



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“DOSIS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) EN PRODUCCIÓN DE RÁBANO (*Raphanus sativus L.*), EN ÉPOCA LLUVIOSA EN LA PARROQUIA GUASAGANDA”

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

AUTORA:

Cabrera Gómez María Marisol

TUTOR:

Ing. Macías Pettao Ramón Klever, MS.c.

**LA MANÁ-ECUADOR
AGOSTO-2023**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Cabrera Gómez María Marisol, declaro ser la autora del presente proyecto de investigación “DOSIS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) EN PRODUCCIÓN DE RÁBANO (*Raphanus sativus L.*), EN ÉPOCA LLUVIOSA EN LA PARROQUIA GUASAGANDA”, siendo el Ing. Macías Pettao Ramón Klever, MSc. Tutor del presente trabajo, y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná 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.



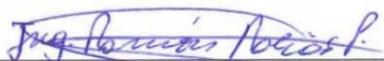
Cabrera Gómez María Marisol
C.I: 1710741792

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“DOSIS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) EN PRODUCCIÓN DE RÁBANO (*Raphanus sativus L.*), EN ÉPOCA LLUVIOSA EN LA PARROQUIA GUASAGANDA”, de CABRERA GÓMEZ MARÍA MARISOL, de la carrera de AGRONOMÍA, considero que el presente trabajo investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficientes para ser sometidos a la valoración de Tribunal de Validación de Proyectos que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná designe para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 04 de agosto del 2023



Ing. Macías Pettao Ramón Klever MSc.

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de tribunal de lectores, aprueba 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: Cabrera Gómez María Marisol, con el título de Proyecto de Investigación “DOSIS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) EN PRODUCCIÓN DE RÁBANO (*Raphanus sativus L.*), EN ÉPOCA LLUVIOSA EN LA PARROQUIA GUASAGANDA”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, agosto del 2023

Para la constancia firman:

Ing. M.Sc. Pincay Ronquillo Wellington Jean
C.I: 1206384586
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. MSc. Salazar Saltos Alex Enrique
C.I: 1803595584
LECTOR 2 (MIEMBRO)

Ing. M.Sc. Quinatoa Lozada Eduardo Fabián
C.I: 1804011839
LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Principalmente a mi Dios bendito, él sabe cuándo, cómo y dónde. Le doy gracias por haberme dado la fuerza, voluntad y espíritu de valentía para lograr este proyecto de vida anhelado.

Empecé el recorrido académico en un momento difícil de mi vida marcada por una tragedia y que con la ayuda de Dios he sabido salir adelante, derrotada pero no vencida.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná pro haberme permitido formar parte de esta bella institución, a mis docentes quienes con sus conocimientos y enseñanzas siempre me apoyaron satisfaciendo mis inquietudes como estudiante, a mis compañeros de clase, por haberme aceptado sin ninguna clase de discriminación.

Agradezco también al factor importante en mi vida, mi familia, principalmente mi hermana Tatiana y mi madre Zoila Gómez, quienes me apoyaron moral y económicamente.

GRACIAS POR TODO Y A TODOS.

Marisol

DEDICATORIA

Este logro académico, lo dedico principalmente a mí, no ha sido fácil, pero tampoco difícil, en el transcurso de este caminar sacrifique personas, momentos y tiempo; como Agrónoma puedo decir que las podas drásticas que Dios ha realizado en mí ha sido para bien, valió la pena.

*El proyecto de investigación y título académico se lo dedico a mi Madrecita bella **Zoila Amparito Gómez**, la ilusión de ella se ve reflejado y hecho realidad, ella es mi ejemplo de valores, lucha, fuerza y constancia, mi pilar fundamental en mi diario caminar, por su puesto después de Dios.*

LA QUIERO MUCHO MAMI.

Su hija, Marisol

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TEMA: DOSIS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) EN PRODUCCIÓN DE RÁBANO (*Raphanus sativus L.*), EN ÉPOCA LLUVIOSA EN LA PARROQUIA GUASAGANDA.

Autora:

Cabrera Gómez María Marisol

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la parroquia Guasaganda del Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, se realizó tres periodos de siembra con los objetivos específicos, se identificó la respuesta agronómica del cultivo de rábano (*Raphanus sativus L.*) con la inoculación de solución con microorganismos eficientes (EM) por dosis al 5% (0.50 ml), 10% (100 ml) y 15% (150 ml) en época lluviosa, se analizó los resultados de análisis de suelo en macro y micro elementos del suelo, antes de la siembra y después de cada periodo de siembra, se evaluó la relación costo y beneficio de los tratamientos establecidos. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos (T1 5%), (T2 10%), (T3 15%) y el (T4 0%) y cinco repeticiones por cada tratamiento; las variables evaluadas fueron altura de planta en cm, diámetro ecuatorial y polar de bulbo en cm, producción en kilogramos; el tratamiento que resaltó en los tres periodos con altura de planta, diámetro de bulbo y producción fue con la aplicación de solución con EM con la dosis al 5%; la aplicación de las dosis con EM establecidas tuvo influencia en los suelos tratados, los valores en pH y MO subieron. Se destaca que los rangos de pH en los suelos tratados que se obtuvo en el transcurso de la investigación son óptimos para el cultivo de rábano.

Palabras clave: rábano, solución, dosis, rango.

ABSTRACT

The current research work was done in Guasaganda parish, La Maná canton, Cotopaxi province where three planting seasons were carried out with the specific objectives. The agronomic response of radish crop (*Raphanus sativus L.*) was identified with the inoculation of solution of efficient microorganisms (EM) per dose at 5% (0.50 ml), 10% (100 ml), and 15% (150 ml) in the rainy season. The laboratory results were analyzed in macro and micro elements of the soil, before sowing and after each sowing period. The cost-benefit relationship of the established treatments was evaluated. A completely randomized block design (CRBD) was used with four treatments (T1 5%), (T2 10%), (T3 15%), and (T4 0%) and five repetitions for each treatment. The evaluated variables were height of plant in cm, equatorial and polar diameter of bulb in cm, and production in kilograms. The treatment that stood out in the three periods with plant height, bulb diameter, and production was with the application of solution EM with the dose of 5%; the application of the established doses with EM influenced the treated soils, the pH and MO values increased. Moreover, it is remarkable that the pH ranges in the treated soils that were obtained during the investigation are optimal for the cultivation of radish.

Keywords: radish, solution, dose, range.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	7
8.1. El rábano (<i>Raphanus sativus</i>)	7
8.1.1. Origen y generalidades	7
8.1.2. Clasificación Taxonómica	8
8.1.3. Morfología.....	8
8.1.4. Etapas de desarrollo del rábano	9
8.1.5. Condiciones agroecológicas para el cultivo de <i>Raphanus sativus</i>	9
8.1.6. Manejo agronómico del rábano	10
8.1.7. Requerimientos en cuanto a nutrición vegetal.....	11
8.1.8. Propiedades nutritivas del rábano.....	12
8.1.9. Plagas y enfermedades fitopatológicas en el cultivo de rábano	13
8.1.10. Importancia del cultivo de rábano	14
8.2. Agrometeorología.....	15
8.2.1. Cultivar en época lluviosa	15
8.2.2. Parámetros de humedad en el suelo.....	16
8.2.3. Precipitación	17
8.3. Microorganismos eficientes (EM).....	18

8.3.1.	Microorganismos eficientes y su relación suelo-planta en la agricultura.....	18
8.3.2.	Ambiente propicio para la reproducción de microorganismos.....	19
8.3.3.	Conjunto de EM en la agricultura	20
8.3.4.	Bioinsumos con microorganismos eficientes (EM).....	22
8.3.5.	Obtención de la solución con microorganismos eficientes (EM).....	23
8.3.6.	Aplicación de solución con EM en la agricultura.....	24
8.4.	Agricultura sustentable	25
8.5.	Agricultura orgánica	25
8.6.	Soberanía alimentaria	26
8.7.	Antecedentes de estudio	26
9.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	28
9.1.	Hipótesis Alternativa = Ha:	28
9.2.	Hipótesis Nula = Ho:	28
10.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
10.1.	Ubicación y duración de la investigación.....	28
10.2.	Condiciones agroecológicas	28
10.3.	Tipo de investigación.....	29
10.3.1.	Experimental.....	29
10.3.2.	Documental.....	29
10.3.3.	De campo.....	29
10.3.4.	Analítica	29
10.4.	Materiales y equipos.....	30
10.4.1.	Material vegetal	30
10.5.	Otros materiales y equipos	30
10.6.	Diseño experimental y análisis estadístico	30
10.7.	Tratamientos de estudio.....	31
10.7.1.	Esquema del experimento.....	31
10.7.2.	Análisis de varianza.....	31
10.8.	Variables evaluadas	32
10.8.1.	Altura de planta (cm).....	32
10.8.2.	Diámetro polar (cm)	32
10.8.4.	Peso fresco de producción por cada tratamiento (Kg).....	32
10.8.5.	Análisis de macro y micro nutrientes en el suelo	32

10.8.6.	Análisis económico.....	33
10.9.	Manejo de la investigación	33
10.9.1.	Captura de microorganismos	33
10.9.2.	Realización de Bioinsumo artesanal (solución con ME).....	34
10.9.3.	Toma de muestra de suelo antes de establecer el cultivo	34
10.9.4.	Preparación del área de estudio	34
10.9.5.	Elaboración de pluviómetro	35
10.9.6.	Siembra.....	35
10.9.7.	Aplicación de solución	35
10.9.8.	Germinación y desarrollo de los plantines	36
10.9.9.	Labores culturales.....	36
10.9.10.	Registro de datos de campo	36
10.9.11.	Cosecha.....	37
10.9.12.	Toma de muestras de suelo después de la cosecha.....	37
11.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
11.1.	Altura de planta (cm).....	37
11.2.	Diámetro ecuatorial (cm).....	39
11.3.	Diámetro polar (cm)	39
11.4.	Peso por cada tratamiento (Kg)	40
11.5.	Análisis de suelo días antes de siembra (DAS)	41
11.5.1.	Análisis de suelo después de cada periodo vegetativos del rábano	41
11.6.	Análisis económico.....	44
12.	IMPACTOS	45
12.1.	Técnico	45
12.2.	Ambientales	45
12.3.	Social	46
12.4.	Económico	46
13.	PRESUPUESTO UTILIZADO EN EL PROYECTO.....	46
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
15.	BIBLIOGRAFÍA	49
16.	ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y tareas en relación al objetivo planteado.	6
Tabla 2. Clasificación taxonómica del rábano.....	8
Tabla 3. Características generales para el establecimiento del rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.) y proceso fisiológico de acuerdo a los días de desarrollo.	9
Tabla 4. El consumo de 100 g de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.) representa los siguientes elementos con sus respectivos valores.....	13
Tabla 5. Condiciones agro-meteorológicas del lugar en donde se desarrolló la investigación del cultivo de rábano en época lluviosa, Centro Experimental Sacha Wiwa.	28
Tabla 6. Material orgánico que se utilizó para la elaboración de la solución con EM.....	30
Tabla 7. Materiales utilizados durante la investigación.	30
Tabla 8. Tratamientos de estudio.....	31
Tabla 9. Descripción de los Tratamientos en estudio.....	31
Tabla 10. Análisis de varianza.....	31
Tabla 11. Altura de planta, primer periodo de siembra.	38
Tabla 12. Altura de planta, segundo periodo de siembra.	38
Tabla 13. Altura de planta, tercer periodo de siembra.	38
Tabla 14. Diámetro ecuatorial de los tres periodos de siembra.....	39
Tabla 15. Diámetro ecuatorial de los tres periodos de siembra.....	39
Tabla 16. Resultado del coeficiente de varianza del peso por cada tratamiento (Kg).....	40
Tabla 17. Resultados de análisis de suelo antes de establecer el cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.)	41
Tabla 18. Resultados de análisis de suelo después del primer ciclo del periodo vegetativo del cultivo de rábano.	42
Tabla 19. Análisis de suelo después del segundo periodo de siembra del rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.)	43
Tabla 20. Resultado del análisis del suelo después del tercer periodo de siembra del cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L).	43
Tabla 21. Resultado del análisis de suelo después del tercer periodo de siembra de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L)	44
Tabla 22. Análisis económico de la producción de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.) por cada tratamiento y la relación Costo/Beneficio	45
Tabla 23. Presupuesto utilizado en la investigación.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesión de derechos no exclusiva del autor	59
Anexo 2. Análisis de antiplagio.....	62
Anexo 3. Aval de traducción	63
Anexo 4. Hoja de vida del docente tutor	64
Anexo 5. Hoja de vida de estudiante	65
Anexo 6. Esquema del DBCA.....	66
Anexo 7. Cuadros de precipitación recolectada en los tres periodos de siembra en el cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus L.</i>)	67
Anexo 8. Precipitación según Calero y Pilatasig (2021).....	68
Anexo 9. Evidencias, fotográficas de la investigación realizada.	69
Anexo 10. Análisis de suelo días antes de la siembra (DAS).....	72
Anexo 11. Análisis de suelo después del primer periodo vegetativo	73
Anexo 12. Análisis de suelo después del segundo periodo vegetativo	74
Anexo 13. Análisis de suelo después del tercer periodo del ciclo vegetativo del rábano	75
Anexo 14. Análisis químico de la solución con microorganismos eficientes (EM)	76
Anexo 15. Análisis de laboratorio de microorganismos presentes en la solución por dosis....	77

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:	“Dosis de microorganismos eficientes (EM) en producción de rábano (<i>Raphanus sativus L.</i>), en época lluviosa en la parroquia Guasaganda”.
Fecha de Inicio:	Abril 2023
Fecha de finalización:	Julio 2023
Lugar de ejecución del proyecto:	Centro de investigación Sacha Wiwa, parroquia Guasaganda del cantón La Maná
Facultad que auspicia:	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Carrera que auspicia:	Ingeniería Agronómica
Proyecto de Investigación vinculación:	Al sector agrícola
Equipo de trabajo:	Cabrera Gómez María Marisol
Tutor:	MSc. Macías Pettao Ramón Klever
Área de conocimiento:	Agricultura, Silvicultura, pesca y Veterinaria
Línea de investigación:	Desarrollo de Seguridad Alimentaria
Sub línea de investigación:	Producción Agrícola Sostenible

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El cultivo de rábano (*Raphanus sativus L*) tiene importancia dentro de la alimentación diaria de la población, es fundamental en la tradición gastronómica, posee alto contenido de valor nutricional como vitaminas y bajo en calorías; en el Ecuador aunque no se le da una relevancia, es cultivada esporádicamente, en especial en la región sierra como Chimborazo, Imbabura, Cotopaxi y Tungurahua en conjunto son las provincias con una producción aproximada de 14500 ha de rábano (ElTiempo, 2022).

El empleo de bioinsumos con prácticas agrícolas de tipo orgánico evidencian aspectos positivos en la producción, cultivar sano hace la diferencia en la salud humana y asimilación de nutrientes para crear defensas en el organismos, se da a conocer que a largo plazo los recursos no son renovables, los tiempos modernos promueve cultivar en conjunto, salud humana y respetando el ambiente con la elaboración propia de preparados inocuos de fácil acceso como los biopreparados con la utilización de EM (García & Gonzáles, 2021).

La presente investigación planteó el estudio del efecto de la inoculación de bioinsumo de elaboración artesanal aplicado por “Dosis de microorganismos eficientes (EM) en producción de rábano (*Raphanus sativus L.*), en época lluviosa en la parroquia Guasaganda”, en el cantón La Maná de la provincia de Cotopaxi. Se realizaron tres periodos vegetativos; por ser un cultivo de ciclo corto lo cual permitió el estudio de la influencia de los microorganismos en 5%, 10% y 15% en época de lluvia. Se estableció una investigación en campo, con un diseño experimental completamente al azar, distribuida en cuatro tratamientos y cinco repeticiones, aplicables según el requerimiento calculado de acuerdo con el plan de fertilización establecido.

Para la evaluación se apreciaron variables tales como: altura de planta (cm), diámetro de bulbo (ecuatorial y polar en cm), producción de rábano, análisis de macro y microelementos del suelo después de cada siembra y establecer el tratamiento más rentable en cuestión económica, todas estas variables permitieran investigar las hipótesis propuestas.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La nutrición vegetal en la actualidad está tomando nuevos horizontes, cultivar de manera sostenible respetando el medio ambiente, la flora y la fauna, la salud humana, razones por las cuales la tecnología va de la mano con costumbres ancestrales, producir alimentos con la

aplicación de insumos del entorno, inocuos, de fácil elaboración y manipulación aplicable al follaje o de manera edáfica para contribuir a la restauración y estructura del suelo con la inoculación de microorganismos eficientes (Talavera & Padilla, 2010).

Es importante destacar que en el mercado mundial ya se cuenta con formulados comerciales con la utilización de microorganismos eficientes aplicables a los cultivos como biocontroladores, biofertilizantes o bioestimulantes principalmente de suelo. Sin embargo, estos no tienen el mismo efecto en todas las regiones agrícolas debido a las diversas condiciones ambientales por lo que su efectividad puede aumentar o disminuir dependiendo de las zonas agroecológicas (Intagri, 2021).

En consideración a lo expuesto, la presente investigación evaluó el empleo y aplicación de insumos biológicos al cultivo de rábano en época lluviosa, se dio a conocer la necesidad de impulsar y fortalecer la técnica del empleo y aplicación de insumos biológicos preparados en casa para cultivar de manera sostenible y respetando el entorno, tratar de mitigar en algo los daños edáficos con el empleo de EM y así obtener cultivos frescos, sanos, crujientes y textura suave para el consumo diario.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios directos

Entre los beneficiarios directos está los agricultores, quienes serán conocedores de información sobre el comportamiento agronómico a partir de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) en diferentes dosis en época lluviosa; incentivar la utilización de técnicas agroecológicas con el propósito de contribuir con un entorno amigable.

4.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos de este proyecto son los estudiantes de la Universidad técnica de Cotopaxi, específicamente la carrera de Agronomía, la información proporcionada en este medio son datos del cultivo de rábano a campo abierto, así como también datos recolectados de precipitación en el área de estudio.

5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Las dificultades provocadas por la diversidad de hortalizas propician la degradación del suelo y aparición de plagas y enfermedades importantes (Pedraza, 2020). En nuestro país es muy consumido el rábano, es una especie que se cultiva por sus raíces comestibles; al ser fáciles de labrar y rápidos de cosechar, en aproximadamente 25 días; sembrar en época lluviosa ayuda al desarrollo de las plantas pero existen desventajas como la incidencia de enfermedades y plagas, o también afectan parte del tejido de la planta provocando la depreciación o minimizando el rendimiento en cuanto a producción y calidad (Uribe et al., 2016).

Las estadísticas agropecuarias en Ecuador, muestran que entre el 2020-2021, el 79% de cultivos transitorios entre ellos el rábano, son cultivados con insumos de síntesis química para fertilizar y controlar enfermedades, los cuales se aplica al suelo, semillas, follaje y fruto, causando consecuencias negativas sobre la salud humana, la contaminación del ambiente, la residualidad y el desarrollo de resistencia (INEC, 2022).

La falta de conocimiento de técnicas como la utilización de bioinsumos hace que entidades gubernamentales internacionales y nacionales cada vez se unan para concientizar y capacitar al agricultor sobre un buen manejo del suelo, así como también dar a conocer cuán importantes es saber distinguir las necesidades del cultivo sobre nutrición vegetal; cultivar en época lluviosa hace que los problemas se multipliquen, el exceso de humedad provoca la aparición de dificultades fitosanitarias. Todos estos inconvenientes ha causado la búsqueda de alternativas sostenibles y el reemplazo con agentes biológicos, la utilización de organismos vivos como EM que tienen la capacidad de sobrevivir en el hábitat donde son aplicados, siempre y cuando las condiciones sean adecuadas, para disminuir el daño causado por los patógenos de las plantas (Anel, 2019).

Los inconvenientes en la agricultura principalmente por la falta de conocimiento hicieron que la presente investigación se sume como medio de difusión y proponga experimentar la técnica de la utilización de bioinsumos con EM en época lluviosa en el cultivo de rábano con la inoculación por dosis de acuerdo al plan de aplicación establecidos en el ensayo, analizar la influencia que tiene en el suelo con el análisis de laboratorio y establecer la relación costo/beneficio como una alternativa amigable con el entorno.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Evaluar las dosis de microorganismos eficientes (EM) en producción de rábano (*Raphanus sativus L.*) en época lluviosa en la parroquia Guasaganda.

6.2. Objetivos específicos

- ✓ Identificar la respuesta agronómica del cultivo de rábano (*Raphanus sativus L.*) con la inoculación de microorganismos eficientes (EM) por dosis en época lluviosa.
- ✓ Analizar los resultados de laboratorio en macro y micro elementos del suelo, antes de la siembra y después de cada periodo vegetativo del cultivo de rábano.
- ✓ Evaluar la relación costo/beneficio de los tratamientos establecidos.

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

Tabla 1: Actividades y tareas en relación al objetivo planteado.

Objetivos	Actividades	Resultados de la actividad	Medios de verificación
Identificar la respuesta agronómica del cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.) con la inoculación de microorganismos eficientes (EM) por dosis en época lluviosa.	-Registro de datos en campo semanalmente. -Aplicación de solución con EM por dosis.	-Altura de planta (cm). -Diámetro de bulbo ecuatorial (cm). -Diámetro de bulbo polar (cm). -Peso de la producción (kg) por tratamiento.	-Libreta de campo. -Imágenes.
Analizar los resultados de laboratorio en macro y micro elementos del suelo, antes de la siembra y después de cada cosecha.	-Envío de muestras de suelo a laboratorio (INIAP).	-Análisis de macro y micro elementos del suelo.	-Resultados de Laboratorio.
Evaluar la relación costo/beneficio de los tratamientos establecidos	-Cuadros estadísticos.	-Análisis económico.	-Resultados de análisis económico.

Elaborado por: Cabrera (2023)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

8.1. El rábano (*Raphanus sativus*)

8.1.1. Origen y generalidades

Hace más de 4000 años los egipcios y los babilonios ya contaban con este alimento y era predilecto en su gastronomía; no es un dato seguro pero se menciona que los chinos comenzaron a consumirla hacia el año 400 a/c. En la época de los griegos y los romanos era un alimento apreciado y fueron los últimos quienes dispersaron el cultivo del rábano por Europa y actualmente es muy apetecido a nivel mundial siendo un alimento con altos contenidos nutricional y medicinales (AgroKrebs, 2020).

El rábano, perteneciente a la familia Brassicaceae, es un cultivo considerado para huertas caseras, planta anual, con una altura máxima de 40 cm, domesticada muy antigua, posiblemente deriva de *Raphanus marítima* de la región Mediterránea. Su nombre proviene del latín y friego para la col o el rábano, aunque se deduce que proviene de “ra” que significa “rápido” y “phainomai” que significa “aparecer”, por la germinación rápida de las semillas, se caracteriza por ser una hortaliza caliente y picante (López, 2017).

Se menciona que existen inscripciones botánicas en las pirámides egipcias que mencionan al rábano (2000 a.c.); datos concretos demuestran que este cultivo tuvo gran importancia en las civilizaciones egipcias y griegas, y, en la cultura china, es una hortaliza que tiene poder diurético y antiescorbútico (Laserna, 2021).

A nivel mundial existe diversidad de formas, tamaño y colores pero con la característica de que el interior son de color blanco y crujiente, algunos más picantes que otros, todos ricos en antioxidantes (Hernández, 2020).

El rábano chino o daikon, su aspecto es similar a la zanahoria con sabor picante intenso.

El rábano negro producido en la india, utilizado como medicina por sus propiedades curativa.

Rábano primavera, de color blanco y alargado, su sabor es algo dulce, consumido en México.

Rábano morado o sandía, se caracteriza porque el interior tiene tonalidades de color y son cultivados de manera silvestre, su sabor el dulce y crujiente.

Rábano picante o wasabi, utilizado en la comida japonesa, tiene textura rugosa y alargada.

8.1.2. Clasificación Taxonómica

Según Flores, (2014) la descripción taxonómica se detalla a continuación:

Tabla 2: Clasificación taxonómica del rábano.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Brassicales
Familia:	Brassicaceae
Género:	<i>Raphanus</i>
Especie:	<i>R. sativus</i>
Nombre científico	<i>Raphanus Sativus L. Walp.</i>
Nombre común	Rábano

Elaborado por: Cabrera (2023).

8.1.3. Morfología

El rábano es una planta anual, de carácter alógamo, investigaciones realizadas en cuanto a hibridaciones se ha conseguido gran número de variedades de diverso color, forma y tamaño, todas se desarrollan por semilla (García D. , 2017).

Raíz. - Tiene raíz pivotante, desde periférica hasta napiforme, gruesa, jugosa y carnosa, de color blanco en su interior, presenta formas diversas, así como colores (rosa, rojo, negro, amarillo, blanco), de sabor medio picoso.

Hojas. - Nacen del tallo erecto, las hojas son basales en roseta de 5,30 cm de longitud, pinnatisectas, con lóbulos desiguales e irregulares, dentados.

Flores. - Las flores son pedicelos de 7-0 mm, en racimos axilares y terminales. Sépalos oblongo-lineares, corola de 1,5-1,7 cm de diámetro; pétalos verdosos o violáceos, rara vez blancos con nervaduras oscuras que al ser polinizadas se tornan blancas de 0,8-2 cm de longitud.

Semillas.- Semillas redondas de 2-4 mm de color castaño claro y con la testa finamente reticulada; existen cultivares de raíz forrajera y de cuyas semillas se extrae aceite comestible y combustible, se caracterizan por tener capacidad germinativa de cuatro años (Laserna, 2021).

8.1.4. Etapas de desarrollo del rábano

Según (AgroKrebs, 2020), enumera aspectos del desarrollo de rábano:

Germinación y emergencia: ocurre en la semana 1, se rompe la latencia de la semilla y emerge.

Desarrollo vegetativo y de raíz: a partir de la semana 2 hasta la semana 6, durante este periodo se desarrolla hojas y raíz (bulbo o tubérculo), es en este punto donde se cosecha la parte aprovechable de la planta.

Floración y fructificación: es la culminación del ciclo productivo de la planta, va desde la semana 10 a la 24, durante este tiempo la planta emite la inflorescencia, ocurre la polinización, desarrollo de los frutos y maduración de las semillas

Tabla 3: Características generales para el establecimiento del rábano (*Raphanus sativus L.*) y proceso fisiológico de acuerdo a los días de desarrollo.

Detalle	Referencia
Período de siembra	todo el año
Establecimiento	siembra directa
Arreglo topológico	en hileras o marco real
Distancia entre plantas	5-10 cm (100 semillas/m ²)
Siembra	boleo o chorrillo, profundidad 1 cm
Germinación	1-2 días
Emergencia	3-5 días
Desarrollo vegetativo y de raíz	3-4 semanas
Cosecha	4-5 semanas
Floración y fructificación	10-20 semanas

Fuente: INIAP, 2019.

Elaborado por: Cabrera; (2023).

8.1.5. Condiciones agroecológicas para el cultivo de *Raphanus sativus L.*

Flores, (2014), puntualiza que el rábano es de ciclo vegetativo corto y maduración rápida y las condiciones en la que desarrolla como:

Clima

Es una planta de estación fría, aunque prefiere los climas templados con protección en épocas elevadas de temperatura.

Temperatura

El desarrollo vegetativo tiene lugar entre los 6-30° C, aunque el ideal es 18-22°C. Las temperaturas altas provocan que el bulbo adquiera mayores cantidades de azufre evidenciando que la picosidad sea mayor que lo habitual.

Humedad y precipitación

Se desarrolla entre 1990-2240 m.s.n.m., con una HR entre 60 - 65% llegando hasta 80%. Cada planta de rábano debe recibir 450 ml de líquido al día o cada tres días dependiendo del clima y tipo de suelo, recordando siempre que no debe estar ni en exceso, ni en falta de agua.

La falta de agua y temperaturas altas producen la dureza en el bulbo y la floración temprana, y por lo contrario, con humedad excesiva en el suelo las raíces se agrietan.

Suelo y pH

Se adapta fácilmente a suelos arcillosos o franco arenosos, con buen drenaje y suministro de agua que permite el buen desarrollo de la raíz, aunque prefiere suelos ricos en MO. Moderadamente es tolerante a la acidez en el suelo, acepta pH entre 5.5-6.8 y es poco tolerante a la salinidad.

8.1.6. Manejo agronómico del rábano

Según Fontalvo, (2021), en una sistematización de información, puntualiza aspectos para el cultivo de la hortaliza, comenta que definitivamente no es recomendable el trasplante, la tierra tiene que estar suelta y liviana, en cuanto al riego debe ser constante.

Rábano rojo Grimson Giant, comúnmente conocido como rabanitos, es una variedad que se la puede cosechar desde 25 a 30 días, excelente fisiología, con sus hojas de color verde oscuro y buen vigor, es uniforme en germinación y cosecha alcanzando un diámetro de bulbo de 3,8 cm cuando goza de excelentes condiciones agrometeorológicas durante su proceso fisiológico, es

de color rojo vivo intenso, difiere de otras variedades por su consistencia y resistencia al ahuecado del bulbo (AGRIPAC, 2021).

8.1.6.1. La siembra

Definitivamente es directa (8 Kg/ha) o al voleo (12 Kg/ha), colocando una semilla por agujero entre 1-2 cm de profundidad, su germinación entre 3-5 días, distancia de siembra entre 20-10 cm entre planta, entre hileras de 20-40 cm de distancia, dado su rapidez para la cosecha, se puede asociar, intercalando con hortalizas de ciclo largo como zanahoria, remolacha, etc.

8.1.6.2. El aporcado aporcado

De ser necesario a los 15 o 20 días, cuando se asoma demasiado el bulbo o la raíz está saliendo del suelo, también es conveniente aclarar las plantas o realizar labores culturales como control de malezas, para evitar la competencia por nutrientes y proliferación de enfermedades.

El mismo autor también menciona unas pautas sobre la Fisiopatía del tubérculo: Cuando está ahuecado o acorchado es debido a la sobremaduración; cuando tiene una textura dura o fibrosa, es debido al suelo demasiado ligero o por déficit hídrico; el sabor picante es provocado por exceso de calor durante el cultivo y el desarrollo de raíces laterales es causado por un excesivo riego en el periodo cercano a la madurez.

8.1.6.3. Limpieza de malezas

Es fundamental para evitar la competencia de nutrientes entre la maleza y el cultivo, se lo realiza periódicamente desde que la planta haya alcanzado los 5 cm de altura.

8.1.6.4. Cosecha

Este cultivo es de ciclo corto, comúnmente a los 25 – 30 días el estado fisiológico del tubérculo está listo para ser cosechado, pero dependiendo de la estación en la que se siembre estos periodos tienden a alargarse debido a los factores climáticos.

8.1.7. Requerimientos en cuanto a nutrición vegetal

Las recomendaciones que da Villalobos, (2013), indica que la nutrición vegetal depende de las condiciones del suelo y la eficiencia de la utilización por el cultivo de los macro y micro

elementos, la absorción de nitrógeno a través del sistema radicular y el riego adecuado, puntualiza que la hortaliza debe contar con los nutrientes principales N, P, K.

En Nitrógeno, el balance debe realizarse en la capa de suelo en la que se desarrolla la mayor parte de la raíz, en este caso del bulbo, comprendido entre los 0,60 cm, y se realizaría una dosis de fertilizante básica simplificada ya que es difícil determinar la lixiviación, pérdidas gaseosas, inmovilización, calculando un 10-20% según la tabla de N en Kg/ha.

De la misma forma el Fósforo y Potasio, indica el mismo autor, debe realizarse como mantenimiento, con niveles satisfactorios asimilables en el suelo, para lo cual se requiere conocer la fertilidad del mismo mediante el análisis químico y su posterior interpretación de los resultados.

Las necesidades aproximadas de N, P₂O₅ y K₂O, al aire libre en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus*), para los niveles de producción indicados con riego por surcos, (Crespo, 2018) menciona que la producción es de 25-30 (t/ha), la necesidad de N de 80-100 (Kg/ha) y la necesidad de K₂O es de 90-110 (Kg/ha).

En cuanto a los requerimientos nutricionales, existen opiniones contrarias (Álvarez G. , 2023) comenta que el cultivo de rábano no es tan exigente, incluso menciona que un suelo ideal debe ser pobre en nutrientes, al aplicar N es ideal para follaje, pero obstaculiza el desarrollo del bulbo, a parte recalca que no hay regla fija en el tiempo para su cosecha, todo depende de los factores climáticos en el cual se desarrolle.

8.1.8. Propiedades nutritivas del rábano

El rábano es una hortaliza baja en calorías y muy nutritiva para la salud, por tener innumerables beneficios, La Organización para la Salud recomienda su consumo, de preferencia es bueno comer crudo, Pinero, (2022) puntualiza:

-Contiene vitaminas C, cubre el 25% del valor recomendado para un adulto promedio.

Contiene 95% de sustancias nutritivas, destacando el 1.6% de fibra.

Tiene minerales como yodo y potasio.

La revista El Tiempo. (2022), especifica el beneficio en la salud al consumir rábano, menciona que ayuda:

A frenar el envejecimiento por ser un súper alimento.

Es antioxidante y ayuda a restaurar los tejidos y vasos sanguíneos.

Ayuda a aumentar el nivel inmunológico del cuerpo y mantener dientes y huesos fuertes.

Normaliza la función de los nervios para mantener un constante ritmo cardíaco, regula el metabolismo y el crecimiento de la tiroides.

El consumo de 100 g se detalla a continuación en la tabla 3.

Tabla 4. El consumo de 100 g de rábano (*Raphanus sativus L.*) representa los siguientes elementos con sus respectivos valores.

Descripción	Cantidad
Calorías	14 kcal
Calcio	40 mg
Hierro	1.3 mg
Yodo	16 mg
Magnesio	11 mg
Zinc	0.13 mg
Vitamina C	20 mg

Elaborado por: Cabrera, (2023)

8.1.9. Plagas y enfermedades fitopatológicas en el cultivo de rábano

8.1.9.1. Plagas

8.1.9.1.1. Mosca Blanca

Se localizan generalmente en el envés de las hojas, la humedad y las temperaturas altas son favorables para su proliferación causando daños mecánicos, su acción es extraer la savia de la planta y también son vectores de enfermedades (Otero, 2021).

8.1.9.1.2. Hormigas

Aunque el rábano asociando con otros cultivos es considerado repelente, al cultivarlo solo es atacado por plagas como las hormigas, estas llevan las semillas y las que dejan no germinan;

los caracoles atacan las hojas; el grillo entra en el interior del suelo y roe el tubérculo, no lo mata, pero queda defectuoso para su consumo y venta (Sánchez et al., 2021).

8.1.9.1.3. Caracoles

La época lluviosa es favorable para esta clase de plagas ya que les encanta la humedad, salen por las noches y se alimentan de las hojas, no son un problema cuando son controladas a tiempo (Otero, 2021).

8.1.9.2. Enfermedades

8.1.9.2.1. El mildiu (*Peronospora parasítica*)

Las condiciones climáticas demasiado altas o bajas, favorecen al ataque de enfermedades, más aun cuando la humedad es extrema, como lo es en época lluviosa, el mildiu en rábano es una de las enfermedades más comunes, ataca las hojas, empieza con pequeños círculos o manchas de color amarillo en las hojas que termina por secarlas completamente, la detección y control temprano no afecta el fruto (Sánchez et al., 2021).

Si bien el rábano por ser un cultivo rápido no da tiempo al desarrollo de plagas o enfermedades, en caso de incidencia con la detección temprana es fácil de controlar, aunque se menciona que en su mayoría, las enfermedades causadas por hongos en las hortalizas, aumentan en la medida en la que se incrementan las lluvias y la humedad en el ambiente, limitando el buen desarrollo del cultivo y la producción. Los microorganismos patógenos presentan un cuerpo vegetativo denominado micelio, desarrollan ramas o filamentos (hifas), se reproducen por esporas cumpliendo de esta manera su ciclo de vida sobre el hospedero (Sispa, 2014).

Para determinar es necesario cuantificar enfermedades de importancia en el cultivo, para la elaboración de estrategias de manejo, conocer la intensidad y prevalencia como primer paso para comprender la relación causadas entre la enfermedad y las pérdidas por la misma (Lavilla & Ivancovich, 2016).

8.1.10. Importancia del cultivo de rábano

A nivel mundial los países que más consumen esta suculenta hortaliza son los asiáticos y europeos, perteneciente a la familia de las Brassicaceae, con su sabor ligeramente peculiar de

picante y crujiente, consumido en ensaladas. Producido con los requerimientos adecuados tan solo 30 días se pueden recoger, por lo que el riesgo de plagas es mínimo. En los meses de verano no debe faltarles agua porque si crecen en un ambiente seco, echan flor y pican más (DelCastillo, 2018).

En una publicación según (Rizo, 2020), comenta que dependiendo de la especie los rábanos son cultivos que se pueden utilizar como cobertura, ayudan al suelo a proporcionar nutrientes necesarios y también a minimizar la labranza, otra característica por la que destaca esta hortaliza es su valor nutricional sus beneficios y propiedades para la salud.

8.2. Agrometeorología

La clave fundamental está en garantizar con éxito el rendimiento del cultivo, sin embargo los datos climáticos públicos de las previsiones no coinciden con lo que realmente pasa en el campo, ésta inequidad provoca pérdidas, sobre todo cuando golpea de forma inesperada. Es necesario utilizar información real compilada, específicamente referida a su entorno (Ivanchuk, 2023).

8.2.1. Cultivar en época lluviosa

Según Iowa State University Extension and Outreach (Extensión y Divulgación de la Universidad Estatal de Iowa), solo para tener una idea hace una comparación que una precipitación normal de una gota de lluvia equivale a 32 Km por hora y salpica de 90-150 cm de partículas de suelo, lo cual rompe agregados, obstruye poros, reduce la infiltración, produce la escorrentía; las lluvias repentinas y excesivas provoca el encharcamiento, asfixia de las raíces, compactación y falta de oxígeno en el suelo, lo cual altera el desarrollo radicular, quema de reservas causando la muerte temprana de las plantas por falta de oxígeno, entre otros (Alltech, 2021).

La época lluviosa con una precipitación alta altera la fisiología de los cultivos que aunque les favorece el agua, se ven perjudicados convirtiéndose en cosechas esporádicas en cuanto a hortalizas, incluso evitando el desarrollo hasta que el clima no ceda un poco necesitando mayor cuidado y labores más arduas e incluso enfrentar a problemas fúngicos por mucha humedad (Alm, 2020).

Los efectos negativos de la lluvia en los cultivos producen el encharcamiento, escorrentía, lixiviación del terreno y los daños físicos o estrés a las plantas por lo que ocasiona el incremento de plagas y propagación de enfermedades presentándose principalmente en cultivos a cielo abierto (Colima, 2018). El agua en exceso afecta la estructura del suelo, la precipitación de minerales y efecto en el desarrollo de las plantas (FAO, 2015); el rábano se ve perjudicado por las bajas o altas temperaturas que deforman el desarrollo del bulbo, retrasa el crecimiento de la planta debido al proceso fisiológico de absorción y traslado de nutrientes e incluso toma más tiempo de lo normal para su cosecha (ThemeZee, 2018).

El mismo autor alude que las lluvias acompañadas de fluctuaciones altas de temperaturas y cambios atmosféricos bruscos en rábano provocan el alargamiento del ciclo del cultivo, así como deformidad o ahuecamiento en el bulbo, para el consumo su sabor es extremadamente picoso por el alto contenido de azufre (glucosinolatos).

El agua fluye en el suelo debido a las de fuerzas de gravedad, fenómeno conocido como flujo saturado y las de succión que son más elevados conocidos como flujos no saturados; el potencial hídrico se estabiliza después de 24 a 48 horas de lluvia o riego, cuando el agua ocupa los macroporos drena hacia capas inferiores bajo la fuerza de gravedad (FAO, 2015).

“Se menciona que la lluvia tiene propiedades como acidez, ya que posee cantidades de dióxido de carbono y al liberarlos produce ácido carbónico en baja concentración”, la lluvia es determinante como resultado al análisis del suelo, dependiendo también de la calidad de aporte nutricional con el cual se trabaje (Agropinos, 2021).

8.2.2. Parámetros de humedad en el suelo

La disponibilidad de agua para la planta comprende entre los límites del suelo a capacidad de campo (CC). El excedente de humedad produce la asfixia de la zona radicular; es necesario conocer el coeficiente del cultivo (K_c) y sus fases de desarrollo, es así que para rábano en el coeficiente inicial es de 0.70, para el medio con un valor de 1.05 y para el final 0.95, estos son valores sin dimensión, describen la cantidad de agua extraídas del suelo por la planta, son el efecto combinado de evaporación y transpiración (Monge, 2019).

8.2.3. Precipitación

Los factores climáticos a nivel mundial año tras año van en incremento, los cultivos se encuentran expuestos a condiciones como el estrés hídrico (exceso o falta de agua), estrés térmico (altas temperaturas); estos son factores determinantes para los cultivos a la hora de producir, ya que se vuelven más vulnerables y propensas a enfermedades o ataque de plagas; hay que tomar en cuenta las posibilidades de predecir, planificar y mitigar las pérdidas (Ivanchuk, 2023).

8.2.1.1. Pluviómetro

El pluviómetro es un instrumento para medir la cantidad de lluvia que cae en un lugar y en un espacio de tiempo determinado; esta es recogida y medida en litros o milímetros por metro cuadrado (1 mm/1 L m²) (Ivanchuk, 2023).

Para el cálculo de la precipitación se utiliza la siguiente fórmula:

Área del pluviómetro:

$$A = \frac{\pi (D^2)}{4}$$

Donde: Área es igual a valor de π (3,1416) por diámetro al cuadrado sobre 4

Fórmula para la precipitación:

$$\text{mm} = \frac{10 \text{ mm}}{1 \text{ cm}} \times \frac{\text{volumen recogido (cm}^3\text{)}}{\text{área embudo pluviométrico (cm}^2\text{)}}$$

Ejemplo:

Volumen de agua recogido: 250 ml

El área del pluviómetro es de 78,54 cm²

$$\text{mm} = \frac{10 \text{ mm}}{1 \text{ cm}} \times \frac{833 \text{ cm}^3}{78.54 \text{ cm}^2} = 106.06 \text{ mm}$$

8.3. Microorganismos eficientes (EM)

Un suelo vivo dispone de materia orgánica y en esta hábitat viven microorganismos, estos permiten que la planta asimile y absorba nutrientes que facilitan su desarrollo fisiológico; los microorganismos eficientes tienen numerosas aplicaciones agrícolas, aumentan el crecimiento y desarrollo de los frutos, incrementan la biomasa, garantizan una reproducción exitosa en las plantas, mejoran la estructura física de los suelos, incrementan la fertilidad química de los mismos y suprimen a varios agentes fitopatógenos causantes de enfermedades. (Chiriboga, 2015).

Los microorganismos eficientes (EM), este concepto y tecnología fueron desarrollados por el japonés el Doctor Teruo Higa de la Universidad de Ryukyus, Okinawa completando su estudio en 1982. La inoculación de EM para mejorar las condiciones del suelo, suprimir putrefacción (incluyendo enfermedades) microbios y mejorar la eficacia del uso de la materia orgánica por las plantas. Estas investigaciones muestran resultados EM-ecosistema-suelo-planta con excelentes resultados evidenciados en buena fisiología y producción en los cultivos y sobre todo amigables con el entorno (Emprotec, 2020).

Los microorganismos presentan características específicas como crecimiento rápido, alta capacidad de reproducción y supervivencia, diferentes niveles de dormancia, están libres de antagonistas naturales, alta habilidad competitiva, adaptabilidad a la planta tratada y una alta versatilidad en el ambiente. Existen una gran variedad de microorganismos potencialmente útiles, entre los más estudiados y de los cuales se han desarrollado un mayor número de productos se encuentran bacterias fototróficas ((*Rhodospseudomonas* spp.), bacterias ácido lácticas ((*Lactobacillus* spp.), levaduras (*Saccharomyces* spp.), actinomicetos y hongos filamentosos (Espac, 2020).

8.3.1. Microorganismos eficientes y su relación suelo-planta en la agricultura

Algunos puntos sobre los beneficios que tiene el utilizar EM en la agricultura a manera de resumen Luna & Mesa, (2017) diluyen la siguiente información:

Como inoculante microbiano, restablece el equilibrio físico químico del suelo y como resultado mejora la producción en los cultivos.

Mejora la asimilación de nutrientes y facilita la disponibilidad, suprime patógenos por exclusión competitiva o dominación absoluta y de esta manera favorece el crecimiento, rendimiento y protección de los cultivos.

En aspersiones al follaje, favorece al crecimiento y aumenta el área fotosintética, traducido en mayor elaboración de nutrientes para la planta.

Promueve la germinación, floración y desarrollo de frutos.

Transforma los residuos orgánicos en abonos de excelente calidad, utilizados en programas de producción limpia.

Aplicar soluciones con ME en excretas de cerdos o ganado reduce malos olores además de la presencia de vectores.

El uso en la elaboración de abonos orgánicos acelera la transformación de la materia orgánica, en lombricultura da excelentes resultados, mejorando la calidad del mismo.

La utilización de ME en la agricultura como biocontrolador, fertilizador, estimulador, promueve en la planta mejorar la fisiología y en el suelo la proliferación de organismos antagónicos.

8.3.2. Ambiente propicio para la reproducción de microorganismos

Los microorganismos participan en distintos procesos metabólicos, ecológicos y biotecnológicos, fundamentales para los procesos en el sistema biológico y mantenimiento en la tierra; tienen la capacidad de adaptarse a cambios ambientales debido a su historia evolutiva, colonizan superficies terrestres, aire, lagos salados, en general todas las regiones geográficas del planeta. Su desarrollo y crecimiento están relacionados con la humedad y la temperatura, factores determinantes. Es así que la HR propicia oscila entre 45-65 y la temperatura entre 15-22° C, estos factores siempre van a la par. Al encontrarse en un ambiente no adecuado paralizan su metabolismo y desarrollo quedando latente hasta que mejore las condiciones, en caso de distinguirse cualquiera de los dos factores, provoca proliferaciones excesivas apareciendo problemas fúngicos y alteraciones de tipo físico o químico (Morales, 2022).

8.3.3. Conjunto de EM en la agricultura

La tecnología de la utilización de EM fue desarrollado en los años 80 en horticultura, el desarrollo de una mezcla de EM con efecto potencializador y de origen natural fue el inicio para ser conocido y utilizado en más de 80 países a nivel mundial, a partir de esta investigación se realizan réplicas de desarrollo y aplicadas a una infinidad de usos agropecuarios y ambientales con evidencia de excelentes resultados. Cabe recalcar que estas mezclas son de origen natural sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales y fisiológicamente compatibles entre ellos (Ibáñez, 2021).

En la publicación “Un Universo bajo nuestros pies” el mismo autor junto a otros, diluyen datos importantes, manifiestan que los microorganismos en laboratorio y utilizados en formulados comerciales no tienen la misma eficiencia, ya que estos están en ambiente controlado y al ser desechados para la utilización en el campo pierden su efectividad por falta de adaptación al medio en el que se los aplique y hasta pueden desaparecer dejando de lado la proliferación. Es interesante los antecedentes de esta investigación, las opiniones vertidas recalcan que estas iniciativas son el boom de la actualidad, formulados en el mercado, pero carentes de garantías.

8.3.3.1. Bacterias ácido lácticas (BAL)

En cuanto a los EM, Escalona, (2021) y Morocho, (2019), publican información:

Las bacterias ácido lácticas producen ácido láctico a partir de azúcares que son sintetizados por las bacterias fotosintéticas y levaduras. Este componente puede suprimir microorganismos nocivos como el *Fusarium* sp, ayuda a solubilizar la cal y el fosfato de roca.

Este grupo de bacterias incluye géneros como *Lactobacillus* (*L. plantarum*, *L. casei*) *Bifidobacterium*, *Lactococcus*, *Streptococcus* (*S. lactis*) y *Pediococcus*, que pueden ser aisladas a partir de alimentos fermentados, masas ácidas, bebidas, plantas y los tractos respiratorio, intestinal de animales homeotérmicos entre otros; estos muestran efecto antagónico frente a diferentes agentes fitopatógenos del suelo debido fundamentalmente a la disminución del pH, son microaerófilas por ello se desarrollan bien en una atmósfera con un 5 % de CO₂. Son microorganismos de lento crecimiento muy dependiente de la temperatura, cuyo óptimo es de 30 °C.

8.3.3.2. Levaduras

Degradan proteínas complejas y carbohidratos, producen sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas, enzimas) que pueden estimular el crecimiento y actividad de otras especies de EM, así como de las plantas superiores.

Las especies de este género se encuentran *Saccharomyces*, también prevalecen las especies *S. cerevisiae* y *Candida utilis*. Estos microorganismos requieren como fuente de nitrógeno el amoníaco, la urea o sales de amonio y mezcla de aminoácidos, son incapaces de asimilar nitritos y nitratos.

8.3.3.3. Bacterias fototróficas

Pueden fijar el nitrógeno atmosférico y el bióxido de Carbono en moléculas orgánicas tales como aminoácidos y carbohidratos, también sintetiza sustancias bioactivas, llevan a cabo fotosíntesis incompleta, lo cual hace que la planta genere nutrimentos, carbohidratos, aminoácidos, sin necesidad de la luz solar, eso permite que la planta complete las 24 horas del día.

Entre estos microorganismos se encuentra *Rhodobacter sphaeroides* es facultativa y gram negativa, viven tanto en agua dulce como en agua de mar, se caracteriza por formar nubes rosadas en la superficie de los estanques, además muestra diversidad metabólica, respiración tanto aeróbica como anaeróbica.

8.3.3.4. Actinomicetos

Funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocidas), benefician el crecimiento de actividad del azotobacter y de las micorrizas. Está ampliamente distribuida en los ecosistemas como degradador de la materia orgánica, agente biocontrolador de fitopatógenos como el *Fusarium solani*, *Streptomyces albus* y *Streptomyces griseus* son las principales especies de actinomicetos, excelentes agentes biocontroladores debido a su amplio repertorio para producir compuestos antifúngicos como enzimas hidrolíticas extracelulares.

8.3.3.5. Hongos filamentosos

Conocidos también como hongos con capacidad fermentativa, estos contribuyen con el proceso de mineralización del carbono orgánicos del suelo, además de ser antagonistas de especies fitopatógenos; su reproducción es sexual o asexual y en este último su multiplicación es rápida cuando las condiciones son favorables, aunque la sexual también favorece dándose en condiciones no tan exigentes. Requieren relativamente niveles bajos de nitrógeno brindando ventajas competitivas en la degradación de materia orgánica.

Dentro de este grupo se encuentran; *Aspergillus oryzae*, (*Ahlburg Cohn*, *Penicillium sp*, *Trichoderma sp* y *Mucor hiemalis Wehmer*. *A. oryzae*, varias especies del género *Penicillium* son excelentes degradadores de lignina y celulosa, las especies del género *Trichoderma sp*, se caracterizan por ser saprófitos, pueden ejercer diferentes mecanismos biocontroladores como: competencia por espacio y nutrientes, el micoparasitismo, la antibiosis y la inducción de resistencia.

Todo este conjunto de EM relacionados y compatibles son aliados imprescindibles en la salud de las plantas, la relación de los microorganismos entre sí ya sea por asociación simbiótica, depredación, competencia, etc., denominado también equilibrio natural tienen un tipo de interacción biológica microorganismos-raíz, denominada micorriza, esto ocurre cuando la parte vegetativa del hongo conocido como micelio establece contacto con las células de la raíz, mientras la planta aprovecha los exudados de los microorganismos y estos se ven beneficiados con los azúcares fotosintéticos que produce la plantas (Álvarez J. , 2023).

8.3.4. Bioinsumos con microorganismos eficientes (EM)

A partir de 1900 con personajes como Sir Albert Howard, FH King, Rudolf Steiner y otros, se conoce e inicia la utilización de productos elaborados artesanalmente en casa como bioinsumos para la agricultura sostenible con la producción de calidad (Adamchak, 2022). En los últimos años se hace mención a las alternativas que los agricultores ponen en práctica, y que los investigadores, empresas e instituciones gubernamentales plantean su uso extensivo y comercial a pequeña o gran escala. Los Bioinsumos que pueden ser de origen vegetal, animal o microbiano y que tienen un sinnúmero de usos y beneficios dependiendo del área de estudio; en cuanto al efecto en las plantas se puede englobar como controladores o estimuladores (fertilizadores); el pilar de las estrategias actuales inducen por una agricultura sostenible

tratando de sustituir agroquímicos por productos de origen biológico cuya producción dependa de fuentes renovables de materia prima y energía (De Marchese & Filippone, 2018).

Los biofertilizantes son insumos formulados con uno o varios microorganismos benéficos, los más utilizados son hongos y bacterias, los cuales aumentan la disponibilidad de nutrientes para las plantas o aplicables al suelo. La característica principal de estos preparados es que son inocuos para el hombre, presentan ventajas como producción a menor costo, protección del ambiente y aumento de la fertilidad y biodiversidad del suelo. Según su necesidad pueden ser controladores de patógenos, fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, captadores de fósforo y promotores de crecimiento vegetal (Intagri, 2021). Los biofertilizantes son beneficiosos para los suelos afectados influyen positivamente en su estructura, facilitan la disponibilidad de elementos que establecen un proceso de simbiosis con las especies vegetales ofreciendo la asimilación y su capacidad de nutrición (Vuelta, 2019)

Se menciona por parte del mismo autor que los ME presentes en las soluciones se adhieren a la raíz de la planta y desempeñan en ese entorno su función, facilitando la absorción de macro y micro nutrientes, produciendo sustancias y fitohormonas que estimulan el crecimiento vegetal y el sistema inmune de las plantas inhibiendo patógenos ya que estos ME colonizan nichos ecológicos que pudieran ocupar microorganismos oportunistas. Esta, es ayuda constante y a largo plazo, especialmente en las raíces por estimular su desarrollo ayuda a evitar la erosión para mantener una correcta estructura del suelo.

8.3.5. Obtención de la solución con microorganismos eficientes (EM)

La solución líquida es resultado de un proceso de fermentación combinado EM con materiales orgánicos vegetales o animales, es hacer, usar y almacenar en casa sin ningún tipo de peligro (Roma, 2010). La elaboración y utilización de biocompuestos a base de EM ha tomado gran importancia desde los años 80, actualmente ocupa espacios considerables en las capacitaciones de técnicos al agricultor sobre la utilización de bioinsumos, quienes ven la necesidad de reincorporar vida a los suelos que a causa de la indiscriminada y mal utilización de pesticidas perjudican considerablemente al medio ambiente (Rivera, 2021).

De acuerdo a la investigación se mencionan algunos autores entendidos en la materia sobre la utilización de microorganismos eficientes para restablecer el suelo, pero hay que tomar en cuenta que no es una varita mágica que hace milagros de la noche a la mañana como lo son los

productos químicos. El éxito de los microorganismos está en la utilización constante de acuerdo a los planes de aplicación así como la dosis necesaria y dar un ambiente adecuado para su reproducción o proliferación al ser inoculados a la planta o al suelo, es así que Ministerios del ambiente, ganadería, agricultura, la ONU entre otros, a nivel mundial emiten capacitaciones informativas por medio de folletos u otros medios dando a conocer la manera de elaboración y su aplicación de EM (Moya, 2012), (Roman, 2010), (Rivera, 2021), (MAG, 2020).

Los autores mencionados anteriormente solo son un ejemplo de publicaciones de la elaboración y reproducción de microorganismos eficientes, todos coinciden en la utilización de algunas materias primas para la reproducción y destacan la elaboración de forma aeróbica como anaeróbica; resaltan la utilización de muestras de mantillo en descomposición o las típicas trampas con sustrato de arroz precocido colocadas en el suelo limpio (sin antecedentes de la utilización de agroquímicos) a una profundidad de 10 a 20 cm., estas atrapan microfauna envueltas principalmente en micelio, característica de los EM; dependiendo de la cantidad se utiliza envases plásticos en el cual se añade agua de lluvia o reposada, melaza (posee P, K, Mn, Ca, Fe) para dar energía a los microorganismos, leche o yogur que aporta proteínas y aminoácidos, levadura que activa la fermentación y por supuesto los microorganismos atrapados; fundidos todos estos componentes se deja reposar de 15 a 20 días en un ambiente fresco y oscuro, finalmente se logra una solución fermentada, con un olor agradable y con un pH ácido entre 3-4. La aplicación es al suelo o follaje de los cultivos.

8.3.6. Aplicación de solución con EM en la agricultura

Por ser organismos vivos, estos deben estar en un ambiente adecuado para que puedan realizar sus procesos catabólicos y simbióticos con la vegetación sin mayor inconveniente, es necesario promover un ambiente vigoroso, transformar los residuos de cosecha directamente en el terreno para favorecer el reciclaje de nutrientes para la mejora de las características físico-químicas y microbiológicas del suelo. La aplicación se lo hace de manera foliar como también edáfica, las aspersiones son de 3 a 5 veces durante el desarrollo de la planta, recomendación indispensable de la inoculación es en ambiente fresco y seco de preferencia por las mañanas o en las tardes, ya que por ser organismos vivos no se recomienda realizar en pleno sol del día. Los abonos orgánicos no influye toxicidad y puede aplicarse a cualquier cultivo en cualquier etapa de desarrollo; “La agricultura Orgánica es como la arquitectura de la vida, ella nos permite que

la modifiquemos, la diseñemos y la recreemos de mil maneras para hacerla infinita” (Cordero, 2018).

8.4. Agricultura sustentable

La agricultura sustentable es la fórmula idónea para bajar los niveles de contaminación del planeta y proporcionar una mejor calidad de vida a la población mundial; la creación de huertos con la utilización de bioinsumos y técnicas muchas de ellas ancestrales como la siembra directa, que permite reducir la erosión del suelo y los riesgos de contaminación de los ríos por sedimentación y fertilización, según investigaciones basadas en la experiencia del agricultor, se menciona que la agricultura de conservación disminuye costes e incrementa la producción (Pensis, 2022).

Vatsyayana, (2021), menciona que los suelos albergan el 25% de la biodiversidad biológica, microorganismos que alimentan a la humanidad, protegen del cambio climático y hasta de enfermedades; estos organismos vivos, el 40% desempeñan funciones esenciales relacionados al suelo durante su ciclo biológico para impulsar la producción de alimentos sanos y de calidad nutricional. En el día Mundial del Suelo, la FAO hace un llamado para que los países se integren y se haga una gestión de sostenibilidad de los ecosistemas.

Las técnicas indígenas y ancestrales en conjunto con el conocimiento tecnológico actual, permiten la utilización del suelo con respeto; entre algunos, la rotación y asocio de cultivos, como ejemplo las “tres hermanas”, realizado a nivel mundial, estos cultivos se complementan muy bien, el frijol fija nitrógeno en el suelo, el maíz permite el anclaje para la leguminosa y las calabazas con sus grandes hojas da sombra al suelo previniendo la evaporación y el crecimiento de malezas; mientras que los microorganismos interactúan dentro del estándar permitido ya que no hay alteraciones por la utilización de pesticidas, siendo el factor principal de la degradación del suelo por su mala utilización (Evans, 2019).

8.5. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica no es un invento, cabe recalcar que data de hace miles de años con los antepasados y que en la actualidad la necesidad por tener altos rendimientos a través del tiempo se comenzó a utilizar de forma intensiva e irracional productos agroquímicos y otros que degradan la calidad del producto y el perjuicio de la salud y el entorno (Fernández, 2022).

El mismo autor resalta que los productos y cultivos en la agricultura orgánica es una técnica que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca prevaleciendo el interés por la fertilidad del suelo, la actividad biológica y a minimizar el uso de los recursos no renovables, aunque es una actividad de pequeños agricultores con el crecimiento del mercado se están uniendo los grandes productores creando la competencia en precio y calidad.

La agricultura orgánica o ecológica hace que los cultivos conserven el sabor, olor y color natural, siendo un producto brillante, rico y con resultados promedio de 10-50% más de vitaminas, minerales, antioxidantes y otras sustancias en comparación con los productos industriales resultando beneficioso para fortalecer la inmunidad del sistema de cuerpo humano (Intagri, 2021).

8.6. Soberanía alimentaria

El conglomerado de organizaciones sociales y campesinas no vinculadas desarrollaron un régimen sobre la agricultura, producción y consumo de alimentos considerados como “bienes públicos globales”. El derecho a obtener alimentos apropiados producidos mediante métodos ecológicos y sustentables con estrategias propias sobre los sistemas agroalimentarios desarrollados en varios países de América Latina, entre ellos Ecuador, el *sumak kawsay* (el Buen vivir) es el fortalecimiento de la agricultura campesina, cultivos con aporte nutricional y a bajo costo, garantizando sanidad, inocuidad, libre de químicos así como el derecho y respeto a los recursos ambientales (Waldmueller & Rodríguez, 2015).

8.7. Antecedentes de estudio

-Según (Ramírez & Pérez, 2016), los EM usado en cultivo de rábano al 10% y al 15% tiene muchas ventajas como agentes de control biológico, pues poseen un rápido crecimiento y desarrollo de follaje, a parte produce una gran cantidad de enzimas, inducibles con la presencia de microorganismos fitopatógenos, su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas y hábitat donde los hongos causan enfermedad le permiten ser eficientes agentes de control. Además, su gran variabilidad se constituye en una gran posibilidad de controladores biológicos bajo diferentes sistemas de producción y cultivos.

- Según (Barrios & Avendaño, 2014) los beneficios de EM usados al 5% en hortalizas estimulan el crecimiento porque posee metabolitos que promueve los procesos de desarrollo

en la planta, así como el crecimiento de raíces y pelos absorbentes, mejora la nutrición y absorción del agua, moviliza nutrientes en el suelo para las plantas, lo que ha ocasionado que en el resultado de análisis bromatológico y el análisis de suelo del cultivo tiene incidencia positiva en macro y microelementos, ayudan también a las ramas productivas deteniendo el ataque de plagas y enfermedades al promover el desarrollo sano de la planta.

- (Borges & Escalona, 2012), manifiesta que realizó un análisis en cultivo de rábano, en el tratamiento (testigo) donde analizaron el fruto expandirse a un ritmo más lento conforme se acerca a la época de cosecha, con un aumento de tan solo 7% de su diámetro. Lo cual se ve afectado cuando la planta está enferma o afectada por algún organismo patógeno que esté reduciendo las funciones de absorción de la planta como es el caso de la marchitez la cual daña el sistema radicular ocasionando que la planta no pueda absorber nutrientes, es ahí donde entra la aplicación de EM, en cultivo de rábano con una variabilidad de dosis: 5% -10% - 20% el análisis demostró que EM se encargan de controlar y liberar a la planta de esta amenaza, logrando que esta pueda nutrirse y sobrevivir al ataque de organismos patógenos, también lograr obtener una buena producción y por ende un buen diámetro de frutos. Así demostrándose en la investigación que los EM han permitido que las plantas que presentaban marchitez obtengan buenos frutos con un buen diámetro variando de acuerdo al tratamiento de estudio.

- En un ensayo (Luna & Cabrera , 2022), desde el punto de vista morfológico y fisiológico a campo abierto en el mismo sector de la investigación actual, demostraron que la aplicación de solución con microorganismos eficientes (EM) en dosis de 5% (50 ml) -10% (100 ml) - 15% (150 ml) realizada en época seca se desarrolló sin inconvenientes, aunque no hubo diferencias significativas en producción, la solución con EM en dosis del 15% sobresalió en producción con 585 kg, mientras que el Tratamiento con dosis del 10% ayudó a que la planta tenga mayor altura en follaje con 29, 37 cm y el Tratamiento con solución con EM al 5% ayudó en el desarrollo del bulbo con 3,34 cm, aunque en altura de planta fue el tratamiento con menor nivel, en análisis sensorial fue un cultivo con características de color intenso, olor agradable, crujientes, sin ningún tipo de deformación, destacando que las temperaturas altas del sector provocaron que el tubérculo sea más picoso en cuanto a sabor; se obtuvo cultivos sin incidencia de enfermedades fitopatológicas, la aplicación de la solución con EM por dosis a los cultivos tratados contribuyó al aumento del desarrollo del sistema radicular con mayor cantidad de pelos absorbentes. Cabe destacar que el periodo de producción se dio dentro de 25 días, los factores climáticos influyen en el desarrollo del cultivo sin mayores inconvenientes.

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

9.1. Hipótesis Alternativa = Ha:

La aplicación de microorganismos eficientes (EM) en época lluviosa influyen en la producción de rábano (*Raphanus sativus L.*).

9.2. Hipótesis Nula = Ho:

La aplicación de microorganismos eficientes (EM) en época lluviosa no influyen en la producción de rábano (*Raphanus sativus L.*).

10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

10.1. Ubicación y duración de la investigación

La investigación se desarrolló en el Centro Experimental “Sacha Wiwa”, ubicado en la parroquia Guasaganda del Cantón La Maná de la provincia de Cotopaxi, cuyas coordenadas geográficas son: Latitud 0° 48'00.0" S, Longitud 70°10'01.2" W, con una altitud de 503 m.s.n.m., la duración del ensayo se desarrolló en los meses del periodo académico Abril-Agosto 2023.

10.2. Condiciones agroecológicas

En la tabla 5 se detallan las condiciones del lugar en que se desarrolló la investigación.

Tabla 5. Condiciones agro-meteorológicas del lugar en donde se desarrolló la investigación del cultivo de rábano en época lluviosa, Centro Experimental Sacha Wiwa.

Parámetros	Promedios
Altitud m.s.n.m.	503
Temperatura media anual °C	22
Humedad relativa %	88
Heliofanía horas/luz/año	570
Precipitación, mm/año	2761
Topografía	Regular
Textura	Franco arenoso
Uso de suelo	Agropecuario
Tipo de clima	Húmedo cálido

Fuente: Estación del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología Hacienda San Juan; (2020)

Elaborado por: Cabrera; (2023).

10.3. Tipo de investigación

10.3.1. Experimental

La investigación fue de tipo experimental agrícola, se vio la realidad de trabajar respetando la conservación del ambiente y los recursos naturales, los fenómenos suscitados en el desarrollo morfológico y fisiológico del cultivo de rábano fueron evaluados con variables para comprender, explicar, transformar y solucionar problemas agronómicos en un resultado con garantía alimenticia por tratarse de un producto orgánico.

10.3.2. Documental

Fue de tipo documental, ya que la información vertida y citada de diferentes bibliografías es de fundamentación científica teórica, así como la comparación de los resultados obtenidos con otras investigaciones expuestas en el documento estuvo basada en la revisión de la literatura tales como: tesis de pregrado y postgrado, artículos científicos, entre otros, que mencionan todo lo relacionado al uso de microorganismos eficientes (EM) en cultivos y sus respuestas agronómicas en el desarrollo fisiológico.

10.3.3. De campo

El estudio consistió en el establecimiento de un ensayo de campo, donde los datos obtenidos influyeron directamente en el desarrollo morfológico y la producción del cultivo de rábano a través de la aplicación de dosis de microorganismos eficientes (EM) en época lluviosa con la observación, control y toma de datos semanalmente, siendo establecidas en las unidades experimentales seleccionadas al azar así como la toma de muestras de suelo antes de la siembra y después de cada periodo vegetativo del cultivo de rábano (*Raphanus sativus L.*) para su respectivo análisis.

10.3.4. Analítica

Dentro de la investigación se interpretó los resultados obtenidos de las muestras en campo, así como los análisis enviados a laboratorio para conocer la influencia en macro y microelementos en el suelo de los tratamientos por dosis con EM.

10.4. Materiales y equipos

10.4.1. Material vegetal

10.4.1.1. Semillas

Se utilizó semillas de rábano (*Raphanus sativus*) Crimson Giant, certificadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, periodo de siembra todo el año, siembra directa.

10.4.1.2. Solución con EM (composición orgánica)

El bioinsumo utilizado en la investigación fue de origen orgánico, realizado de forma artesanal con EM, en la tabla 6 se indican las características de la solución.

Tabla 6. Composición química de la solución orgánica con microorganismos eficientes (EM) que se utilizó en la investigación.

%						ppm				
N	P	K	Ca	Mn	S	Bo	Zn	Cu	Fe	Mg
0.4	0.04	0.14	0.56	0.08	0.11	4	5	4	64	8

Elaborado por: Cabrera, (2023).

10.5. Otros materiales y equipos

Los materiales utilizados durante la investigación se detallan en la tabla 8.

Tabla 7. Materiales utilizados durante la investigación.

Materiales	Cantidad	Materiales	Cantidad
Pala	1	Cámara celular	1
Machete	1	Cinta adhesiva	1
Semilla (sobres)	6	Balanza gramera	1
Flexómetro	1	Libreta de campo	1
Balde con capacidad de 10 litros	1		1

Elaborado por: Cabrera (2023)

10.6. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño que se utilizó fue de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, para el análisis se empleó el programa de Excel y para la diferencia estadística se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad ($P < 0,05$) con la ayuda del programa Software InfoStat.

10.7. Tratamientos de estudio

El tratamiento de estudio fue la utilización de la solución con microorganismos eficientes (EM) por dosis establecidas de acuerdo al plan de fertilización aplicable al cultivo, 5% (50ml/L), 10% (100ml/L), 15% (150 ml/L)

Tabla 8. Tratamientos de estudio.

Tratamiento	Solución	Abreviatura
T1 5 %	50ml/L	D1
T2 10 %	100ml/L	D2
T3 15 %	150ml/L	D3
Testigo	Sin aplicación	T0

Elaborado por: Cabrera (2023)

10.7.1. Esquema del experimento

El esquema fue de 20 parcelas experimentales de 1m² cada una, compuesta por 30 plantas (600 unidades experimentales), sembradas a una distancia entre ellas de 15 cm c/u, para la evaluación de las variables se tomó 6 muestras al azar de cada tratamiento y repetición (120 plantas evaluadas).

Tabla 9. Descripción de los Tratamientos en estudio.

Tratamientos	Repeticiones	Nomenclatura	Dosis	Descripción
T1	5	T15%	D1	50 ml Biol + 1 L agua
T2	5	T210%	D2	100 ml Biol + 1 L agua
T3	5	T315%	D3	150 ml Biol + 1 L agua
T4	5	T4 0%	T0	Testigo
Total	Tratamientos 20			

Elaborado por: Cabrera, (2023).

10.7.2. Análisis de varianza

Se aplicó cálculos de ANOVA con grados de libertad que se detalla en la tabla 10.

Tabla 10. Análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	(t-1) 3
Repetición	(r-1) 4
Error Experimental	(t-1)(r-1) 12
Total	(t*r-1) 19

Elaborado por: Cabrera, (2023).

10.8. Variables evaluadas

En la presente investigación se consideró el estudio del crecimiento, desarrollo, producción del cultivo y la composición química del suelo antes y después de cada período de siembra, las cuales se detallan a continuación:

10.8.1. Altura de planta (cm)

La altura de la planta se midió en centímetros con un flexómetro a partir de la base del suelo hasta el ápice de la hoja bandera en posición vertical. El dato se evaluó a 6 plantas al azar, tomando en cuenta el efecto borde. El registro de las variables se anotó en la libreta de campo cada 7 días hasta la cosecha.

10.8.2. Diámetro polar (cm)

En el momento de la cosecha se clasificaron seis plantas al azar y se midió el diámetro polar del bulbo en centímetros con el calibrador Vernier, los datos fueron registrados en la libreta de campo para su posterior análisis.

10.8.3. Diámetro ecuatorial (cm)

El diámetro ecuatorial se midió en centímetros con la ayuda del calibrador Vernier, se tomaron seis plantas al azar en el momento de la cosecha y los datos fueron registrados en la libreta de campo para su posterior análisis.

10.8.4. Peso fresco de producción por cada tratamiento (Kg)

Después de la cosecha con la ayuda de una balanza se pesó en gramos, el total obtenido por cada repetición y el total por cada tratamiento (hojas y Bulbo).

10.8.5. Análisis de macro y micro nutrientes en el suelo

Se tomó submuestras de 200 g de suelo a 20 cm de profundidad por cada repetición y se mezcló para clasificar una muestra definitiva por cada tratamiento con un peso de 1 Kg, se etiquetó y se llevó para análisis de suelo en macro y microelementos a INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue de la ciudad de Quevedo – Ecuador.

10.8.6. Análisis económico.

El análisis económico se realizó en función al rendimiento obtenido en g, estableciendo los ingresos que se obtuvo de acuerdo al precio de venta en el mercado y el costo de cada uno de los tratamientos en estudio en la investigación planteada.

10.8.6.1. Costo beneficio (C/B)

Para el cálculo de costo / beneficio, se tomó en cuenta cada uno de los valores de inversión que se utilizó en la producción de rábano (costos fijos y variables), así como los ingresos obtenidos de acuerdo a la producción reportada, los mismos que fueron identificados para cada uno de los tratamientos. El cálculo se realizó de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$B/C = BN / CT$$

Donde:

B/C = El costo-beneficio o índice neto de rentabilidad

BN = beneficios netos / costo de producción

CT = costos totales

10.9. Manejo de la investigación

10.9.1. Captura de microorganismos

Previo al establecimiento del cultivo se procedió a la captura de microorganismos; se realizó el tradicional método de las trampas a base de sustrato de arroz, se colocó 10 trampas por los alrededores del Centro de Investigaciones Sacha Wiwa, después de 5 días se las retiró del suelo para su posterior clasificación de manera artesanal, luego se hizo un nuevo cultivo en 200 g. de sustrato de arroz con los microorganismos clasificados, se tomó los colores claros entendiéndose según la literatura son los buenos. La muestra obtenida al final se mandó al laboratorio para su respectivo análisis.

10.9.2. Realización de Bioinsumo artesanal (solución con ME)

Una vez identificados los EM, se realizó la solución, en el cual se utilizó 15000 ml de agua, 2 kg de melaza, 300 g de levadura, 750 ml de yogurt natural y los 300 g de EM, se incorporó todos estos elementos y se revolvió para que se fundan, se realizó de forma aeróbica, se tapó y se dejó en reposo en un lugar fresco y oscuro por 30 días, en el intervalo de este tiempo se aéreo semanalmente, al final la mezcla tuvo un pH de 3-4, que se midió con la cinta pH por colores, el aroma fermentado agradable. Cabe destacar que su almacenamiento se realizó en botellas plásticas después de cernir la solución y fueron colocados en un lugar fresco y oscuro.

10.9.3. Toma de muestra de suelo antes de establecer el cultivo

En la parcela asignada se realizó la toma de muestra de suelo para su respectivo análisis antes de establecer el cultivo. Los puntos en zigzag, con una pala se cavó a 20 cm de profundidad por 20 cm de ancho y se tomó submuestras de 200 g. aproximadamente, con un total de 6 ejemplares las cuales se reunieron y se homogeneizaron en un balde para luego separar la muestra definitiva de 1 Kg que fue envasada en una funda plástica transparente y etiquetada para el envío a laboratorio (INIAP) en Quevedo. El objetivo de este análisis fue evaluar el antes y después de cada periodo de siembra del cultivo, saber la variación en macro y microelementos del suelo, en el transcurso de la investigación de acuerdo a los tratamientos expuestos anteriormente

10.9.4. Preparación del área de estudio

En el área de estudio fue de 6 m x 6 m, en la cual se procedió a realizar de forma manual labores culturales agronómicas como limpieza de malezas con machete y a mano, medición con flexómetro de las 20 parcelas de 1 m² de dimensión c/u, se dejó 50 cm de distancia entre cada parcela para las posteriores labores agrícolas y monitoreo respectivo así como también se realizó canales de evacuación alrededor de cada parcela para facilitar el drenaje y evitar el encharcamiento en la zona de cada parcela designada para el cultivo, ya que investigación fue en época lluviosa, para que se distinga de mejor manera se utilizó estacas y piola para la división. Se elaboró 4 bloques con 5 repeticiones, por último se realizó el arado con azadón de cada parcela con el propósito de que las malezas restantes se incorporen y descompongan completamente en el suelo y facilite la aireación, drene con facilidad el agua y favorezca al desarrollo del sistema radicular para la absorción de nutrientes en el crecimiento y

desenvolvimiento fisiológico del cultivo. Para la distinción de cada parcela o tratamiento se utilizó etiquetas hechas con tabla triple con una dimensión de 25 x 15 cm c/u, en las cuales se describió por colores, es así que el Testigo color negro; Tratamiento 5% con rojo, Tratamiento 10% azul y el Tratamiento 15% con verde de acuerdo al esquema que se estableció en la investigación, estas etiquetas fueron sorteadas y clavadas en una tira de madera las cuales se incrustaron en la tierra respectivamente según el tratamiento.

10.9.5. Elaboración de pluviómetro

Por la época lluviosa en el que se realizó la investigación, se vio oportuno y necesario la ubicación de un pluviómetro casero, de esta forma se fue tomando datos de precipitación en el transcurso de cada periodo de producción del cultivo de rábano.

Se utilizó una botella de plástico de 2 litros, un palo como pedestal para ubicar el pluviómetro, se procedió a colocar en el área del cultivo en el que se realizó la investigación. El instrumento elaborado tuvo un diámetro de 5 cm por tanto el área del pluviómetro fue de 78,54 cm².

Los datos de precipitación fueron registrados en una libreta de campo en el transcurso de cada semana a las 8:00 am por cada periodo vegetativo que duró cada ciclo del cultivo de rábano.

10.9.6. Siembra

La siembra se hizo de manera directa y de forma manual, se realizaron pequeños hoyos de 2 cm de profundidad en las cuales se puso 1 semilla por cada uno, se sembró a 15 cm de distancia entre semilla, 5 hileras con seis plantas cada una, con una densidad de 30 semillas por parcela.

10.9.7. Aplicación de solución con microorganismos eficientes (EM)

Las aplicaciones de la solución con microorganismos eficientes (EM) fue desde que se estableció la semilla en el suelo, se realizó aspersiones con una bomba manual pequeña con capacidad de 2 litros, la inoculación fue edáfica y foliar, esta actividad se realizó semanalmente desde la siembra hasta antes de la cosecha, el Tratamiento uno con el 5% fue con dosis de 0.50 ml/L agua, el Tratamiento dos 10% con dosis de 100 ml/L agua y la aplicación del Tratamiento tres con el 15%, la dosis fue de 150 ml/L agua, en la primera semana se aplicó cada dosis en dos litros de agua que se aplicó a las cinco repeticiones, a partir de la segunda semana se aplicó cada dosis en 3 litros de agua así mismo para las cinco repeticiones. En el primer periodo de

siembra se utilizó 4200 ml de solución entre los tres Tratamientos, en el segundo y tercer periodo se utilizó 5150 ml por cada periodo porque el ciclo vegetativo del rábano se prolongó una semana más.

10.9.8. Germinación y desarrollo de los plantines

La germinación y desarrollo del cultivo de rábano se produjo en el transcurso de 18 días, en los tres periodos, tiempo en el cual se desarrollaron las hojas verdades, a partir del cual se procedió a la toma de datos con la variable altura de planta que se evaluó semanalmente hasta la cosecha del cultivo.

10.9.9. Labores culturales

10.9.9.1. Control de malezas

Por ser un cultivo de ciclo corto, las labores agrícolas se realizaron semanalmente, el control de malezas se hizo de forma manual en el interior de cada parcela y con la ayuda de un machete se hizo el deshierbe alrededor de las parcelas.

10.9.9.2. Control fitosanitario y plagas

Con el cultivo ya establecido, cabe destacar que fue a campo abierto, el monitoreo fue constante en los tres periodos, la investigación por ser en la época lluviosa es ideal para crear un ambiente húmedo y facilitar problemas fúngicos, pero, la aplicación de la solución con microorganismos eficientes (EM) y el chequeo constante evitó la incidencia considerable de plagas o enfermedades.

10.9.10. Registro de datos de campo

Los datos se registraron semanalmente en la libreta de campo, el método utilizado fue la observación directa, se procedió a tomar información de acuerdo a las necesidades de campo, se estableció un formato con celdas y filas para anotaciones de las variables establecidas de acuerdo a los tratamientos y repeticiones de estudio en los tres periodos de siembra.

También se registró datos de precipitación que fueron evaluados, analizados y calculados de acuerdo a la fórmula establecida anteriormente en fundamentación científica en el punto

(8.2.3), los datos del cálculo de la precipitación obtenida por cada ciclo vegetativo del rábano fueron parecidos y comparados con Calero N. & Pilatasig M. (2021) con precipitaciones parecidas.

10.9.11. Cosecha

La cosecha se realizó manualmente, se procedió a la extracción total de la planta, se hizo atados con piola por tratamiento y repetición y posteriormente se enjuago con agua para quitar el exceso de tierra, luego se tomó datos de diámetro del bulbo y peso por cada uno de los tratamientos. La cosecha en el primer periodo se realizó a los 35 días, el segundo y tercer periodo se hizo a los 42 días.

10.9.12. Toma de muestras de suelo después de la cosecha

La actividad se realizó por cada dosis de tratamiento, se recogió submuestras, se homogeneizaron mezclando en un balde para luego tomar un kilo de muestra definitiva por cada tratamiento para llevar a laboratorio, como en el primer proceso DAS, también se etiquetó para distinguirlas. Finalmente se llevó por cada periodo de siembra, después de la cosecha, 4 muestras de suelo, Muestra 1 (Testigo), muestra 2 (5%), muestra 3 (10%) y muestra 3 (15%) al laboratorio del INIAP Pichiligue del cantón Quevedo.

Se destaca que las actividades mencionadas, el proceso fue el mismo en los tres periodos de siembra y cosecha.

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Altura de planta (cm)

En la tabla 11, respecto al primer periodo de siembra se observa que el desarrollo de la planta a los 35 días con la dosis de aplicación del 15% dio una diferencia significativa con altura máxima de 22.6 cm, Álvarez (2011) menciona que a los 35 días con aplicaciones de 5% obtuvo una altura de 36,3 cm, mientras que Olmos (2018) a los 42 días obtuvo una altura de 32,4 cm.

Tabla 11. Altura de planta, primer periodo de siembra.

Tratamientos	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días
Testigo	7.20 a	9.00 a	9.50 c	13.00 b	14.80 c
5% ME	7.60 a	9.40 a	12.60 ab	14.60 ab	17.60 b
10% ME	7.80 a	8.70 a	12.40 b	14.40 ab	16.80 bc
15% ME	8.20 a	10.80 a	14.80 a	17.20 a	22.60 a
CV (%)	15.41	12.47	9.59	10.14	8.01

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 12, al analizar los resultados del segundo periodo, aunque no hubo diferencias significativas, se observó que a los 35 días el Tratamiento con la aplicación del 5% tuvo mayor altura en el desarrollo de la planta con 19.50 cm y a los 42 días 20.80 cm.

Tabla 12. Altura de planta, segundo periodo de siembra.

Tratamientos	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días
Testigo	6.32 a	8.86 a	11.00 a	14.20 a	17.60 a	18.40 a
5% ME	7.40 a	9.30 a	11.60 a	15.60 a	19.50 a	20.80 a
10% ME	7.66 a	8.76 a	11.40 a	16.00 a	19.40 a	20.30 a
15% ME	7.32 a	9.00 a	12.00 a	16.30 a	18.00 a	19.10 a
CV (%)	12.47	8.15	12.14	19.77	18.17	15.79

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 13, en el tercer periodo de siembra se determinó que a los 35 días el Tratamiento con la aplicación del 5% dio el dato más alto con 16.40 cm y a los 42 días alcanza la altura máxima de 19.60 con una diferencia significativa en relación al resto de tratamientos y se pudo establecer que la dosis con el 5% influyó en altura de planta.

Tabla 13. Altura de planta, tercer periodo de siembra.

Tratamientos	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días
Testigo	5.80 a	7.30 a	8.20 a	8.70 b	9.20 b	12.00 b
5% ME	6.00 a	8.60 a	11.00 a	14.20 a	16.40 a	19.60 a
10% ME	6.70 a	8.00 a	10.40 a	10.70 ab	11.20 b	13.80 b
15% ME	6.20 a	7.50 a	9.80 a	9.80 b	11.80 b	13.40 b
CV (%)	17.92	12.38	19.98	18.25	14.09	14.89

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La investigación se realizó en época lluviosa, a pesar de las altas temperaturas acompañada de excesivas precipitaciones, la aplicación de EM en diferentes dosis ayudó a evitar problemas fúngicos, Ramírez & Pérez (2016), indican que la aplicación de microorganismos en dosis de 10% y 15% son un excelente agente biocontrolador y también ayuda a que la planta tolere

condiciones extremas, Morales (2022), por su parte menciona que EM al encontrarse en ambientes no adecuados se paralizan quedando en latencia hasta que mejore el clima, y que el proceso de adaptación microorganismo-planta-suelo ocurre en el periodo de 12 horas. Rivera (2021) dice que el éxito de la utilización de EM está en el uso constantes y que la utilización al 5% ayuda al sistema radicular y a expandir los pelos absorbentes para atrapar mayor cantidad de nutrientes que ayuda al proceso fisiológico de la planta. Oblitas (2019), destaca que con la aplicación del 5%, la mayor altura que tuvo fue de 41,38 cm.

11.2. Diámetro ecuatorial (cm)

En la tabla 14, el análisis para la variable de diámetro de bulbo, se detalló por los tres periodos de siembra, destacando como se pudo observar diferencia significativa en el Tratamiento con la aplicación del 5% con un diámetro en el primer periodo de siembra de 2.44 cm, 3.33 cm en el 2do periodo y 2.24 cm en el 3er periodo con referencia al resto de tratamientos, Álvarez (2011) menciona que el diámetro ecuatorial de bulbo en su investigación tuvo 3.9 cm con la aplicación de EM al 5%.

Tabla 14. Diámetro ecuatorial de los tres periodos de siembra

Tratamientos	1ra. siembra	2da. siembra	3ra. siembra
Testigo	0.92 c	1.44 b	0.44 c
5% ME	2.44 a	3.33 a	2.24 a
10% ME	1.70 b	0.91 b	0.82 b
15% ME	1.12 c	0.71 b	0.72 b
CV (%)	11.30	43.93	12.63

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

11.3. Diámetro polar (cm)

En la tabla 15, el análisis se hizo por los tres periodos de siembra, aunque en el primero y segundo no hay diferencias estadísticas, en el tercer periodo si lo hay, la aplicación de solución con EM al 5% se destacó con el menor diámetro polar de 2.32.

Tabla 15. Diámetro ecuatorial de los tres periodos de siembra.

Tratamientos	1ra. siembra	2da. siembra	3ra. siembra
Testigo	2.84 a	3.70 a	3.56 a
5% ME	3.46 a	2.90 a	2.32 b
10% ME	3.40 a	3.51 a	3.30 a
15% ME	3.50 a	3.68 a	3.32 a
CV (%)	17.35	21.22	15.07

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El diámetro ecuatorial y polar con la inoculación de la solución con EM al 5% se destaca en los tres periodos de siembra, se evidencia el desarrollo parejo del bulbo, seguido del Tratamiento 10% y el Tratamiento 15% pero solo en el primer periodo ya que en este fue el inicio de las precipitaciones fuertes pero no continuas, Moreno (2009) hace mención que después de una lluvia o riego el potencial hídrico se estabiliza después de 24 a 48 horas; Colima (2018) manifiesta que las lluvias excesivas deforman el bulbo y las cosechas son esporádicas pero con la aplicación de EM al 5% ayuda al desarrollo fisiológico de la planta.

11.4. Peso por cada tratamiento (Kg)

En la tabla 16, se evaluó en general los tres periodos de siembra, el análisis mostró que el Tratamiento con la aplicación del 5% resalta en los tres periodos dando como resultado diferencia significativa.

Tabla 16. Resultado del coeficiente de varianza del peso por cada tratamiento (Kg).

Tratamientos	1ra. siembra	2da. siembra	3ra. siembra
Testigo	0.18 b	0.34 b	0.17 b
5% ME	0.89 a	0.6 a	0.66 a
10% ME	0.28 a	0.5 a b	0.23 b
15% ME	0.27 a	0.34 b	0.25 b
CV (%)	31.01	27.2	25.22

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el Tratamiento 5% la diferencia es significativa, la solución con EM influyó en el desarrollo del bulbo, obteniendo valores altos de producción en los tres periodos, Sotelo (2015) aclara que la inoculación de EM al 5% en hortalizas de ciclo corto es promisorio para obtener mejores resultados en cuanto a producción. Alarcón (2020) menciona que la inoculación al 5% de microorganismos con intervalos de 15 días tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de hortalizas.

Según (Colima, 2018) menciona que el exceso de humedad contribuye el incremento de plagas y propagación de enfermedades presentándose principalmente en cultivos a cielo abierto, lo cual discrepo por cuanto en los tres ciclos vegetativos no hubo incidencia de ningún tipo de fitopatología; pero si coincido con lo que menciona (Alm, 2020) las precipitaciones altas altera la fisiología de los cultivos convirtiéndose en cosechas esporádicas y prolongando desarrollo.

11.5. Análisis de suelo días antes de siembra (DAS)

En la tabla 17, se muestran los resultados de los análisis de suelo que se realizó antes de establecer el cultivo. El suelo tuvo una textura franco, los valores que se muestra de forma general en macro y micro elementos son bajos a excepción de Cu y Fe con valores altos de 4.9 ppm y 209 ppm respectivamente, con un pH ácido y con rango Medio de 3.9 % en cuanto a materia orgánica.

Tabla 17. Resultados de análisis de suelo antes de establecer el cultivo de rábano (*Raphanus sativus L.*)

Parámetros	Unidades	Resultado	Referencia	Comparativo		
				Bajo	Medio	Alto
pH		5.0 Ac.	Bajo	4 - 6.5	6.6 - 7.3	7.3
MO	(%)	3.9	Medio	< 3	3.0 - 5.0	> 5.0
NH ₄	ppm	11	Bajo	< 21	21 - 40	> 40
P	ppm	3	Bajo	< 8	8 - 14	> 14
S	ppm	6	Bajo	< 4	4 - 19	> 19
K	meq/100ml	0.13	Bajo	< 0.2	0.20 - 0.38	> 0.38
Ca	meq/100ml	1	Bajo	< 5.1	5.1 - 8.9	> 8.9
Mg	meq/100ml	0.6	Bajo	< 1.7	1.7 - 23	> 2.3
Zn	ppm	0.8	Bajo	< 3.1	3.1 - 7.0	> 7.0
Cu	ppm	4,9	Alto	< 1.1	1.1 - 4.0	> 4.0
Fe	ppm	209	Alto	< 20	20 - 40	> 40
Mn	ppm	1.8	Bajo	< 5.1	5.1 - 15	< 15
B	ppm	0.65	Medio	< 0.2	0.20 - 0.49	< 0.49
Suelo	textura	Franco				

Fuente: INIAP Estación Experimental Pichiligue 2023

Elaborado por: Cabrera (2023).

11.5.1. Análisis de suelo después de cada periodo vegetativos del rábano

En la tabla 18, se observa el análisis de los resultados de suelo que se realizó después del primer ciclo vegetativo, las variaciones en el pH y MO son de consideración, la aplicación de la solución con ME por dosis influyó en los suelos tratados. Se destaca que los pH alcanzados están dentro del rango permitido para el desarrollo fisiológico del rábano que debe estar entre 5.5 – 6.8 según Flores (2014). En cuanto a MO según Guntiñas (2019), destaca que las altas temperaturas de hasta 25 °C aceleran la descomposición de desechos orgánicos así como la aireación y estructura del suelo. Respecto a macroelementos la mayoría aunque han incrementado siguen en rango Bajo, mientras que en la aplicación de la solución con microorganismos eficientes (EM) en el Tratamiento del 15% el S subió de 6 ppm a 12 ppm,

este dato hace mención según (Agropinos, 2021) dice que las precipitaciones provocan el incremento de acidez en bajas concentraciones en el suelo.

En microelementos se destaca que la aplicación de la solución con EM por dosis aportó considerablemente aunque siguen en rango Bajo, la acidez del suelo en época lluviosa insidió para que el elemento Cu suba a un valor con rango Alto en los suelos tratados. La aplicación de la solución con EM influyó en la composición química del suelo tanto en macro como en microelementos, por tanto se aprueba la hipótesis de que las lluvias influyen en la producción de rábano.

Tabla 18. Resultados de análisis de suelo después del primer ciclo del periodo vegetativo del cultivo de rábano.

Parámetros	Unidades	5%	10%	15%
pH		5.5 Ac RC	5,7 Me Ac	6.5 LAc
MO	(%)	4.5 M	4.6 M	5.0 A
NH ₄	ppm	14 B	13 B	12 B
P	ppm	4 B	5 B	6 B
S	ppm	9 B	8 B	12 M
K	meq/100ml	0.14 B	0.14 B	0.11 B
Ca	meq/100ml	6 M	7 M	9.0 A
Mg	meq/100ml	0.9 B	0.8 B	0.7 B
Zn	ppm	1.9 B	1.9 B	1.0 B
Cu	ppm	8.2.A	6.6 A	6.2 A
Fe	ppm	282 A	267 A	202 A
Mn	ppm	4.0 B	4.4 B	3.0 B
B	ppm	0.43 B	0.38 B	0.46 B

Fuente: INIAP Estación Experimental Pichiligüe 2023

Elaborado por: Cabrera (2023).

En la tabla 19, los resultados del análisis de suelo después del segundo periodo del cultivo muestran que la acidez y la MO tuvieron un incremento en el Tratamiento 5%, mientras que los Tratamientos con el 10% y 15% bajaron.

La época lluviosa y las temperaturas contribuyeron a la aceleración de la descomposición orgánica así como a la disponibilidad de elementos en el suelo. La aplicación de la solución con microorganismos eficientes (EM) en los suelos tratados aportó al control fitosanitario, en ninguno de los periodos hubo incidencia de problemas fúngicos ni plagas.

Tabla 19. Análisis de suelo después del segundo periodo de siembra del rábano (*Raphanus sativus L.*)

Parámetros	Unidades	5%	10%	15%
pH		5.9 MeAc	5,5 Ac	5.8 MeAc
MO	(%)	4.6 M	4.4 M	4.9M
NH ₄	ppm	13 B	25 M	10 B
P	ppm	5 B	4 B	7 B
S	ppm	24 A	17 M	15 M
K	meq/100ml	0,14 B	0,10 B	0,12 B
Ca	meq/100ml	7.0 M	4,00 B	12 A
Mg	meq/100ml	1.3 M	1.1 M	1.2 M
Zn	ppm	2.2 M	1.5 B	1.8 B
Cu	ppm	5.4 A	5.4 A	4.8 A
Fe	ppm	250 A	242 A	247 A
Mn	ppm	2.5 B	2.1 B	2.2 B
B	ppm	0.35 B	0.34 B	0.35 B

Fuente: INIAP Estación Experimental Pichiligue 2023

Elaborado por: Cabrera (2023).

En la tabla 20, se visualiza el análisis después del tercer periodo del ciclo vegetativo del rábano, se indica que el pH en el Tratamiento con la aplicación de la solución con microorganismos eficientes (EM) al 5% quedó en 6.10 Ligeramente ácido, y la MO en rango alto (A) con 4.6 %, en macroelementos la aplicación de la solución con microorganismos eficientes (EM) del 10% y con la aplicación del 15% ayudo en el incremento de su valor, quedando en un rango Medio (M).

Tabla 20. Resultado del análisis del suelo después del tercer periodo de siembra de rábano (*Raphanus sativus L.*)

Parámetros	Unidades	5%	10%	15%
pH		6,10 Lac	5,50 Ac Rc	5,80 Me Ac
MO	(%)	5.0 A	4.7 M	4.8 M
NH ₄	ppm	16 B	20 M	15 B
P	ppm	10 M	10 M	11 M
S	ppm	29 A	26 A	11 M
K	meq/100ml	0.15 B	0.16 B	0.13 B
Ca	meq/100ml	12 A	9 M	8 M
Mg	meq/100ml	0,90 B	0,80 B	0,80 B
Zn	ppm	1,50 B	0,90 B	1,20 B
Cu	ppm	4,8 A	5,20 A	4 M
Fe	ppm	244 A	245 A	242 A
Mn	ppm	3,20 B	2,50 B	2,40 B
B	ppm	0,34 B	0,35 B	0,32 B

Fuente: INIAP Estación Experimental Pichiligue 2023

Elaborado por: Cabrera (2023).

Como se mencionó anteriormente los pH obtenidos durante la investigación son rangos aptos para el cultivo de rábano, la aplicación de la solución con EM en los suelos tratados influyó, se inició con rangos bajos (B) y durante la investigación variaron. Según Williamson & Clemson (2016) manifiesta que todos los elementos son necesarios para el desarrollo de la planta, pero el aporte de macronutrientes debe ser en grandes cantidades dependiendo del tipo de cultivo, y, los micro elementos debe ser en mínimas cantidades ya que son fáciles de corregir aunque no por eso son menos importantes que los demás elementos, las lluvias provocan la lixiviación de nutrientes como el Ca y el Mg y son reemplazados por elementos ácidos como el Al y el Fe, por esta razón que los suelos en época lluviosa son más ácidos que los de época seca según manifiesta los autores antes mencionados.

Tabla 21. Resultado del análisis de suelo después del tercer periodo de siembra de rábano (*Raphanus sativus L.*).

Parámetros	Unidades	5%	10%	15%
pH		6,10 Lac	5,50 Ac Rc	5,80 Me Ac
MO	(%)	5.0 A	4.7 M	4.8 M
NH ₄	ppm	16 B	20 M	15 B
P	ppm	10 M	10 M	11 M
S	ppm	29 A	26 A	11 M
K	meq/100ml	0.15 B	0.16 B	0.13 B
Ca	meq/100ml	12 A	9 M	8 M
Mg	meq/100ml	0,90 B	0,80 B	0,80 B
Zn	ppm	1,50 B	0,90 B	1,20 B
Cu	ppm	4,8 A	5,20 A	4 M
Fe	ppm	244 A	245 A	242 A
Mn	ppm	3,20 B	2,50 B	2,40 B
B	ppm	0,34 B	0,35 B	0,32 B

Fuente: INIAP Estación Experimental Pichiligue 2023

Elaborado por: Cabrera (2023).

11.6. Análisis económico

En la tabla 22, se visualiza el análisis económico, los gastos en la elaboración de la solución con Microorganismos eficientes (EM) por cada tratamiento fueron diferentes, así como también el ingreso que se obtuvo de la cosecha de rábano por los tres periodos de siembra. Se observa que el Tratamiento con la aplicación de la solución con EM al 5% tuvo un ingreso por venta de USD 29.70 a comparación del resto de tratamientos que no reportaron utilidad.

De acuerdo a la tabla 22 se evidencia la relación beneficio / costo que tuvo con la aplicación de la solución con EM con el Tratamiento 5%, reportó un ingreso mayor que los costos, el resultado del cálculo dio mayor que 1, esto significa que se recuperó y se obtuvo una ganancia extra de 0.22 centavos de dólar por cada dólar de inversión.

Tabla 22. Análisis económico de la producción de rábano (*Raphanus sativus L.*) por cada tratamiento y la relación Costo/Beneficio

Costos	T 0%	T 5%	T 10%	T 15%
Solución	0.00	2.71	5.45	8.14
Semilla	1.50	1.50	1.50	1.50
Mano de Obra	2.50	2.5	2.50	2.50
Cosecha	2.50	2.5	2.50	2.50
TOTAL USD	6.5	9.21	11.95	14.64
Ingresos				
Producción Kg/Tratamiento	3.45	13.5	5.03	4.28
Precio de venta (kg)	1.65	2.2	2.2	2.2
Ingreso por venta USD	5.7	29.7	11.1	9.42
Utilidad o pérdida	-14.3	20.49	-0.85	-5.15
Relación B/C	-0.29	0.22	-0.92	-0.64

Elaborado por: Cabrera, (2023)

12. IMPACTOS

12.1. Técnico

La presente investigación evaluó la utilización de una solución con EM elaborada artesanalmente como alternativa para trabajar con la técnica de una agricultura orgánica con la utilización de materia prima disponible en el entorno y a bajo precio. Se ha generado información sobre el beneficio de la técnica de la utilización de microorganismos eficientes que ayudan a la estructura de suelo, volviéndose más aptos.

12.2. Ambientales

La utilización de bioinsumos aplicable a las plantas o al suelo radica en la facilidad que otorgan los microorganismos eficientes (EM) como descomponedores, controladores de enfermedades fúngicas y estimuladores, mejorando la flora y fauna del suelo y disponiendo que los cultivos

absorban nutrientes con mayor facilidad sin estrés abiótico y biótico, en armonía con la naturaleza y en bien de los seres vivos.

12.3. Social

En cuanto a impacto social, se dará a conocer lo beneficioso que será la utilización de bioinsumos en la agricultura por inocuidad para el entorno, no tienen restricción ni afección en la salud lo cual es beneficioso para los agricultores y su familia con la obtención de productos orgánicos.

12.4. Económico

El uso de bioinsumos de preparación propia son indudablemente económicos, más aún tienen la garantía de que se está trabajando con EM propios de la zona y que su adaptación y proliferación es de utilidad tanto para el suelo como para la vegetación cultivada.

13. PRESUPUESTO UTILIZADO EN EL PROYECTO

Tabla 23. Presupuesto utilizado en la investigación

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Análisis de suelo	análisis	13	30.00	390.00
Análisis de EM	análisis	2	75.00	150.00
Semilla	sobres	6	1.50	9.00
Material para captura de microorganismos	muestras	10	0.20	2.00
Etiquetas para parcelas	unidades	20	0.25	5.00
Material para preparación de bioinsumo	unidad	1	3.00	3.00
Material de oficina	unidad	1	50.00	50.00
Labores agronómicas	jornal	20	15.00	300
Calibrador manual	unidad	1	1.50	1.50
Balanza gramera	unidad	1	15.00	15.00
Herramientas	unidad	1	35.00	35.00
TOTAL:				900.50

Elaborado por: Cabrera; (2023).

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

Se concluyó que el análisis de los tres períodos del cultivo de rábano en cuanto a altura de planta, hubo variaciones estadísticas no significativas, aunque en el primer periodo de siembra la aplicación de solución con EM con la dosis del 15% obtuvo el dato más alto y en el periodo dos y tres se destaca el Tratamiento con la dosis del 5%.

La época lluviosa en la que se desarrolló la investigación influyó en la producción del rábano, en el segundo y tercer periodo de desarrollo fisiológico del cultivo, las precipitaciones extremas acompañado de altas temperaturas evitaron que el bulbo se desarrolle adecuadamente en los Tratamientos 10% y 15%, aunque la aplicación con el 5% tuvo valores determinantes.

Con la aplicación del Tratamiento 5% influyó para obtener producción en relación al Tratamiento 10% y 15%, obteniendo una relación C/B de 0.05 aceptable según la estadística evaluada.

En cuanto al análisis del suelo, se inició con un pH 5.0 bajos que en el transcurso de la investigación subió en los suelos tratados con la solución con EM, de destaca que estos valores del pH, están dentro de los rangos óptimos para el cultivo de rábano, se puede especular que la época lluviosa influyó negativamente en la producción ya que la investigación fue a campo abierto y la solución con EM en 5%, 10%, 15%, a pesar de la excesiva humedad ayudaron al desarrollo foliar sin incidencia de plagas y enfermedades.

Sobre las hipótesis planteadas, se puede decir que la aplicación de EM en época lluviosa influyeron en la producción de rábano (*Raphanus sativus L.*) con la aplicación de solución con microorganismos con el Tratamiento del 5%, el exceso de humedad no perjudico con la incidencia de problemas fitosanitarios, ayudó al desarrollo del bulbo a pesar las precipitaciones que hubo en la investigación planteada.

14.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar la réplica de este trabajo investigativo bajo cubierta o en época seca y analizar las hipótesis expuestas para mejorar los resultados en cuanto a desarrollo fisiológico y producción del cultivo de *Raphanus sativus*.

Se recomienda la elaboración y utilización de insumos orgánicos con la aplicación de EM son de gran ayuda en la agricultura para tener acceso a alimentos nutritivos y saludables, se debe fomentar lo que significa el Buen Vivir, enseñar a reciclar y reusar los desechos orgánicos para reducir poco a poco los GEI y contribuir a un entorno amigable y sustentable.

Incentivar en el agricultor la costumbre de la utilización de técnicas sostenibles para mitigar poco a poco los daños expuestos a la naturaleza y salud humana con la mala e indiscriminada utilización de químicos.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Adamchak, R. (6 de Octubre de 2022). *Historia, regulación y métodos de la agricultura orgánica*. Obtenido de Enciclopedia Británica: <https://www.britannica.com/topic/organic-farming>
- Agearth. (17 de febrero de 2021). *Trichoderma: Un hongo cosmopolita*. Obtenido de Asociación de Graduados de Earth Ecuador: <https://www.agearthecuador.org/wp2020/2021/02/17/trichoderma-un-hongo-cosmopolita/>
- AgriKnowledge. (18 de noviembre de 2018). *Use of Biological Fungal Agents Trichoderma Species in Crop Management*. Obtenido de Agri Knowledge Blogs /, BigHaat: <https://www.bighaat.com/blogs/kb/use-of-biological-fungal-agent-trichoderma-species-in-crop-management>
- AGRIPAC. (2021). *Rábano, huerto familiar, semillas de calidad*. Obtenido de Agripac, S.A. Ecuador: <https://agripac.com.ec/productos/rabano/>
- Agrocontrol. (enero de 2020). *Harzian, Trichoderma harzianum*. Obtenido de Agrocontrol, insumos organicos Ecuador 100% natural: <https://www.organikcrops.com/wp-content/uploads/2020/07/FICHA-T%C3%89CNICA-HARZIAN%C2%AE.pdf>
- AgroKrebs. (20 de octubre de 2020). Carta tecnológica para el cultivo de rábano. *Guía para el cultivo de rábano*. Obtenido de <https://www.agrokrebs.mx/>
- Agropinos. (13 de septiembre de 2021). *Agua de lluvia para la Plantas ¿Qué beneficios aporta?* Obtenido de AGROPINOS, Colombia: <https://www.agropinos.com/blog/agua-de-lluvia-paralaplantas#:~:text=La%20importancia%20de%20la%20lluvia,crecer%20m%C3%A1s%20sana%20y%20fuerte.>
- Alltech. (2021). *Lluvias intensas sobre los cultivos: cómo proteger los cultivos y los suelos*. Obtenido de IdeAgro and Alltech, company: <https://www.alltech.com/es-es/press-release/lluvias-intensas-sobre-los-cultivos-como-proteger-los-cultivos-y-los-suelos>
- Alm, M. (2020). *Ventajas y desventajas de cultivar en invierno*. Obtenido de Jardinera, Argentina: <https://www.jardineraon.com/ventajas-y-desventajas-de-cultivar-en-invierno.html>

- Álvarez, G. (enero de 2023). *Cuando es el mejor momento para cosechar rabanito y mas trucos*.
Obtenido de @cosasdeljardin: http://www.cosasdeljardin.com/p/blog--page_21.html
- Álvarez, J. (2023). *¿Qué son las micorrizas y por qué son tan importantes en los ecosistemas?*
Obtenido de Promesa, Ecología Promotora de un Mejor Entorno Social y Ambiental, México: <https://www.grupopromesa.mx/blog/que-son-las-micorrizas-y-por-que-son-tan-importantes-en-los-ecosistemas/>
- Anel. (7 de junio de 2019). *Cómo Reproducir Trichoderma [Métodos Caseros y De Laboratorio]*.
Obtenido de EstoEsAgricultura Toledo- España: <https://estoesagricultura.com/como-reproducir-el-hongo-trichoderma/>
- Armengol, J. (3 de noviembre de 2021). *Econoticias, el periódico verde, España*. Obtenido de Brevísima historia de la agricultura ecológica: https://www.ecoticias.com/alimentos-ecologicos/212169_breve-historia-agricultura-ecologica
- Barrios, M., Borges, J., Cháve, A., & Avendaño, R. (2014). Efecto de la fertilización foliar con humus líquido de lombriz durante el aviveramiento de la morera (*Morus alba* L.). *Bioagro*, vol.26 no.3 Barquisimeto , 159-164. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612014000300004
- Borges, B., Barrios, M., & Escalona, O. (2012). Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre variables agroproductivas y composición química del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). *Zootecnia Tropical*, vol.30 no.1, 017-026. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-72692012000100003&script=sci_arttext
- Cano, M. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en las plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 14 (2): 15 - 31, <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a03.pdf>.
- Chiriboga, H. (2015). *Trichoderma* spp. para el control biológico de enfermedades. *IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, OEA*, 28. Obtenido de TRICHODERMA SPP. PARA EL CONTROL BIOLOGICO DE ENFERMEDADES: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2647/BVE17038725e.pdf;jsessionid=8719D721389788DCC929EA511A911A91?sequence=1>

- Colima. (16 de mayo de 2018). *No permitas que las lluvias dañen tus cultivos*. Obtenido de Representación Agricultura México: <https://www.gob.mx/agricultura%7Ccolima/articulos/no-permitas-que-las-lluvias-danen-tus-cultivos-157302>
- Cordero, I. (2018). *Manejo integral de los Recursos Naturales*. Obtenido de Jatun Sacha VCDI-UNOIDC, Bolicia-La Paz: https://www.unodc.org/documents/bolivia/DI_Hagamos_nuestro_biol.pdf
- Craviotti, C. (29 de abril de 2015). *Agricultura familiar en Latinoamérica*. (E. Ciccus, Editor) Obtenido de Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnología de Argentina: <https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25f/agora/files/fa-agora-2014-martinez.pdf>
- Crespo, C. (31 de enero de 2018). *Fertilización y necesidades de nutrientes de los cultivos hortícolas*. Obtenido de Agro.Fórum.pe: <https://www.agroforum.pe/agro-noticias/fertilizacion-y-necesidades-de-nutrientes-de-cultivos-hortícolas-12984/>
- De Marchese, M., & Filippone, M. (2018). Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Agronomía Noreste de Argentina, Universidad Nacional de Tucuman*. Obtenido de Rev. Agron. Noroeste Argent. (2018) 38 (1): 9-21 ISSN 0080-2069 (impresa) ISSN 2314-369X (en línea): https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/92661/CONICET_Digital_Nro.ee07db96-c339-4b9d-a335-62213099a55c_.pdf?d=y
- DelCastillo, A. (14 de julio de 2018). *El Diario Montañés*. Obtenido de Importancia del rábano: <https://www.eldiariomontanes.es/cantabria-mesa/rabanos-20180713225346-ntvo.html>
- ElTiempo. (7 de noviembre de 2022). Conozca el valor nutricional del Rábano. *Tendencias el Tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/vida/tendencias/el-valor-nutricional-del-rabano-715603>
- Emprotec. (2020). *EM Producción y Tecnología S,A (EMPROTEC)*. Obtenido de Guía de la Tecnología de EM: <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Boletin%20Tecnologia%20%20EM.pdf>
- Eosda. (2020). *Guía de manejo de cultivos*. Obtenido de EOSDA Crop Monitoring: <https://eos.com/es/blog/agricultura-sostenible/>

- Escalona, M. (Febrero de 2021). *Mexico, UV*. Obtenido de Microorganismos efectivos: su extracción y uso.: <https://www.uv.mx/personal/asuarez/files/2011/02/Microorganismos-efectivos.pdf>
- Espac. (2020). Tabulados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua.
- Evans, M. (26 de Agosto de 2019). *7 técnicas indígenas y ancestrales para recuperar los paisajes de hoy*. Obtenido de Global Landscapes Forum: <https://news.globallandscapesforum.org/es/38365/7-tecnicas-indigenas-y-ancestrales-para-recuperar-los-paisajes-de-hoy/>
- FAO. (4 de diciembre de 2015). *Los suelos están en peligro, pero la degradación puede revertirse*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/news/story/es/item/357165/icode/>
- Fernández, A. (mayo de 2022). *Todo lo que debes saber de la agricultura orgánica*. Obtenido de CEUPE, Centro Europeo de Posgrado: <https://www.ceupe.com/blog/todo-lo-que-debes-saber-de-la-agricultura-organica.html#:~:text=Los%20productos%20de%20agricultura%20org%C3%A1nica,y%20amenazan%20el%20medio%20ambiente.>
- Flores, M. (19 de enero de 2014). *Raphanus sativus (Rábano), Forrajicultura*. Obtenido de UTA, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia: <https://es.slideshare.net/majofsdcraphanus-sativus-rbano>
- Florián, A. (2021). *Microorganismos eficientes*. Obtenido de Fertilizantes Orgánicos SAC, Peru: <https://www.fosacperu.com/microorganismos-eficientes/>
- Fontalvo, J. (7 de julio de 2021). *Cultivo de rábano, Raphanus sativus, Familia: Brassicaceae*. Obtenido de Proyecto COV-AID: “Materiales didácticos para el fortalecimiento de la agricultura urbana en Xalapa y su zona metropolitana”, MEXICO: <https://www.uv.mx/hab/files/2021/10/Cultivo-de-Rabano.pdf>
- García, D. (2017). *Fenología de los cultivos en un período*. Informativo, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Tecnología Nacional de México. Recuperado el 9 de febrero de 2017, de <https://es.slideshare.net/DiegoLucasGarcia/fenologia-de-los-cultivos-rabano-lechuga-cilantro-y-calabaza>

- García, H., Martínez, Ä., Hermosa, M., Monte, E., Aguilar, C., & González, C. (enero de 2017). Caracterización morfológica y molecular de cepas nativas de *Trichoderma* y su potencial de biocontrol sobre *Phytophthora infestans*. *Revista mexicana de fitopatología*.
- Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092017000100058#:~:text=Las%20cepas%20de%20Trichoderma%20se,la%20pigmentaci%C3%B3n%20de%20las%20conidias.
- García, J., & Gonzáles, M. (2021). *Bioproductos estimulantes de crecimiento en semillero y vivero de café (Coffea arabica L.) en la finca Chelol Jinotepe-Carazo*. Managua-Nicaragua: Universidad nacional Agraria. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/4393/1/tnf62g216.pdf>
- Gomez, F. (2021). *Evaluación de rendimiento de 4 variedades de rábano (Raphanus sativus L.) en el*. Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica, Machala.
- Granda, R. (Machala de 2020). Comportamiento Morfo-Agroproductivo de diferentes cultivos de frejol común (*Phaseolus vulgaris*). 9-88.
- Gutiérrez, J. (octubre de 2016). *La importancia de la investigación en la agronomía*. Obtenido de UAEM, México: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/63068/secme-3276.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, F. (17 de abril de 2020). *Tipos de rábanos que puedes encontrar en los mercados*. Recuperado el 28 de junio de 2023, de Gourmet de México: <https://gourmetdemexico.com.mx/gourmet/cultura/tipos-de-rabanos-que-puedes-encontrar-en-los-mercados/>
- Herrera, A. (julio de 2021). *El valor de los microorganismos en el suelo*. Obtenido de DISAGRO - Guatemala: <https://www.disagro.com/el-valor-de-los-microorganismos-en-el-suelo>
- Ibáñez, J. (2 de marzo de 2021). *Blogs de Madrid*. Obtenido de Microorganismos Eficientes o Efectivos (EM) y Rehabilitación de Suelos: <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/03/02/137556>

- INEC. (junio de 2022). *Módulo de Información ambiental y tecnificación agropecuaria*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Ecuador: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_ESPAC_2021/PRINC_RESUL_MODAL_AGROTEC_2021_19_04%20vf.pdf
- Intagri. (2021). *Los Biofertilizantes en la Agricultura*. Obtenido de Intagri S.C. México: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>
- Ivanchuk, N. (24 de marzo de 2023). *Agrometeorología: La Precisión Es La Clave Del Éxito*. Obtenido de EOS Data Analytics: <https://eos.com/es/blog/agrometeorologia-y-tiempo-agricultura/>
- Izquierdo, J. (2017). *Contaminación de los suelos agrícolas provocado por el uso de agroquímicos*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca, Ingeniería Ambiental: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14712/1/UPS-CT007228.pdf>
- Labris, L. (2022). *TricorrP5 TNC Trichoderma para plantas*. Obtenido de growlobby.com. C.I.F: <https://www.growlobby.com/tricorrp5-tnc-trichoderma-para-plantas.html#:~:text=TricorrP5%20es%20un%20in%C3%B3culo%20espec%C3%ADfico,ante%20ataques%20bacterianos%20y%20f%C3%BAngicos.>
- Laserna, S. (2021). *Rábano, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico*. Obtenido de Agro.Es: <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/rabano/428-rabano-descripcion-morfologia-y-ciclo>
- Lavilla, M., & Ivancovich, A. (2016). *Propuestas de escalas para la evaluación, a campo y en laboratorio, del “tizón foliar” y la “mancha púrpura de la semilla”, causadas por Cercopora kikuchii, en soja*. Obtenido de Estación Experimental Agropecuaria Pergamino: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_pergamino_propuestas_de_escalas_para_la_evaluacion_a_campo_y_en_laboratorio_del_tizon_foliar_y_la_mancha_purpura_de_la_semilla_en_soja.pdf

- León, A. C. (21 de mayo de 2022). *Microbiología aplicada a la agricultura*. Obtenido de Agronews - España: <https://www.agronewscastillayleon.com/microbiologia-aplicada-la-agricultura>
- López, G. (2017). *Plantas medicinales de uso popular y tradicional*. Samana-República Dominicana: Angels Fortune. Obtenido de [https://www.google.com/search?q=R%C3%A1bano+\(Raphanus+sativus\)&rlz=1C1GCEA_enEC944EC946&source=lnms&tbn=bks&sa=X&ved=2ahUKEwj-IZGxk4z8AhU4STABHbztDgUQ_AUoAHoECAEQCg&biw=1536&bih=714&dpr=1.25](https://www.google.com/search?q=R%C3%A1bano+(Raphanus+sativus)&rlz=1C1GCEA_enEC944EC946&source=lnms&tbn=bks&sa=X&ved=2ahUKEwj-IZGxk4z8AhU4STABHbztDgUQ_AUoAHoECAEQCg&biw=1536&bih=714&dpr=1.25)
- Luna, M., & Mesa, J. (13 de Febrero de 2017). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(2). Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84>
- MAG. (2020). *Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ecuador*. Obtenido de Tungurahua: implantación de microorganismos en los cultivos genera una producción limpia: <https://www.agricultura.gob.ec/tungurahua-implantacion-de-microorganismos-en-los-cultivos-genera-una-produccion-limpia/>
- Monge, M. (23 de julio de 2019). *Spain Smart Water Summit 2023*. Obtenido de Evapotranspiración y Kc (parte II): <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-mongeredondo/evapotranspiracion-y-kc-parte-ii>
- Montesinos, M. (7 de julio de 2022). Día Mundial de la Conservación del Suelo: ¿Por qué el es tan importante para los ecosistemas? *El Tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.es/noticias/por-que-el-suelo-es-tan-importante-para-los-ecosistemas>
- Morales, M. (2022). *La Biología de los microorganismos*. Obtenido de AGEO, Archivo General de Estado de Oaxaca: <https://www.oaxaca.gob.mx/ageo/la-biologia-de-los-microorganismos/>
- Morocho, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*. Obtenido de Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-

- Ramírez, Y., & Pérez, J. (2016). Efecto de la edad de corte sobre el rendimiento y composición química del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*). *Rev. Unell. Cienc. Tec*, 57-62. Obtenido de <http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/ruct/article/view/95/90>
- Rivera, E. (2021). *Cómo hacer microorganismos eficientes (EM)*. Obtenido de Animal Production Consultoría y Comercialización: <https://linktr.ee/Animalproductioncon...>
- Rizo, E. (12 de mayo de 2020). *Hortalizas*. Obtenido de Rábanos como opción para cultivos de cobertura: <https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/biorracional-organico/rabanos-como-opcion-para-cultivos-de-cobertura/>
- Robson, M. (17 de enero de 2018). *Evaluación y medición de las enfermedades en las plantas*. Obtenido de Departamento Fitotecnia /CCA/UFSC: http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/cursometodosfito/10-EVALUACION_ENFERMEDADES.pdf
- Roma, C. (2010). *Soluciones con Microorganismos Efectivos (EM)*. Obtenido de PROYECTO DE LA OFICINA REGIONAL DE LA OIT PARA ASIA Y PACIFICO: <http://www.oitsimapro.org/uploads/3/1/9/0/31906627/greener.pdf>
- Sarukhán, J. (8 de octubre de 2022). ¿Por qué se pierde la biodiversidad? *Biodiversidad*. (CONABIO, Entrevistador) México. Recuperado el 18 de mayo de 2009, de <https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/porque>
- Sispa. (Junio de 2014). *Principales enfermedades causadas por hongos en hortalizas, durante la temporada de lluvia*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Boletín mensual INSUMOS Y FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, Colombia: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_nov_2014.pdf
- Symborg. (2022). *Máxima eficacia*. Obtenido de Murcia-España: <https://symborg.com/es/bioestimulantes/trichosym-bio/>
- ThemeZee. (18 de noviembre de 2018). *Ventajas y desventajas de cultivar el Biohuero en invierno*. Obtenido de Universidad Agrícola: <https://universidadagricola.com/ventajas-y-desventajas-de-cultivar-el-biohuerto-en-invierno/>

- ThemeZee. (18 de noviembre de 2018). *Ventajas y desventajas de cultivar el Biohuero en invierno*. Obtenido de Universidad Agrícola: <https://universidadagricola.com/ventajas-y-desventajas-de-cultivar-el-biohuerto-en-invierno/>
- Vatsyayana, M. (5 de diciembre de 2020). *La biodiversidad de los suelos es ignorada, pero es fundamental para alimentar al planeta*. Obtenido de FAO: <https://news.un.org/es/story/2020/12/1485132>
- Villalobos, M. (9 de mayo de 2013). *Rabano, Recomendaciones de abonado en hortalizas*. Obtenido de tecnicoagricola.es: <https://www.tecnicoagricola.es/etiqueta/rabano/#:~:text=Nitr%C3%B3geno%3A%2020%2D40%25%20del%20total.&text=F%C3%B3sforo%3A%20100%25%20del%20total.&text=Potasio%3A%20100%25%20del%2>
- Vuelta, J. (7 de octubre de 2019). *¿Cómo actúan los biofertilizantes en el suelo y los cultivos*. Obtenido de Probelta, digitalProductos agrícolas: <https://probelte.com/es/noticias/como-actuan-los-biofertilizantes-en-el-suelo-y-los-cultivos/>
- Waldmueller, J., & Rodríguez, L. (2015). *La soberanía alimentaria más allá de la Técnica, Una aproximación global hacia su monitoreo intercultural*. Obtenido de Revista del Centro Andino de Estudios Internacionales, Quito: <file:///C:/Users/macab/Downloads/470.pdf>
- Williamson, J., & Clemson. (16 de octubre de 2016). Cambiando el pH del suelo. (S. F. Emeritus Faculty, Ed.) *Home y Garen, Information Center*.

16. ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesión de derechos no exclusiva del autor

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: Cabrera Gómez María Marisol con C.C. 1710741792, de estado civil casada y con domicilio en La Maná, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Dosis de microorganismos eficientes (EM) en producción de rábano (*Raphanus sativus L.*), en época lluviosa en la parroquia Guasaganda”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Octubre 2019 – Agosto 2023. Aprobación HCA. - Tutor. - Ing. Macías Pettao Ramón Klever, MS.c. Tema: “Dosis de microorganismos eficientes (EM) en producción de rábano (*Raphanus sativus L.*), en época lluviosa en la parroquia Guasaganda”.

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

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

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los

siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión. f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los días del mes de marzo del 2023.



Cabrera Gómez María Marisol
LA CEDENTE

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema
LA CESIONARIA

Anexo 2. Análisis de antiplagio



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Tesis CABRERA 2023

5% Similitudes

< 1% Texto entre comillas
0% similitudes entre comillas

1% Idioma no reconocido

Nombre del documento: Tesis CABRERA 2023 corrección 1 (1) (2) (1).pdf
ID del documento: a5077469f11fe58d48b92201399760b7ef27caa8
Tamaño del documento original: 820,75 kB

Depositante: RAMON KLEVER MACIAS PETTAO
Fecha de depósito: 5/8/2023
Tipo de carga: Interface
fecha de fin de análisis: 5/8/2023

Número de palabras: 14.645
Número de caracteres: 91.894

Ubicación de las similitudes en el documento:

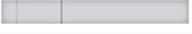


Fuentes

Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 scielo.sld.cu Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones a... 3 fuentes similares	1%		Palabras idénticas : 1% (164 palabras)
2	 www.buenastareas.com Plantas biocidas - Ensayos - 2958 Palabras 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (127 palabras)
3	 www.uv.mx 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (122 palabras)
4	 dspace.utb.edu.ec Influencia de microorganismos eficientes en la producción del c... 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (66 palabras)
5	 172.16.0.151 Comparativo de fuentes de microorganismos en la elaboración de co... 17 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (72 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 repositorio.utc.edu.ec "Evaluación de tres dosis de micorrizas en el cultivo de pimi... 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (34 palabras)
2	 aes.ucf.edu.cu	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (32 palabras)
3	 mundorecuperado.blogspot.com Ecología Pura: Uso Agrícola del Trichoderma	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (30 palabras)
4	 repositorio.uta.edu.ec Caracterización y clasificación de trichodermas nativos aplic... 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (34 palabras)
5	 www.ecured.cu Rábano - EcuRed	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (15 palabras)

Anexo 3. Aval de traducción



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

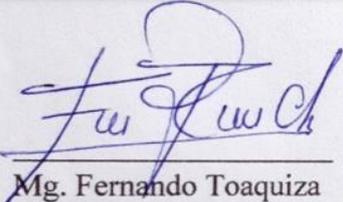
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“DOSIS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) EN PRODUCCIÓN DE RÁBANO (*Raphanus sativus* L.), EN ÉPOCA LLUVIOSA EN LA PARROQUIA GUASAGANDA”**, presentado por **Cabrera Gómez María Marisol**, egresada de la Carrera de: **Ingeniería Agronómica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2023

Atentamente,



Mg. Fernando Toaquiza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502229677

Anexo 4. Hoja de vida del docente tutor**DATOS PERSONALES****Apellidos y nombres:** Macías Pettao Ramón Klever**Lugar y fecha de nacimiento:** Mocache, 16 de enero de 1966**Estado civil:** Casado Cédula de ciudadanía: 0910743285**Ciudad de residencia:** Mocache**Dirección de domicilio actual:** Calle 16 de Julio y Abdón Calderón**Convencional:** 0502707071 Celular: 0993830407**Correo electrónico:** ramón.macias@utc.edu.ec**Tipo de discapacidad:** Ninguna**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
TERCER	INGENIERO AGRÓNOMO	21 de Diciembre de 1992	1018-02-1222-1
TERCER	LICENCIADO EN EDUCACIÓN FÍSICO MATEMÁTICO	17 de Septiembre del 2002	1013-04-530779
CUARTO	MAGISTER EN AGROECOLOGÍA Y AGRICULTURA SOSTENIBLE	26 de Mayo del 2014	1018-14-86048265

HISTORIAL PROFESIONAL**UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA:**

Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

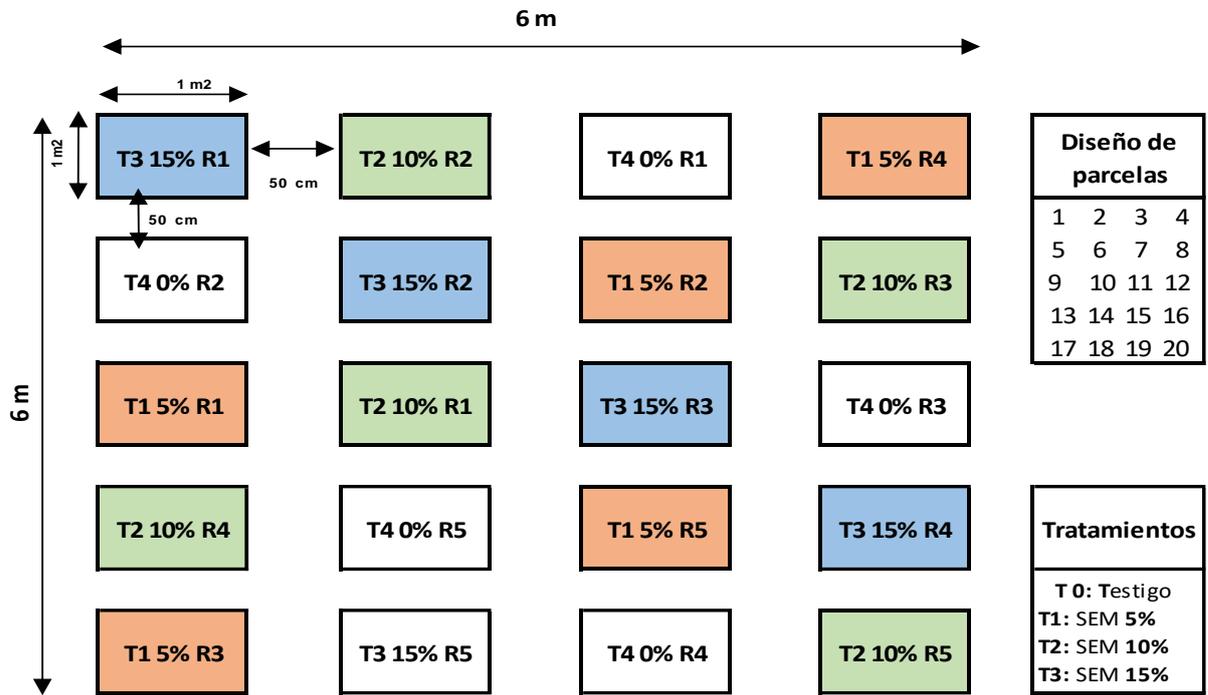
ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Investigación y práctica de rediseño

Anexo 5. Hoja de vida de estudiante**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI****DATOS INFORMATIVOS ESTUDIANTES****DATOS PERSONALES****APELLIDOS:** Cabrera Gómez**NOMBRES:** María Marisol**ESTADO CIVIL:** Casada**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 1710741792**NÚMERO DE CARGAS FAMILIA:** 0**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** Morona Santiago, 18-11-1970**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Eugenio Espejo y Quito, La Maná**TELÉFONO CELULAR:** 0983657794**EMAIL INSTITUCIONAL:** maria.cabrea1792@utc.edu.ec**TIPO DE DISCAPACIDAD:** Ninguna**# DE CARNET CONADIS:** -**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

Nivel	Institución	Título	Área	País
Primaria	Fiscal Mixta Unión Nacional de Educadores	Educación Primaria	Quito	Ecuador
Secundaria	Colegio Nacional Femenino “10 de Agosto”	Administración de Empresas, Especialidad Secretariado en español	Quito	Ecuador

Anexo 6. Esquema del DBCA



SEM: Solución con microorganismos eficientes

Fecha: Abril - Agosto 2023
 Distancia de siembra: 15 cm x 15 cm/c semilla
 No. de tratamientos: 4
 No. de parcelas: 20

Elaborado por: Cabrera M. (2023).

Anexo 7. Cuadros de precipitación recolectada en los tres periodos de siembra en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus L.*)

Precipitación 1er periodo de cultivo de <i>Raphanus sativus L.</i>				
Descripción	Precipitación	Cálculo según pluviómetro	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C
semana 1	833 cc	106.06 mm	34	24
semana 2	950 cc	120.96 mm	32	24
semana 3	920 cc	117.14 mm	30	24
semana 4	840 cc	106.95 mm	32	24
semana 5	700 cc	89.13 mm	31	24
semana 6	850 cc	108.23 mm	32	24
Total en el periodo		648.46 mm		

Precipitación 2do periodo de cultivo de <i>Raphanus sativus L.</i>				
Descripción	Precipitación	Cálculo según pluviómetro	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C
semana 1	970 cc	123.50 mm	31	24
semana 2	920 cc	117.14 mm	31	24
semana 3	920 cc	117.14 mm	32	24
semana 4	600 cc	76.39 mm	31	24
semana 5	920 cc	117.14 mm	31	24
semana 6	920 cc	117.14 mm	31	24
Semana 7	530 cc	67.48 mm	33	24
Total en el periodo		735.93 mm		

Precipitación 3er periodo de cultivo de <i>Raphanus sativus L.</i>				
Descripción	Precipitación	Cálculo según pluviómetro	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C
semana 1	900 cc	114.59 mm	32	23
semana 2	1800 cc	229.18 mm	32	23
semana 3	300 cc	38.20 mm	32	23
semana 4	1425 cc	181.44 mm	32	23
semana 5	900 cc	114.59 mm	32	23
semana 6	500 cc	63.66 mm	32	23
Semana 7	900 cc	114.59 mm	32	23
Total en el periodo		856.25 mm		

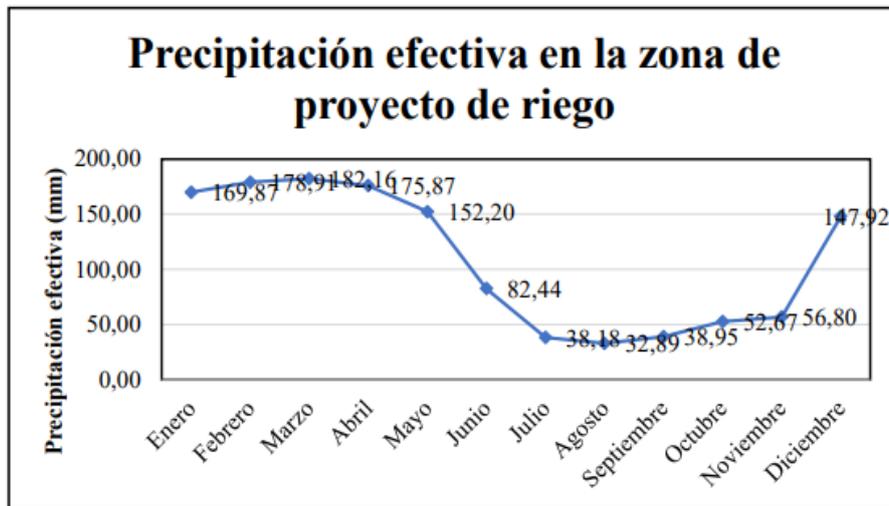
Anexo 8. Precipitación según Calero y Pilatasig (2021)

Tabla 8. Precipitación efectiva (Pe) en la zona del proyecto

Mes	Precipitación media mensual (mm)	Precipitación Efectiva (mm)
Enero	448.74	169.87
Febrero	539.12	178.91
Marzo	571.56	182.16
Abril	508.65	175.87
Mayo	272.03	152.20
Junio	97.72	82.44
Julio	40.85	38.18
Agosto	34.84	32.89
Septiembre	41.73	38.95
Octubre	58.07	52.67
Noviembre	63.18	56.80
Diciembre	229.21	147.92
Media	242.14	109.07

Elaborado por: Calero N. & Pilatasig M. (2021).

Figura 6. Precipitación efectiva (Pe).



Elaborado por: Calero N. & Pilatasig M. (2021).

Anexo 9. Evidencias fotográficas de la investigación realizada.

Imagen 1. Captura de microorganismos.



Fuente: Cabrera (2023).

Imagen 2. Preparado, solución con EM.



Fuente: Cabrera (2023).

Imagen 3. Toma de muestra de suelo ADS



Fuente: Cabrera (2023).

Imagen 4. Preparación del terreno y división de parcelas.



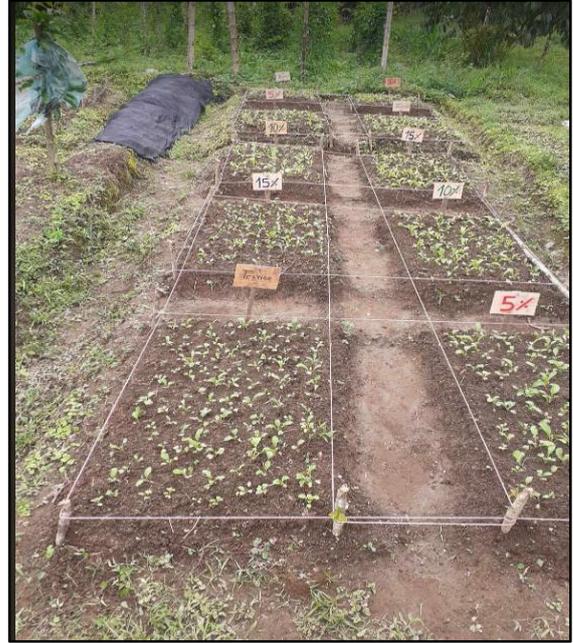
Fuente: Cabrera (2023).

Imagen 5. Siembra directa de la semilla de rábano.



Fuente: Cabrera (2023).

Imagen 6. Germinación de la semilla de rábano.



Fuente: Cabrera (2023).

Imagen 7. Plántula de rábano a los 15 días.



Fuente: Cabrera (2023)

Imagen 8. Labores agronómicas.



Fuente: Cabrera (2023).

Imagen 9. Cosecha.



Fuente: Cabrera (2023)

Imagen 10. Diámetro ecuatorial de bulbo.



Fuente: Cabrera (2023)

Imagen 11. Pluviómetro.



Fuente: Cabrera (2023)

Imagen 12. Recolección de precipitación.



Fuente: Cabrera (2023)

Anexo 10. Análisis de suelo días antes de la siembra (DAS)

	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec
---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : CABRERA GOMEZ MARIA Dirección : COTOPAXI / LA MANÁ Ciudad : LA MANÁ Teléfono : 0983657794 Fax :		DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : S/N Provincia : Cotopaxi Cantón : La Maná Parroquia : Ubicación :		PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : N° Reporte : 10312 Fecha de Muestreo : 8/11/2022 Fecha de Ingreso : 24/11/2022 Fecha de Salida : 9/12/2022	
--	--	--	--	--	--

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
108566	Marisol Gomez		5,0 Ac RC	18 B	3 B	0,16 B	1 B	0,6 B	6 B	0,8 B	4,9 A	209 A	1,8 B	0,65 M	



La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION pH MAc = Muy Acido LAc = Liger. Acido LAI = Lige. Alcalino RC = Requiere Cal Ac = Acido PN = Prac. Neutro MeAl = Media. Alcalino MeAc = Media. Acido N = Neutro Al = Alcalino				Elementos: de N a B B = Bajo M = Medio A = Alto		METODOLOGIA USADA pH = Suelo: agua (1:2,5) N,P,B = Colorimetría S = Turbidimetría K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica		EXTRACTANTES Olsen Modificado N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn Fosfato de Calcio Monobásico BS	
--	--	--	--	---	--	--	--	--	--

x. W. *[Signature]*
RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

+ *[Signature]*
RESPONSABLE LABORATORIO

	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec
---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : CABRERA GOMEZ MARIA Dirección : COTOPAXI / LA MANÁ Ciudad : LA MANÁ Teléfono : 0983657794 Fax :		DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : S/N Provincia : Cotopaxi Cantón : La Maná Parroquia : Ubicación :		PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : N° de Reporte : 10312 Fecha de Muestreo : 8/11/2022 Fecha de Ingreso : 24/11/2022 Fecha de Salida : 9/12/2022	
--	--	--	--	---	--

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m C.E.	(%) M.O.	Ca Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm RAS	ppm Cl	Textura (%)			Clase Textural	
	Al+H	Al	Na									Arena	Limo	Arcilla		
108566					3,9 M			1,6	3,75	10,00	1,76		48	48	4	Franco-Arenoso



La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

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

x. W. *[Signature]*
RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

ABREVIATURAS C.E. = Conductividad Eléctrica M.O. = Materia Orgánica RAS = Relación de Adsorción de Sodio		METODOLOGIA USADA C.E. = Conductímetro M.O. = Titulación de Welkley Blac Al+H = Titulación con NaOH	
--	--	---	--

+ *[Signature]*
RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 12. Análisis de suelo después del segundo periodo vegetativo

	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec
---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : CABRERA GOMEZ MARIA Dirección : COTOPAXI / LA MANÁ Ciudad : LA MANÁ Teléfono : 0983657794 Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Sacha Wiwa Provincia : Cotopaxi Cantón : La Maná Parroquia : Guasaganda Ubicación : Guasaganda	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Rabano N° Reporte : 10729 Fecha de Muestreo : 15/2/2023 Fecha de Ingreso : 27/3/2023 Fecha de Salida : 11/4/2023
--	---	--

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm					meq/100ml					ppm												
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B												
109482	Testigo		6,1	LAc	29	M	7	B	0,15	B	8	M	1,3	M	8	B	2,1	M	5,3	A	148	A	1,7	B	0,19	B
109483	Tratamiento 5%		5,9	MeAc	30	M	5	B	0,14	B	7	M	1,3	M	9	B	2,2	M	5,4	A	173	A	2,5	B	0,16	B
109484	Tratamiento 10%		5,5	Ac	30	M	4	B	0,10	B	4	M	1,1	M	8	B	1,5	B	5,4	A	176	A	2,1	B	0,18	B
109485	Tratamiento 15%		6,9	PN	31	M	7	B	0,12	B	12	A	1,2	M	13	M	1,8	B	4,8	A	144	A	2,2	B	0,17	B



La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados.

INTERPRETACION pH = Muy Acido (MAc), Liger. Acido (LAc), Lige. Alcalino (LAl), Requiere Cal (RC), Acido (Ac), Prac. Neutro (PN), Media. Acido (MeAc), Neutro (N), Media. Alcalino (MeAl), Alcalino (Al). Elementos: de N a B = Bajo (B), Medio (M), Alto (A).	METODOLOGIA USADA pH = Suelo: agua (1:2,5), N,P,B = Colorimetría, S = Turbidimetría, K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica.
--	---

x. W. [Signature]
 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

[Signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO

	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec
---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : CABRERA GOMEZ MARIA Dirección : COTOPAXI / LA MANÁ Ciudad : LA MANÁ Teléfono : 0983657794 Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Sacha Wiwa Provincia : Cotopaxi Cantón : La Maná Parroquia : Guasaganda Ubicación : Guasaganda	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Rabano N° de Reporte : 10729 Fecha de Muestreo : 15/2/2023 Fecha de Ingreso : 27/3/2023 Fecha de Salida : 11/4/2023
--	---	---

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca		Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	CI	Arena	Limo	Arcilla		
109482					4,3	M	6,1	8,67	62,00	9,45			43	48	9	Franco
109483					4,6	M	5,3	9,29	59,29	8,44			43	48	9	Franco
109484					4,4	M	3,6	11,00	51,00	5,20			41	48	11	Franco
109485					3,6	M	10,0	10,00	110,00	13,32			47	44	9	Franco



La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados.

INTERPRETACION Al+H, Al y Na = Bajo (B), Medio (M), Tóxico (T). C.E. = No Salino (NS), Lig. Salino (LS), Salino (S), Muy Salino (MS). M.O. y CI = Bajo (B), Medio (M), Alto (A).	ABREVIATURAS C.E. = Conductividad Eléctrica, M.O. = Materia Orgánica, RAS = Relación de Adsorción de Sodio.	METODOLOGIA USADA C.E. = Conductímetro, M.O. = Titulación de Walkley Blac, Al+H = Titulación con NaOH.
--	---	--

x. W. [Signature]
 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

[Signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 14. Análisis químico de la solución con microorganismos eficientes (EM)

 ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km 5 Carretera Quevedo – El Empalme Mocache – Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201					
Nombre del Propietario:	CABRERA GOMEZ MARIA MARISOL	Telf:	0983657794	Reporte N°:	10729
Nombre de la Propiedad:	Sacha Wiwa	Cultivo:	Biol	Fecha de muestreo:	15/02/2023
Localización:	Guasaganda	La Maná	Cotopaxi	Fecha de ingreso:	27/03/2023
	Parroquia	Cantón	Provincia	Fecha salida resultados:	11/04/2023

RESULTADOS DE ANÁLISIS ESPECIAL

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %							ppm			
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
81280	Fertilizante Trichoderma	1.0	0.03	0.12	0.23	0.06	0.13	8	4	6	74	12

Observaciones:


 Dr. Manuel Carrillo Zenteno
 RESPONSABLE DPTO.




 LABORATORISTA

La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

Anexo 15. Análisis de laboratorio de microorganismos presentes en la solución por dosis



Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Nº Ingreso: INIAP-EETP/FIT-2023

Solicitante:	Estudiante	Tipo de análisis:	Carga Microbiana (4)
Procedencia de la muestra:	La Maná	Tipo de Muestra:	Solución
Fecha de ingreso:	25-01-2023	Factura No.:	001-001-000010024
Fecha de Informe:	06-03-2023	Fecha de cancelación:	27-01-2023

CARGA MICROBIANA

Característica de la muestra y método de análisis: Para determinación de la carga microbiana, se procedió a realizar la técnica de dilución seriada (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}) y vertido en placa de Petri, utilizando medio de cultivo Potato Dextrosa Agar (PDA marca DIFCO®).

Resultados: A las 48 horas de efectuada la técnica de dilución seriada. Transcurridos 6 días de efectuada la dilución se observó crecimiento de colonias fúngicas Cuadro 1.

Cuadro 1. Determinación de carga microbiana de organismos en muestras analizadas.

Detalle de muestras	Presencia de organismos
Dosis Baja 1	<i>Levaduras</i> <i>BAL</i> <i>Trichoderma sp.</i>
Dosis Media 2	
Dosis Alta 3	



Mg. Sofia Penaherrera
Responsable Laboratorio



Dr. Danilo Vera C.
Responsable del Dpto. de Protección Vegetal



La muestra está guardada en el Laboratorio
por tres meses. Respetar el no se destruya
por favor en las instalaciones.