue el: T7 ( Bio compost + Micorrizas a 10 gr/1 litro y el tratamiento T1 (Bio compost + Trichoderma a 10cc/2litros) cuyas medias fueron de: 22,32 y 22,12 en altura de la planta.

El último lugar lo obtuvo el T13 (testigo) cuyas medias fue de 13,76 en altura; para esta variable se tomó en cuenta que la incorporación de enmiendas orgánicas al suelo puede aumentar el contenido de materia orgánica, nutrientes esenciales (N, P, K+, Mg++, Na+, Ca++) para el crecimiento de planta. (Sánchez, 2020)Mientras exista materia orgánica existe el crecimiento de microorganismos benéficos y lombrices de tierra, lo cual aumenta la fertilidad y calidad del suelo(Tuesta, 2017) en cambio el trichoderma protege a las raíces.

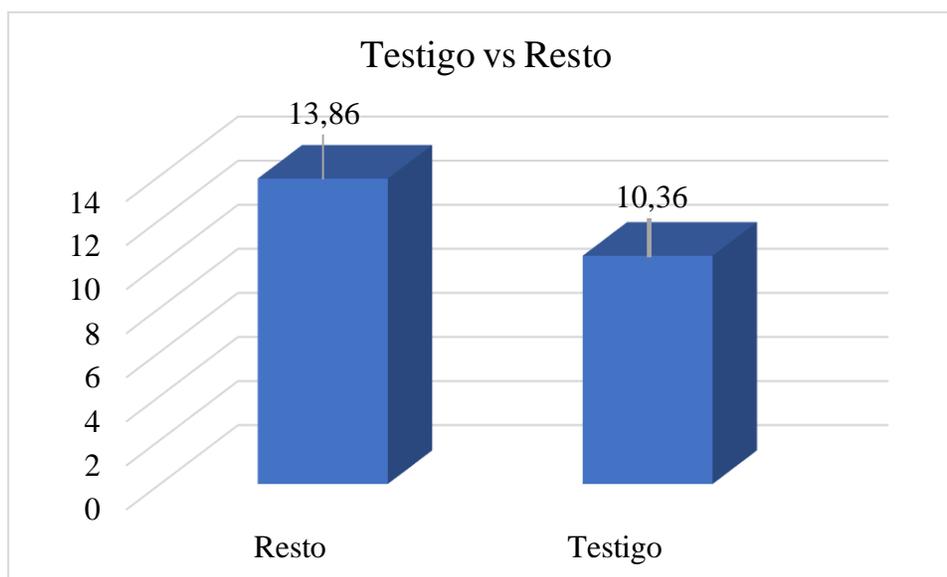
**Tabla 14:** Prueba de Tukey al 5% para el Testigo vs Resto en la variable de la Altura del cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* ).

Tratamientos	Media	Rango
Resto	13,86	A
Testigo	10,36	B

**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

Al realizar la Prueba de Tukey al 5%, en la tabla 17 se observa dos rangos de significancia, donde el resto de tratamientos con un promedio de 13,86 cm donde tiene un rango de significancia A, que supera al promedio del tratamiento 0 (Testigo) que alcanzo un promedio 10.36 cm ubicándolo al final con un rango de significancia B. La Altura de las plantas del resto de tratamientos es mayor que el testigo. Nos manifiesta que las enmiendas orgánicas, ayudan al crecimiento de las plantas y contribuyen en mejorar las propiedades del suelo. Las enmiendas orgánicas tienen altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas lo que ratifica que el resto de tratamientos tuvo mayor altura en las plantas en comparación del testigo. (Ver Figura 5)

**Figura 5.** Testigo vs Resto en la Variable de la Altura de las Plantas en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* ).



**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

### 11.3 Variable del Número de hojas de planta en la evaluación de tres enmiendas orgánicas para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* ).

Tabla 14 :ADEVA para la variable Numero de hojas.

F.V.	15 Días		30 Días		45 Días		60 Días		75 Días		
	GL	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	
Tratamientos	12	0,10	ns	0,16	ns	0,09	ns	0,18	*	0,5	*
Repeticiones	2	0,04	ns	0,53	ns	3,9	ns	11,08	ns	30,63	ns
Microorganismos	1	0,40	ns	0,19	ns	0,01	ns	1,30	ns	1,30	ns
Dosis	1	0,05	ns	0,4	ns	1,30	ns	0,02	ns	0,02	ns
Materia Orgánica	2	0,05	ns	0,03	ns	0,05	ns	0,04	ns	0,04	ns
Microorganismos*Dosis	1	0,02	ns	0,01	ns	0,09	ns	0,2	ns	0,2	ns
Microorganismos*MO	2	0,03	ns	0,11	ns	0,07	ns	0,02	ns	0,02	ns
Dosis*Materia Orgánica	2	0,16	ns	0,14	*	0,29	ns	0,05	ns	0,05	ns
Microorganismos*Dosis*M	2	0,07	ns	0,14	ns	0,02	ns	0,07	ns	0,07	ns
Testigo vs Resto	1	0,16	ns	0,49	ns	0,14	ns	1,55	ns	5,73	*
Error	24	0,08		0,15		0,06		0,04		0,14	
Total	38										
Cv%		7,55		6,92		3,46		2,58		3,85	

**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

En la tabla 14, luego de realizar el análisis de varianza se observa en la variable de altura de planta a los 15 días luego del trasplante se puede observar que no existe una diferencia significativa por lo cual su coeficiente de variación es de 7,55

A los 30 días después del trasplante podemos observar que existe diferencias significativas para las fuentes de variación en la interacción de dosis más microorganismos, las demás fuentes de variación no presentaron significación estadística, su coeficiente de variación fue de 6,92.

La significancia estadística para fuentes de variación luego de los 45 días del trasplante fue para los bloques, el coeficiente de variación fue de 3,46. Seguido de los 60 días después del trasplante en las fuentes de variación se observa significancia en tratamientos, bloques y la interacción testigo vs resto con un coeficiente de variación de 2,58.

Por último, tenemos los 75 días luego del trasplante se puede observar que existe diferencias significativas para las fuentes de variación tratamientos, bloques y la interacción de testigo vs resto, las demás fuentes de variación no presentaron significación estadística, su coeficiente de variación fue de 3,85.

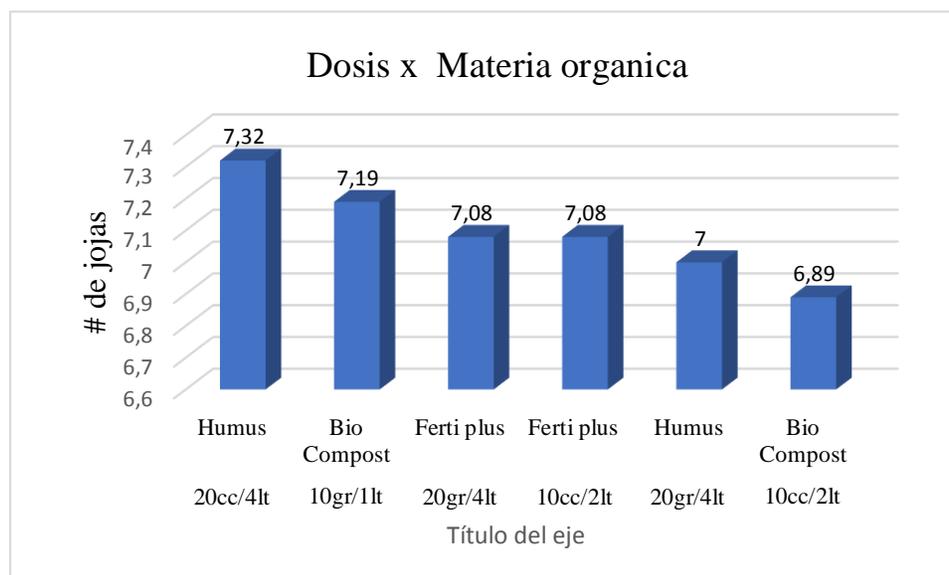
**Tabla 15: Prueba de Tukey al 5% para la Dosis más materia orgánica en la variable número de hojas de planta 30 días del cultivo**

Dosis	Materia Orgánica	Medias	Rangos
20cc/4lt	Humus	7,32	A
10gr/1lt	Bio Compost	7,19	A
20gr/4lt	Ferti plus	7,08	A
10cc/2lt	Ferti plus	7,08	A
20gr/4lt	Humus	7	A
10cc/2lt	Bio Compost	6,89	A

**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% pudimos observar que si existen un rango de significación estadística donde la enmienda orgánica humus ocupa el primer lugar con una dosis de 20cc/4lt de Trichoderma a los 15 días con un promedio de 7,32 en el número de hojas así dejando en último lugar al bio compost con una dosis de 10cc/2lt de Trichoderma spp. con un promedio de 6,89.

**Figura 6. Para la Dosis más microorganismos en la variable número de hojas de planta 15 días del cultivo**



**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

En la figura 6 se puede observar después de haber realizado la prueba Tukey que a partir de los 15 días los microorganismos (*Trichoderma*) con las dosis 20cc /2lt en la variable de la altura de la planta respondieron eficientemente con una media de 21,63 ocupando el primero rango a diferencia de las Micorrizas que ocupa el último lugar con una dosis de 20gr/1lt con una media de 20.35

Al ser aplicado el *Trichoderma* spp al suelo existe un efecto sobre el crecimiento de las plantas debido al incremento del área de la raíz, lo que permite que la raíz explore un mayor volumen de suelo por lo tanto existirían más nutrientes disponibles para las plantas, donde los nutrientes son limitados además de eso los *Trichoderma* pueden solubilizar nutrientes del suelo, convirtiendo material no utilizable en compuestos asimilables para la planta, como por ejemplo, solubilizar metales y los fosfatos insolubles del suelo con las enmiendas orgánica ayudando a descomponer la materia orgánica.

**Tabla 15:** Prueba Tukey 5% a los 60 y 75 días de aplicación de los tratamientos

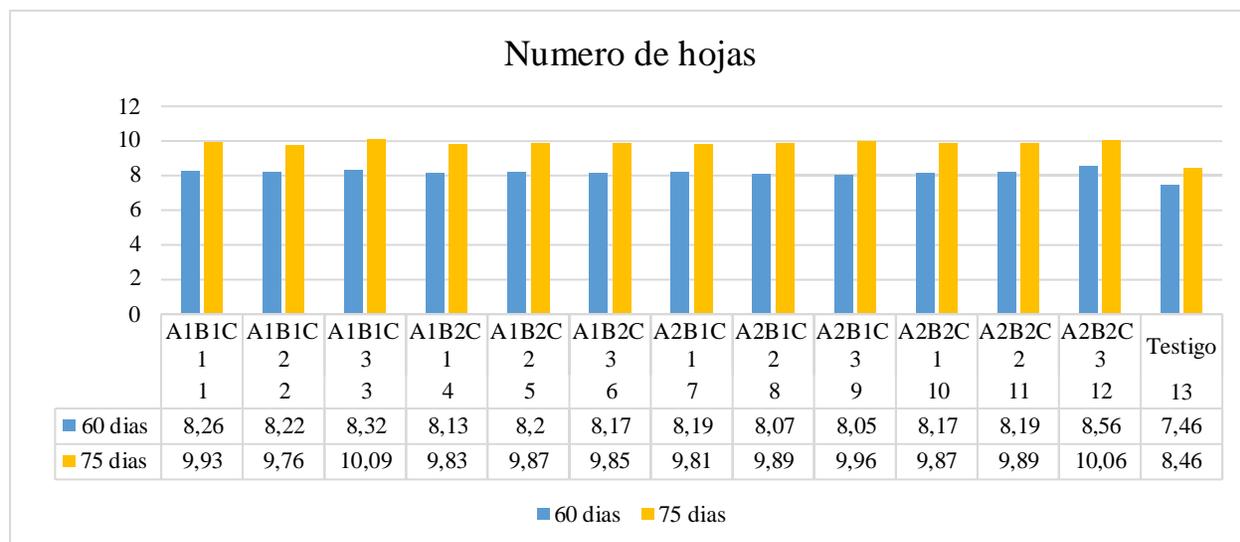
60 días			75 días		
Tratamientos	Medias	Rango	Tratamientos	Medias	Rango
12	8,56	A	3	10,09	A
3	8,32	A	12	10,06	A
1	8,26	A	9	9,96	A
2	8,22	A	1	9,93	A
5	8,2	A	11	9,89	A
7	8,19	A	8	9,89	A
11	8,19	A	10	9,87	A
10	8,17	A	5	9,87	A
6	8,17	A	6	9,85	A
4	8,13	A	4	9,83	A
8	8,07	A	B 7	9,81	A
9	8,05	A	B 2	9,76	A
13	7,46		B 13	8,46	B

**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

A partir de los 60 días el primer lugar obtuvo al T10 (Humus + Micorrizas +20gr/1 litro) ubicándose en el rango a con una media de 8,56 en la variable del número de hojas y en último lugar se encuentra en el rango B donde el T13 es el (Testigo) con una media de 7, 46 Para concluir a los 75 días se consiguió en primer lugar al T3 (Humus + *Trichoderma* a 10cc/2litros) con una

media 10,09 en el número de hojas por lo tanto en último lugar se ubica el rango B significando el T13(testigo) con media de 8,46.

**Figura 7. Numero de hojas de los 60-75 días**



**Elaborado por:** (Carlosama,2022)

Dentro de la variable altura, en los 15 hasta los 90 días se cumplió el siguiente patrón en los siguientes tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13 donde el mejor tratamiento fue el: T12 (Humus + Micorrizas +20gr/1 litro) y T3 (Bio compost + Trichoderma a 20cc/2litros) cuyas medias fueron de: 10,09 y 10,06 en altura.

El último lugar lo obtuvo el T13 (testigo) cuyas medias fue de 8,46 en el número de hojas Las enmiendas mediante abonos restauran los niveles de materia orgánica en los suelos con la ayuda de las micorrizas de modo las plantas se ven beneficiadas asimilando mayor cantidad de nutrientes y desdoblado el nitrógeno orgánico. Las relaciones de micorrizas de las plantas no solo se benefician al reforzar las características morfológicas de las plantas, sino que, además, las micorrizas tienen la capacidad de hacer que las plantas sean más resistentes a las condiciones climáticas adversas, por ejemplo, sequías, inundaciones, deficiencia de nutrientes o presión del agua. Las plantas inoculadas con micorrizas desarrollan una calidad biológica superior en cuanto a características como vigor, área foliar y altura de planta. Por su acción simbiótica con el suelo y raíz a de la planta, además protege las raíces contra ciertos hongos patógenos.

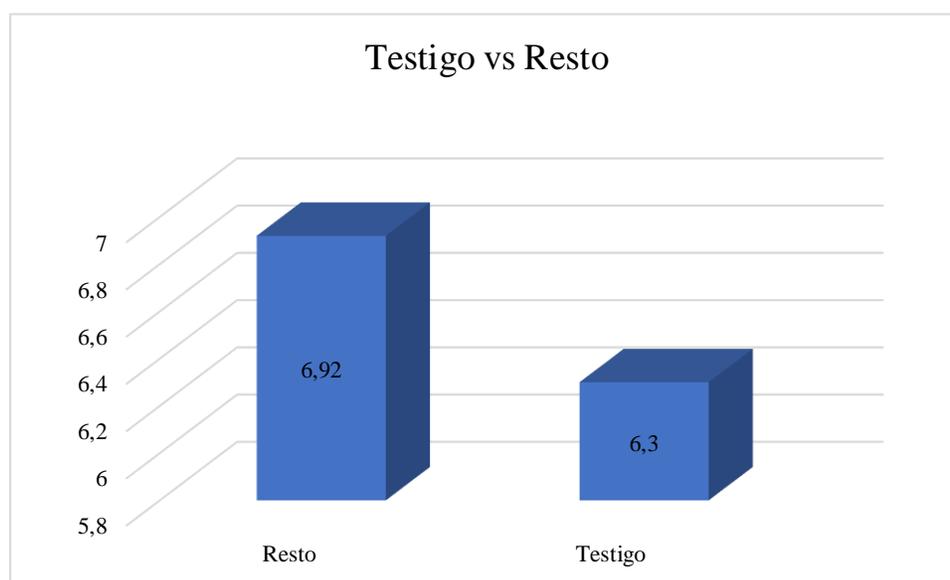
**Tabla 16:** Prueba de Tukey al 5% para el Testigo vs Resto en la variable del número de hojas del cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*).

Tratamientos	Media	Rango
Resto	6,92	A
Testigo	6,3	B

**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

Al realizar la Prueba de Tukey al 5%, en la tabla 21 se observa dos rangos de significancia, donde el resto de tratamientos con un promedio de 6,29 donde tiene un rango de significancia A, que supera al promedio del tratamiento 0 (Testigo) que alcanzo un promedio 6,3 ubicándolo al final con un rango de significancia B. En el número de hojas de la planta del resto de tratamientos es mayor que el testigo.

**Figura 8. Testigo vs Resto en la Variable del número de hoja de las Plantas en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*)**



**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

(Hirzel & Salazar, 2016a) Nos explica que las enmiendas orgánicas aportan materia orgánica al suelo con el fin de generar fertilidad al suelo. Las enmiendas orgánicas en general contienen todos los elementos esenciales para las plantas cultivadas, pero en relaciones nutricionales que son diferentes.

#### 11.4 Variable en peso de la raíz tuberosa con hojas en la evaluación de tres enmiendas orgánicas con dos microorganismos para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* L.).

**Tabla 17:** ADEVA para la variable peso de la raíz tuberosa con hojas

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Tratamientos	755627641	12	62968970	5,89	0,0001	*
Repeticiones	32519878	2	16259938,9	1,52	0,2388	ns
Microorganismos	504100	1	504100	0,04	0,8385	ns
Dosis	1524402	1	1524401,78	0,13	0,7233	ns
Materia Orgánica	312611587	2	156305794	13,16	0,0001	*
Microorganismos*Dosis	9715689	1	9715689	0,82	0,3747	ns
Microorganismos*MO	218347329	2	109173665	9,19	0,0011	*
Dosis*Materia Orgánica	27858128	2	13929064,2	1,17	0,3266	ns
Microorganismos*Dosis*MO	43903113	2	21951556,6	1,85	0,1792	ns
Testigo vs Resto	141163293	1	141163293	13,2	0,0013	*
Error	256591475	24	10691311,5			
Total	1044738993,7	38				
Cv%	18,9					

**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

En la tabla 17 se obtuvo significancia estadística en la fuente de variación de tratamientos cuyo valor fue de  $<0,0001$  y para el caso de la Materia Orgánica con un valor de  $0,0001$  siguiéndole los microorganismos más materia orgánica con un valor de  $0,0011$  por último, se obtiene el testigo vs resto con un valor de significancia de  $0,0013$  teniendo un coeficiente de variación del  $18,9\%$ . La toma de datos para esta variable se procedió a realizar a los 90 días después de haber realizado la cosecha en este caso se utilizó una balanza, para esto caso se toma en cuenta todas sus hojas incluidas en la corona, esto se lo realizó con cada uno de los tubérculos tomados en cuenta en la investigación (18 plantas); lo que implicó una heterogeneidad en la investigación propuesta, este dato se expresó en Kg/ha

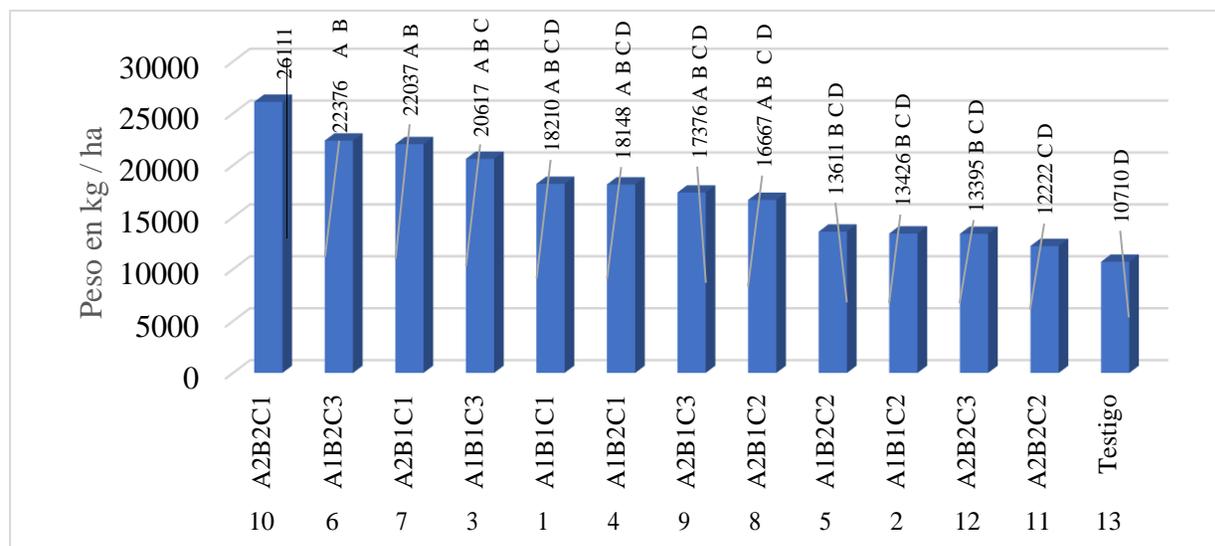
**Tabla 18:** Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable peso de la raíz tuberosa con hojas.

Tratamientos	Códigos	Medias	Rangos			
10	A2B2C1	26111	A			
6	A1B2C3	22376,33	A	B		
7	A2B1C1	22037	A	B		
3	A1B1C3	20617	A	B	C	
1	A1B1C1	18210	A	B	C	D
4	A1B2C1	18148	A	B	C	D
9	A2B1C3	17376,33	A	B	C	D
8	A2B1C2	16666,67	A	B	C	D
5	A1B2C2	13611		B	C	D
2	A1B1C2	13426		B	C	D
12	A2B2C3	13395,33		B	C	D
11	A2B2C2	12222			C	D
13	Testigo	10710				D

**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

Al momento de realizar la Prueba de Tukey al 5%, en la tabla 18 se puede observar 5 rangos de significancia, En el rango A se encuentran el T10 y en el rango B se encuentra el T5, T2, T12 seguido del rango C donde se encuentra el T11 por ultimo tenemos el rango D que es el T13 (Testigo ) en la cual el T10,T6,T7,T3 son muy similares en sus valores matemáticos, siendo estos los tratamientos que mayor peso obtuvieron, seguidos por T1,T4,T9,T8 que también tiene valores matemáticos similares, mientras que T5,T2,T12,T11 tienen valor numérico inferiores y el testigo es el que tiene menor valor numérico que obtuvo. Por lo tanto, el tratamiento T10 que es la enmienda Bio compost + Micorrizas a 20 gr/1litro es el que obtuvo mayor peso de los tratamientos, mientras que el tratamiento 0 (Testigo) es el que menor peso en rendimiento de 10710 gr. El tratamiento 10 fue el mejor debido a que se obtuvo mayor rendimiento en kg/ha en comparación con los otros tratamientos. (O. Z. Escobar et al., 2011) ) Nos manifiesta que el bio compost es una enmienda orgánica y acondicionador biológico de suelos que actúa aportando nutrientes directamente asimilables por la planta y mejorando las condiciones del suelo, aportando humus y materia orgánica que será mineralizada, de igual manera las micorrizas ayudan a la absorción de nutrientes por lo que se extienden por el suelo proporcionando agua y nutrientes y protegiendo las raíces de algunas enfermedades en las plantas.

**Figura 9. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable peso de la raíz tuberosa con hojas**



**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

Dentro de la variable del peso del tubérculo con hojas después de los 90 días de haber terminado su ciclo vegetativo se determinó el siguiente resultado en el cual los mejores tratamientos son: T10, T6, T7, T3 y T1 donde el mejor tratamiento fue el: T10 (Bio compost + Micorrizas a 20 gr/1 litro) cuya media es de 2611 kg/ha y en último lugar se tiene al T13 (testigo) con una media de 10710 kg /ha. (Arana, 2013) Nos manifiesta que el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* ). necesita un alto contenido de nutrientes de acción prolongada y persistente. Los suelos que tienden a compactarse deben ser abonados con productos orgánicos para mejorar su estructura. Se recomienda aplicar 22000 kg/ha enmiendas orgánicas.

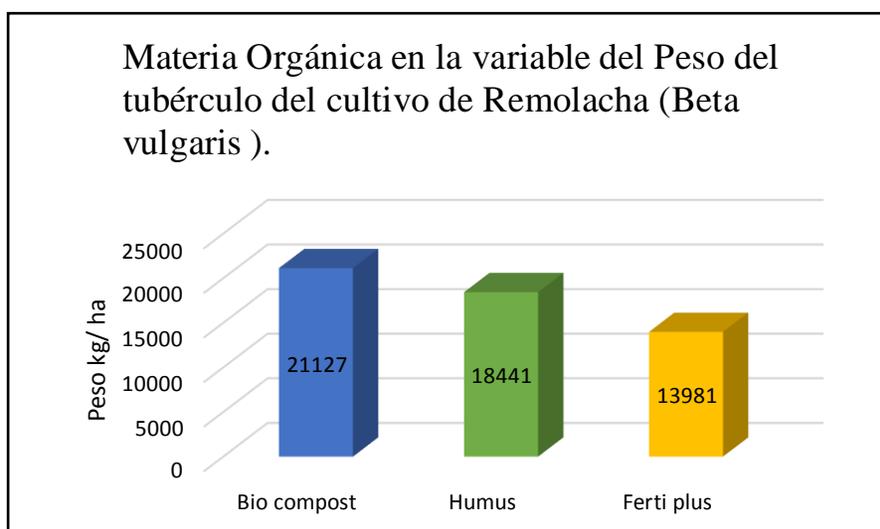
**Tabla 19:** Prueba de Tukey al 5% de la Materia Orgánica en la variable del Peso del tubérculo del cultivo de Remolacha (*Beta vulgaris* L.).

<b>Materia Orgánica</b>	<b>Medias</b>	<b>Rango</b>
Bio Compost	21127	A
Humus	18441	A
Ferti Plus	13981	B

**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

En la tabla 19 se realizó la prueba de tukey al 5% se observó dos rangos de significación estadística alcanzados por cada uno de las enmiendas, donde el Bio Compost tiene una media de 13,98 seguido del humus con una media de 18,44 y por último se tiene al ferti plus con una media de 13,89.

**Figura 10. Prueba de Tukey al 5% de la Materia Orgánica en la variable del Peso del tubérculo del cultivo de Remolacha (*Beta vulgaris*).**



**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

Al realizar la Prueba de Tukey al 5%, en la tabla 22 se observa que el bio compost con una dosis que tiene 15 kg /ha es la mejor con un promedio de 21127 kg /ha por lo cual tiene un rango de significancia, mientras que la Dosis 2 con la enmienda humus es de 15,24kg/ha por lo que tiene un rango de significancia y por último el Ferti plus con una dosis de 14,06kg obteniendo un promedio de 13981kg/a.(Salazar, 2022) Nos manifiesta que los abonos orgánicos tienen propiedades importantes , que ejercen sobre el suelo, que hacen aumentar la

fertilidad incrementando la capacidad del suelo para almacenar nutrientes, altamente necesarios para las plantas y liberan un alto nivel microbiano que produce una gran actividad biológica en los suelos erosionados.

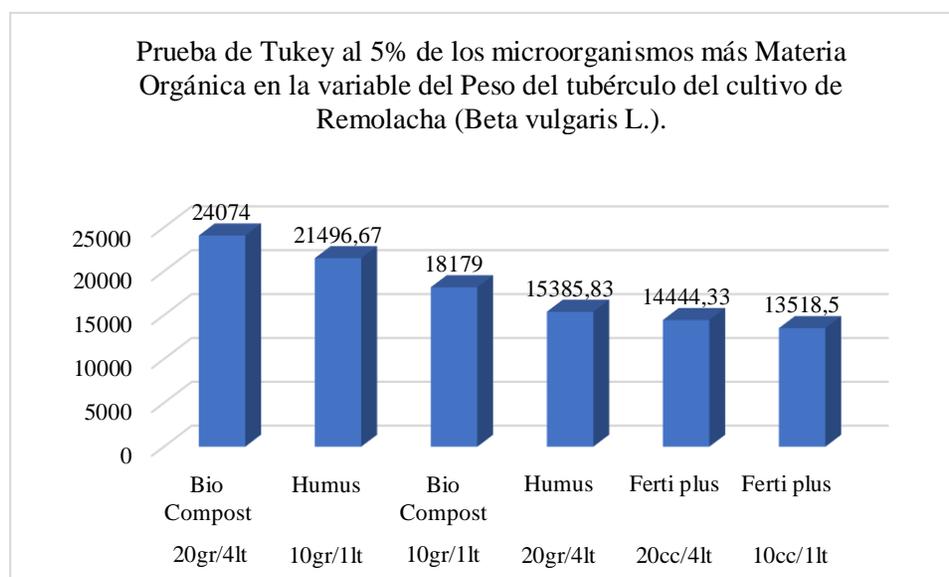
**Tabla 20:** Prueba de Tukey al 5% de los microorganismos más Materia Orgánica en la variable del Peso del tubérculo del cultivo de Remolacha (*Beta vulgaris*).

Microorganismos	Materia Orgánica	Medias	Rango		
20gr/1lt	Bio Compost	24074	A		
10gr/1lt	Humus	21496,67	A	B	
10gr/1lt	Bio Compost	18179	A	B	C
20gr/1lt	Humus	15385,83		B	C
20cc/2lt	Ferti plus	14444,33			C
10cc/2lt	Ferti plus	13518,5			C

**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

En la tabla 20 se realizó la prueba de tukey al 5% se observó tres rangos de significación estadística alcanzados por cada uno de las enmiendas, donde el Bio Compost tiene una media de 24,07 seguido del Humus con una dosis 20gr/1lt de con una media de 15,38 y por último se tiene al ferti plus con una media de 13,51.

**Figura 11.** Prueba de Tukey al 5% de los microorganismos más Materia Orgánica en la variable del Peso del tubérculo del cultivo de Remolacha (*Beta vulgaris*).



**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

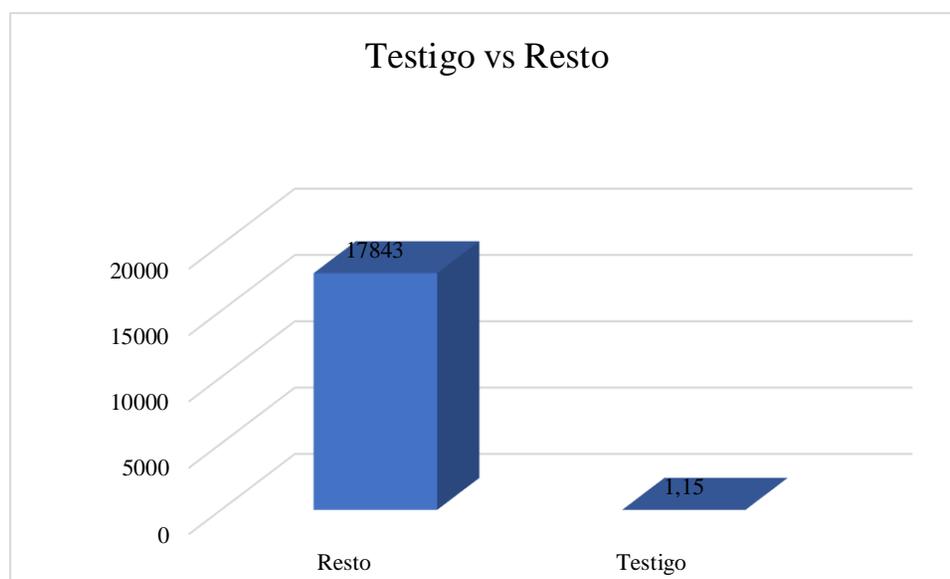
**Tabla 21:** Prueba de Tukey al 5% Testigo vs Resto en la Variable del peso del tubérculo con hoja el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*).

Tratamientos	Media	Rango
Resto	17843	A
Testigo	1,15	B

**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

Al realizar la Prueba de Tukey al 5%, en la tabla 21 se observa dos rangos de significancia, donde el resto de tratamientos con un promedio de 17843kg donde tiene un rango de significancia A, que supera al promedio del tratamiento 0 (Testigo) que alcanzo un promedio 1,15 kg ubicándole al final con un rango de significancia B. En peso del tubérculo con hojas del resto de tratamientos es mayor que el testigo. (Hirzel & Salazar, 2016b) Nos manifiesta que las enmiendas aportan materia orgánica en cantidad y calidad, y nutrientes esenciales para los suelos agrícolas, lo cual contribuye a aumentar la fertilidad de los suelos y la productividad de los cultivos. (Ver Figura 12)

**Figura 12.** Testigo vs Resto en la Variable del peso del tubérculo con hoja el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* ).



**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

### 11.5 Estudio de los Costos Generados por Tratamiento

**Tabla 22:** Cuadro de Costos de Producción Generados por Tratamiento

<b>CODIGOS</b>		A1B1C1	A1B1C2	A1B1C3	A1B2C1	A1B2C2	A1B2C3	A2B1C1	A2B1C2	A2B1C3	A2B2C1	A2B2C2	A2B2C3
<b>Tratamientos</b>	<b>Testi go</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>	<b>T11</b>	<b>T12</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>													
Mano de obra directa	23,08	23,08	23,08	23,08	23,08	23,08	23,08	23,08	23,08	23,08	23,08	23,08	23,08
<b>Insumos</b>													
Plántulas	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55
Bio Compost		10,5	10,5	10,5	10,5								
Ferti plus						4.87	4.87	4.87	4.87				
Humus										7	7	7	7
<b>MICROORGANISMOS</b>													
Trichoderma		5	5	5	10	10	10						
Micorrizas								1,5	1,5	1,5	3,5	3,5	3,5
Otros	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
<b>Total, de costos directos</b>	<b>23,46</b>	<b>38,96</b>	<b>38,96</b>	<b>38,96</b>	<b>43,96</b>	<b>33,46</b>	<b>33,46</b>	<b>24,96</b>	<b>24,96</b>	<b>31,96</b>	<b>33,96</b>	<b>33,96</b>	<b>33,96</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>													
Transporte Gastos Administrativos	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43
Subtotal	25,89	41,39	41,39	41,39	46,39	35,89	35,89	27,39	27,39	34,39	36,39	36,39	36,39
Imprevistos 10%	2,59	4,14	4,14	4,14	4,64	3,59	3,59	2,74	2,74	3,44	3,64	3,64	3,64
<b>Total</b>	<b>28,48</b>	<b>45,53</b>	<b>45,53</b>	<b>45,53</b>	<b>51,03</b>	<b>39,48</b>	<b>39,48</b>	<b>30,13</b>	<b>30,13</b>	<b>37,83</b>	<b>40,03</b>	<b>40,03</b>	<b>40,03</b>

Elaborado por: (Carlosama 2022)

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

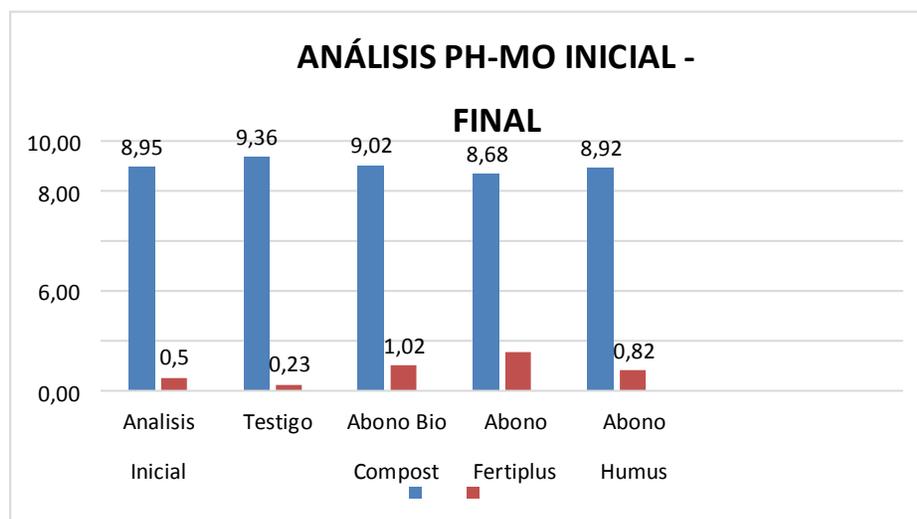
**Tabla 23:** Interpretación inicial y final

Localización	Ph		N		P		S		B		K		Ca		Mg		Zn		Cu		Fe		Mn		Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO	
2800 msnm			Ppm		ppm		ppm		ppm		meq /100g		meq /100g		meq /100g		ppm		ppm		ppm		ppm					meq / 100g	%	
<b>Análisis Inicial</b>	8,95	A1	2,4	B	36	A	5,5	B	1,48	M	3,95	A	22,66	A	3,73	A	3,7	M	3,1	M	6,0	B	2,6	B	6,08	0,94	6,68	30,34	0,5	B
<b>Abono Fertilizantes</b>	8,68	A1	30,0	M	241,8	A	14,4	M	1,80	M	5,13	A	19,28	A	5,41	A	8,3	A	3,4	M	11,2	B	8,0	M	3,57	1,05	4,81	29,82	1,54	M
<b>Testigo</b>	9,36	A1	5,2	B	22,1	A	3,4	B	1,05	M	3,68	A	21,76	A	3,82	A	1,2	B	2,8	M	1,7	B	3,3	B	5,70	1,04	6,95	29,26	0,23	B
<b>Abono Humus</b>	8,92	A1	12,2	B	69,5	A	6,5	B	1,15	M	3,62	A	20,04	A	4,62	A	3,0	M	2,7	M	1,6	B	4,2	B	4,34	1,27	6,81	28,28	0,82	B
<b>Abono Bio Compost</b>	9,02	A1	11,6	B	75,0	A	6,9	B	1,23	M	3,50	A	20,42	A	4,45	A	3,0	M	3,7	M	4,2	B	4,2	B	4,59	1,27	7,10	28,36	1,02	M

**Elaborado por:** (Carlosama, 2022)

Esta actividad consistió en establecer si las enmiendas orgánicas aplicadas en los tratamientos tuvieron resultados mediante la interpretación de resultados obtenidos en la estación experimental Santa Catalina

**Figura 13. Análisis pH-MO inicial – final**



**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

Al realizar el trabajo de investigación inicialmente la materia orgánica del suelo inicio con un promedio de 0,5%, después de la siembra del cultivo de Remolacha (*Beta vulgaris L*) previa a la incorporación de tres enmiendas orgánicas (Bio Compost, Ferti Plus, Humus), se pudo observar varios cambios, como el incremento de materia orgánica en las tres enmiendas tomando en cuenta al testigo que bajo un 0,23%.

El Bio Compost es una enmienda orgánica , acondicionador biológico para el suelo que brinda nutrientes que son asimilados directamente por la planta y ayuda a mejorar las condiciones del suelo, aportando humus y materia orgánica, mejorando la estructura del suelo (previene la erosión), la aireación y la composición físico química del suelo este tipo de enmienda es un proceso natural que actúa de manera aeróbica estimulando el desarrollo radicular mediante la acción de los microorganismos que llevan a cabo la mineralización y humificación de sustancias orgánicas (Vinces, 2020).

El ferti plus es una enmienda orgánica rico en macro y micronutrientes de gran impacto positivo en la recuperación de suelo con una gran capacidad de intercambio catiónico, mejora las propiedades físicas , químicas y biológicas facilitando la aireación para evitar la compactación del suelo incorpora microorganismos benéficos para el suelo y los activa para que actúen en la descomposición de la materia orgánica favoreciendo la fijación de nitrógeno y procesos como la mineralización dando fertilidad al suelo (Maigua, 2018).

El humus es una enmienda orgánica por lo que tiene un alto contenido en nitrógeno y fósforo, lo que hace que sea muy utilizado. En suelos bajos de materia orgánica, transformándolos en suelos de alto rendimiento que promueve la actividad de micro y macro nutrientes que se encuentran en los suelos. El humus crea un efecto biológico en el suelo para que pueda restaurar sus propios nutrientes y eliminar los contaminantes. Es un producto orgánico que tiene una textura granular, es húmedo, no fermenta ni tiene olor, está libre de impurezas a demás ayuda a regenerar los suelos erosionados para que pueda aumentar la capacidad de almacenar y liberar nutrientes que necesita es muy apropiado para cualquier tipo de cultivos, sean extensivos o intensivos.(Ayala & Valdiviezo, 2018)

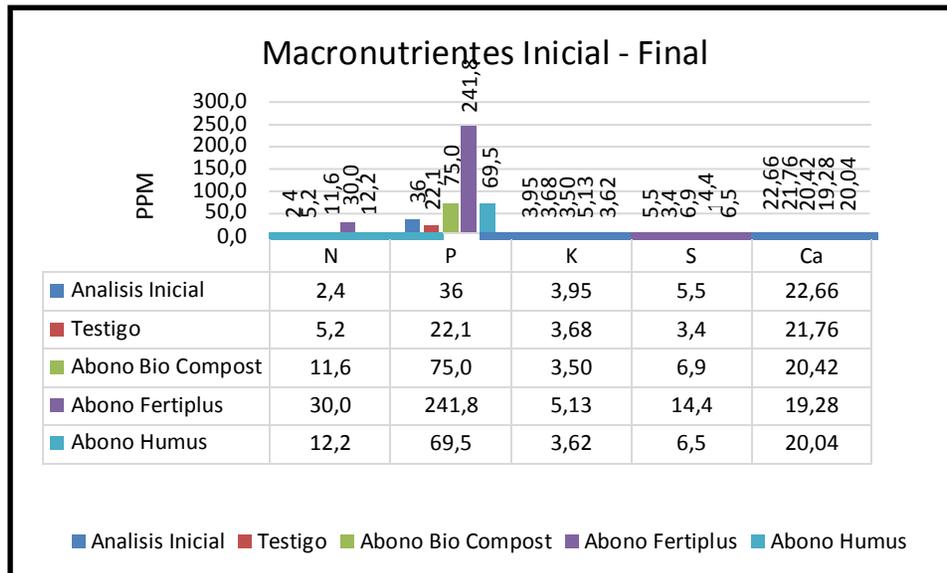
En el análisis realizado también podemos observar que el pH del suelo al iniciar el trabajo de investigación era un pH alto de 8,95, se puede observar que hubo cambios drásticos luego de haber incorporados las tres enmiendas orgánicas.

En el análisis de suelo se observó que la enmienda Bio Compost ubicada en el primer rango de significancia no se logró disminuir el pH siendo la más afectada lo cual inicio con un pH de 8.95 y finalizo la investigación con un pH de 9,43.La MO y el pH son indicadores de la fertilidad y sanidad del suelo por lo cual es importante saber si estas propiedades se encuentran en los niveles y la profundidad adecuados para las plantas además el pH puede llegar afectar el crecimiento de la planta.(Mora et al., 2016)

La enmienda orgánica (Ferti Plus) aplicado en los tratamientos ocupa el tercer rango de significación en cuanto a pH de suelo su modificación no es alta, pero si es significativa en la cual se inició con pH de 8,95 y finalizo con pH de 8,68. Esto nos quiere decir que hubo un gran aporte de macro y microelementos por lo tanto habrá una movilización de nutrientes necesarios para el cultivo.

Por último tenemos al Humus una enmienda orgánica que ocupa el último lugar con un Ph de 8,95 finalizando con 8,92, con los resultados dados podemos concluir que el pH disminuyo demostrando que la materia orgánica en diferentes dosis ayuda a bajar el pH del suelo (Ibarra Castillo et al., 2009) Nos indica que la materia orgánica incrementa la capacidad amortiguadora del suelo, es decir, su habilidad para bajar cambios bruscos en el pH cuando se adicionan sustancias o productos que dejan residuo ácido o alcalino.

**Figura 14. Análisis de macronutrientes inicial - final**



**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

Cuando se modifica el pH, la disponibilidad de nutrientes también puede verse afectada. existiendo dos tipos de nutrientes los macronutrientes, necesarios en gran cantidad, y los micronutrientes, necesarios en cantidades pequeñas. Todas las plantas necesitan nutrientes para sobrevivir y crecer las plantas toman nutrientes del aire, el suelo y el agua

Al inicio de la investigación los macronutrientes tuvieron modificaciones tal es el caso del nitrógeno que inicio la investigación con 2,4 ppm y subió considerablemente durante la investigación en las distintas enmiendas en el caso del Bio Compost se modificó a 11,6 ppm seguido del Ferti plus 30,0 ppm y por último el humus con un 12,20 teniendo en cuenta l testigo que también subió un 5,20.

El N es el principal macronutriente que requiere la planta más que cualquier otro nutriente es un nutriente móvil, lo cual significa que, cuando hay deficiencia de N, las plantas lo trasladan desde el follaje más viejo al más joven y producen hojas en forma activa. Además de ser un componente específico de las proteínas, está presente en la mayor parte de las combinaciones como en los abonos verdes enmiendas orgánicas estiércol así fijando nitrógeno atmosférico por ciertos microorganismos el nitrógeno al ser incorporado directamente al suelo sufre grandes procesos para ser utilizado (Benimeli et al., 2019).

En el caso del fósforo se inició con 36 ppm por lo cual se fue modificando según las enmiendas orgánicas aplicadas donde se puede observar que subió considerablemente durante la investigación en las distintas enmiendas en el caso del bio compost se modificó 75,0ppm seguido del Ferti plus 241,8ppm y por último el humus con un 69,5 teniendo en cuenta el testigo que bajo un mínimo de 22,1.

El fósforo (P) es el segundo nutriente mineral más importante en la agricultura nacional y mundial. Esto se debe a que el fósforo es un elemento altamente reactivo en el suelo y se transforma rápidamente en formas más complejas que son difíciles de absorber para las plantas. Por ejemplo, el fósforo está fuertemente ligado a las partículas del suelo o inmovilizado en partículas de materia orgánica, lo que limita su disponibilidad para las plantas (Intiagri, 2009).

En el caso del potasio se inició con 3,95 ppm en la investigación por lo cual se fue modificando según las enmiendas orgánicas aplicadas donde se puede observar que hubo un descenso de potasio en el suelo en las distintas enmiendas en el caso del bio compost se modificó 3,68ppm seguido del Ferti plus 5,13 ppm y por último el humus con un 3,62 teniendo en cuenta el testigo que bajo un mínimo de 3,68.

El Potasio (K) es absorbido por las plantas en fuertes cantidades que otros nutrientes (excepto el nitrógeno) aparte el potasio juega muchos papeles en la nutrición de plantas y animales, pero está ausente en la estructura de los compuestos orgánicos actúa como activador de enzimas celulares. Participa en la síntesis y acumulación de carbohidratos y proteínas también se requiere el K para la producción grandes cantidades de azúcar (remolacha, caña de azúcar, fruta, etc.). Los suelos orgánicos son deficientes en K pues contienen pocos minerales proveedores de este nutriente (Sanzano, 1978).

En el caso del azufre se inició con 5,5 ppm en la investigación por lo cual se fue modificando según las enmiendas orgánicas aplicadas donde se puede observar que hubo un aumento de potasio en el suelo en las distintas enmiendas en el caso del bio compost se modificó 6,9ppm seguido del Ferti plus 14,4 ppm y por último el humus con un 6,5 teniendo en cuenta el testigo que bajo un mínimo de 3,4

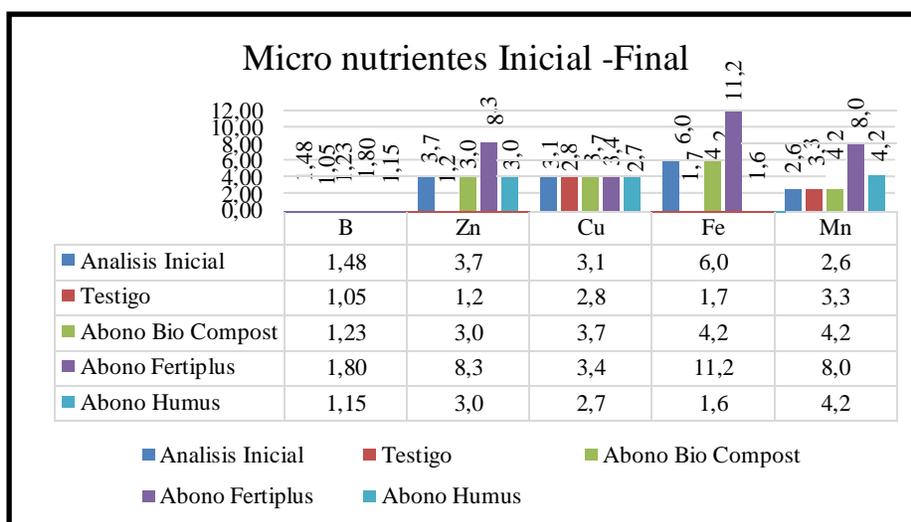
El azufre (S) es un macronutriente esencial requerido para el crecimiento de las plantas y muchas reacciones que ocurren en las células vivas. Es el componente básico de las proteínas, Por lo tanto,

su deficiencia conduce a la inhibición de la síntesis de proteínas que regulan la actividad de como la fotosíntesis y la fijación de nitrógeno Las plantas con deficiencia de azufre tienden a crecer y madurar lentamente teniendo en cuenta los siguientes síntomas que son: verde pálido o amarillo verdoso, similar al observado con la deficiencia de nitrógeno (Sanzano, 2019).

En el caso del Ca se inició con 22,66 ppm en la investigación por lo cual se fue modificando según las enmiendas orgánicas aplicadas donde se puede observar que hubo un aumento y descenso del calcio en el suelo en las distintas enmiendas en el caso del bio compost demostrando un descenso de 20,46ppm seguido del Ferti plus 19,28 ppm y por último el humus con un 20,04 teniendo en cuenta el testigo que bajo un mínimo de 21,76.

El calcio juega un papel en la creación y el mantenimiento de la estructura de los suelos agrícolas. La correcta agrupación de partículas permite la entrada de aire y agua a través de los poros, favoreciendo el crecimiento y desarrollo de las raíces y ayudando a la absorción de nutrientes y agua del suelo. Cuando se presenta un suelo ácido, la recuperación del mismo será resuelta mediante la práctica conocida como encalado, que consiste en una aplicación de enmienda cálcica que reduce la acidez del suelo al enriquecer el contenido de calcio intercambiable en la partícula coloidal(Guevara, 2019).

**Figura 15. Análisis de micronutrientes inicial - final**



**Elaborado por:** (Carlosama 2022)

Los micronutrientes son nutrientes esenciales para las plantas utilizadas en cantidades muy pequeñas como parte de diversos sistemas enzimáticos de las plantas Los micronutrientes

esenciales para las plantas son el boro (B), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y zinc (Zn). El insuficiente aporte de micronutrientes al suelo, limite el crecimiento y el rendimiento de las plantas (Gacitúa & Martínez, 2000).

En el caso del B se inició con 1,48 ppm en la investigación por lo cual se fue modificando según las enmiendas orgánicas aplicadas donde se puede observar que hubo un aumento y descenso del Boro en el suelo de las distintas enmiendas en el caso del bio compost demostró un descenso de 1,23 ppm seguido del Ferti plus aumentando un 1,80 ppm y por último el humus con un descenso de 1,15 teniendo en cuenta el testigo que bajo un mínimo de 1,05.

El boro (B) está disponible en el suelo por lo que tiene una alta vulnerabilidad a lixiviar, principalmente en suelos de textura gruesa o bien en zonas húmedas. El Boro (B) son nutrientes de fundamental importancia para el desarrollo de yemas apicales y radicales. Ningun nutriente paralizan el crecimiento de brotes y raíces nuevas (Yamada, 2000).

En el caso del Zn se inició con 3,7 ppm en la investigación por lo cual se fue modificando según las enmiendas orgánicas aplicadas donde se puede observar hubo un aumento y descenso del Zn en el suelo de las distintas enmiendas en el caso del bio compost demostró un descenso de 3,00 ppm seguido del Ferti plus aumentando un 8,3 ppm y por último el humus con un descenso de 3,0 teniendo en cuenta el testigo que bajo un mínimo de 1,2.

El zinc es un micronutriente esencial para el crecimiento y el desarrollo para la planta este tipo de micronutrientes se utiliza en pequeñas cantidades, este elemento es verdaderamente esencial para que las plantas complementen su ciclo de vida por lo que están involucradas en el metabolismo celular también es una enzima involucrada en la percepción del estrés biótico y abiótico o ambientales respectivamente luchando contra el estrés de la planta (Romero & Flores, 2017).

En el caso del Cu se inició con 3,1 ppm en la investigación por lo cual se fue modificando según las enmiendas orgánicas aplicadas donde se puede observar hubo un aumento y descenso del Cu en el suelo de las distintas enmiendas en el caso del bio compost demostró un aumento de 3,7 ppm seguido del Ferti plus con un descenso de 3,4 ppm y por último el humus con un descenso de 2,7 teniendo en cuenta el testigo que bajo un mínimo de 2,8.

La mayor parte del Cu se encuentra secuestrado en la materia orgánica, y solo una pequeña cantidad se encuentra disponible para las plantas en su forma de ion  $\text{Cu}^{2+}$ . En los suelos con un

alto contenido de materia orgánica (>8%) existen la deficiencia de Cu debido a la formación de complejos altamente estables que dificultan el acceso a este micronutriente. cuanto mayor sea el contenido de nitrógeno (N), azufre (S), o ambos en la materia orgánica, más fuerte será el complejo formado entre la materia orgánica y el Cu (INTAGRI, 2020).

En el caso del Fe se inició con 6,0 ppm en la investigación por lo cual se fue modificando según las enmiendas orgánicas aplicadas donde se puede observar hubo un aumento y descenso del Cu en el suelo de las distintas enmiendas en el caso del bio compost demostró un descenso de 4,2 ppm seguido del Ferti plus con un aumento de 11,2 ppm y por último el humus con un descenso de 2,7 teniendo en cuenta el testigo que bajo un mínimo de 1,7.

El hierro (Fe) se considera un oligoelemento esencial para el desarrollo fisiológico de las plantas, ayudando en la formación de pigmentos de la clorofila de la planta el hierro en el suelo puede encontrarse en forma ferrosa (de fácil asimilación por la planta) o en forma férrica (poco soluble). Los factores que más influyen en la disponibilidad de hierro en el suelo son el pH alto del suelo presencia de bicarbonato mantenido por caliza activa en el suelo. Ambas condiciones reducen la movilidad y la solubilidad el hierro en el suelo es a menudo muy difícil de disolver la máxima absorción de hierro se produce en las plantas jóvenes(Esquivel, 2000).

En el caso del Mn se inició con 2,6 ppm en la investigación por lo cual se fue modificando según las enmiendas orgánicas aplicadas donde se puede observar hubo un aumento del Cu en el suelo de las distintas enmiendas en el caso del bio compost demostró un aumento de 4,2 ppm seguido del Ferti plus con un aumento de 8,0 ppm y por último el humus con un aumento de 4,2 teniendo en cuenta el testigo aumento un 1,7ppm.

El Mn se considera inmóvil dentro de la planta (floema) y su disponibilidad para los cultivos está influenciada por los factores del suelo su disponibilidad es más elevada en los suelos ácidos debido a la solubilización de los compuestos que contienen Mn. A medida que aumenta el valor de pH se reduce su disponibilidad, ya que por cada aumento en una unidad de pH la concentración de este nutriente se reduce 100 veces; de esta manera en suelos de alta saturación catiónica puede existir mayor sensibilidad a la deficiencia (Gomez et al., 2006).

**Tabla 24:** Interpretación de las Propiedades Biológicas del análisis inicial y final de suelo analizado en el laboratorio de suelos del Agro calidad.

<b>IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA<sup>1</sup></b>	<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FICHA TÉCNICA/REFERENCIA<sup>1</sup></b>
<b>Análisis Inicial</b>	Micorrizas	esporas/g	Conteo en cámara	65 esporas/g	*
	Trichoderma	UFC/g	Conteo en Placa	<10 UFC/g	*
<b>Análisis final</b>	Micorrizas	esporas/g	Conteo en cámara	75 esporas/g	*
	Trichoderma	UFC/g	Conteo en Placa	< 8 UFC/g	*

**Elaborado:**( Carlosama, 2022)

Al realizar el trabajo de investigación se realizó un análisis microbiológico inicial obteniendo como resultado los siguientes microorganismos: micorrizas con 65 esporas /g y Trichoderma con < 10 UFC/g de igual manera se realizó un análisis al final donde se puede observar un aumento en las micorrizas con unas 75 esporas /g en cambio en el Trichoderma hubo un descenso de <8UFC/g.

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) facilitan la absorción de nutrientes a las plantas hospederas, por esta razón estos microorganismos cumplen un rol fundamental en el funcionamiento de los agro ecosistemas.

Estos microorganismos cumplen múltiples funciones dentro del ecosistema ya que mejoran el crecimiento y salud de las plantas facilitando la absorción de agua y nutrientes, tienen impacto positivo sobre la estabilidad de los agregados del suelo y la infiltración del agua, incrementan la tolerancia al stress hídrico

## **12. IMPACTOS (TECNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS)**

### **12.1 Impacto Técnico**

La investigación proporciona los conocimientos básicos y las prácticas necesarias para poder recuperar las propiedades químicas y biológicas del suelo así podremos realizar una comparación del antes y después con la contribución de la materia orgánica los macros y micro elementos del

suelo el Ph y por último el aumento de las colonias de microorganismos al suelo que contribuyen a la recuperación del suelo, así mejorando la fertilidad

## **12.2 Impacto Social**

Los conocimientos bibliográficos, científicos y técnicos de acceso libre nos brindan un aporte como son las prácticas a implementar en campo, buenas prácticas agrícolas, alternativas de recuperación de suelos; esta investigación está dirigida para toda aquella persona que desee desarrollar prácticas agrícolas y con visión a mejorar áreas con altas susceptibilidades a erosión.

## **12.3 Impacto Ambiental**

En cuanto a los impactos ambientales en el desarrollo de esta investigación se utilizaron alternativas completamente orgánicas, al utilizar microorganismos eficientes y enmiendas orgánicas donde no generan contaminación alguna, por otro lado, este tipo de enmiendas ayuda aumentar la materia orgánica beneficiando la parte microbiana del suelo lo suficiente para ser una opción que mejore las condiciones ambientales

## **12.4 Impacto Económico**

Esta investigación genero un impacto económico con la aplicación de tres enmiendas orgánicas con dos microorganismos generando efectos considerables en el cultivo y a la vez mejorando las propiedades químicas y biológicas de los suelos erosionados por lo cual hoy en día usar un químico generan costos elevados, existen problemas ambientales por su alto concentrado de sustancias toxicas.

# **13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **13.1 Conclusiones**

1. Se concluye que al evaluar las características químicas y biológicas del suelo los mejores resultados se obtuvieron con la enmienda Ferti plus, que disminuye el pH (8,95 a 8,62), incrementando los macro-micronutrientes de N (2, 4a 30,0 ppm) P (36 a 241 ppm) K (3,95

a 5,13ppm), materia orgánica (0,50 a 1,74%), de acuerdo al análisis de suelo y si incrementaron los niveles de los micronutrientes significativamente.

2. Se evidencia un incremento de colonias en las Micorrizas de (65 esporas/g a 75 esporas/g) y *Trichoderma* spp de (<10 UFC/g a < 8 UFC/g).
3. El comportamiento del cultivo de remolacha se evidencio en el tratamiento T11 (Ferti Plus + Micorrizas a 20 gr/1 litro) con el 100% de prendimiento; en la altura de la planta de remolacha el T4 (Bio compost + *Trichoderma* a 20cc/2litros) alcanzo 22,52 cm en a los 75 días; en el número de hojas el T3 (Humus + *Trichoderma* a 10cc/2litros) con 10 hojas a los 75 días y por último el rendimiento del T10 (Bio compost + Micorrizas a 20 gr/1 litro) es de 2611 kg/ha. seguido del tratamiento T6 Bio compost *Trichoderma* 20cc/2lt .
4. El menor costo se determinó en el tratamiento T8 (Ferti Plus + Micorrizas a 10 gr/1 litro) de \$ 30,13; seguido del T9 (Humus + Micorrizas 10gr/1lt) 37,32.

### **13.2 Recomendaciones**

1. Se recomienda investigar con concentraciones superiores de microorganismos en los suelos erosionados para recuperar las propiedades químicas y biológicas.
2. Se recomienda a los agricultores utilizar la enmienda Ferti plus para la recuperación de las propiedades químicas y biológicas del suelo
3. Se debe aplicar a los suelos erosionados las micorrizas a 20 gr/1litro.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

Aguilera, Gómez, L., Portugal, V. O., Arriaga, R., & Alonso, R. C. (2007). Microrrizas arbusculares. *CIENCIA Ergo Sum*, 14–3, 300–306. <https://www.redalyc.org/pdf/104/10414307.pdf>

Álvarez-Solís, J. ., Díaz-Pérez, E., León-Martínez N.S, & J, G.-V. (2010). Enmiendas Orgánicas Y Actividad Metabólica Del Suelo En El Rendimiento De Maíz. *Terra Latinoamericana*, 28(3), 239–245. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v28n3/v28n3a6.pdf>

Amezcu Romero, J. C., & Lara Flores, M. (2017). El Zinc en las Plantas. *Ciencia*, 68(3), 28–35. <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/zinc-in-plants>

Arana, F. (2013). INCIDENCIA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES MÁS ABONOS ORGÁNICOS EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE REMOLACHA (*Beta vulgaris*) EN EL CANTÓN LA MANÁ. AUTOR. Tesis, 80.

Ayala, N., & Valdiviezo, S. (2018). “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES COMO COMPLEMENTO A LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica*).”

Universidad Técnica De Cotopaxi Facultad, 1, 101. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>

Benimeli, M. ., Plasencia, A., Corbella, R. D., Andina Guevara, D., Sanzano, A., Sosa, F. A., & Fernández de Ullivari, J. (2019). El nitrógeno del suelo. Cátedra de Edafología.

Universidad Nacional de Tucumán, 3. <https://www.edafologia.org/app/download/7953478176/El+nitrogeno+del+suelo+2019.pdf?t=1563476239>

Bio Compost – MegagroStore. (2022). <https://megagro.com.ec/product/bio-compost/>

BIOPIEDIA. (2019). La remolacha (*Beta Vulgaris*) BIOPIEDIA. <https://www.biopedia.com/remolacha/>

Calderón-Medina, C. L., Bautista-Mantilla, G. P., Rojas-González, S., Calderón-Medina, C. L., Bautista-Mantilla, G. P., & Rojas-González, S. (2018). Propiedades químicas, físicas y biológicas

del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del Meta. *ORINOQUIA*, 22(2), 141–157.

<https://doi.org/10.22579/20112629.524>

Carrera, M. (2007). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN LOMBRICARIO EN EL CANTÓN CAYAMBE, PROVINCIA DE PICHINCHA. 1–151.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9278/3/T1960.pdf>

Catalogue of Life. (2019). Catalogue of Life: Beta vulgaris L. <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019/details/species/id/42b976758cb3c021e42750ff3fb99c10>

Centeno, D. (2019). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA PLAN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO Autor:

Chiriboga, H., Gómez, G., & Garcés, K. (2015). *Trichoderma* spp. para el control biológico de enfermedades. Instituto Interamericano de Cooperación Para La Agricultura (IICA), 15.

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2647/BVE17038725e.pdf;jsessionid=FAE20E917A88F674C3FCEC4837B98B67?sequence=1>

EL Comercio. (2018). La mitad de las tierras en Ecuador muestran signos de degradación | El Comercio. Ambiente. <https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/degradacion-suelo-planetaeideas-ecuador-desertificacion.html>

Eritorbato, E., & Acelerador, B. (1977). Ficha Técnica.

Escobar, D. (2018). Mecanica de los suelos. 54. <http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/9/cap8.pdf>

Escobar, O. Z., Saravia, J. C. O., Guependo, R. C., & Ospina, J. A. P. (2011). Evaluación de Tecnologías para la Recuperación de Suelos Degradados por Salinidad. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 64(1), 5769–5779. <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=179922364003>

Esquivel, G. (2000). Importancia del hierro (Fe) en la Agricultura. Drokasa, CI, 5–7. Eva, S. (2008). Estudio De Tierras Agrícolas.Pdf. 9788433847492.

<https://digibug.ugr.es/handle/10481/1775>

Fao. (2022). Propiedades Químicas | Portal de Suelos de la FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>

FAO. (2015). Estado mundial del recurso del suelo (EMRS) - Resumen Tecnico. In Fao. <http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf>

FAO. (2018). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Condiciones climáticas y la actividad humana impactan en la degradación de la tierra, comprometiendo la seguridad alimentaria. | FAO en Ecuador | Organización de las Naciones Unida. <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1141396/>

Fertilab. (2015). El humus de lombriz. Centro de Investigacion y Desarrollo, 2–3. Fertiplus . (2022). <https://ec.all.biz/fertiplus-abono-100-organico-g12404> Gacitúa, E., & Martinez, J. (2000). Los micronutrientes del suelo. 1–2.

GAD Municipal Latacunga. (2016). Plan de Desarrollo del Cantón Latacunga 2016-2028. 716. [http://latacunga.gob.ec/images/pdf/PDyOT/PDyOT\\_Latacunga\\_2016-2028.pdf](http://latacunga.gob.ec/images/pdf/PDyOT/PDyOT_Latacunga_2016-2028.pdf)

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>

Gomez, I., Lopez, A., & Carolina, C. (2006). El manganeso como factor positivo en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) y arveja (*Pisum sativum* L.) en suelos del altiplano Cundiboyacense Manganese.

Grace. (2007). No TitleЫВМЫВМЫВ. Ятыатат, вы12у(235), 245. [http://digilib.unila.ac.id/11478/16/16.BAB II.pdf](http://digilib.unila.ac.id/11478/16/16.BAB%20II.pdf)

Guerron, J. (2015). RESPUESTA DEL SUELO Y DEL CULTIVO DE TOMATE

HORTÍCOLA (*Lycopersicon esculentum*) A LA APLICACIÓN DE LACTOFERMENTOS ENRIQUECIDOS. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 53(9), 1689–1699. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/18307>

Guevara, D. A. (2019). Calcio y magnesio del suelo. 1–3.

Hirzel, J., & Salazar, F. (2016a). Guía de manejo y buenas prácticas de aplicación de enmiendas orgánicas en agricultura [en línea]. INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 325, 58. [file:///C:/Users/ingna/Desktop/Boletín INIA N° 325.pdf](file:///C:/Users/ingna/Desktop/Boletín%20INIA%20N%C3%B0%20325.pdf)

Hirzel, J., & Salazar, F. (2016b). Guía de manejo y buenas prácticas de aplicación de enmiendas orgánicas en agricultura [en línea]. INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 325, 58.

Huaraca-Fernandez, J. N., Pérez-Sosa, L., Bustinza-Cabala, L. S., & Pampa-Quispe, N. B. (2020). Organic amendments in the immobilization of cadmium in contaminated agricultural soils: A review. *Informacion Tecnologica*, 31(4), 139–152. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000400139>

Ibarra Castillo, D., Ruiz Corral, J. A., González Eguiarte, D. R., Flores Garnica, J. G., & Díaz Padilla, G. (2009). Distribución espacial del pH de los suelos agrícolas de Zapopan, Jalisco, México. *Agricultura Técnica En México*, 35(3), 267–276. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0568-25172009000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

INTAGRI. (2020). El Cobre en la Nutrición Vegetal. In *Serie Nutrición Vegetal*. Núm. 135 (p. 4). <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/el-cobre-en-la-nutricion-vegetal>

Intiagri. (2009). Uso Eficiente del Fósforo en la Agricultura | Intagri S.C. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-eficiente-del-fosforo-en-la-agricultura>

Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., & Bello-Amez, S. (2006). La Materia Orgánica, Importancia Y Experiencia De Su Uso En La Agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49–61. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292006000100009>

Maigua, E. (2018). Universidad técnica de cotopaxi. Universidad Técnica De Cotopaxi Facultad, 1, 101. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>

Mendoza, R., & Espinoza, A. (2017). Guía Técnica para muestreo de suelos. Universidad Nacional Agraria, 1–56.  
<https://core.ac.uk/download/pdf/151729876.pdf><http://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>

Mora, J., Alcalá, M., & Rosas, M. (2016). Comportamiento de materia orgánica y pH con la profundidad del suelo. XIII Encuentro Participación de La Mujer En La Ciencia, 1.

Morales, J. (1995). Cultivo de la remolacha (p. 3).  
<http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/remolacha.pdf>

Murillo Montoya, S. A., Mendoza Mora, A., & Fadul Vásquez, C. J. (2019). La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola. *La Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustrial*, 7(1), 58–68. <https://doi.org/10.23850/24220582.2503>

National, G., & Pillars, H. (2011). Caracterización Física, Química y Nutricional de la Remolacha Roja (*Beta vulgaris*) cultivada en el Ecuador.

Navarro, S., & Gines, N. (2003). *Química Agrícola*. 1999(December), 1–6.

Noda, Y. (2009, February 18). Las Micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. 2008. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v32n2/pyf01209.pdf>

Ramirez, C. (2015). “UTILIZACIÓN DE *Trichoderma* Spp Y HUMUS LÍQUIDO (TRICO-HUMUS) COMO ABONO FOLIAR EN LA FERTILIZACIÓN DE *Medicago sativa* (ALFALFA) Y SU EFECTO EN LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS”. *SyriaStudies*, 7(1), 37–72.  
[https://www.researchgate.net/publication/269107473\\_What\\_is\\_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download](https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download)[http://www.econ.upf.edu/~reynal/Civilwars\\_12December010.pdf](http://www.econ.upf.edu/~reynal/Civilwars_12December010.pdf)<https://think-asia.org/handle/11540/8282><https://www.jstor.org/stable/41857625>

Raudes, M., & Sagastume, N. (2009). *Manual Conservación de Suelos*.

Rey, M., Delgado-Jarana, J., Rincón, A. M., Limón, M. C., & Benítez, T. (2000). Mejora de cepas de *Trichoderma* para su empleo como biofungicidas. *Revista Iberoamericana de Micología*, 17(1), 31–36. <http://www.reviberoammicol.com/2000-17/S31S36.pdf>

Salazar, J. (2022). Abonos Orgánicos. [https://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](https://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm)

Salgado, M. (2007). Tema: Micorrizas del suelo Unidad Aprendizaje: Microbiología Agrícola Unidad III Programa: Ingeniero Agrónomo Fitotecnista Facultad de Ciencias Agrícolas Autor: Martha Lidya Salgado Siclán.

Sanchez, R., Gomez, C., Salamanca, J., Orozco, I., & Arciniegas, N. (2015). Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por erosión. In Ideam - Mads -

U.D.C.a. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023647/Protocolo-erosion.pdf>

Sanzano, Agustín. (1978). El potasio del suelo. 19 paginas. or 155-137. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/22387>

Sanzano, Agustín. (2019). El azufre del suelo. Facultad de Agronomía y Zootecnia Universidad Nacional de Tucumán, 1–6.

Torsvik, V., Goksoyr, J., & Daae, F. L. (1990). High Diversity in DNA of Soil Bacteria.

*Applied and Environmental Microbiology*, 56(3), 782–787. <https://doi.org/10.1128/aem.56.3.782-787.1990>

Tuesta, D. A. (2017). Efecto De La Aplicación De Vinazas De La Industria Del Tequila En El Cultivo Del Maíz Y En La Asociación Planta-Hongos Micorrízicos Arbusculares (Hma). CIATEJ (Tesis), 86. Cancelar los cambios%0A%0AAñadir a Mendeley%0ATIPO DE REFERENCIA%0A%0APágina Web%0ATÍTULO%0AAUTORES%0AApellido, Nombre%0AEntrar los autores en líneas separadas%0ADETALLES DE LA PUBLICACIÓN%0APublicación%0AAño%0APáginas%0A-%0AMes%0ADía%0ARESUMEN%0APALABRAS

Vinces, R. (2020). Facultad de ciencias agropecuarias carrera de ingeniería agronómica.

Universidad Técnica de Machala, 1–34. Viridiana, I., Rahmaningsih, M., Forster, B. P., Schmoll, M., & Flood, J. (2019).

Trichoderma: Ganoderma disease control in oil palm a manual. In *iTrichoderma/i: iGanoderma/i disease control in oil palm: a manual*. <https://doi.org/10.1079/9781789241457.0000>

Yamada, T. (2000). BORO : ¿Se están aplicando las dosis suficientes para el adecuado desarrollo de las plantas ? 41, 1–5.

## 15. ANEXOS

Imagen 1: Presupuesto de la investigación

ACTIVIDAD	UNIDAD	# DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>				
Regla	Unidad	1	0,5	0,5
Balanza	Unidad	1	Existente	
Flexómetro	Unidad	1	3	3
Libro de campo	Unidad	1	1,5	1,5
Llovederas	Unidad	6	1,5	9
Manguera	Metros	56	0,15	8,4
<b>Subtotal 1:</b>				<b>22,4</b>
<b>INSTALACION DEL ENSAYO</b>				
Piola	Madeja	3	2,5	7,5
Estacas	Estacas	114	Existente	
Rótulos de tratamientos	Unidad	39	0,8	31,2
Mano de obra	Jornal	1	10	10
<b>Subtotal 2:</b>				<b>48,7</b>
<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>				
Limpieza	Jornal	2	10	20
<b>Subtotal 3:</b>				<b>20</b>
<b>ABONADURA</b>				
Bio Compost	Quintales	6	6	36
Ferti Plus	Quintales	3	6	18
Humus	Quintales	3	7	21
Trichoderma	Polvo	3	15	45
Micorrizas	Liquido	1	20	20
Mano de obra	Jornal	1	10	10
<b>Subtotal 4:</b>				<b>150</b>
<b>RECURSOS TECNOLOGICOS</b>				
Computadora	Equipo	1	Existente	\$
Impresora	Equipo	1	Existente	\$
GPS	Equipo	1	Existente	\$

Cámara	Equipo	1	Existente	\$
<b>Subtotal 5:</b>				
<b>SERVICIOS</b>				
Análisis de suelo	INIAP	5	29,22	146,1
Análisis microbiológicos	Agro calidad	2	100,6	201,2
<b>Subtotal 6:</b>				347,3
<b>GASTOS VARIOS</b>				
Transporte	Viajes	50	2	15
Alimentación	Comidas	100	2	200
Otros			100\$	100
<b>Subtotal 7:</b>				315
<b>SUBTOTAL: 903,4</b>				

**Imagen 2:** Anexo 2 Diseño Experimental

Repetición 1	T1 =A1B1C1	T2 =A1B1C2	T3 =A1B1C3	T4 =A1B2C1	T5 =A1B2C2	T6 =A1B2C3	T7 =A2B1C1	T8 =A2B1C2	T9 =A2B1C3	T10 =A2B2C1	T11 =A2B2C2	T12 =A2B2C3	TESTIGO
Repetición 2	T3 =A1B1C3	T12 =A2B2C3	TESTIGO	T1 =A1B1C1	T10 =A2B2C1	T8 =A2B1C2	T4 =A1B2C1	T5 =A1B2C2	T2 =A1B1C2	T7 =A2B1C1	T6 =A1B2C3	T11 =A2B2C2	T9 =A2B1C3
Repetición 3	T9 =A2B1C3	T3 =A1B1C3	T10 =A2B2C1	T8 =A2B1C2	T6 =A1B2C3	T4 =A1B2C1	TESTIGO	T1 =A1B1C1	T7 =A2B1C1	T11 =A2B2C2	T2 =A1B1C2	T5 =A1B2C2	T12 =A2B2C3
Caminos	0,50 cm												
Ancho	1,5cm												
Largo	3,5 cm												
Entre planta	0,20 cm												
Entre hilera	0,30cm												

**Elaborado:**( Carlosama, 2022)

Imagen 3: Anexo 3 Análisis químico inicial del suelo



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



**INFORME DE ENSAYO No: 22-0270**

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Carlosama Paucar Lesli Yadira  
**PETICIONARIO:** Carlosama Paucar Lesli Yadira  
**EMPRESA/INSTITUCIÓN:** Carlosama Paucar Lesli Yadira  
**DIRECCIÓN:** Amaguaña, Barrio San Luis

**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 12/04/2022  
**HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 11:11  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 18/04/2022  
**FECHA DE EMISIÓN:** 22/04/2022  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** SUELO 3

Análisis	Ph	N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	I Bases	MO	CO <sup>2</sup>	Textura (%) <sup>a</sup>				IDENTIFICACIÓN												
		ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural															
22-0963	8,95	Al	2,4	B	36	A	5,5	B	1,48	M	3,95	A	22,66	A	3,73	A	3,7	M	3,1	M	6,0	B	2,6	B	6,08	0,94	6,68	30,34	0,5	B					Muestra 01

Análisis	Al+H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Na <sup>+</sup>	C.E. <sup>a</sup>	N. Total <sup>b</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>c</sup>	K H <sub>2</sub> O <sup>d</sup>	P H <sub>2</sub> O <sup>e</sup>	Cl <sup>f</sup>	pH KCl <sup>g</sup>	IDENTIFICACION

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

**METODOLOGIA USADA**

pH = Suelo: Agua (1:2,5) P K Ca Mg = Olven Modificado  
 S.E. = Fosfato de Calcio Cu Fe Mn Zn = Olven Modificado  
 B = Curcumina

**INTERPRETACION**

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

**ABREVIATURAS**

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

**METODOLOGIA USADA**

C.E. = Pasta Saturada  
 M.O. = Dicitromato de Potasio  
 AlH = Triducción NaOH

**INTERPRETACION**

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

**METODOLOGIA USADA**

C.E. = Pasta Saturada  
 M.O. = Dicitromato de Potasio  
 AlH = Triducción NaOH

**LABORATORISTA**

**JOSE ALONSO LUCERO MALATAY**

**METODOLOGIA USADA**

C.E. = Pasta Saturada  
 M.O. = Dicitromato de Potasio  
 AlH = Triducción NaOH

**RESPONSABLE DE LABORATORIO**

**IVAN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA**

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Imagen 4: Análisis químico final del suelo



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



**INFORME DE ENSAYO No: 22-0466**

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Carlosama Paucar Lesli Yadira  
**PETICIONARIO:** Carlosama Paucar Lesli Yadira  
**EMPRESA/INSTITUCIÓN:** Carlosama Paucar Lesli Yadira  
**DIRECCIÓN:** Amaguaña, Barrio San Luis

**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 04/08/2022  
**HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 12:35  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 08/08/2022  
**FECHA DE EMISIÓN:** 15/08/2022  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** S4

Análisis	Ph	N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	I Bases	MO	CO <sup>2</sup>	Textura (%) <sup>a</sup>				IDENTIFICACIÓN												
		ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural															
22-1675	8,68	Al	30,0	M	243,8	A	14,4	M	1,80	M	5,13	A	19,28	A	5,41	A	8,3	A	3,4	M	11,2	B	8,0	M	3,57	1,05	4,81	29,82	1,54	M	49	44	7	FRANCO	Abono Fertiglius
22-1676	9,36	Al	5,2	B	22,1	A	3,4	B	1,05	M	3,68	A	23,76	A	3,82	A	1,2	B	2,8	M	1,7	B	3,3	B	5,70	1,04	6,95	29,26	0,23	B	45	44	11	FRANCO	Tostigo
22-1677	8,92	Al	12,2	B	69,5	A	6,5	B	1,15	M	3,62	A	20,04	A	4,62	A	3,0	M	2,7	M	1,6	B	4,2	B	4,34	1,27	6,81	28,28	0,82	B	63	30	7	FRANCO-ARENOSO	Abono Humus
22-1678	9,02	Al	11,6	B	75,0	A	6,9	B	1,23	M	3,50	A	20,82	A	4,45	A	3,0	M	3,7	M	4,2	B	4,2	B	4,99	1,27	7,10	28,36	1,02	M	51	42	7	FRANCO	Abono Bio Compost

Análisis	Al+H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Na <sup>+</sup>	C.E. <sup>a</sup>	N. Total <sup>b</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>c</sup>	K H <sub>2</sub> O <sup>d</sup>	P H <sub>2</sub> O <sup>e</sup>	Cl <sup>f</sup>	pH KCl <sup>g</sup>	IDENTIFICACION

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

**METODOLOGIA USADA**

pH = Suelo: Agua (1:2,5) P K Ca Mg = Olven Modificado  
 S.E. = Fosfato de Calcio Cu Fe Mn Zn = Olven Modificado  
 B = Curcumina

**INTERPRETACION**

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

**ABREVIATURAS**

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

## Imagen 5: Análisis biológico inicial del suelo

Informe N°: LN-CPB-E22-007  
Fecha emisión Informe : 25/04/2022

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante<sup>1</sup>: Lesli Carlosama  
Dirección<sup>1</sup>: Amaguaña. Barrio San Luis  
Provincia<sup>1</sup>: Pichincha                      Cantón<sup>1</sup>: Quito

Teléfono<sup>1</sup>: 0992152674  
Correo Electrónico<sup>1</sup>: lesli.carlosama6178@utc.edu.ec  
N° Orden de Trabajo: CPB-22-CGLS-00428  
N° Factura/Memorando: 026-13403

**DATOS DE LA MUESTRA:**

Tipo de muestra<sup>1</sup>: Enmienda de suelo  
Lote<sup>1</sup>: -  
Provincia<sup>1</sup>: Cotopaxi  
Cantón<sup>1</sup>: Latacunga  
Parroquia<sup>1</sup>: Salache  
Tipo de envase<sup>1</sup>: Recipiente plástico

Responsable de toma de muestra<sup>1</sup>: Lesli Carlosama  
Fecha de toma de muestra<sup>1</sup>: Microbiológico  
Fecha de recepción de la muestra: 20/04/2022  
Fecha de inicio de análisis: 20/04/2022  
Fecha de finalización de análisis : 25/04/2022

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	FICHA TÉCNICA/ REFERENCIA <sup>1</sup>
CPB-22-07	Lesli Carlosama	Micorrizas	esporas/g	Conteo en cámara	65 esporas/g	*
		Trichoderma	UFC/g	Conteo en Placa	<10 UFC/g	*

Analizado por: Luis Andrade; Observaciones: UFC: Unidades Formadoras de Colonias; \* n x 10<sup>4</sup> / 1g o ml: Número de colonias en 1 g o ml de muestra;  
< 1: no se presenta el crecimiento de colonias en placas. La identificación morfológica se realiza mediante características morfológicas de la colonia y microscópicas.

## Imagen 6: GRAFICAS

## Imagen 7: Recolección de muestras de suelo



**Imagen 8:** Preparación del terreno



**Imagen 9:** Trasplante de la remolacha y riego



**Imagen 10:** Aplicación del Trichoderma y micorriza



**Imagen 11:** Recolección de datos

