



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“APLICACIÓN DE TRES MICROORGANISMOS EFICIENTES
EN DOS VARIEDADES DE RÁBANO (*Raphanus sativus*)
DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA”**

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

AUTOR:

Marco Vinicio Guamán Tonato

TUTOR:

Ing. Ramon Klever Macias Pettao, MSc.

LA MANÁ - ECUADOR
FEBRERO - 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Guamán Tonato Marco Vinicio, con cédula de ciudadanía No. 0504792433, declaro ser autor del presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “APLICACIÓN DE TRES MICROORGANISMOS EFICIENTES EN DOS VARIEDADES DE RÁBANO (*Raphanus sativus*) DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA”**, siendo el Ing. Ramon Klever Macias Pettao MSc. tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles acciones 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.

La Maná, 22 de febrero del 2024



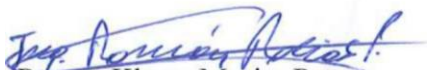
Marco Vinicio Guamán Tonato
C.C: 0504792433

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“APLICACIÓN DE TRES MICROORGANISMOS EFICIENTES EN DOS VARIEDADES DE RÁBANO (*Raphanus sativus*) DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA”, de Guamán Tonato Marco Vinicio, de la carrera de Agronomía, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

La Maná, 22 de febrero del 2024


Ramon Klever Macias Pettac
C.C: 0910743285
TUTOR

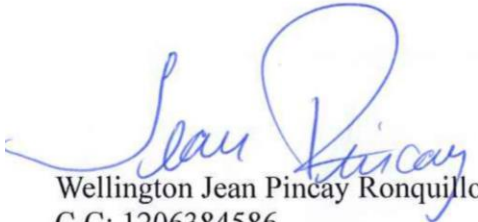
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN


En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná; por cuanto el postulante: Guamán Tonato Marco Vinicio, con el título de Proyecto de Investigación: **“APLICACIÓN DE TRES MICROORGANISMOS EFICIENTES EN DOS VARIEDADES DE RÁBANO (*Raphanus sativus*) DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

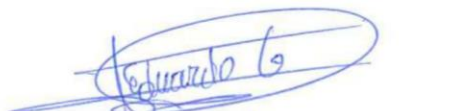
Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

La Maná, 22 de febrero del 2024

Para constancia firman:


Wellington Jean Pincay Ronquillo
C.C: 1206384586
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Jonathan Bismar López Bósquez
C.C: 1205419292
LECTOR 2 (MIEMBRO)


Eduardo Fabián Quinatoa Lozada
C.C: 1804011839
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco de forma inmensa a Dios por darme la vida y oportunidad de disfrutarla, por la fuerza y la capacidad para lograr sobrellevar los momentos más difíciles.

A mis padres por ser la fuente de apoyo fundamental en nuestras vidas, el motivo de no rendirme y la inspiración de salir adelante siempre.

Mi más sincero agradecimiento la Universidad Técnica de Cotopaxi y en especial a la Facultad De Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales por las enseñanzas recibidas en el aula.

Al tutor Ing. Ramon Macias Pettao por su asesoramiento y paciencia impartida durante la elaboración de esta investigación.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Marco

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para salir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban.

A mis padres: Manuel y María Ester por su apoyo incondicional, gracias a su esfuerzo pude finalizar mi formación profesional.

A toda mi familia por estar siempre presente y ser el apoyo incondicional a ellos mis esperanzas, mis alegrías y la culminación de este trabajo y lo que representa en mi vida siendo los resultados del esfuerzo de muchas personas.

Algunos han puesto a disposición medios, conocimientos, tiempo y esfuerzo, otros me han brindado ánimo y en ocasiones hasta una mano tendida para ayudarme a levantarme.

Marco

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

TITULO: “APLICACIÓN DE TRES MICROORGANISMOS EFICIENTES EN DOS VARIETADES DE RÁBANO (*Raphanus sativus*) DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA”

**Autor:
Guamán Tonato Marco Vinicio**

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el recinto La Esmeralda, de la parroquia El Triunfo, perteneciente al canto La Maná, con el objetivo de Determinar la respuesta agronómica mediante la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa. Para ello se estableció un ensayo comprendido en dos periodos de siembra con dos variedades de rábano. Se planteó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), en un arreglo factorial de A*B, siendo el factor A: Microorganismos Eficientes y el factor B: Variedades de rábano, dando como resultado seis tratamientos experimentales, en los cuales se realizaron 5 repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas se tomaron al iniciar la investigación, en el caso de los días a la emergencia y al momento de la cosecha en cuanto a los días a la germinación, altura de planta, días a la cosecha, número de hojas a la cosecha, diámetro polar y ecuatorial de bulbos, peso de bulbos y se efectuó un análisis de costos por tratamiento al finalizar el ensayo. Se obtuvieron los siguientes resultados: en los días a la emergencia T5 obtuvo la germinación a los 5.00 y 4.50 días en ambos periodos de siembra, el menor tiempo hasta la cosecha se obtuvo con T6, en los dos periodos de estudio con 27.25 y 24.15 respectivamente, el tratamiento con mayor número de hojas a la cosecha se presentó con T5, en el primer y segundo periodo con 5.25 y 6.00 hojas, para el diámetros polar T5 obtuvo los mejores resultados con 3.55 y 4.26 sucesivamente, mientras que en el diámetro ecuatorial T5 mantuvo los mejores resultados con 3.72 y 4.28 cm en los periodos evaluados. El mayor peso de bulbos en los dos periodos de evaluación se dio con T5, que obtuvo 68.14 y 79.17 g. en los dos periodos de siembra. En cuanto al análisis económico los mayores ingresos se alcanzaron en T5, con USD. 12.61 por tratamiento, con una relación beneficio/costo de USD: 1.06 por cada dólar invertido.

Palabras clave: endomicorrizas, rhizobium, rábano, Trichodermas.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

THEME: APPLICATION OF THREE EFFICIENT MICROORGANISMS IN TWO VARIETIES OF RADISH (*Raphanus sativus*) DURING THE RAINY SEASON

Author:
Guamán Tonato Marco Vinicio

ABSTRACT

The present investigation was carried out in La Esmeralda located in El Triunfo parish, which belongs to La Maná canton, with the objective of determining the agronomic response through the application of three efficient microorganisms in two varieties of radish (*Raphanus sativus*) during the rainy season. For this purpose, a trial was established involving two sowing periods with two varieties of radish. A Completely Randomized Block Design (DBCA) was proposed, in a factorial arrangement of A*B, with factor A: Efficient Microorganisms and factor B: Radish varieties, resulting in six experimental treatments, in which 5 repetitions per treatment were done. In the case of emergence days and at the harvest time the variables evaluated were taken at the beginning of the research, in terms of days to germination, plant height, days to harvest, number of leaves to harvest, polar and equatorial diameter of bulbs, weight of bulbs and a cost analysis per treatment was carried out at the end of the trial. The following results were obtained: on the days to emergence T5 obtained germination at 5.00 and 4.50 days in both sowing periods, the shortest time until harvest was obtained with T6, in the two study periods with 27.25 and 24.15 respectively. The treatment with the highest number of leaves at harvest was presented with T5, in the first and second period with 5.25 and 6.00 leaves, for the polar diameters T5 obtained the best results with 3.55 and 4.26 successively, while in the equatorial diameter T5 maintained the best results with 3.72 and 4.28 cm in the evaluated periods. The highest weight of bulbs in the two evaluation periods occurred with T5, which obtained 68.14 and 79.17 g. in the two sowing periods. Regarding the economic analysis, the highest income was reached in T5, with USD. 12.61 per treatment, with a benefit/cost ratio of USD: 1.06 for every dollar invested.

Keywords: endomycorrhizas, rhizobium, radish, trichodermas

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
1. INFORMACIÓN GENERAL	15
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	16
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	17
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	18
5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	18
6. OBJETIVOS.....	19
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN BASE A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	20
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA	21
8.1. Generalidades del cultivo de rábano.....	21
8.2. Origen.....	21
8.3. Zonas de producción en el Ecuador.....	22
8.4. Taxonomía	23
8.5. Descripción botánica	23
8.6. Requerimientos edafoclimáticos.....	24
8.7. Manejo agronómico	25
8.8. Fertilización.....	27

8.9. Variedades de rábano con mayor importancia	27
8.10. Agricultura sostenible	28
8.11. Fertilización biológica	29
8.12. Microorganismos eficientes.....	30
8.12.1. <i>Trichodermas</i>	30
8.12.2. Endomicorrizas	32
8.12.3. <i>Rhizobium</i>	34
8.13. Investigaciones realizadas	35
9. PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS.....	36
10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	37
10.1. Ubicación del ensayo.....	37
10.2. Condiciones agrometeorológicas.....	37
10.3. Tipos de investigación	37
10.4. Materiales y equipos.....	38
10.5. Diseño experimental.....	40
10.6. Factores en estudio	41
10.7. Tratamientos	41
10.8. Esquema del experimento.....	41
10.9. Análisis de varianza.....	42
10.10. Variables evaluadas.....	42
10.11. Manejo del experimento	45
11. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	47
11.1. Fertilidad del suelo	47
11.2. Días a la emergencia	48
11.3. Altura de planta.....	50
11.4. Días a la cosecha.....	54

11.5. Número de hojas a la cosecha.....	56
11.6. Diámetro polar de bulbos.....	59
11.7. Diámetro ecuatorial de bulbos	62
11.8. Peso de bulbos	65
11.9. Análisis económico	68
12. IMPACTOS.....	70
13. PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN	71
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
15. BIBLIOGRAFÍA	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y tareas en base a los objetivos planteados	20
Tabla 2. Taxonomía del cultivo de rábano	23
Tabla 3. Características meteorológicas del lugar del experimento	37
Tabla 4. Características vegetativas del rábano Crimson Giant	38
Tabla 5. Propiedades vegetativas del rábano Cherry Belle.	39
Tabla 6. Características de <i>Trichoderma</i>	39
Tabla 7. Propiedades de las endomicorrizas.	39
Tabla 8. Características y propiedades del <i>Rhizobium</i>	40
Tabla 9. Otros materiales y equipos utilizados en la investigación.	40
Tabla 10. Factores en estudio.	41
Tabla 11. Tratamientos en estudio.	41
Tabla 12. Esquema del experimento.	42
Tabla 13. Análisis de varianza.	42
Tabla 14. Comparativa de análisis de suelo en los dos periodos de siembra.	47
Tabla 15. Efecto simple de los días a la emergencia en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa	48
Tabla 16. Análisis por tratamiento de los días a la emergencia en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa.	50
Tabla 17. Efecto simple de la altura de planta en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa	51
Tabla 18. Análisis por tratamiento de altura de planta en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa.	53
Tabla 19. Efecto simple de días a la cosecha en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa	54

Tabla 20. Análisis por tratamiento de días a la cosecha en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa.	56
Tabla 21. Efecto simple de número de hojas a la cosecha en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa.	57
Tabla 22. Análisis por tratamiento de número de hojas a la cosecha en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa.	59
Tabla 23. Efecto simple de diámetro polar de bulbos en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa.	60
Tabla 24. Análisis por tratamiento de diámetro polar de bulbos en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa.	62
Tabla 25. Efecto simple de diámetro ecuatorial de bulbos en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa.	63
Tabla 26. Análisis por tratamiento de diámetro ecuatorial de bulbos en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa.	65
Tabla 27. Efecto simple del peso de bulbos en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa.	66
Tabla 28. Análisis por tratamiento de peso de bulbos en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa.	68
Tabla 29. Análisis económico en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa.	69
Tabla 30. Presupuesto empleado en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa.	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacción de los días a la emergencia en los dos periodos de siembra.....	49
Figura 2. Interacción de altura de planta.	52
Figura 3. Interacción de los días a la cosecha en los dos periodos de siembra.	55
Figura 4. Interacción de número de hojas a la cosecha.	58
Figura 5. Interacción de diámetro polar de bulbos	61
Figura 6. Interacción de diámetro ecuatorial de bulbos.....	64
Figura 7. Interacción del peso de bulbos en los dos periodos de siembra	67

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto	Aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) durante la época lluviosa.
Tipo de investigación:	La investigación fue de carácter experimental.
Fecha de inicio:	Octubre del 2023
Fecha de finalización:	Febrero 2024
Lugar de ejecución:	Sector La Esmeralda, parroquia El Triunfo, cantón La Maná
Unidad Académica que auspicia:	Facultad De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Carrera que auspicia:	Ingeniería Agronómica
Proyecto de investigación vinculado:	Al sector agrícola
Equipo de Trabajo:	Guamán Tonato Marco Vinicio
Tutor:	Ing. Macias Pettao Ramón Klever
Área de Conocimiento:	Agricultura
Línea de investigación:	Desarrollo y seguridad alimentaria
Sub líneas de investigación de la Carrera:	Producción agrícola sustentable

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La producción de hortalizas es una de las actividades que tienen mayor importancia en la actualidad. En todo el mundo, la tendencia del consumo de alimentos sanos como las hortalizas se incrementa cada día, sin tener en cuenta que, los mismos que se agotarán rápidamente, si no se encuentra un método de producción que garantice la sostenibilidad de las hortalizas, para lo cual se debe buscar técnicas que permitan satisfacer la demanda de alimentos, sin causar impactos negativos en el medio ambiente (Aguilar & Guerrero, 2019).

En la actualidad la producción agrícola tiene como reto reducir los efectos negativos en la aplicación de fertilizantes, sobre todo los de origen sintético, los cuales son utilizados sin respetar el medioambiente. Por ello es necesario crear una conciencia ambiental, que pueda asegurar una producción sustentable, sin efectos en la salud de las personas. En este contexto el uso de microorganismos eficientes tiene diversos beneficios tanto en mejorar las condiciones del suelo, como para incrementar la producción de los cultivos (Morocho & Leiva, 2019)

La importancia de la horticultura en el Ecuador, se debe principalmente en base a los cultivos con ciclos relativamente cortos, de todo el grupo de hortalizas; las especies como el rábano es el preferido por las personas que lo producen, debido a sus propiedades nutricionales y su manejo agronómico que no requiere mayor tecnificación. En la provincia de Cotopaxi, la producción del rábano se da en la parte subtropical de la provincia, en zonas como el cantón La Maná, por las excelentes condiciones climatológicas, con características agronómicas apropiadas para el desarrollo del cultivo (Carrera, 2015).

El presente proyecto tuvo como finalidad determinar la respuesta agronómica de la incorporación de tres microorganismos eficientes (*Trichoderma spp.*, *Endomicorrizas* y *Bradyrhizobium spp.*), en dos variedades de rábano (Crimson Giant y Cherry Belle), durante la época lluviosa. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, en un arreglo factorial de A*B, siendo el factor A: Microorganismos Eficientes y el factor B: Variedades de rábano, dando como resultado seis tratamientos experimentales, con cinco repeticiones. Se aplicaron los microorganismos eficientes en los 15 días posterior a la siembra en ambas variedades, se realizaron dos siembras en el transcurso de todo el ensayo. Se evaluaron las variables: días a la emergencia al iniciar el cultivo; al momento de la cosecha se evaluaron: altura de planta, días a la cosecha, número de hojas a la cosecha, diámetro polar y ecuatorial de bulbos, peso de bulbos y se efectuó un análisis de costos por tratamiento al finalizar el ensayo.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el manejo de los cultivos, la fertilización cumple un rol fundamental, para el desarrollo de las plantas, sobre todo en los suelos donde no cuentan con suficiente cantidad de nutrientes, o ciertos elementos del suelo no están disponibles, debido al uso indiscriminado de insumos químicos. Los efectos de los microorganismos eficientes en la producción de rábano han sido satisfactorios, incrementando la producción y mejorando el suelo. De tal manera que, las hortalizas mediante la agricultura sana, tiene mayor aceptación en la actualidad, convirtiendo a este cultivo altamente rentable, residuos de químicos y sin causar efectos negativos a los consumidores (Lozano et al. 2015).

La incorporación de microorganismos eficientes como una alternativa para mejorar las condiciones del suelo y la planta, especialmente cuando las condiciones edáficas son deficientes, con de nutrientes o contenidos desequilibrados de estos. La importancia de la utilización de los microorganismos eficientes en la recuperación de los suelos, se da principalmente en el incremento de los elementos presentes en estos. Al mismo tiempo estimulan el metabolismo celular de las plantas, por lo que se desarrollan rápidamente, pueden ser aplicados al suelo en cantidades mayores o dependiendo del contenido de estos elementos, para favorecer el desarrollo vegetativo y productivo (Veleceta et al. 2019).

En la producción del rábano se debe poner especial énfasis en la fertilización y la conservación de la calidad de los suelos. Debido al corto tiempo que conlleva su ciclo vegetativo, con la fertilización tradicional no se aprovecha la gran mayoría de elementos presentes en el fertilizante. Por ello se trata de buscar otras fuentes que provean de los nutrientes necesarios para su desarrollo y producción. En todo el mundo se observa la tendencia por el consumo y producción de alimentos de manera sana, en resumen, sin el uso o en mínima proporción de productos sintéticos (Holguín , 2021).

Con la finalidad de determinar el efecto de los microorganismos eficientes en el suelo y en el desarrollo y producción del cultivo de rábano, se desarrolló este proyecto en la producción de dos variedades de rábano con la incorporación de tres fuentes de microorganismos eficientes, con el propósito de conocer su comportamiento agronómico y productivo; esperando obtener un cultivo sano, libre de residuos químicos, con alta producción y rentabilidad de todos los tratamientos en estudio.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos del proyecto de investigación son los agricultores del sector La Esmeralda, quienes podrán conocer los beneficios de la aplicación de microorganismos eficientes para reducir los daños de la fertilización inorgánica y su incremento en la producción, obteniendo alimentos de manera saludable para quienes lo consumen.

Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos corresponden los estudiantes de agronomía pertenecientes a la Universidad Técnica de Cotopaxi, mediante los resultados obtenidos en la presente investigación podrán determinar la variedad y microorganismos eficiente que mejores resultados presente en el cultivo de rábano.

5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

A nivel mundial la fertilización con productos químicos se expande cada día, esto se da por la popularización de estos, sin importar los efectos negativos en el medio ambiente. Además, el efecto de los fertilizantes sintéticos se da en menor tiempo en comparación con los fertilizantes orgánicos, por lo que los agricultores prefieren utilizar estos insumos. De igual manera, el desconocimiento por parte de los agricultores, en los daños que los fertilizantes sintéticos causan en el suelo y planta impide que se tomen en consideración las alternativas amigables con el ambiente. La aplicación de microorganismos eficientes tiene muchos beneficios, siendo una alternativa al uso de los fertilizantes sintéticos planta (Alarcón et al. 2020).

La zona subtropical de la provincia de Cotopaxi presenta las condiciones apropiadas para la producción del rábano, si bien es cierto que esta hortaliza se la cultiva de manera artesanal para el consumo familiar, los factores como fertilización, época y método de siembra, sumado al desconocimiento de labores culturales apropiadas impiden que este cultivo se desarrolle a gran escala (Cabrera M. , 2023).

En la zona de La Maná, el rábano se produce en mediana y menor escala, los cuales ocupan pequeñas extensiones, debido al poco incentivo para su producción, además la expansión de los monocultivos provoca que su producción no se de manera extensiva. Del mismo, modo no

existe un manejo técnico que permita conocer los requerimientos nutricionales del cultivo, sobre todo en relación a las buenas prácticas agrícolas (Carrera, 2015).

Los agricultores demuestran poco interés en su cultivo, sobre todo en la rentabilidad económica de su producción, por lo que su cultivo se limita solo a pequeñas parcelas de tipo doméstico. Además, se requiere dar a conocer las bondades de los microorganismos eficientes en general, los cuales mediante la relación simbiótica de los M.E. facilitan la asimilación de nutrientes minerales por parte hortalizas que se aprovechan sus raíces, especialmente las de ciclo corto como el rábano, incrementando considerablemente su producción de manera sostenible y sustentable (Martínez & Vega, 2023)

La mayoría de los agricultores no tiene conocimiento de las beneficios de los microorganismos eficientes, sumado a la falta de capacitación de quienes cumplen con el asesoramiento técnico a los productores son una de las problemáticas que afectan el uso de estos, la mayoría de agricultores manejan los cultivos con productos químicos, tanto para la fertilización, como para el manejo de plagas y enfermedades (Ayala & Valdiviezo, 2021). Por ello se plantea la presente investigación, como una alternativa para el manejo del cultivo de rábano, de manera sustentable y sin causar perjuicio al medio ambiente.

6. OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la respuesta agronómica mediante la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa.

Objetivos específicos

- Identificar el tipo de microorganismo eficiente que presente mejores condiciones en el cultivo y suelo.
- Establecer la variedad de rábano que presente mejores resultados en desarrollo vegetativo y productivo mediante las aplicaciones de tres fuentes de microorganismos eficientes.
- Elaborar un análisis económico para establecer el tratamiento más rentable económicamente.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN BASE A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 1. Actividades y tareas en base a los objetivos planteados

Objetivo	Actividad	Resultados	Verificación
Identificar el tipo de microorganismo eficiente que presente mejores condiciones en el cultivo y suelo.	Aplicaciones de M.E. acorde a las fechas establecidas. Recolección e interpretación del análisis de suelo.	*Interpretación del análisis de suelo. *Días a la germinación.	Libro de registro de datos. Fotografías.
Establecer la variedad de rábano que presente mejores resultados en desarrollo vegetativo y productivo mediante las aplicaciones de tres fuentes de microorganismos eficientes.	Recopilación de datos de campo. Siembra de las dos variedades de rábano. Tabulación de datos de campo Análisis estadístico de los tratamientos.	*Altura de planta *Días a la cosecha *Diámetro ecuatorial y polar de bulbos. *Peso de bulbos	Cuadros estadísticos. Resultado del análisis de suelo.
Elaborar un análisis económico para establecer el tratamiento más rentable económicamente.	Elaboración y cálculo del análisis económico.	*Análisis económico.	Interpretación del análisis económico

Elaborado por: Guamán, (2024).

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

8.1. Generalidades del cultivo de rábano

El rábano es una planta cultivada en todo el mundo, y generalmente se utiliza la raíz para el consumo humano. Sin embargo, en países como Egipto, se consumen las hojas, mientras que en India se aprecian las raíces carnosas y en China se extrae aceite a partir del bulbo. En cuanto a su valor nutricional, contiene un bajo contenido calórico, vitamina C, cantidades menores de complejo B, sumado a bajas proporciones de hierro y fósforo. Para aprovechar todos estos minerales se recomienda mayormente su consumo fresco (Ángeles & Cruz, 2015).

El rábano posee un distintivo sabor picante debido a la presencia de aceite de mostaza en su bulbo. Comúnmente, se consumen frescos en ensaladas, aunque también se pueden hervir o freír, especialmente los tubérculos de variedades mejoradas, que son de tamaño más largos y de mayor consistencia; dependiendo de la ubicación geográfica, existen otras variedades que se pueden consumir en cremas o sopas, aportando con mayor cantidad de nutrientes en comparación con las que se consumen de manera directa (Palacios, 2022).

El rábano pertenece a la familia de las Brassicáceas, la cual incluye otros vegetales como el brócoli, la coliflor, el nabo y la col. En comparación con estos, el rábano se caracteriza por tener la menor cantidad de grasa y carbohidratos, pero destaca por su alto contenido de fibra. Al ser consumido, genera una sensación de saciedad que puede ayudar a reducir el apetito, por su bajo contenido de carbohidratos y grasas. Por esta razón, se recomienda incluir el rábano en dietas destinadas a la pérdida de peso (Murrieta, 2023).

En cuanto al manejo del rábano, en el cultivo debido a su corto periodo vegetativo el manejo en lo que se refiere a la fertilización, constituye una de las principales actividades para la producción. En la mayoría de casos la fertilización se realiza de manera inorgánica, no obstante es necesario complementar la fertilización, para que el cultivo asimile eficientemente los elementos minerales presentes en el suelo, de manera que se evite las deficiencias o exceso de contenidos de cierto elemento (Lobato & Vega, 2023).

8.2. Origen

Los orígenes del rábano se remontan hace más de 2000 años antes de Cristo, donde en las primeras civilizaciones de Babilonia y Egipto ya incorporaban este alimento en su dieta, siendo

particularmente apreciado. Aunque no hay datos precisos, se sugiere que los chinos adoptaron su consumo alrededor de 400 años antes de cristo. Durante las épocas griega y romana, el rábano era considerado un manjar, y fueron los romanos quienes difundieron su cultivo por Europa. En la actualidad, el rábano es altamente valorado a nivel mundial debido a sus notables propiedades nutricionales y medicinales (Caruajulca, 2020).

El cultivo del rábano (*Raphanus sativus L.*), debido a su destacada importancia nutricional en la alimentación diaria se ha constituido entre las hortalizas más cultivadas a nivel mundial. En este contexto, resulta vital estudiar detenidamente el impacto los métodos complementarios de fertilización, siendo el uso de los microorganismos eficientes una alternativa en cuanto al cuidado del suelo y de las plantas (Robles, 2019).

8.3. Zonas de producción en el Ecuador

En datos de la Encuesta de Superficie y Producción de Agropecuaria Continua (ESPAC), realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), para el año 2022, se han establecido aproximadamente 14,455 hectáreas cultivadas de rábano en diversas provincias, incluyendo Imbabura con 2763 ha, Tungurahua con 2542 ha, Cotopaxi con 2341 ha, Chimborazo con 2197 ha, Carchi con 1242 ha, Pichincha con 831 ha y Bolívar con 954 ha. Por ello se establece que la mayor producción del cultivo de rábano se da mayormente en las zonas tropicales y subtropicales del país (INEC, 2022).

En el Ecuador, el rábano no es considerado como un producto alimenticio fundamental en la dieta de la población, lo cual tiene un impacto adverso en su producción. Pocos agricultores asignan la totalidad de su terreno para cultivar rábanos; en su lugar, la mayoría opta por cultivar rábanos en la porción restante de sus tierras. Es por este motivo se refleja la percepción limitada de la importancia del rábano en la alimentación local y afecta la dedicación exclusiva de recursos a su producción (Gheno et al. 2023)

Según investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), para el 2022 se observa un notable aumento en la siembra de rábanos (*Raphanus sativus L.*) en Ecuador en la actualidad. Se estima que alrededor de 14,455 hectáreas se dedican al cultivo de rábano. Las provincias más destacadas en términos de producción se sitúan en el norte del país, como Imbabura, Tungurahua, Cotopaxi y Chimborazo (INEC, 2022).

Al considerar el área total sembrada en el país, es relevante señalar que el rábano posee una composición interna con altos contenidos de agua, así como hidratos de carbono y fibra. Esto resulta en un bajo aporte calórico, lo que lo convierte en una opción recomendada por nutricionistas en dietas orientadas a la regulación del peso. Además, el rábano es una fuente significativa de vitaminas (Gómez, 2021).

8.4. Taxonomía

De acuerdo a Ulloa-Cuzco, (2015), la taxonomía del rábano corresponde a lo detallado en la tabla 2.

Tabla 2. Taxonomía del cultivo de rábano

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Género	<i>Raphanus</i>
Especie	<i>sativus</i>
Nombre científico	<i>Raphanus sativus L</i>
Nombre común	Rábano
Elaborado por: Guamán, (2024).	
Fuente: (Ulloa-Cuzco, 2015).	

8.5. Descripción botánica

La raíz del rábano tiene la forma de un bulbo voluminoso y carnoso, exhibiendo una variabilidad notable en su forma y tamaño variable dependiendo de la variedad cultivada. Puede tener una cubierta o cutícula, que puede ser roja, rosada, blanca, pardo oscura o presentar manchas de diversos colores. Dependiendo del piso climático y condiciones agrometeorológicas su tamaño puede variar (Ángeles & Cruz, 2015).

Las hojas basales son pecioladas, sin pelo o con algunos pelos dispersos, con una lámina lobulada que presenta entre 1 a 3 pares de bordes ligeramente dentados. La parte terminal de la hoja es circular, de mayor tamaño a las hojas laterales. En cuanto a las hojas inferiores son de tamaño pequeño, oblicuas de color glauco y ligeramente pubescentes, con menos lóbulos y dientes en comparación con las hojas basales (Márquez, 2022).

El tallo es largo, en los primeros días presenta una vellosidad que desaparece antes de la floración de la planta, en ciertas variedades el tamaño es diferente, pero varía entre 10 a 50 cm,

de color blanco lechoso y ligeramente pubescente. De tamaño variado dependido de la variedad a cultivar, puede ser blanco o rojizo. Presenta al final del tallo las hojas en forma de estrella justo antes de la floración (Gómez, 2021).

Las flores se encuentran dispuestas en racimos grandes y abiertos, sostenidas por pedicelos delgados que ascienden. Los sépalos están erguidos, y los pétalos son generalmente blancos, aunque a veces pueden ser rosados o amarillentos, con venas de tonalidades violáceas o púrpuras. La flor consta de 6 estambres independientes, y el estilo es delgado, culminando en un estigma ligeramente lobulado (Cabrera M. , 2023).

Se puede considerar como el fruto del rábano a la parte radicular, esta raíz es consumida en su mayoría, aunque se aprovechan también las hojas, pero en menor escala. El bulbo del rábano presenta una forma cilíndrica, entre 12 a 15 cm de diámetro, en función a la variedad cultivada; la cosecha se la realiza cuando se observe que los bulbos empiezan a ensancharse tomando una coloración rojiza o dependiendo de la variedad (Antepara, 2022).

8.6. Requerimientos edafoclimáticos

La planta de rábano tiene la capacidad de crecer en diversos tipos de climas y suelos, aunque muestra una menor tolerancia a pisos climáticos extremadamente fríos, se adapta perfectamente a zonas tropicales y subtropicales, con precipitaciones altas o moderadas, siendo en la época lluviosa donde mejor producción obtenga, en la época seca es necesario incorporar riego para que la producción no se vea disminuida (Rodríguez R. , 2020).

Pueden tolerar los climas fríos, sin embargo en condiciones de frío extremo los daños por helada comienzan a manifestarse a temperaturas de -2°C . El desarrollo vegetativo de la planta se ubica entre los 6°C y los 30°C , siendo el rango óptimo entre 18 y 22°C . Para una germinación óptima, se requiere una temperatura que oscile entre 20 y 25°C (Holguín , 2021),

El cultivo se desarrolla mejor en suelos suaves y ricos en humus, puede resistir a suelos ligeramente ácidos, ya que no demanda niveles elevados de nutrientes como potasio y nitrógeno. En cuanto al manejo agronómico en condiciones ambientales desfavorables y a pesar de su resistencia, el rábano no requiere cuidados intensivos, aunque se practica la técnica de aporcado, que implica reunir tierra alrededor de la planta y formar un pequeño montículo sobre ella, favoreciendo así su crecimiento (Calero & Pérez, 2019).

El rábano se desarrolla de mejor manera en climas templados. El ciclo productivo puede variar de acuerdo a la variedad, oscilando entre 20 días y más de 45 días. El crecimiento de las plantas ocurre en un rango de temperatura de 6 a 30 grados Celsius, aunque la temperatura óptima se sitúa entre 18 y 22 grados Celsius. Cuando las temperaturas son elevadas, se observa un aumento en la acumulación de azufre en el bulbo, lo que resulta en una mayor intensidad de picor en comparación con lo habitual (Zambrano & Figueroa, 2022)

8.7. Manejo agronómico

8.7.1. Preparación del terreno

La siembra del rábano se realiza directamente en el suelo, utilizando ya sea el método de voleo o el método en línea. En la técnica de voleo, las semillas se dispersan directamente sobre la superficie del terreno, mientras que en la siembra en línea se crean surcos con una separación de 5 a 10 cm. Por otro lado, durante la siembra, las semillas se colocan en estos surcos y se cubren con una capa delgada de tierra, aproximadamente de 2 cm. Es importante destacar que la siembra puede llevarse a cabo en cualquier época del año, aunque se aconseja especialmente en primavera y al final del verano (Aguirre et al. 2018).

Cuando se siembran en camas, la altura de las camas debe ser de 5 a 10 cm, el ancho debe ser de 1 a 1,2 metros (50 cm para riego automático) y la distancia entre las camas debe ser de 30 cm. Estas parcelas deben estar niveladas y húmedas para que germinen de manera uniforme y no se empapen en ciertas áreas de las camas, especialmente en la época lluviosa, donde los encharcamientos pueden generar la aparición de enfermedades que atacan sobre todo la parte radicular (Tipantiza, 2022).

8.7.2. Siembra

La siembra del rábano se lleva a cabo directamente en el suelo, ya sea mediante el método de voleo o en línea. En la técnica de voleo, las semillas se esparcen directamente sobre la superficie del terreno, mientras que la siembra en línea implica la creación de surcos con una separación de 5 a 10 cm. De igual manera, en la siembra las semillas se colocan en estos surcos y se cubren con una capa delgada de tierra, aproximadamente 2 cm. Además, la siembra puede realizarse en cualquier época del año, aunque se aconseja especialmente durante la primavera y al final del verano (Liriano et al. 2020).

8.7.3. Raleo

El raleo de plantas no deseadas es necesario llevar a cabo en las líneas de siembra, eliminando plantas que presentes condiciones vegetativas no deseadas y que estén demasiadas unidas entre sí, es necesario mantener una separación de 7 cm aproximadamente entre ellas. Este procedimiento es esencial con el objetivo de asegurar la obtención de productos de tamaño y calidad óptimos (Teran, 2022).

8.7.4. Control de malezas

Dado que los rábanos pueden desarrollar plantas de gran tamaño, resulta crucial llevar a cabo la eliminación de las malas hierbas para asegurar un crecimiento normal del cultivo. Para lograr esto, se realizarán las escardas necesarias, un proceso que implica la eliminación manual o mecánica de las hierbas no deseadas en el área de cultivo. Este cuidado contribuirá al desarrollo saludable de los rábanos al evitar la competencia por recursos y permitir un ambiente propicio para su crecimiento (Dávila et al. 2017)

8.7.5. Cosecha

La cosecha de rábanos se realiza de acuerdo al tamaño característico de cada variedad. Es fundamental arrancarlos con el follaje antes de que la raíz comience a ablandarse, ya que en este punto podrían perder su sabor característico. La recolección se lleva a cabo típicamente de forma manual, seguida de un proceso de lavado. Para garantizar la calidad, las raíces deben encontrarse en buenas condiciones, sin hendiduras, deformaciones ni daños causados por enfermedades o insectos (Calero & Pérez, 2019).

8.7.6. Poscosecha y comercialización

Posterior a la cosecha y para la comercialización, en factor al mercado que se destine, las raíces de rábano se empaquetan en fundas de plástico o papel, los pesos varían según los requerimientos de los consumidores. Del mismo modo los procesos de conservación del producto dependen de la manera que se consuman el rábano. Esto facilita el transporte a los mercados, asegurando que lleguen en buenas condiciones (Criollo & García, 2020).

Es importante llevar a cabo la recolección con el mercado ya asegurado, y en un periodo de tiempo que sea excesivamente largo, ya que las raíces tienden a marchitarse fácilmente. Si se

dejan en el campo durante mucho tiempo, pueden experimentar un crecimiento excesivo, volviéndose raíces carnosas con un sabor agrio y una textura más dura. Por lo tanto, el tiempo adecuado de cosecha y el manejo eficiente son esenciales para preservar la calidad y características deseables de los rábanos (Nuncio et al. 2015).

8.8. Fertilización

El rábano no es tan exigente en los requerimientos nutricionales, sin embargo, para un plan de fertilización es necesario establecer en base a los requerimientos de la planta y al análisis de suelo. Para complementar una buena producción se sugiere emplear dosis de al menos 20.000 kg/ha de nitrato amoniacal cálcico, 200 kg/ha de sulfato potásico y 300 kg/ha de superfosfato de cal. La frecuencia de riego variará según la temporada en la que se realice el cultivo, siendo aplicados en función de las condiciones específicas (Mora et al. 2022).

Holguín, (2021) menciona que para la fertilización orgánica se recomienda emplear abonos edáficos, rico en materia orgánica, como compost o humus de lombriz, la frecuencia recomendada es una semana anterior a la siembra, de modo que el suelo asimile los nutrientes presentes en el abono. Al ser un cultivo con ciclo fenológico corto, el rábano puede aprovechar todos los nutrientes que incorpora el abono orgánico (Silva, 2022).

El empleo de fertilizantes biológicos es preferente que sean de aplicación foliar, esto para aprovechar el efecto de los microorganismos eficientes, lo cual a más de servir como fuente de nutrientes, cumplen la función de ser antagonistas de ciertas plagas, cumpliendo con la función de fungicidas o plaguicidas, con un doble propósito tanto para la planta, como para mejorar las características físico-químicas del suelo (Aguilar & Guerrero, 2019).

8.9. Variedades de rábano con mayor importancia

8.9.1. Rábano Crimson Giant

La variedad Crimson Giant se caracteriza principalmente por presentar un tamaño de planta más pequeño que el tradicional y en comparación con otras variedades, con un tallo ramificado con numerosos pelos. La base de este tallo se une con la raíz, formando un tubérculo globoso. Sus flores, ya sean blancas o amarillas, se disponen en racimos en la parte terminal. Las hojas son notables por su tamaño y textura rugosa con bordes dentados (Barona, 2021).

El rábano Crimson Giant goza de gran aprecio en el mercado, debido a sus raíces de buen tamaño y color atractivo. Sus frutos son grandes, con un tono rojo escarlata. La pulpa de estos frutos es tierna y quebradiza, ofreciendo un sabor excelente, ligeramente picante, lo que la convierte en una variedad apetecida para el consumo directo en ensaladas, cremas y hasta en postres (Vincent, 2016).

Esta variedad presenta un bulbo más ensanchado, de carne blanca y sirve como depósito de reservas. Aunque su cultivo no exige condiciones climáticas o de suelo especiales, muestra preferencia por suelos sueltos y ricos en materia orgánica, siendo intolerante a la salinidad. Requiere una exposición a la luz abundante y un suministro de agua adecuado, evitando encharcamientos. Se recomienda la adición de Boro al terreno. En cuanto a la siembra directa, las semillas deben mantener una distancia entre sí de 8-10 cm (Sotelo et al. 2018).

8.9.2. Rábano Cherry Belle

La variedad Cherry Belle es de tamaño superior, se caracteriza por producir una raíz redonda de tamaño mediano, con un color rojo intenso. Destaca por su excelente vida post cosecha, ya que se mantiene firme y crujiente durante un período prolongado en condiciones óptimas. El follaje del rábano Cherry Belle es de tamaño medio, lo que lo hace ideal para su presentación en manojos, con una amplia adaptación a diversas áreas productoras (González V. , 2022).

El rábano Cherry Belle, se diferencia de las demás variedades por su bajo aporte calórico, atribuido principalmente a su elevado contenido de agua. Además del agua, su composición se destaca por la presencia significativa de hidratos de carbono y fibra. En cuanto a su perfil vitamínico, sobresalen la vitamina C y el ácido fólico. Este alimento se destaca por su elevado contenido de vitamina C y su capacidad para estimular el apetito. Todas las partes de la planta exhiben un efecto estimulante en las funciones digestivas y renales (Tipantiza, 2022).

8.10. Agricultura sostenible

La agricultura sostenible busca utilizar recursos e insumos que sean amigables con el medio ambiente, para de esta manera cubrir los requerimientos nutricionales de los cultivos. Los insumos utilizados en la agricultura sostenible en su gran mayoría son a base de materia orgánica o microorganismos eficientes, los cuales tienen la suficiente cantidad de microelementos para satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos. Esto se ven

reflejados tanto en el rendimiento de cultivos y en el mejoramiento de las características físico químicas del suelo (Noguera & Salmerón, 2019).

En el ámbito de la agricultura sostenible, se llevan a cabo investigaciones que involucran el uso de microorganismos eficientes, combinados con prácticas agrícolas adecuadas, con el objetivo de mitigar el impacto negativo asociado a la agricultura convencional en el ecosistema. Concurrentemente, los agricultores están explorando nuevas tecnologías y productos que permitan aumentar los niveles de rendimiento sin perjudicar el suelo ni la salud de los consumidores. Esta búsqueda se enfoca en encontrar alternativas de manejo biológico en la agricultura, mediante el empleo de M.E. por lo que se mejora considerablemente la calidad del suelo y se asegura una excelente producción de los cultivos (Luna & Zapana, 2020).

Para lograr cumplir con los requerimientos de la agricultura sostenible, es necesario emplear técnicas que aseguren la el incremento de la producción de los cultivos. En este contexto, la agricultura sostenible se trata de llevar una producción y asegurar la misma por largos periodos de tiempo. El uso de las buenas prácticas agrícolas, mediante el empleo de microorganismos eficientes para mejorar los suelos, constituye una de las más importantes labores en este sistema de producción, de esta manera se evita la contaminación de las fuentes hídricas y del medio ambiente en general (Canchani et al. 2018).

8.11. Fertilización biológica

La fertilización biológica se fundamenta en el empleo de recursos naturales como abonos, residuos de descomposición de materia orgánica, sobrantes de cosechas, en muchos casos se trata de crear microorganismos para atacar al patógeno causante de enfermedades, mediante la parasitación, o como agentes depredadores de patógenos, sin causar daños colaterales al cultivo, biodegradar sustancias, reciclar nutrientes, propiciar la simbiosis de micorrizas, y desarrollar procesos de biorremediación en suelos contaminados por sustancias tóxicas, evitando la aplicación indiscriminada de pesticidas (Hoyos et al. 2015).

Aunque las hortalizas de bulbo tienden a tener una alta capacidad para producir nódulos fijadores de nitrógeno, es esencial estimular la relación entre el suelo y la planta para lograr una asimilación óptima de los nutrientes. En este sentido, la utilización de cepas específicas de microorganismos eficientes como el *Rhizobium*, utilizados como inoculantes contribuye a

mejorar la eficiencia en la fijación de nitrógeno, permitiendo un mejor crecimiento y desarrollo de la soya en condiciones diversas (Cabrera, 2023).

La utilización de microorganismos eficientes en la agricultura se adapta según la zona geográfica, tipo de suelo, condiciones climáticas, métodos de cultivo, y sistemas de irrigación, entre otros factores. Cuando se aplican microorganismos eficientes en el agua, se promueve la retención del agua en el suelo, previniendo el estrés hídrico en periodos secos o en suelos con textura arenosa. Este proceso favorece el aumento de materia orgánica, al mismo tiempo que disminuye la porosidad excesiva causada por la escasa actividad microbiana, restaurando así el equilibrio ecológico y haciendo los nutrientes más asimilables para las plantas (Barona, 2021).

8.12. Microorganismos eficientes

El empleo de microorganismos eficientes, se da desde finales de la revolución verde, se trata de hongos o bacterias que sirven como depredadores de agentes patógenos, en otros casos actúan como parásitos en los causantes de enfermedades, eliminándolos desde dentro. Además, la incorporación de microorganismos eficientes se puede obtener de manera rentable y accesible para los productores, pueden mejorar significativamente el rendimiento de los cultivos, ofreciendo una alternativa tanto convencional como beneficiosa para los agricultores (Gonzalez et al. 2019).

En lo referente a la calidad del suelo, con la aplicación de microorganismos eficientes en el suelo, no solo busca garantizar rendimientos adecuados para los productores, sino también promover una producción más sostenible y saludable. El accionar de los M.E. en el suelo no se puede notar en periodos cortos de tiempo, no obstante, el efecto de estos es duradero en comparación con las fertilizaciones químicas. Asimismo, al llegar al mercado local a precios más bajos, contribuye al beneficio económico de las familias y, al mismo tiempo, tiene un impacto positivo en el medio ambiente (Orbe, 2017).

8.12.1. *Trichodermas*

Los microorganismos antagonistas, como el hongo *Trichoderma spp.*, desempeñan un papel importante en la agricultura mediante diversos mecanismos que incluyen la mayor descomposición de los elementos químicos del suelo, incremento en la transformación de nutrientes, el hiperparasitismo y la producción de sustancias antimicrobianas que inhiben el

crecimiento de patógenos. Estos hongos benéficos actúan como antagonistas de otros hongos, previniendo el desarrollo de hongos o nematodos que pueden causar enfermedades en las plantas (González V. , 2022).

En particular, el hongo *Trichoderma spp.* ha demostrado diversas funciones beneficiosas, especialmente en el ámbito de la sanidad vegetal. Los microorganismos utilizados como biofertilizantes desempeñan tres roles fundamentales: actúan como proveedores de nutrientes, producen fitohormonas y actúan como antagonistas contra hongos fitopatógenos. Esta triple función contribuye significativamente a mejorar la salud y el rendimiento de las plantas en la agricultura (Cabrera & Tapuy, 2021).

Los microorganismos eficientes como *Trichoderma spp.* participa en la competencia directa con patógenos al consumir sus nutrientes y descomponer los elementos que estos necesitan para su desarrollo. Este hongo también se alimenta de materiales orgánicos, facilitando su presencia en el suelo cuando se combina con materia orgánica y compost. Requiere humedad para germinar y tiene una tasa de crecimiento significativa, lo que le permite autogenerarse en el suelo y prevenir enfermedades que afectan a las plantas (Valdéz, 2018).

La aplicación de *Trichoderma spp.* en el suelo ofrece varias ventajas. Sin embargo, es importante destacar que depender únicamente de un método de control no es suficiente para erradicar las enfermedades de manera efectiva y sostenible a largo plazo. Se recomienda combinar varias prácticas para garantizar la salud de los cultivos de manera integral y económicamente rentable (Rodríguez et al. 2020).

Las *Trichodermas* no solo sirven como un método biológico para el control de enfermedades, sino que también poseen otras propiedades beneficiosas tanto para el suelo como para las plantas. En el suelo, estas mejoran significativamente la textura y estructura química, especialmente en suelos con alteraciones por el uso de insumos químicos o empobrecidos en nutrientes y con bajo contenido de materia orgánica. En las plantas se puede evidenciar el accionar de las *Trichodermas*, sobre todo como controladores de patógenos, mientras su efecto en el suelo está más relacionado con la síntesis de microelementos (Lozano et al. 2015).

El efecto positivo de las *Trichodermas* radica en su capacidad para colonizar previamente el suelo antes de que se instalen otros tipos de hongos, como *Botrytis*, *Phytium*, *Rhizoctonia*, entre otros, que son conocidos por causar enfermedades en las plantas. Esta colonización previa

contribuye a prevenir o reducir la incidencia de enfermedades fúngicas dañinas en las plantas, especialmente en especies hortícolas como el rábano y tubérculos en general, que son susceptibles a enfermedades radiculares (Liriano et al. 2020).

La incorporación de *Trichodermas*, ya sea para el control de enfermedades y patógenos o como bioestimulantes, se presenta como la opción más eficaz en el manejo integrado de cultivos. Al establecer simbiosis con las raíces de las plantas, las micorrizas desempeñan funciones cruciales que contribuyen de manera eficaz a la resistencia de las plantas a condiciones desfavorables, sean de tipo biótico o abiótico, incrementando la resistencia hídrica, lo que resulta en un aumento en la producción agrícola (Moya, 2016).

El éxito de las *Trichodermas* como agentes de control biológico se atribuye a diversas características. Entre ellas se encuentran su alta fertilidad, capacidad para adaptarse a condiciones medioambientales extremas, así como contribuir a la eficiencia de la síntesis de los fertilizantes. Se destaca por su agresividad en el control de agentes patógenos, causantes de enfermedades, promoviendo la inducción a la resistencia en las plantas. Cabe destacar que las diferentes especies de *Trichoderma* se caracterizan por tener un rápido crecimiento micelial, lo que contribuye a su capacidad para colonizar y competir exitosamente con otros hongos en el suelo y en las raíces de las plantas (Ortuño & Miranda, 2018).

8.12.2. Endomicorrizas

Los microorganismos eficientes como las del género endomicorrizas, están integradas por diversas especies de micorrizas en un mismo componente. Estas relaciones simbióticas son clave para reducir la necesidad de aplicar grandes cantidades de fertilizantes, especialmente fosfatos, con el fin de lograr buenos rendimientos en los cultivos. En suelos con alto contenido de fósforo, las endomicorrizas contribuyen al crecimiento y la producción de cultivos mediante sus propiedades simbióticas entre la planta, el suelo y las raíces (Hoyos et al. 2015).

Estas asociaciones beneficiosas resultan en plantas de mayor calidad biológica, evidenciada por un mayor crecimiento en términos de altura, vigor y área foliar, lo que se traduce en mayores rendimientos. Además, las endomicorrizas actúan como un mecanismo de protección para las raíces, ayudando a prevenir infecciones causadas por ciertos hongos patógenos. En términos prácticos, el desarrollo de estas asociaciones micorrízicas puede promover la reducción de

insumos y costos en la agricultura, lo que contribuye a un enfoque más sustentable y ecológicamente saludable en la práctica agrícola (Rodríguez R. , 2020).

La relación simbiótica entre el microorganismo eficiente y la planta se considera, en términos generales, mutualista, ya que implica un intercambio beneficioso de sustancias entre las plantas y los hongos micorrízicos. Esta simbiosis se basa en el beneficio que las micorrizas tienen en la planta, mediante la captura de macronutrientes presentes en el suelo. Este intercambio se facilita mediante la estimulación de las células enzimáticas, lo que favorece al crecimiento y desarrollo tanto de las plantas como de los hongos micorrízicos (Villalta & Duarte, 2020).

Es importante señalar que, aunque estas micorrizas son una asociación obligada para los hongos que las producen, no lo son necesariamente para las plantas. Sin embargo, en muchas situaciones, las plantas muestran beneficios sustanciales al formar esta asociación simbiótica con los hongos. Una de las características en las que destaca las endomicorrizas, es que son los arbuscúlos o agrupaciones de diferentes tipos de micorrizas, que son estructuras específicas de la colonización que desarrollan estos microorganismos dentro de la célula, la cual mejora la simbiosis de la planta con el suelo (Vaca, 2022).

La característica distintiva de las endomicorrizas es la presencia de estructuras llamadas arbuscúlos, que son las asociaciones de distintas especies de micorrizas. Estas se agrupan en los filamentos, de manera consecutiva, hasta lograr una nueva cepa que tenga la capacidad de sintetizar la materia orgánica del suelo. Entre las especies predominantes en las endomicorrizas están las del género *Glomus*, las cuales sintetizan el fósforo en fosfatos, por lo que son aprovechados de mejor manera por las plantas. Los arbuscúlos facilitan la transferencia eficiente de nutrientes entre el hongo y la planta, mejorando así la disponibilidad de nutrientes esenciales para el crecimiento de la planta (Márquez, 2022).

El impacto positivo de las micorrizas en el suelo y las plantas se fundamenta en una relación simbiótica sin causar daños ni alteraciones en las plantas, ni en el entorno ambiental. De hecho, son capaces de aumentar la producción hasta en un 25% de manera sustentable y sostenible. La aplicación de micorrizas se vuelve indispensable como parte de una estrategia de fertilización biológica, representando una alternativa agronómica que mejora el rendimiento del cultivo y favorece el aumento de la producción. Además, se destaca que las micorrizas ofrecen una opción económicamente viable para incrementar la producción y reducir los costos asociados a la misma (Nápoles et al. 2022).

8.12.3. *Rhizobium*

En las últimas dos décadas, las bacterias promotoras del crecimiento de plantas, entre las que se destacan las del género *Rhizobium* han sido objeto de un alto grado de interés y estudio por su efecto en la fitosanidad de las plantas, así como por su buena interacción con los elementos químicos en el suelo. Sin embargo, ha surgido cierta controversia en torno a este grupo, ya que aún no se tiene claridad sobre qué características definen a un fertilizante biológico como promotores del crecimiento (Pulido & Medina, 2018).

Por ello en la actualidad, muchas cepas de rizobios desempeñan un papel crucial en la agricultura y se utilizan como inoculantes debido a su capacidad para mejorar significativamente la fijación biológica de nitrógeno (FBN), incluso en condiciones adversas. El impacto del *Rhizobium* se manifiesta en el aumento de ramificaciones y en tallos más altos, lo cual puede variar según el cultivo producido. En hortalizas, sobre todo en los tubérculos mejora considerablemente el peso de los bulbos, por la alta concentración de nitratos y fósforo que son capaces de sintetizar (Corbera & Nápoles, 2019).

Entre las principales características de los *Rhizobium* que a diferencia de los hongos micorrícicos que forman nódulos o arbusculos dentro de las plantas, las rizobacterias promotoras del crecimiento no requieren la invasión interna de los tejidos. Después de su inoculación, estas bacterias deben alcanzar una alta densidad poblacional en la rizosfera, integrándose con el suelo y aumentando la presencia de microorganismos eficientes y la flora microbiana en el suelo (Aguirre, et al. 2018).

Las bacterias deben ser capaces de colonizar eficientemente la superficie de la raíz de la planta, aparte de esto las bacterias de *Rhizobium* al integrarse al suelo contribuyen a mejorar significativamente la composición química del suelo, mejorando la relación simbiótica entre el suelo y los cultivos. Del mismo modo los *Rhizobium* no deben causar daño ni a los seres humanos, plantas ni a otros microorganismos. Estas características proporcionan un marco para la identificación y comprensión de las bacterias promotoras del crecimiento y su accionar en el desarrollo de las plantas (Ulloa, 2018).

El papel fundamental de estos microorganismos en el desarrollo de las plantas va más allá de satisfacer sus necesidades nutricionales; también desempeñan un papel crucial en la resistencia frente a factores adversos como sequías o condiciones ambientales desfavorables. Al mismo

tiempo, el uso de ciertas especies de *Rhizobium* al ser bacterias fijadoras de nitrógeno, mejora significativamente la textura y estructura de la capa arable de suelos que presentan deficiencias de macroelementos, o bloqueo de nutrientes por la excesiva aplicación de fertilizantes sintéticos, contribuyendo así a la conservación del medio ambiente (Nuncio et al. 2015).

Los microorganismos eficientes del tipo *Rhizobium* resultan beneficiosos tanto directamente, al contribuir al crecimiento de las plantas, como indirectamente, al reducir la incidencia de enfermedades en las plantas. Se presume que estas rizobacterias tienen la capacidad de producir o modificar la concentración de hormonas en la planta, fijar nitrógeno de manera simbiótica, actuar como antagonistas contra microorganismos fitopatógenos y solubilizar fosfatos, minerales y otros nutrientes (Sotelo et al. 2018).

8.13. Investigaciones realizadas

El trabajo de investigación realizado por Holguín, (2021), con el objetivo de evaluar los efectos agronómicos en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus*) al aplicar tres fuentes de microorganismos eficientes de origen diferente. Los resultados más altos se dan en Micorrizas, con 36.29 días después de la siembra, con mayor número de hojas, 3.93 hojas, para el diámetro polar se dio mejores resultados con *Trichodermas* 3.27 cm, en el diámetro lineal se presentó mayor resultado con *Rhizobium* 3.21 cm. La producción se obtuvo en menor tiempo con *Rhizobium* a los 38 días. En mayor peso de bulbo se desarrolló con aplicaciones de Micorrizas con 71.28 g por U.E. Los días a la cosecha se establecieron con Micorrizas en 39.35 días posterior a la siembra. La relación costo beneficio se situó en USD. 0.95, en micorrizas.

En el trabajo investigativo de Antepara, (2022) se llevó a cabo con el propósito de evaluar el impacto de la aplicación de micorrizas en el crecimiento del cultivo de rábano. Se implementó un diseño de bloques completamente al azar que constaba de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados evidencian con las micorrizas incrementaron el número de hojas a 4.41 hojas, mientras en longitud y ancho de bulbos micorrizas obtuvo valores superiores con 4.20 cm y 3.19 cm respectivamente. El mayor peso de bulbo se dio con micorrizas 80.25 g. con un rendimiento de 4.14 t/ha.

La investigación ejecutada por Márquez, (2022) se realizó para la observación del cultivo de rábano en el cantón Pasaje en la provincia de El Oro, en comparación a dos tipos de fertilización: química (10-30-10) y a base de microorganismos eficientes del género *Rhizobium*. El tratamiento que arrojó los mejores resultados fue el tratamiento a base de M.E. acortando la

germinación en 5.12 días, destacándose en altura de follaje con 20.27 cm, peso del fruto de 73,14 g. y diámetro de la silícula de 2.83 cm. Por otro lado, en el diámetro vertical los resultados más favorables se presentaron con micorrizas arbusculares, con 4.12 cm. Para el peso los mejores promedios fueron con *Rhizobium* con pesos de 75.29 gr.

El estudio efectuado por Terán, (2022), en el cantón Pedro Carbo, provincia del Guayas, con el propósito de evaluar el híbrido de rábano Cherry Belle y su respuesta a microorganismos y fertilización química. Los resultados indican que las plantas más destacadas pertenecen a *Micorrizas*, el cual se distingue por una germinar a los 6.27 días, con altura de follaje de 30.18 cm, un peso del follaje de 0.62 g y un peso de la bulbo de 70.08 g. El tratamiento más efectivo fue *Micorrizas*, con plantas de 32.82 cm de alto, con 6.23 hojas al momento de la cosecha y diámetro de 5,17 cm.

Cabrera M. , (2023) realizó un estudio de investigación en el Centro Experimental Sacha Wiwa, ubicado en la parroquia Guasaganda, con el objeto de establecer el comportamiento agronómico del rábano con inoculaciones de M.E. en época lluviosa. El diseño experimental utilizado fue un bloque completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones por cada tratamiento. En cuanto a los resultados, se demostró que, M.E. obtuvo mayor altura de planta con 22.06 cm, diámetro de bulbo de 2.44 cm y producción de 0.66 kg/tratamiento.

La investigación realizada por Lobato & Vega, (2023) se desarrolló en el Cantón La Maná, donde se examinó la respuesta del cultivo de rábanos, con diversas dosificaciones de bioestimulantes más M.E. En los resultados se obtuvo la cosecha a los 35.29 días con citoquinina y giberelina, mayor altura de planta con 19.24 y 19.29 cm. respectivamente, la dosis de 1.5 ml mostró un crecimiento de 20.87 cm. mayor número de hojas, con 6.88 y 6.78 unidades respectivamente, y en giberelinas. Para el diámetro de tubérculo el mejor resultado se produjo en giberelinas con 4.52 cm., peso del tubérculo de 48.13 g.

9. PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS

Ha: Al menos un tipo de microorganismo eficiente aplicado en una variedad de rábano tendrá influencia directa en su ciclo vegetativo y productivo.

Ho: Ninguno de los microorganismos eficientes tendrá influencia en el ciclo vegetativo ni productivo, sobre ninguna variedad de rábano.

10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Ubicación del ensayo

La investigación se realizó en el sector La Esmeralda, de la parroquia El Triunfo, perteneciente al cantón La Maná. Según las coordenadas geográficas obtenidas mediante geoposicionamiento UTM, el sitio del ensayo está en las coordenadas: Latitud 0° 58' 31'' Sur y -79° 17' 29'' Oeste. Los datos meteorológicos obtenidos por la red de estaciones Meteorológicas del INHAMI, ubicado en la Hacienda San Juan, el lugar del experimento cuenta con las condiciones apropiadas para el desarrollo del rábano. La investigación tuvo una duración de 75 días, de los cuales cada 30 días se efectuaron las dos siembras del rábano y en los 15 días se realizó la preparación del terreno para cada siembra.

10.2. Condiciones agrometeorológicas

Las condiciones agrometeorológicas del lugar donde se realizó la investigación presentan las características agronómicas idóneas para la producción del cultivo de rábano, en cualquier época del año, en la tabla 3 se detalla las condiciones agrometeorológicas.

Tabla 3. Características meteorológicas del lugar del experimento

Parámetros	Promedio
Altitud	147.00 (m.sn.m.)
Temperatura	18 – 30 (°C)
Humedad relativa	65 – 70 (%)
Heliofanía	11.90 (horas-luz/año)
Presión atmosférica	1015 (hPa)
Precipitación	28.53 (mm/año)
Topografía	Regular
Textura	Franco-limoso

Elaborado por: Guamán, (2024).

Fuente: Estación de meteorología de la Hda. San Juan.

10.3. Tipos de investigación

10.3.1. Investigación de campo

La presente investigación fue de campo, porque permitió obtener los resultados a partir de datos de tomados directamente en el campo del experimento. En base a la investigación de campo se determinó los efectos en cada una de las variables en estudio. Mediante la investigación de campo se pudo constatar los efectos de los microorganismos eficientes en el suelo, como en el cultivo de rábano en el sitio mismo del ensayo.

10.3.2. Investigación descriptiva

La investigación es descriptiva, porque describe la respuesta agronómica entre los microorganismos eficientes con la producción de rábano y el impacto que tienen en el suelo. De igual manera, en base a los resultados obtenidos en la investigación, se puede describir el comportamiento agronómico del rábano en torno a los M.E. y sus impactos en el suelo.

10.3.3. Investigación experimental

Es experimental, debido a que los resultados se obtuvieron a partir de un estudio llevado a cabo con un enfoque técnico-científico, con el propósito de establecer la relación causal entre el cultivo de rábano y los microorganismos eficientes, así como sus efectos en el suelo, permitiendo cuantificar los datos obtenidos en la producción para poder emitir los resultados.

10.3.4. Investigación bibliográfica

Es de tipo bibliográfica, debido a que en el desarrollo del proyecto se consultaron fuentes de información bibliográfica que permitieron establecer los antecedentes necesarios para desarrollar la investigación. Además, la revisión bibliográfica permitió conocer los antecedentes investigativos en el cultivo de rábano, así como los microorganismos eficientes apropiados para el cultivo, dosificaciones y modos de aplicación en el cultivo.

10.4. Materiales y equipos

10.4.1. Material vegetativo

En las tablas 4 y 5 se describen las variedades de rábano Crimson Giant y Cherry Belle, las cuales fueron adquiridas comercial, garantizando una alta pureza certificadas para su siembra.

Tabla 4. Características vegetativas del rábano Crimson Giant

Temperatura	12 – 25 °C
Días a la germinación	5 – 8 días
Ciclo fenológico	30 – 45 días
Densidad de siembra	500.000 plantas/ha
Rendimiento agronómico	18 – 22 t/ha

Fuente: (Bosmediano, 2023).

Elaborado por: Guamán, (2024).

Tabla 5. Propiedades vegetativas del rábano Cherry Belle.

Adaptabilidad	0 – 2500 m.sn.m.
Temperatura	10 – 28 °C
Días a la germinación	5 - 7 días
Ciclo hasta la cosecha	25 – 35 días
Rendimiento agronómico	18 – 20 t/ha
Riego	Frecuente
Época de siembra	Todo el año

Fuente: (Bosmediano, 2023)

Elaborado por: Guamán, (2024).

10.4.2. *Trichodermas*

Las *Trichodermas* fueron adquiridas de manera comercial, se utilizó en una formulación de concentrado emulsionable (EC). Las características principales de *Trichodermas* se detallan a continuación.

Tabla 6. Características de *Trichoderma*

Pureza	99.50%
Especie	<i>Trichoderma harzianum</i>
Condiciones de humedad	8.0 – 10.0 %
Concentración de M.E.	1 * 10 ⁷ conidios/ ml
Modo de acción	Microorganismo antagonista
Concentración total	1 * 125 conidios/ ml
Nivel de pH	5.0

Fuente: (Senasa, 2021)

Elaborado por: Guamán, (2024).

10.4.3. Endomicorrizas

En el proyecto de investigación se utilizaron las endomicorrizas, fueron adquiridas de manera comercial, debido a sus cualidades para mejorar las condiciones de suelo y síntesis de elementos químicos. A continuación, se detallan las principales características de las endomicorrizas.

Tabla 7. Propiedades de las endomicorrizas.

Especie	<i>Glomus fasciculatum, mosseae</i>
pH	6.0 – 6.5
Nivel de humedad	8 – 11.6 %
Capacidad de colonización	70-99 %
Colonización de esporas	300 esporas/g.
Densidad total	1057 g/cm ³
Nivel de calcio	8.0 %
Nivel de hierro	0.05%

Fuente: (Crystal Chemical, 2021)

Elaborado por: Guamán, (2024).

10.4.4. *Rhizobium*

Se emplearon microorganismos eficientes del género *Rhizobium*, el cual se adquirió comercialmente, por su alta síntesis y relación simbiótica entre el suelo y la planta, especialmente en especies donde se aprovechan las raíces, como en el caso del rábano. Se puede emplear como un biocontroladores de enfermedades, como un biofertilizante en el suelo. En la tabla 8 se describe las características del *Rhizobium*.

Tabla 8. Características y propiedades del *Rhizobium*.

Formulación	Inoculante líquido
Tipo	CEPA E 109.
Concentración	5 x 10 ⁹ UFC/ml
Densidad	1 x 10 ⁸ UFC/ml
Viabilidad	800 bacterias/nódulo
Presentación	M.E. en medio estéril
Sobrevivencia	24 horas/ inoculación

Fuente: (Crystal Chemical, 2021)

Elaborado por: Guamán, (2024).

10.4.5. Otros materiales y equipos

En el proyecto de investigación se emplearon otros materiales y equipos, los cuales se detallan en la tabla 9.

Tabla 9. Otros materiales y equipos utilizados en la investigación.

Materiales	Unidad	Cantidad
Machetes	Unidad	2
Bomba de aspersión	Unidad	3
Semilla	Sobres de 100 g.	4
Balanza digital	Unidad	1
Flexómetro	Unidad	2
Cinta métrica	Unidad	2
Calibrador digital	Unidad	1
Smartphone	Unidad	2

Elaborado por: Guamán, (2024).

10.5. Diseño experimental

En este ensayo, se implementó el Diseño de Bloques Completos al Azar en un arreglo factorial 2*3, a partir de la combinación de factores se generaron seis tratamientos. En todos los tratamientos, se realizaron cinco repeticiones y se seleccionaron cuatro unidades

experimentales para su evaluación. La tabulación de datos se llevó a cabo utilizando el programa informático Microsoft Excel versión 2021, distribución LTSC. En cuanto al análisis estadístico, se empleó el software Infostat, propiedad de la Universidad de Córdoba, en su versión estudiantil. Se aplicó el método de Tukey, reconocido por su utilidad en investigaciones experimentales que requieren comparaciones entre tratamientos, con un nivel de significancia del 5%.

10.6. Factores en estudio

Los factores corresponden al factor A: Microorganismos eficientes y Factor B: Variedades de rábano.

Tabla 10. Factores en estudio.

Factor A	Factor B
<i>Trichodermas</i>	Rábano Crimson Giant
Endomicorrizas	Rábano Cherry Belle
<i>Rhizobium</i>	

Elaborado por: Guamán, (2024).

10.7. Tratamientos

Mediante la combinación de factores se obtuvieron seis tratamientos. Los tratamientos en estudio se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 11. Tratamientos en estudio.

Tratamiento	Código	Descripción
1	T. + C. G.	<i>Trichoderma</i> + Rábano Crimson Giant
2	E. + C. G.	Endomicorriza + Rábano Crimson Giant
3	R. + C. G.	<i>Rhizobium</i> + Rábano Crimson Giant
4	T. + R. CH. B.	<i>Trichoderma</i> + Rábano Cherry Belle
5	E. + CH. B.	Endomicorriza + Rábano Cherry Belle
6	R. + CH. B.	<i>Rhizobium</i> + Rábano Cherry Belle

Elaborado por: Guamán, (2024)

10.8. Esquema del experimento

El experimento estuvo conformado por tres microorganismos eficientes aplicados en dos variedades de rábano, dando como resultado siete tratamientos y cinco repeticiones, se tomaron cuatro unidades experimentales por cada tratamiento para registrar los datos experimentales, tal como se expresa en la tabla 12.

Tabla 12. Esquema del experimento.

Tratamiento	Repeticiones	Unidad experimental	Total
1	5	4	20
2	5	4	20
3	5	4	20
4	5	4	20
5	5	4	20
6	5	4	20
Total			140

Elaborado por: Guamán, (2024)

10.9. Análisis de varianza

La tabla 13 muestra el análisis de varianza empleado en la investigación.

Tabla 13. Análisis de varianza.

Fuentes de variación		Grados de libertad
Bloques	r-1	4
Factor A: (M.E.)	a-1	2
Factor B: (Variedades)	b-1	1
Interacción A*B	(a-1) (b-1)	2
Error	(r-1) (ab-1)	20
Total	(r.ab-1)	29

Elaborado por: Guamán, (2024)

10.10. Variables evaluadas

En el transcurso de la presente investigación, se abordó el análisis del crecimiento, desarrollo vegetativo y producción del cultivo, así como la evaluación de la composición del suelo antes y después de cada siembra para constatar el efecto de los microorganismos en el suelo.

10.10.1. Fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo permitió establecer mediante los resultados del análisis físico-químico el contenido de elementos en el suelo antes y después de cada uno de los dos periodos de siembra. De esta manera se determinó el incremento o reducción de cada elemento presente en el suelo.

10.10.2. Días a la emergencia

Debido a que el rábano tiene un ciclo fenológico relativamente corto, la variable días a la germinación se cuantificó por observación directa, se registró una vez la parcela experimental tengo aproximadamente el 80% de plantas germinadas y fue expresada en días.

10.10.3. Altura de planta

Para el registro de la altura de la planta se realizó una vez las plantas estén aptas para la cosecha, se empleó un flexómetro, tomando como referencia la distancia desde la base del suelo hasta el ápice de la hoja más prominente, de las 5 unidades experimentales. El registro de estas variables se realizó al momento de cada cosecha. Esta variable se expresó en centímetros.

10.10.4. Días a la cosecha

Se tomó en cuenta los días a la cosecha para conocer la variedad en función al microorganismo eficiente más precoz productivamente. Para ello se registró el periodo de tiempo transcurrido desde la siembra, hasta cuando las plantas empiecen a emerger del suelo, para el cálculo de esta variable se expresó en días.

10.10.5. Número de hojas a la cosecha

El número de hojas permite establecer las características vegetativas de las plantas al momento de la recolección, en respuesta del cultivo a la aplicación de los microorganismos eficientes. Esta variable se tomó en cuenta al momento de la cosecha y se registró en unidades.

10.10.6. Diámetro polar de bulbos

De igual manera, al momento de la cosecha, posterior al lavado y limpieza de bulbos se seleccionaron las cuatro unidades experimentales y se midió el diámetro polar del bulbo con un calibrador digital. Para el registro de esta variable se expresó en centímetros

10.10.7. Diámetro ecuatorial de bulbos

Esta variable se tomó en cuenta al momento de la recolección, para ello se seleccionaron las cuatro unidades experimentales y se midió el diámetro transversal en centímetros con la ayuda de un calibrador digital.

10.10.8. Peso de bulbos

Los bulbos cosechados de cada tratamiento fueron lavados y limpiados de cualquier impureza, posteriormente se pesaron con la ayuda de una balanza digital, Para registrar esta variable, se expresó en gramos para el posterior análisis estadístico.

10.10.9. Análisis económico

En el proyecto se efectuó el análisis de costos y la rentabilidad, para determinar la factibilidad económica de cada tratamiento, se tomó en consideración los siguientes aspectos:

Ingreso bruto por tratamiento

Se calcularon los ingresos brutos por tratamiento, para determinar los beneficios de cada tratamiento, sin tomar en cuenta los costos de producción. Para el cálculo se multiplicó la producción de rábano por el valor comercial en el mercado actual, para ello se empleó la fórmula:

$$\mathbf{IB= Y *PV}$$

Donde:

IB= Ingreso bruto

Y= Producto

P Y = Precio actual del producto

Costos totales por tratamiento

Este parámetro se calculó a partir de todos los valores de los costos invertidos en la ejecución del proyecto, de igual manera se consideraron el elemento humano, los insumos, y materiales utilizados.

Beneficio neto

El beneficio neto permite conocer las ganancias económicas en el ensayo, se calculó a partir de la resta del ingreso bruto el costo por tratamiento, para ello se planteó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{BN= IB-CT}$$

Donde:

BN= Beneficio neto

IB: Ingreso bruto

CT: Costos totales

Relación beneficio costo

El cálculo de relación beneficio/costo se realizó a partir de la división entre el beneficio neto para los costos totales, se utilizó la siguiente fórmula:

$$B/C=BN/CT$$

Donde

BN: Beneficio neto

CT: Costos totales

10.11. Manejo del experimento

10.11.1. Recolección de muestras de suelo

Antes de establecer el ensayo se realizó la recolección de muestras de suelo, para el efecto se realizaron hoyos de 30 cm de profundidad, donde se extrajeron submuestras de suelo en puntos aleatorios de todo el sitio del experimento. Las submuestras de suelo se mezclaron, para su posterior análisis en el laboratorio de suelos del INIAP, Pichilingue.

10.11.2. Limpieza y preparación del terreno

La preparación del terreno para la siembra se llevó a cabo con 15 días de anterioridad, se eliminó de manera manual de maleza mediante herramientas. Para los tratamientos en estudio se establecieron parcelas experimentales con dimensiones de 1.00 * 2.0 metros, las cuales fueron delimitadas dejando un espacio de 1.00 metros como caminos de acceso.

10.11.3. Siembra

La siembra se realizó directamente al suelo, en las primeras horas de la mañana, primeramente se regó con abundante agua para lograr tener una humedad relativa apropiada para la germinación de las semillas, luego se realizaron surcos superficiales a lo largo de las parcelas,

donde se depositaron las semillas de rábano para posteriormente cubrirlas con una capa de tierra.

10.11.4. Control de malezas

El control de malezas fue manual, se realizó frecuentemente cuando empezaron aparecer los primeros arvenses, en el interior de las parcelas se realizó manualmente, mientras en los contornos y caminos se utilizaron machetes y rastrillos. Se mantuvo libre de malas hierbas la parcela durante las dos siembras del rábano.

10.11.5. Aplicación de microorganismos eficientes

La aplicación de cada uno de los microorganismos eficientes fue el mismo día, asegurando así que no hubiera margen de error en los datos experimentales. La aplicación se llevó a cabo de manera foliar. Las dosis utilizadas se determinaron según las recomendaciones de cada producto, comparándolas con investigaciones previas realizadas en hortalizas de bulbo. Se tomó en consideración las dosis aplicadas por Morocho & Leiva, (2019), quienes recomiendan una dosis de 1,5 g/l de agua para las micorrizas y 1 g/l de agua para las trichodermas y 1.0 g/l de agua para el *Rhizobium*, para eliminar cualquier residuo de elementos presentes.

10.11.6. Manejo de plagas y enfermedades

Durante el transcurso de la investigación se presentaron plagas propias de la época lluviosa, como caracoles y babosas, las cuales fueron recolectadas manualmente y sumergidas en una solución de agua con detergente. La incidencia de enfermedades fue relativamente baja, pudiendo evidenciar en un menor impacto enfermedades foliares, que desaparecieron con la aplicación de los microorganismos eficientes.

10.11.7. Cosecha

La cosecha se realizó cuando se observó que los bulbos empezaron a emerger en el suelo, también se tomó en consideración la edad fisiológica de la planta, así como muestras en el follaje, el cual empieza a secarse cuando el rábano está apto para la cosecha. Para el registro de los datos de la cosecha se recolectaron los bulbos, los cuales fueron lavados y secados para la recopilación de datos.

11. RESULTADOS Y DISCUSIONES

11.1. Fertilidad del suelo

En la tabla 14 se comprueba que en el periodo 1, es decir al finalizar la primera cosecha de rábano los niveles de macro nutrientes son relativamente bajos en NH₄, y P, Para el segundo periodo, al finalizar la investigación, existe incremento los valores de nitrógeno, fósforo, potasio, y calcio, mientras que se incrementó el porcentaje de materia orgánica al contener mayores porcentajes de limo y arcilla. El pH se mantuvo en los rangos de ligeramente ácido, con 6.4 a 6. En base al análisis de suelo se puede determinar que la incorporación de microorganismos eficientes, tiende a incrementar macronutrientes y micronutrientes en el suelo, concordando con la teoría expresada por Antepará, (2022), quien manifiesta que al existir una relación simbiótica entre la planta y el suelo el beneficio se da tanto para la planta al estimular sus variables productivas, como en el suelo mejorando sus propiedades físicas y químicas.

Tabla 14. Comparativa de análisis de suelo en los dos periodos de siembra.

Elemento	Periodo 1		Periodo 2	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
pH	6.4	LAc	6.2	LAc
Macroelementos				
NH ₄	14.00 B	ppm	18.00 B	ppm
P	5.00 B	ppm	24.00 A	ppm
K	0.33 M	meq/100 ml	0.29 M	meq/100 ml
Ca	12.00 A	meq/100 ml	11.00 A	meq/100 ml
Mg	2.40 A	meq/100 ml	2.40 A	meq/100 ml
Microelementos				
S	17 M	ppm	9.00 A	ppm
Cu	4.10 A	ppm	5.00 A	ppm
Fe	6.00 B	ppm	165.0 A	ppm
Mn	1.10 B	ppm	4.00 B	ppm
B	0.38 B	ppm	0.47 B	ppm
Relación				
Ca/Mg	5.00	meq/100 ml	4.50	meq/100 ml
Mg/K	7.27	meq/100 ml	8.28	meq/100 ml
Ca + Mg/K	43.64	meq/100 ml	46.21	meq/100 ml
Textura				
Arena	40.00	%	44.00	%
Limo	52.00	%	44.00	%
Arcilla	8.00	%	12.00	%
M. O.	3.40	%	14.00	%

Fuente: Resultados de análisis de suelo INIAP.

Elaborado por: Guamán. (2024)

11.2. Días a la emergencia

11.2.1. Efecto simple de días a la emergencia

La tabla 15 analiza el efecto simple de los factores para la variable días a la emergencia, donde en el primer periodo de estudio, en el factor A las endomicorrizas muestran un periodo más corto en la emergencia en rábano sembrado directamente al suelo, con 5.75 días desde la siembra. En tanto que, el factor B se evidencia que la variedad Cherry Belle es más precoz al momento de la emergencia, con 5.17.

Para el segundo periodo de evaluación las diferencias estadísticas entre los factores demuestran que estos microorganismos cumplen con su función de mejorar las propiedades del suelo, se puede observar que endomicorrizas mantiene periodos cortos de emergencia con 5.88 días. Para el factor variedades de igual manera Cherry Belle obtuvo tiempos más cortos de emergencia con 5.67 días a partir de la siembra.

Tabla 15. Efecto simple de los días a la emergencia en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa

Días a la emergencia				
Factores				
Factor A: Microorganismos eficientes	Periodo 1		Periodo 2	
<i>Trichoderma</i>	6.13	ab	6.63	b
Endomicorriza	5.75	a	5.88	a
<i>Rhizobium</i>	6.50	b	6.63	b
Factor B: Variedades de rábano				
Crimson Giant	7.08	b	7.08	b
Cherry Belle	5.17	a	5.67	a
C. V. %	6.61		8.87	

Medias con letras en común no son significativamente diferentes $p(>0.05)$

Elaborado por: Guamán, (2024).

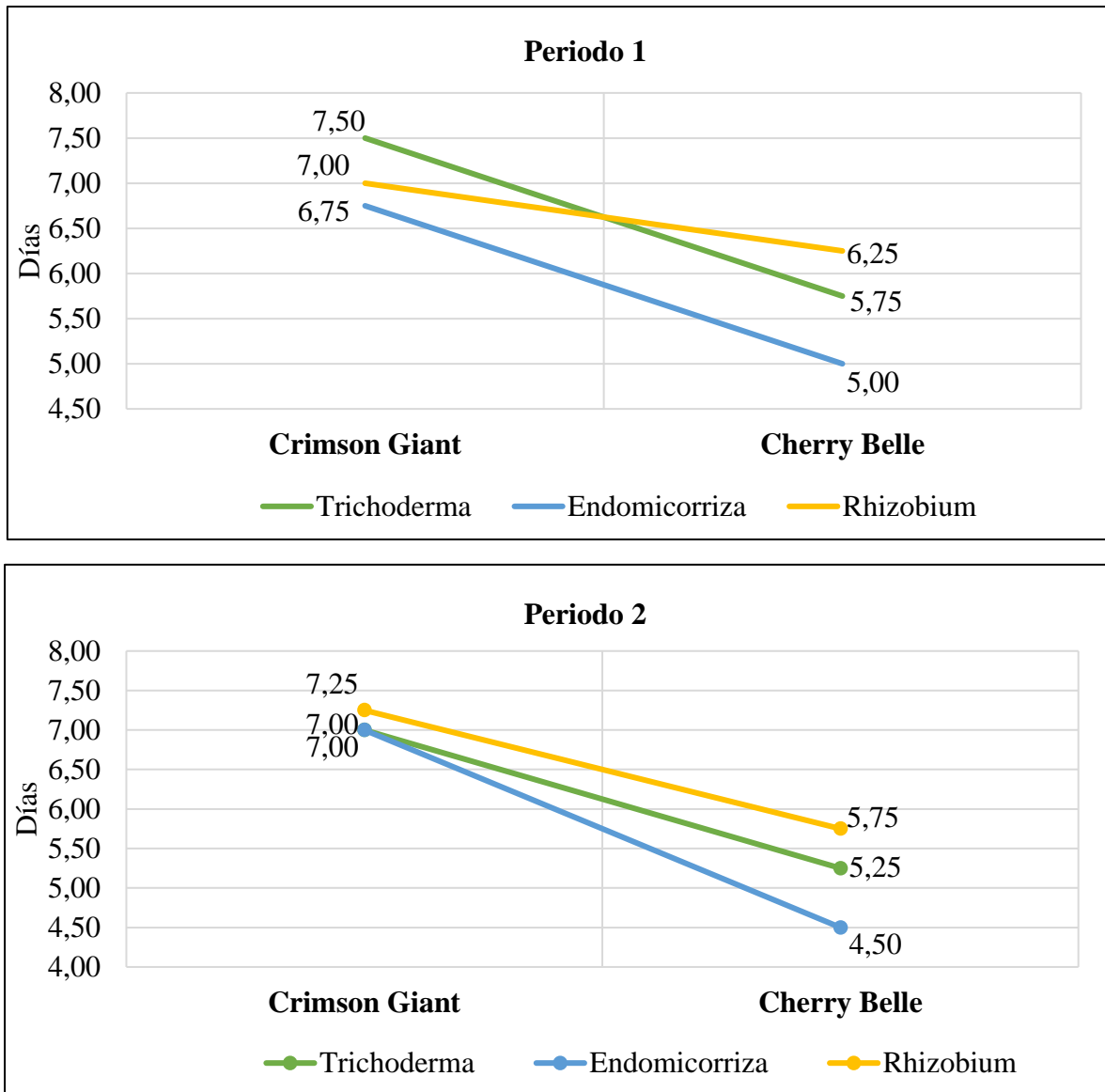
11.2.2. Interacción de días a la emergencia

En la figura 1 se puede observar que en el primer periodo no existen interacciones entre factores, la variedad Cherry Belle con aplicaciones de endomicorrizas presentaron menor periodo hasta la emergencia de plantas, donde este proceso se llevó a cabo a los 5.75 días posterior a la siembra. Las investigaciones efectuadas por Mora, (2022) demuestran que las variedad de rábano como Cherry Belle tienen un periodo relativamente menor que las demás. Mientras Holguín, (2021) enfatiza que las micorrizas estimulan la actividad celular del rábano, por lo que se acorta su periodo de emergencia.

En la evaluación del segundo periodo de siembra se puede apreciar que existe interacción en el factor *Rhizobium*. La línea de tendencia evidencia que en la variedad Crimson Giant la emergencia de plantas se produce a los 7.00 días. En tanto con la variedad Cherry Belle los días a la emergencia se acortan, a 5.25 días después de la siembra.

Sin embargo, el menor tiempo transcurrido desde la siembra hasta la emergencia de plantas se da con la variedad Cherry Belle en conjunto con la aplicación de endomicorrizas. Por ello se coincide con lo mencionado por Martínez & Vega, (2023) quienes mediante el estudio de inoculación de semillas con *Rhizobium* determinaron que con integraciones de este microorganismo eficiente la planta presenta periodos cortos de emergencia.

Figura 1. Interacción de los días a la emergencia en los dos periodos de siembra.



Elaborado por: Guamán, (2024).

11.2.3. Análisis por tratamiento de días a la emergencia

En cuanto al análisis de resultados por tratamientos, en la tabla 16 se puede observar que en el periodo 1, los mejores resultados se presentaron con T5, alcanzando la emergencia de plantas a los 5.00 días, por lo cual se tuvo un menor número de días a la emergencia, comparado con Terán, (2022), con una emergencia de plantas a los 6.27 días. De acuerdo a Luna & Zapana, (2020), las endomicorrizas, al ser incorporar más de un especie del mismo género diversifican su accionar benéfico en las primeras etapas fenológicas de la planta.

Los resultados obtenidos en el segundo periodo de ensayo evidencian que T5 mantiene los resultados más prominentes, con una emergencia promedio de 4.50 días, en comparación a los datos obtenidos por Márquez, (2022) con 5.12 días al emplear bacterias promotoras de crecimiento. Los periodos cortos de emergencia, según lo explica Robles, (2019) se deben especialmente a la acción de las micorrizas en el suelo, al desintegrar la materia orgánica las semillas tienen mejores condiciones para su emergencia, además los M.E. aceleran el periodo de latencia de las semillas, por lo que la plántula emerge más rápido desde el suelo.

Tabla 16. Análisis por tratamiento de los días a la emergencia en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa.

Días a la emergencia (d)				
Tratamiento	Periodo 1		Periodo 2.	
T1: <i>Trichoderma</i> + Crimson Giant	7.50	c	7.00	c
T2: Endomicorriza + Crimson Giant	6.75	b	7.00	c
T3: <i>Rhizobium</i> + Crimson Giant	7.00	c	7.25	c
T4: <i>Trichoderma</i> + Cherry Belle	5.75	a b	5.25	b
T5: Endomicorriza + Cherry Belle	5.00	a	4.50	a
T6: <i>Rhizobium</i> + Cherry Belle	6.25	b	5.75	a b
C.V. %	8.16		7.01	

Medias con letras en común no son significativamente diferentes $p(>0.05)$

Elaborado por: Guamán, (2024).

11.3. Altura de planta

11.3.1. Efecto simple de altura de planta

El efecto simple para la variable altura de planta se detalla en la tabla 17, donde se comprueba que en el primer periodo, dentro del factor A se obtuvieron mejores resultados con aplicaciones de endomicorrizas, con alturas promedio de 20.13 cm, en tanto al factor B la mayor altura de planta se presentó con la variedad Cherry Belle, con 21.25 cm.

Para el segundo periodo la mayor altura de planta, en el factor A se consideró a la aplicación de endomicorrizas, con una altura de 21.75 cm, los datos obtenidos en el factor B demuestran que Cherry Belle es la variedad que registro mayor altura de planta, con 21.97 cm.

Se puede concordar con la teoría de Márquez, (2022), en la evaluación de rábano, aplicando microorganismos eficientes demostró que la altura de planta está en función al manejo que se le dé al cultivo, es decir las variedades de rábano no influyen en la altura de planta, donde el accionar de las micorrizas es superior, debido a que estas no solo actúan a nivel de la raíz, sino penetran en las células de la planta estimulando su crecimiento y desarrollo.

Tabla 17. Efecto simple de la altura de planta en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa

Altura de planta (cm)				
Factores				
Factor A: Microorganismos eficientes	Periodo 1		Periodo 2	
<i>Trichoderma</i>	18.88	c	20.52	b
Endomicorriza	20.13	a	21.75	a
<i>Rhizobium</i>	19.38	b	20.06	b
Factor B: Variedades de rábano				
Crimson Giant	17.58	b	19.58	b
Cherry Belle	21.25	a	21.97	a
C. V. %	3.80		3.66	

Medias con letras en común no son significativamente diferentes $p(>0.05)$

Elaborado por: Guamán, (2024).

11.3.2. Interacción de altura de planta

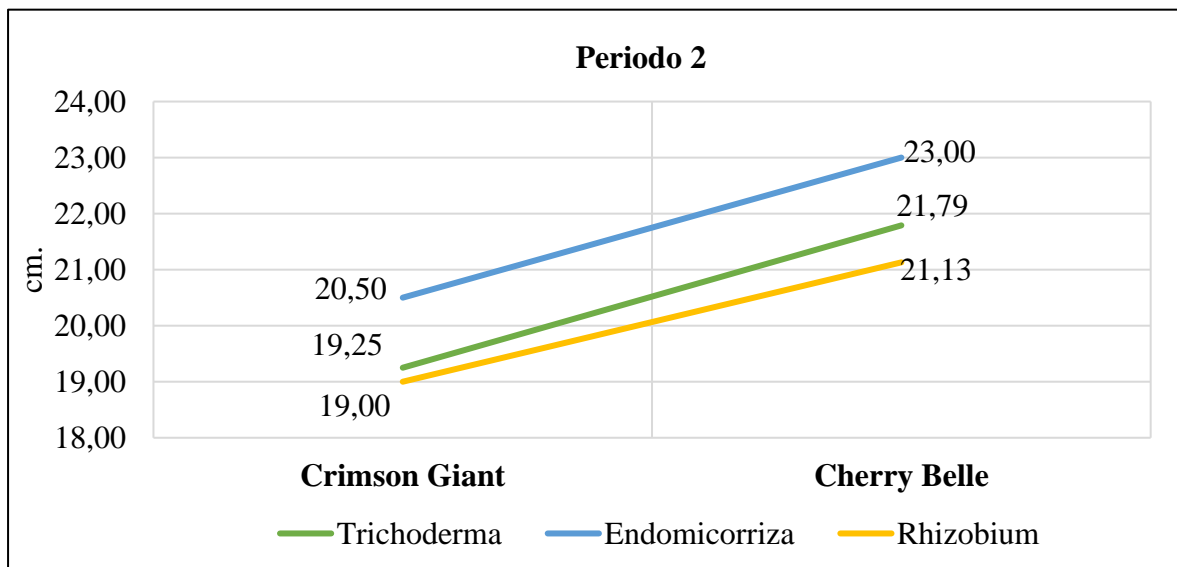
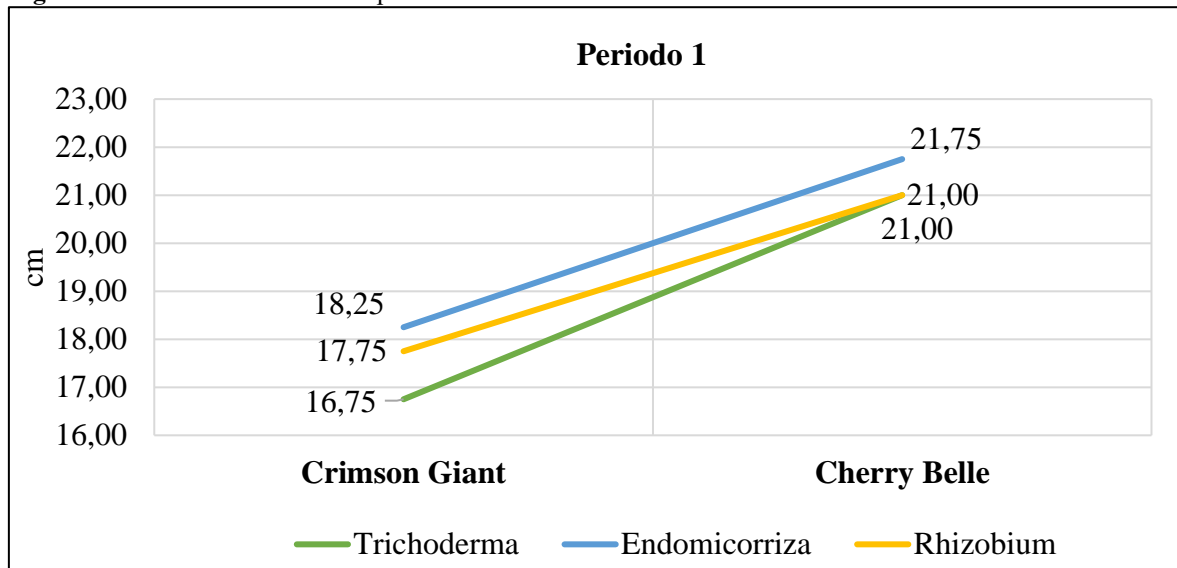
La interacción de factores en la altura de planta demuestra que en el primer periodo de siembra la variedad Cherry Belle muestra una mayor interacción, con 21.75 cm. La aplicación de *Trichodermas* y *Rhizobium* tuvieron similares efectos sobre esta variedad. Según lo expresado por Antepará, (2022) los M.E. tienen la particularidad de actuar de manera más rápida en comparación con otros fertilizantes, por lo que plantas de ciclos cortos puede asimilar correctamente los nutrientes del suelo

En la evaluación del segundo periodo de siembra se puede notar que la variedad Cherry Belle tiene resultados más altos en la altura de planta, con la incorporación de micorrizas al suelo alcanza una altura de 23.00 cm, superando los demás tratamientos en estudio. Lo expuesto coincide con los resultados obtenidos por Vincent, (2016), al comparar la respuesta agronómica

de tres variedades de rábano, obtuvo mejores resultados aplicando M.E. en la variedad Cherry Belle, que es una variedad altamente resistente a la época lluviosa, de igual manera la presencia de micorrizas crea una resistencia a plagas y enfermedades que pueden disminuir su producción y rendimiento.

Los estudios efectuados por Morocho & Leiva, (2019) indican que las micorrizas aplicadas en el rábano, tienden a estimular el desarrollo de los tejidos vegetales, por lo que la altura se incrementa considerablemente. De igual manera los resultados positivos con el uso de micorrizas se deben a que tienen la capacidad de mejorar la resistencia de las plantas frente a condiciones ambientales desfavorables, como el exceso de lluvias.

Figura 2. Interacción de altura de planta.



Elaborado por: Guamán, (2024).

11.3.3. Análisis por tratamiento de altura de planta

La tabla 18 describe el análisis de la altura de planta por tratamientos, donde en el primer periodo se observa que hay diferencias estadísticas, donde T4 y T5 presenta similitudes numéricas con 21.00 cm. Rodríguez *et al.* (2020), menciona que es evidente que la altura de planta está condicionada a la variedad utilizada, siendo Cherry Belle una variedad mejorada, es la que mejor asimila los nutrientes presentes en el suelo, producto de la síntesis de la actividad biológica de los microorganismos eficientes.

En el periodo 2 se puede observar las diferencias estadísticas entre tratamientos, donde T5 presenta mayor altura de planta con 23.00 cm, siendo superior a la altura obtenida por Márquez, (2020) con 20.27 cm, en su estudio a base de rábano con aplicaciones de micorrizas. Para Sotelo *et al.* (2018) la presencia de micorrizas contribuye a la mejora de la calidad del suelo al potenciar su estructura, incrementar la presencia de materia orgánica y fomentar la formación de agregados de suelo, por lo que se potencializa el desarrollo y crecimiento a nivel del tejido meristemático, lo que origina el crecimiento de las plantas .

Además, Ayala & Valdiviezo, (2021) en investigaciones efectuadas en café, con aplicaciones de endomicorrizas, determinaron que este microorganismo además de mejorar las condiciones del suelo, mejora la asimilación de nutrientes por la planta, sobre todo en épocas lluviosas, donde la humedad relativa es alta incrementa la resistencia de las plantas a condiciones de extrema humedad y mejorando la calidad general del suelo. Estas simbiosis son fundamentales en el ecosistema y pueden influir de manera considerable en la fitosanidad, desarrollo y producción del cultivo de rábano.

Tabla 18. Análisis por tratamiento de altura de planta en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa.

Altura de planta (cm)				
Tratamiento	Periodo 1		Periodo 2.	
T1: <i>Trichoderma</i> + Crimson Giant	16.75	b c	19.25	c
T2: Endomicorriza + Crimson Giant	18.25	b	20.50	b c
T3: <i>Rhizobium</i> + Crimson Giant	17.75	b	19.00	c
T4: <i>Trichoderma</i> + Cherry Belle	21.00	a	21.79	a b
T5: Endomicorriza + Cherry Belle	21.75	a	23.00	a
T6: <i>Rhizobium</i> + Cherry Belle	21.00	a	21.13	b
C.V. %	5.79		3.65	

Medias con letras en común no son significativamente diferentes $p(>0.05)$

Elaborado por: Guamán, (2024).

11.4. Días a la cosecha

11.4.1. Efecto simple de días a la cosecha

La tabla 19 evidencia el análisis del efecto simple, en la cual al primer periodo de siembra, el menor tiempo transcurrido hasta la cosecha para el factor A se da con aplicaciones de endomicorrizas, con 30.88 días hasta la cosecha, en tanto el factor B, la variedad Cherry Belle, mantiene los menores días hasta la cosecha, con 27.00 días a la cosecha a partir de la siembra. Los resultados obtenidos evidencian que en el primer periodo de siembra, los efectos de los microorganismos eficientes presentan diferencias significativas, concordando con lo expuesto por Cabrera M. , (2023), en su trabajo investigativo determinó que los M.E. tienen mayor efecto transcurrido más de 30 días a partir de su aplicación.

En el segundo periodo de siembra se pueden observar diferencias significativas entre factores, donde para el factor A los mejores resultados se dan con Endomicorrizas, en 29.25 días hasta la cosecha. En lo referente al factor B, la variedad Cherry Belle presenta menor tiempo en llegar a la cosecha con 22.42 días desde la siembra. Para Nuncio *et al.* (2015) las micorrizas pueden aumentar de manera significativa la habilidad de las plantas para asimilar nutrientes y agua, acortando el periodo entre cosechas.

Tabla 19. Efecto simple de días a la cosecha en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa

Días a la cosecha (d)				
Factores				
Factor A: Microorganismos eficientes	Periodo 1		Periodo 2	
<i>Trichoderma</i>	32.38	b	30.50	b
Endomicorriza	30.88	a	29.25	a
<i>Rhizobium</i>	32.63	b	31.50	c
Factor B: Variedades de rábano				
Crimson Giant	36.92	b	35.42	b
Cherry Belle	27.00	a	25.42	a
C. V. %	2.11		1.63	

Medias con letras en común no son significativamente diferentes $p(>0.05)$

Elaborado por: Guamán, (2024).

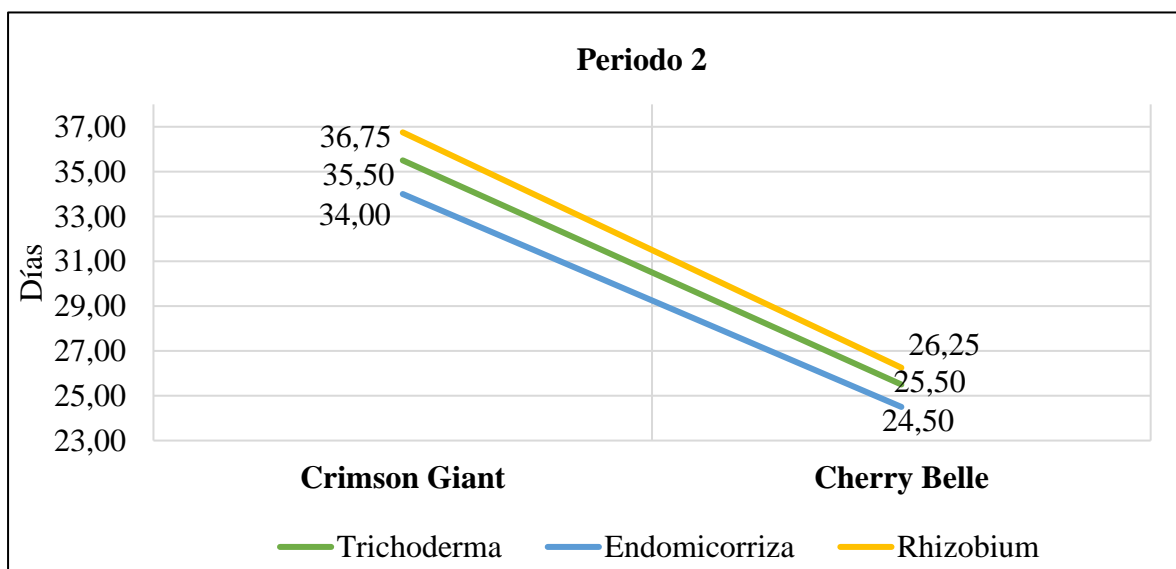
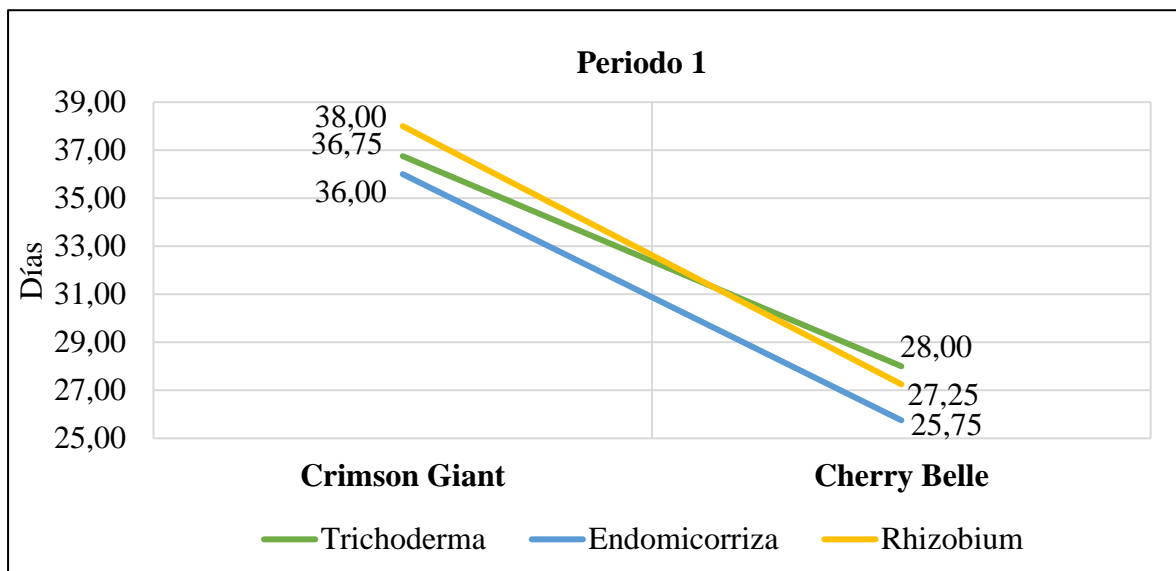
11.4.2. Interacción de días a la cosecha

En el análisis de la interacción de factores, como se evidencia en la figura 3, se puede observar que el menor tiempo a la cosecha en el primer periodo, se presenta con la aplicación de Endomicorrizas sobre la variedad Cherry Belle, con 25.75 días. La disminución de los días a la

cosecha, de acuerdo a Morocho & Leiva, (2019) se debe específicamente a que las Endomicorrizas incrementan la existencia de materia orgánica en el suelo, por lo que proporciona nutrientes esenciales para la planta y mejora la composición del suelo, facilitando el desarrollo acelerado de las semillas de rábano.

En el segundo periodo se puede observar una mayor interacción entre las endomicorrizas y la variedad Cherry Belle, donde las semillas germinaron a los 24.50 días después de la siembra, corroborando lo expresado por Antepará, (2022) que el efecto de las endomicorrizas en el suelo permite la mayor disponibilidad de elementos que la semilla de rábano necesita para romper su estado de latencia, llevándose a cabo la germinación en menor tiempo.

Figura 3. Interacción de los días a la cosecha en los dos periodos de siembra.



Elaborado por: Guamán, (2024).

11.4.3. Análisis por tratamiento de días a la cosecha

La tabla 20 describe el análisis por tratamiento de los días a la cosecha, en el primer periodo es evidente las diferencias estadísticas entre tratamiento, donde T5 obtuvo menores días hasta la cosecha, con 27.25, resultados superiores a los alcanzados por Holguín, (2021) con aplicaciones de hongos micorrízicos obtuvo la cosecha a los 38 días. De igual manera, Cabrera & Tapuy, (2021) indican que la micorrización tiene el potencial de mejorar de manera notable el desarrollo y la capacidad de absorción de nutrientes en las plantas de rábano.

En el segundo periodo se observan diferencias estadísticas significativas, ubicando a T5 con un menor número de días hasta la cosecha, con 24.15 días, resultados inferiores a los alcanzados por Lobato & Vega, (2023), con el uso de dosis altas de bioestimulantes, en combinación con M.E. obtuvieron cosechas a los 35.29 días. En este contexto, Rodríguez et al. (2020) afirman que en el caso del rábano, el empleo de los microorganismos eficientes restaura la población microbiana del suelo. Este proceso no solo aumenta la producción, sino que también disminuye el periodo fenológico de la planta hasta la cosecha.

Tabla 20. Análisis por tratamiento de días a la cosecha en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa.

Tratamiento	Días a la cosecha (d)			
	Periodo 1		Periodo 2.	
T1: <i>Trichoderma</i> + Crimson Giant	36.75	c d	35.50	c d
T2: Endomicorriza + Crimson Giant	36.00	d	34.00	c
T3: <i>Rhizobium</i> + Crimson Giant	38.00	c	36.75	d
T4: <i>Trichoderma</i> + Cherry Belle	28.00	b	25.12	b
T5: Endomicorriza + Cherry Belle	27.75	a b	24.50	a b
T6: <i>Rhizobium</i> + Cherry Belle	27.25	a	24.15	a
C.V. %	2.21		1.74	

Medias con letras en común no son significativamente diferentes $p(>0.05)$

Elaborado por: Guamán, (2024).

11.5. Número de hojas a la cosecha

11.5.1. Efecto simple de número de hojas a la cosecha

En el análisis del efecto simple del número de hojas, para el primer periodo de siembra no se presentan diferencias estadísticas, donde los dos factores resultan similares entre sí, esto se debe a que el rábano debido a las altas concentraciones de materia orgánica en el suelo, la parte aérea de la planta no se ve afectada. En este caso la investigación efectuada por Lobato & Vega, (2023), superan en esta variable con un promedio de 6.88 hojas a la cosecha.

El efecto simple en el segundo periodo muestra que para el factor M.E. se obtuvo un mayor número de hojas en la cosecha con Endomicorrizas, al presentar 5.75 hojas por planta, las aplicaciones de *Rhizobium* obtuvieron menor número de hojas con 4.50 hojas, corroborando lo mencionado por Aguirre *et al.* (2018), quien en la evaluación de diferentes microorganismos eficientes, determinó que las bacterias del género *Rhizobium* suelen presentar deficiencias a nivel del follaje, debido a su poca concentración de nitrógeno y su alto contenido de fósforo, sin embargo, estos factores no afectan a la cosecha ni al bulbo.

Tabla 21. Efecto simple de número de hojas a la cosecha en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa.

Número de hojas				
Factores				
Factor A: Microorganismos eficientes	Periodo 1		Periodo 2	
<i>Trichoderma</i>	4.88	a	5.13	a b
Endomicorriza	4.75	a	5.75	a
<i>Rhizobium</i>	4.38	a	4.50	b
Factor B: Variedades de rábano				
Crimson Giant	4.67	a	5.17	a
Cherry Belle	4.69	a	5.08	a
C. V. %	11.95		11.77	

Medias con letras en común no son significativamente diferentes $p(>0.05)$

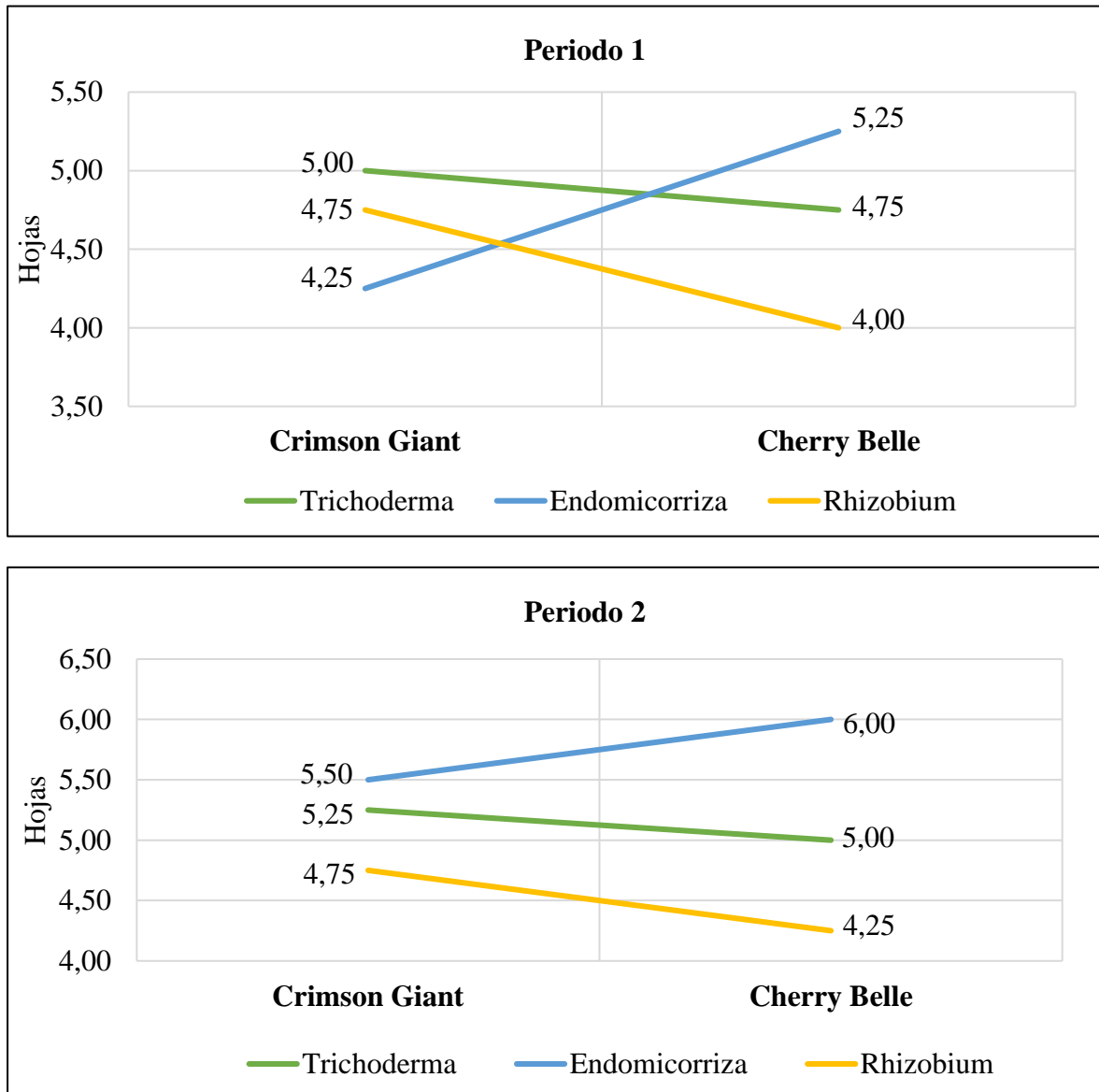
Elaborado por: Guamán, (2024).

11.5.2. Interacción de número de hojas a la cosecha

En la figura 1 se puede observar la interacción con las endomicorrizas y la variedad Crimson Giant, presentando 4.25 hojas a la cosecha, sin embargo el mismo microorganismo eficiente aplicado en la variedad Cherry Belle, muestra un incremento de hojas a la cosecha con 5.25 hojas, siendo el resultado más prominente en este periodo.

En el periodo 2 el mayor número de hojas se obtuvo con la interacción entre las Endomicorrizas y la variedad Cherry Belle, con 6.00 hojas al momento de la cosecha, lo que demuestra el efecto de estos microorganismos en la planta, incrementando la actividad microbiana en el suelo, lo que mejora la capacidad de la planta de absorber el nitrógeno presente en el suelo, que ayuda al desarrollo del follaje, tal como lo menciona Pablo-Terán, (2022). El mismo autor menciona que las Endomicorrizas facilitan la estructura y aglomeración de las partículas del suelo, disminuye su compactación por efectos de precipitaciones prolongadas, sobre todo en la época lluviosa, aumenta la presencia de espacios porosos y favorece la infiltración del agua, permitiendo que los suelos sean capaces de absorber una mayor cantidad de agua lluvia, evitando así la erosión causada por el arrastre de partículas.

Figura 4. Interacción de número de hojas a la cosecha.



Elaborado por: Guamán, (2024).

11.5.3. Análisis por tratamiento de número de hojas a la cosecha

La tabla 22 muestra que en el análisis por tratamientos en el primer periodo, no existe diferencias estadísticas significativas, con resultados superiores en T5 que alcanzo 5.25 hojas hasta la cosecha, superando los resultados de Antepara, (2022), con incorporación de micorrizas en el rábano obtuvo un promedio de 4.41 hojas el momento de la cosecha, el autor menciona que la integración de los microorganismos eficientes en el suelo incrementan la materia orgánica disponible, mediante el proceso de descomposición de elementos presentes en el suelo, esto origina que las plantas puedan asimilar de mejor manera estos elementos, por lo que mejoran sus condiciones fisiológicas y foliares.

Para el segundo periodo de evaluación T5 mantiene los resultados de mayor número de hojas, con 6.00 hojas hasta la cosecha, sin embargo, los resultados de Pablo-Terán, (2022), muestran un incremento en el número de hojas, con 6.27 hojas, utilizando microorganismos eficientes en el rábano Cherry Belle. Según Holguín, (2021) en las plantas de rábano la presencia de un mayor número de hojas es positivo, ya que influye en el desarrollo del bulbo, que en muchas ocasiones se agrieta al no contar con el suficiente follaje para mantenerse. Aguirre et al. (2018) concuerdan con lo expresado anteriormente, debido a que las micorrizas optimizan la presencia de nutrientes en el suelo al hacerlos más solubles, lo que favorece su absorción por parte del sistema de raíces.

Tabla 22. Análisis por tratamiento de número de hojas a la cosecha en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa.

Número de hojas				
Tratamiento	Periodo 1		Periodo 2.	
T1: <i>Trichoderma</i> + Crimson Giant	5.00	a b	5.25	a b
T2: Endomicorriza + Crimson Giant	4.25	a b	5.50	a b
T3: <i>Rhizobium</i> + Crimson Giant	4.75	a b	4.75	a b c
T4: <i>Trichoderma</i> + Cherry Belle	4.75	a b	5.00	a b c
T5: Endomicorriza + Cherry Belle	5.25	a	6.00	a
T6: <i>Rhizobium</i> + Cherry Belle	4.00	b	4.25	b c
C.V. %	11.19		12.39	

Medias con letras en común no son significativamente diferentes $p(>0.05)$

Elaborado por: Guamán, (2024).

11.6. Diámetro polar de bulbos

11.6.1. Efecto simple de diámetro polar de bulbos

La tabla 23 muestra el efecto simple para la variable diámetro polar de bulbos, donde en el periodo 1, el factor microorganismos presenta un mayor diámetro con 3.31 cm, en tanto el factor variedades de rábano, el Cherry Belle mantiene diámetros polares superiores con 3.40 cm.

Lo expuesto concuerda con las investigaciones de Vaca, (2022), con el empleo de microorganismos eficientes como método de fertilización, estableció que mediante la simbiosis micorrícica no solo impacta en el flujo de nutrientes en el sistema suelo-planta, sino que también promueve la salud vegetal al proporcionar una protección adicional contra el estrés, tanto de factores bióticos como abióticos.

Los resultados en el segundo periodo muestran que en el factor M.E. se obtuvo resultados más significativos con incorporaciones de Endomicorrizas, alcanzando diámetros de 3.80 cm, lo que conlleva a aceptar lo mencionado por Ayala & Valdiviezo, (2021) en su estudio utilizando

micorrizas establecieron que la presencia de estos microorganismos en la rizosfera favorece el crecimiento de las plantas al incrementar la disponibilidad de nutrientes cruciales como el fósforo y el nitrógeno. Al mismo tiempo la población bacteriana se ven significativamente influenciado por la variedad de rábano que se cultive.

Tabla 23. Efecto simple de diámetro polar de bulbos en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa.

Diámetro polar (cm)				
Factores				
Factor A: Microorganismos eficientes	Periodo 1		Periodo 2	
<i>Trichoderma</i>	2.88	a	3.49	b
Endomicorriza	3.31	b	3.80	a
<i>Rhizobium</i>	3.20	a	3.41	b
Factor B: Variedades de rábano				
Crimson Giant	2.86	a	3.22	a
Cherry Belle	3.40	b	3.91	b
C. V. %	5.00		5.75	

Medias con letras en común no son significativamente diferentes $p(>0.05)$

Elaborado por: Guamán, (2024).

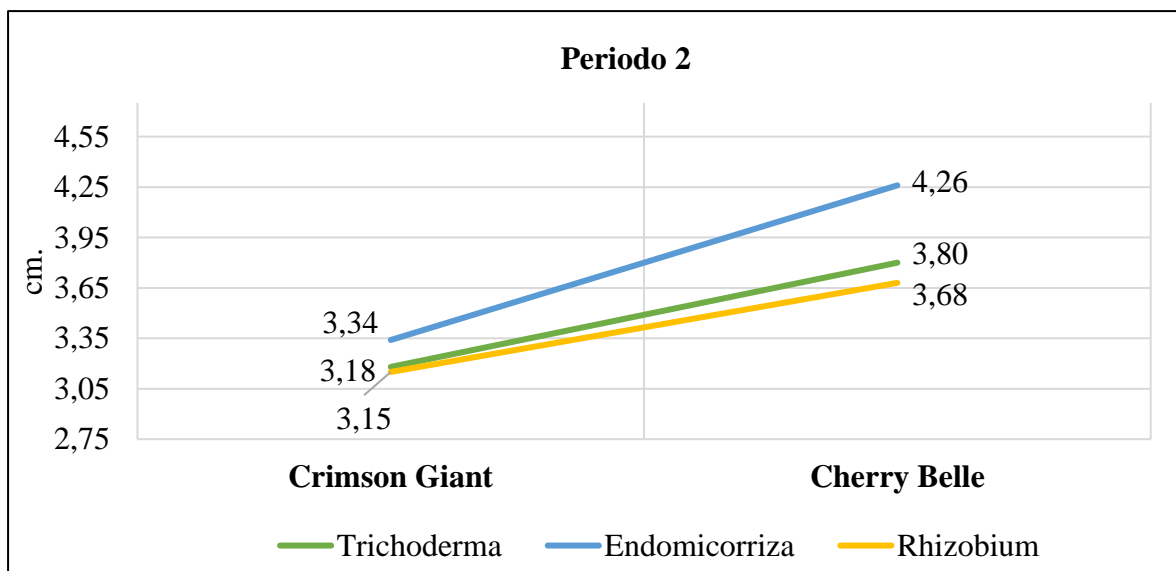
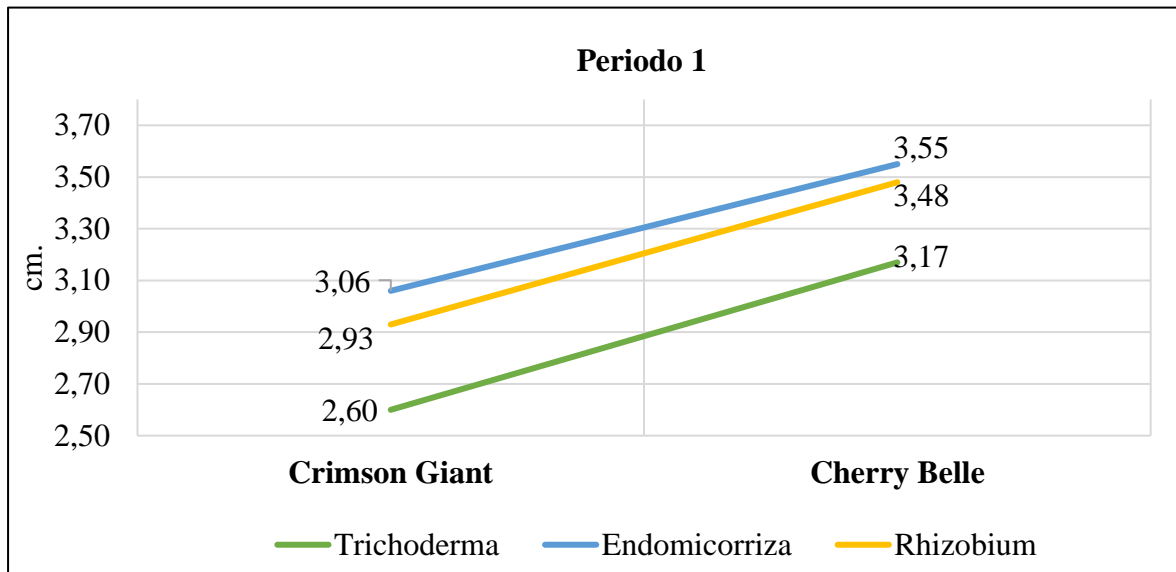
11.6.2. Interacción de diámetro polar de bulbos

En la interacción presentada en la figura 5 se evidencia que en el periodo 1 se presentó un mejor resultado en las aplicaciones de Endomicorrizas y la variedad Cherry Belle, con diámetros polares de 3.55 cm, validando la teoría emitida por Cabrera & Tapuy, (2021) sobre el impacto positivo de las Endomicorrizas a nivel del suelo, sobre todo cuando la capacidad productiva de los suelos está asociada de manera directa al contenido de materia orgánica, siendo la principal fuente de macro y micro nutrientes para los cultivos.

En el periodo 2 de estudio se observa que la mayor interacción entre factores se da con aplicaciones de Endomicorrizas sobre el rábano Cherry Belle, con un promedio de 4.26 cm., las aplicaciones de los microorganismos eficientes en esta variedad no tuvieron diferencias significativas, por lo que se establece que los M.E. no influyen en el incremento del diámetro polar de los bulbos.

Debido a esto se corrobora lo establecido por Cabrera M. , (2023), en su ensayo probando microorganismos eficientes elaborados artesanalmente, pudo constatar que el incremento del diámetro polar está condicionada a la variedad de rábano que se cultive, en este caso los M.E. tienen mayor efecto en el comportamiento agronómico de la planta, y no en las características productivas.

Figura 5. Interacción de diámetro polar de bulbos



Elaborado por: Guamán, (2024).

11.6.3. Análisis por tratamiento de diámetro polar de bulbos

En la tabla 24 se describe el análisis estadístico por tratamientos en la variable diámetro polar, en el periodo 1 los resultados obtenidos muestran diferencias estadísticas entre tratamientos, donde T5 obtiene los resultados más representativos, con 3.55 cm, lo cual es inferior a los datos obtenidos por Antepará, (2022), llegando a obtener diámetros promedio de 4.20 cm. El incremento en el diámetro polar, de acuerdo a (Luna & Zapana, 2020), se da por el motivo que los microorganismos como las micorrizas sintetizan de mejor manera la relación Ca/Mg, por lo que la longitud de bulbos se ve incrementada.

Los resultados conseguidos en el segundo periodo muestran diferencias estadísticas considerables, de manera que T5 mantiene los mayores índices en diámetro polar, con 4.26 cm. Los resultados de esta investigación son inferiores a los obtenidos por Pablo-Terán, (2022), con aplicaciones de micorrizas en rábano de la variedad Cherry Belle, obtuvo bulbos de 5.17 cm. de diámetro así mismo sostiene que el diámetro polar tiene importancia en la producción de rábano, de esto depende los beneficios económicos que se obtengan con su comercialización.

Lo expresado anteriormente coincide con Pulido & Medina, (2018) quienes en su investigación mediante la inoculación de semillas de rábano con micorrizas arbusculares, determinaron que desempeñan un papel crucial en el aporte nutricional y mineral, especialmente en la asimilación de fósforo por parte de las plantas, ya sea en entornos agrícolas o naturales, dando como resultado una mayor elongación de los bulbos. Esta asociación simbiótica no solo potencia la absorción de agua y otros nutrientes, sino que también facilita la transferencia de nitrógeno que se encuentra en el suelo.

Tabla 24. Análisis por tratamiento de diámetro polar de bulbos en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa.

Tratamiento	Diámetro polar (cm)			
	Periodo 1		Periodo 2.	
T1: <i>Trichoderma</i> + Crimson Giant	2.92	c d	3.18	c
T2: Endomicorriza + Crimson Giant	3.06	c	3.34	b c
T3: <i>Rhizobium</i> + Crimson Giant	2.93	c d	3.15	c
T4: <i>Trichoderma</i> + Cherry Belle	3.17	b c	3.80	a b
T5: Endomicorriza + Cherry Belle	3.55	a	4.26	a
T6: <i>Rhizobium</i> + Cherry Belle	3.48	a b	3.68	b
C.V. %	5.21		5.74	

Medias con letras en común no son significativamente diferentes $p(>0.05)$

Elaborado por: Guamán, (2024).

11.7. Diámetro ecuatorial de bulbos

11.7.1. Efecto simple de diámetro ecuatorial de bulbos

En la tabla 25 se analiza el efecto simple del diámetro ecuatorial, en el primer periodo se observa que no existe diferencia estadística significativa, para el factor microorganismos eficientes Endomicorriza presenta resultados numéricamente superiores en comparación con los demás M.E. con 3.19 cm, en tanto para el factor variedades de rábano, si se observan variaciones estadísticas, siendo la variedad Cherry Belle la que represente mayor diámetro ecuatorial, con 3.51. Las diferencias entre variedades se dan posiblemente a que Cherry Belle tiene una mejor integración simbiótica con el suelo, mejorando sus propiedades productivas.

Al analizar el segundo periodo de siembra se evidencian diferencias estadísticas entre factores, en lo referente al factor microorganismos eficientes, los mejores índices de diámetro ecuatorial se producen con aplicaciones de micorrizas, con 3.60 cm, mientras que en el factor variedades se observa mayores resultados con Cherry Belle, los resultados coinciden con lo mencionado por Holguín, (2021) en investigaciones de distintas variedades de rábano concluyó que ciertas variedades como Cherry Belle asimilan de mejor manera los micronutrientes disponibles en el suelo, que son los encargados de incrementar el ensanchamiento de bulbos.

Tabla 25. Efecto simple de diámetro ecuatorial de bulbos en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa.

Diámetro ecuatorial (cm)				
Factores				
Factor A: Microorganismos eficientes	Periodo 1		Periodo 2	
<i>Trichoderma</i>	2.97	a	3.03	b
Endomicorriza	3.19	a	3.60	a
<i>Rhizobium</i>	2.90	a	3.24	b
Factor B: Variedades de rábano				
Crimson Giant	2.58	a	2.69	b
Cherry Belle	3.51	b	3.89	a
C. V. %	7.76		6.82	

Medias con letras en común no son significativamente diferentes $p(>0.05)$

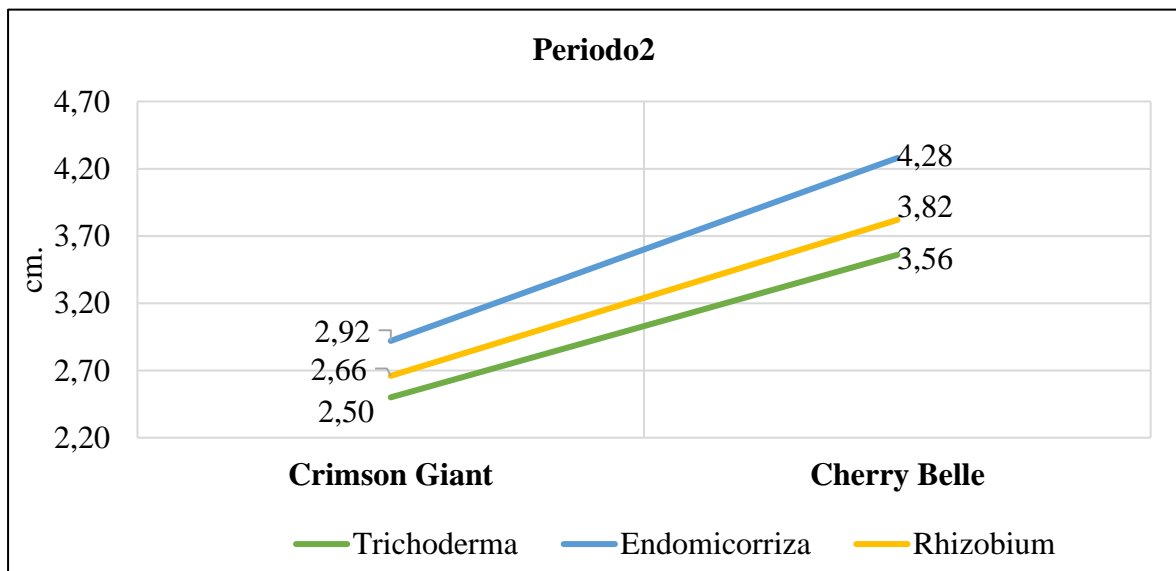
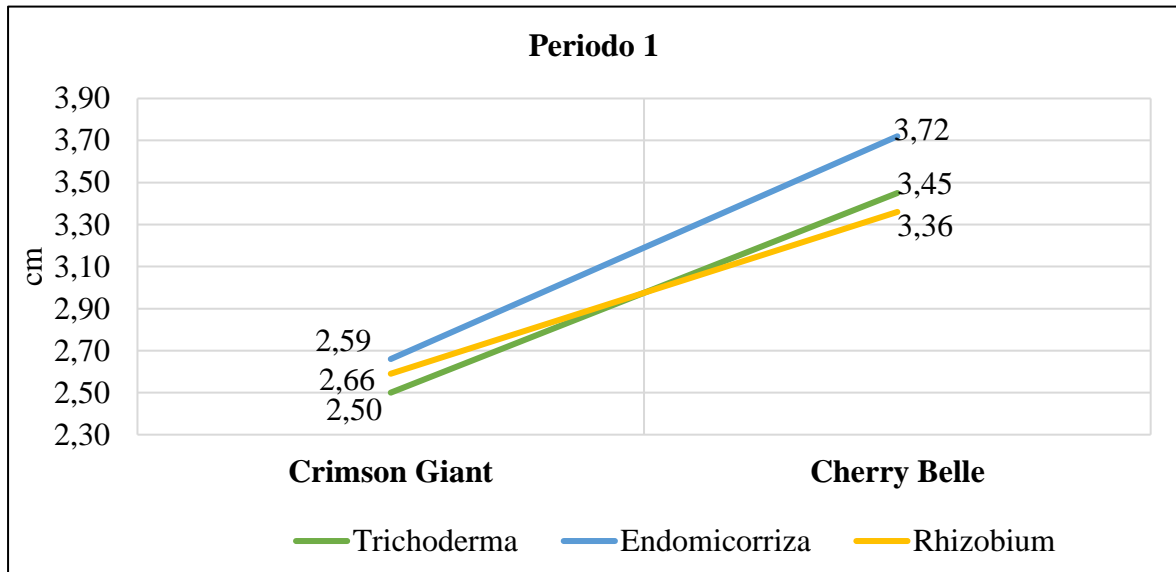
Elaborado por: Guamán, (2024).

11.7.2. Interacción de diámetro ecuatorial de bulbos

En la figura 1 se puede observar que para el primer periodo, existe una mejor interacción entre las endomicorrizas aplicadas en la variedad Cherry Belle, con 3.72 cm, mientras que la línea de tendencia del microorganismo *Rhizobium* marca una regresión progresiva en los valores de diámetro, puesto que con la variedad Crimson Giant obtiene diámetros aceptables, en la variedad Cherry Belle disminuye sus resultados. Para Márquez, (2022) las variaciones en la interacción se deben específicamente a los efectos de las Endomicorrizas sobre las variedades, sobre todo a nivel metabólico de los tubérculos.

La interacción en el segundo periodo muestra una superioridad de las endomicorrizas en Cherry Belle, alcanzando mayores índices en diámetro ecuatorial, con 4.28 cm, coincidiendo con los estudios efectuados por Cabrera M. , (2023) sobre la el uso de microorganismos eficientes en el rábano, el cual a pesar de tener un ciclo de producción corto en comparación con otras hortalizas, la presencia de M.E. en el suelo permite que exista una relación simbiótica que la planta de rábano puede beneficiarse desde las primeros etapas fenológicas.

Figura 6. Interacción de diámetro ecuatorial de bulbos.



Elaborado por: Guamán, (2024).

11.7.3. Análisis por tratamiento de diámetro ecuatorial de bulbos

En el análisis por tratamiento, al primer periodo se observa que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, destacándose T5 con diferencias numéricas de 3.72 cm. de diámetro. Los resultados demuestran que los M.E. no tiene mayor incidencia sobre el diámetro ecuatorial de bulbos, por lo que se corrobora lo planteado por Cabrera & Tapuy, (2021) sobre el papel de estos microorganismos en las raíces de las plantas, lo cual está centrado especialmente en facilitar la absorción de agua y nutrientes esenciales para fomentar un crecimiento vigoroso y saludable a las plantas con una mayor resistencia ante condiciones desfavorables como precipitaciones, plagas y niveles de acidez elevados.

Analizando el segundo periodo de siembra se evidencian las diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, donde T5 obtuvo mayor diámetro ecuatorial de bulbos, con 4.28 cm, siendo inferiores a lo obtenido por Lobato & Vega, (2023), incorporando M.E. en el suelo obtuvieron bulbos de 4.52 cm de diámetro. Al mismo, tiempo los resultados de la presente investigación superaron los presentados por Márquez, (2022), el cual obtuvo diámetros de 2.83 cm con aplicaciones combinadas de *Rhizobium*. De acuerdo a Márquez, (2022) ciertas especies de M.E. aparte de mejorar significativamente las características físicas y químicas del suelo, tienen efecto en la producción de los cultivos, incrementando la masa radicular en hortalizas que se aprovechan las raíces.

Tabla 26. Análisis por tratamiento de diámetro ecuatorial de bulbos en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa.

Tratamiento	Diámetro ecuatorial (cm)			
	Periodo 1		Periodo 2.	
T1: <i>Trichoderma</i> + Crimson Giant	2.50	b	2.50	c d
T2: Endomicorriza + Crimson Giant	2.66	b	2.92	c
T3: <i>Rhizobium</i> + Crimson Giant	2.59	b	2.66	c d
T4: <i>Trichoderma</i> + Cherry Belle	3.45	a	3.56	b
T5: Endomicorriza + Cherry Belle	3.72	a	4.28	a
T6: <i>Rhizobium</i> + Cherry Belle	3.36	a	3.82	a b
C.V. %	7.82		6.66	

Medias con letras en común no son significativamente diferentes $p(>0.05)$

Elaborado por: Guamán, (2024).

11.8. Peso de bulbos

11.8.1. Efecto simple de peso de bulbos

La tabla 27 muestra el efecto simple para la variable peso de bulbos, en lo referente al primer periodo, el factor A se observa un mejor resultado Endomicorrizas, con pesos de 67.33 g. a su vez para el factor B la variedad con mejores resultados se presentó con Cherry Belle, alcanzando un peso promedio de 65.41 g, en este caso la respuesta de la planta a los microorganismos se refleja en el incremento de la masa radicular, según Luna & Zapana, (2020), en estudios evaluando M.E. en el cultivo de papa, se determinó que los tratamientos aplicados microorganismos eficientes incrementaron el peso del tubérculo de manera significativa, por la interacción de estos microorganismos con el elemento potasio disponible en el suelo.

Al finalizar el segundo periodo, en el factor A es evidente que Endomicorrizas obtuvo el mayor promedio de peso de bulbos, con 76.06 g. coincidiendo con lo mencionado por Antepara, (2022) sobre la influencia de las micorrizas en el peso de los bulbos, al incrementar la disponibilidad

de potasio, por lo que la mayor concentración de este elemento se mantiene en las raíces. En cuanto al factor B, la variedad Cherry Belle mostró mejores resultados para esta variable con 73.27 g., similares resultados se obtuvieron en la investigación efectuada por Gómez, (2021) en la evaluación de diferentes variedades de rábano demostró que la variedad Cherry Belle, en combinación de M.E. desarrolla un mayor peso de bulbos.

Tabla 27. Efecto simple del peso de bulbos en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa.

Peso de bulbos (g)				
Factores				
Factor A: Microorganismos eficientes	Periodo 1		Periodo 2	
<i>Trichoderma</i>	64.13	b	69.56	b
Endomicorriza	67.33	a	76.06	a
<i>Rhizobium</i>	63.08	b	68.02	b
Factor B: Variedades de rábano				
Crimson Giant	64.28	a	69.16	b
Cherry Belle	65.41	b	73.27	a
C. V. %	2.11		2.11	

Medias con letras en común no son significativamente diferentes $p(>0.05)$

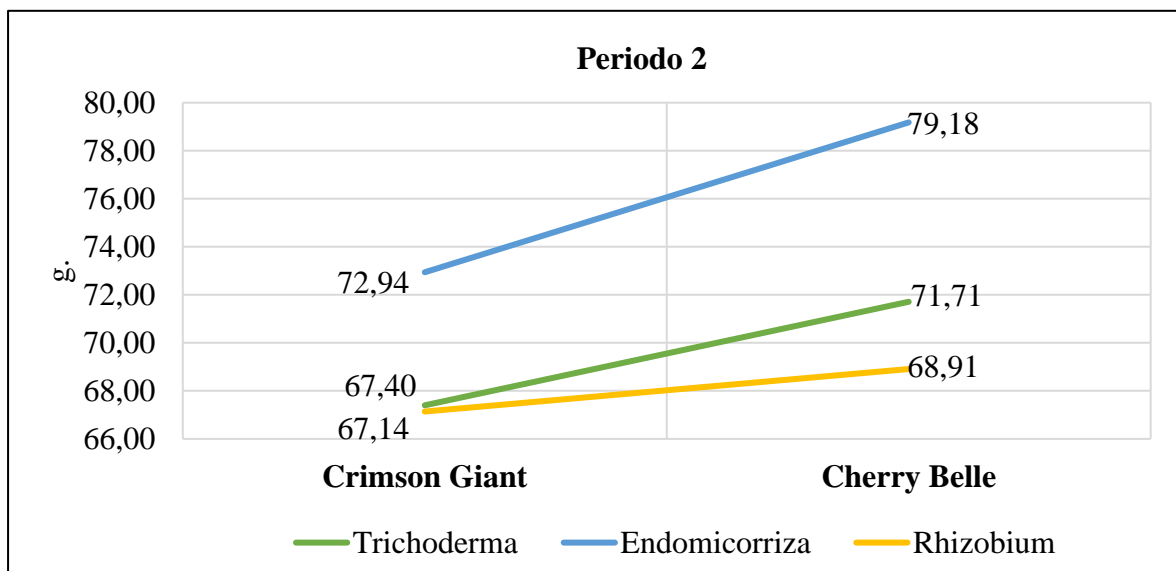
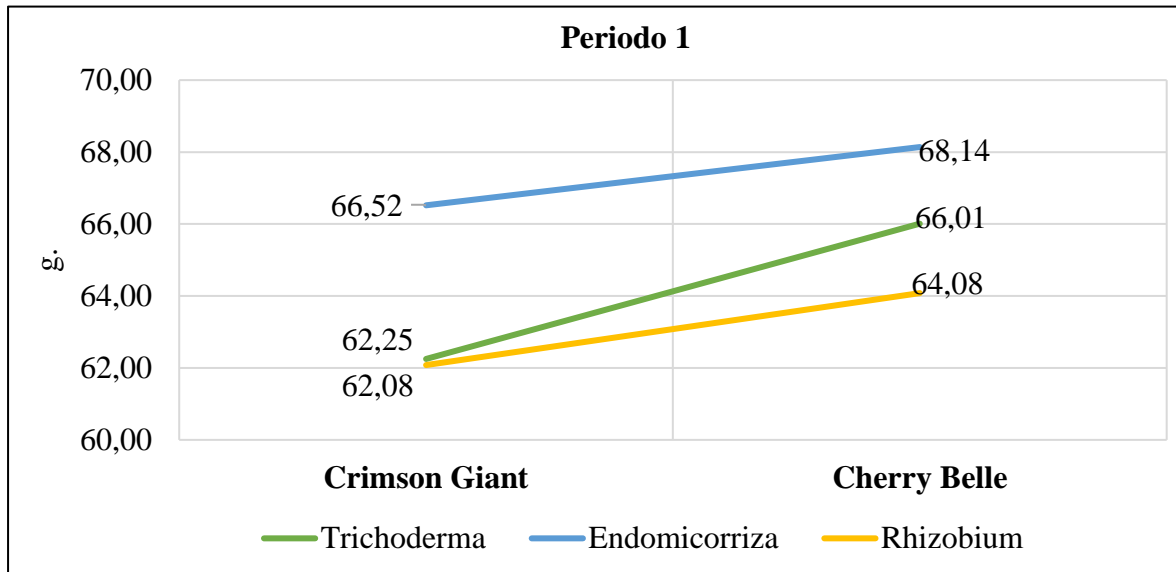
Elaborado por: Guamán, (2024).

11.8.2. Interacción de peso de bulbos

La interacción de factores presentada en la figura 7 muestra que la incorporación de Endomicorrizas en la variedad Cherry Belle obtuvo un mejor efecto, con pesos de 68.14 g. aunque el peso de bulbos en esta variedad fue similar entre sí, con la variedad Crimson Giant se obtuvo menores valores en peso de bulbo. Es así, que Antepara, (2022) recalca que las micorrizas actúan en diferente forma, según la fisiología de la planta, induciendo efectos positivos a nivel morfológico y anatómico en las plantas, sobre todo en la estructura de los tejidos radicales estimulando su volumen y peso.

En el segundo periodo se puede ver que se incrementó significativamente las diferencias entre factores, con una mejor interacción entre Endomicorrizas y la variedad Cherry Belle, con 79.18 g. es evidente el beneficio de la Endomicorriza, tanto en el suelo como el desarrollo de la planta. Holguín, (2021) menciona que las diferencias entre factores se dan por el mejoramiento del suelo en cuanto a su textura y estructura. Del mismo modo, Gómez, (2021) concuerda con esta teoría, debido a que los efectos de la micorriza se evidencian con una mejora nutritiva de la planta, por motivo del aumento de eficacia en la absorción de nutrientes incrementando su desarrollo vegetativo y productivo.

Figura 7. Interacción del peso de bulbos en los dos periodos de siembra.



Elaborado por: Guamán, (2024).

11.8.3. Análisis por tratamiento del peso de bulbos

En la tabla 28 se describen los resultados por tratamiento para la variable peso de bulbos, en el periodo 1 se observan diferencias estadísticas significativas, ubicando a T5 con mejores resultados en esta variable con 68.14 g., por lo que resultó inferior a los promedios obtenidos por Antepara, (2022), mediante el uso de micorrizas en rábano alcanzo pesos de bulbo de 80.25 g. El autor señala que las micorrizas se integran de mejor manera en el sistema radicular de esta hortaliza, en vista de que la mayor concentración de nutrientes se da en la raíz del rábano, la presencia de estos M.E. incrementa el peso y tamaño del bulbo.

Los resultados obtenidos en el segundo periodo presentan diferencias estadísticas significativas, donde T5 obtuvo mejores resultados con 79.18 g., resultado superior en comparación con los obtenidos por Márquez, (2022) en aplicaciones de M.E. en rábano alcanzó un peso promedio de 75.29 g.

Estos resultados difieren con lo mencionado por Cabrera M. , (2023), la autora menciona que el uso de microorganismos eficientes influye en el peso del bulbo, debido a que el rábano puede asimilar los M.E. desde el inicio del ciclo vegetativo, sin embargo en la presente investigación el incremento del peso de bulbos se presentó a partir del segundo periodo de siembra, una vez que los M.E. estuvieron presentes en el suelo.

Tabla 28. Análisis por tratamiento de peso de bulbos en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa.

Tratamiento	Peso de bulbos (g)			
	Periodo 1		Periodo 2.	
T1: <i>Trichoderma</i> + Crimson Giant	62.25	c	67.40	d
T2: Endomicorriza + Crimson Giant	66.52	a b	72.94	b
T3: <i>Rhizobium</i> + Crimson Giant	64.08	b c	67.14	d
T4: <i>Trichoderma</i> + Cherry Belle	66.01	a b	71.71	b c
T5: Endomicorriza + Cherry Belle	68.14	a	79.18	a
T6: <i>Rhizobium</i> + Cherry Belle	62.08	c	68.91	c d
C.V. %	2.19		2.22	

Medias con letras en común no son significativamente diferentes $p(>0.05)$

Elaborado por: Guamán, (2024).

11.9. Análisis económico

El análisis económico muestra que los menores costos de producción se dieron con la aplicación de *Trichodermas*, con USD. 5.86 en ambas variedades. Los mayores costos de producción se presentaron en el tratamiento *Rhizobium* y la variedad Crimson Giant, con USD. 7.22, mientras que el tratamiento Endomicorrizas con la variedad Cherry Belle alcanzó la mayor producción con 9.27 kg. por tratamiento.

Al no contar con datos verificados del precio de comercialización del rábano, se consideró el precio de venta de los principales mercados de la zona, donde oscila en USD. 1.36 el kg. Los mayores ingresos se obtuvieron en el tratamiento Endomicorrizas con variedad Cherry Belle, con USD. 12.61, presentando un beneficio neto de USD. 6.49 en el mismo tratamiento. La mayor relación costo/beneficio se presentó en Endomicorrizas y Cherry Belle, con USD: 1.06 por cada unidad monetaria invertida.

En el aspecto económico el presente proyecto presento menores costos de producción con la aplicación de endomicorrizas, en ambas variedades, por lo que tuvo mayores ingresos, lo que significa que se incrementa la relación beneficio costo, superando las cifras obtenidas por Holguín, (2021), con aplicaciones de micorrizas en rábano obtuvo una relación costo beneficio de USD. 0.95

Para Pulido & (Medina, 2018), los costos de producción son un factor importante en el desarrollo de la investigación, permiten determinar el tratamiento que mejores resultados económicos presentes. En base al análisis económico se determina la factibilidad económica de cada tratamiento. Es así que las estimaciones económicas muestran una mejor respuesta en las aplicaciones de microorganismos eficientes en comparación con el control químico, al mismo tiempo que se reducen los costos de producción, se manejan con alternativas que no causan daño al medio ambiente.

Tabla 29. Análisis económico en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa.

Rubros	Costos USD						
	Insumos	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Costos variables							
Endomicorrizas			1.53			1.53	
<i>Trichoderma</i>	1.27				1.27		
<i>Rhizobium</i>			2.63				2.63
Costos fijos							
Semillas de rábano	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61
Herramientas	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46
Materiales	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
Total/tratamiento	5.86	6.12	7.22	5.86	6.12	7.22	
Producción (kg/tratamiento)	6.48	6.97	6.56	6.88	9.27	6.54	
Precio de venta (USD)	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
Ingresos	8.81	9.48	8.92	9.36	12.61	8.89	
Beneficio Neto	2.95	3.36	1.70	3.50	6.49	1.67	
Relación beneficio/costo	0.50	0.55	0.24	0.60	1.06	0.23	

Elaborado por: Guamán, (2024).

12. IMPACTOS

Técnicos

Los impactos técnicos fueron positivos, en la investigación con la incorporación de los microorganismos eficientes que benefician tanto al suelo como a la planta, se da a conocer técnicas nuevas que contribuyen al manejo sustentable de los cultivos, incrementando la producción de manera sostenible. Al mismo tiempo, con la introducción de estos microorganismos se pretende disminuir el uso de los fertilizantes químicos que causan tanto daño al medio ambiente.

Sociales

Dentro de los impactos sociales, fueron positivos, en la ejecución del proyecto se socializó con los pobladores del recinto La Esmeralda sobre la importancia de la agricultura sana, quienes mostraron especial interés en los microorganismos eficientes y la manera como mejoró la textura del suelo y la influencia en el cultivo de rábano. Además, pudieron conocer sobre los beneficios de los microorganismos eficientes, que en la mayoría de los casos, la falta de conocimiento por parte de los agricultores evita que se utilicen de manera más frecuente.

Ambientales

El impacto ambiental fue de manera positiva, debido a que los microorganismos eficientes mejoran las condiciones de textura y estructura del suelo, mejorando la disponibilidad de nutrientes, se evidenciaron también que en el cultivo de rábano estos microorganismos mejoran las características vegetativas, acelerando el periodo entre cosechas, sin causar contaminación ni efecto residual en el medio ambiente

Económicos

Al utilizar microorganismos eficientes se reducen los costos de producción, a diferencia de los fertilizantes químicos, los microorganismos eficientes actúan sobre el suelo mejorando las características físicas y químicas, obteniendo mayor producción de los cultivos, debido a la respuesta agronómica de la planta, por lo que, representa mayores ingresos económicos para las personas que producen esta hortaliza.

13. PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN

En la tabla 30 se detalla el presupuesto empleado en el proyecto de investigación.

Tabla 30. Presupuesto empleado en la aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (*Raphanus sativus*) durante la época lluviosa.

Insumos	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Precio total
Análisis de suelo	Unidad	2	32,00	64,00
Semillas Crimson Giant	Lata 250 g.	1	29,00	29,00
Semillas Cherry Belle	Lata de 250 g.	1	26,50	26,50
<i>Trichoderma</i>	Sobre	2	24,80	49,60
Endomicorriza	Sobre	2	21,28	42,56
<i>Rhizobium</i>	Sobre	2	23,50	47,00
Malla	Rollo	3	21,72	65,16
Cañas de guadua	Unidad	20	0,90	18,00
Bomba manual	Unidad	3	5,50	16,50
Flexómetro	Unidad	2	2,75	5,50
Balanza de precisión	Unidad	1	22,00	22,00
Calibrador digital	Unidad	1	28,00	28,00
Herramientas	Unidad	1	35,00	35,00
Carteles e identificaciones	Unidad	1	27,00	27,00
Calibrador digital	Unidad	1	28,00	28,00
Materiales de oficina	Unidad	1	32,18	32,18
Labores culturales	Jornal	10	15,00	150,00
Manejo del cultivo	Jornal	5	15,00	75,00
Subtotal				761,00
Imprevistos (10%)				76,10
Total USD				837,10

Elaborado por: Guamán, M. (2024)

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En lo referente al accionar de los microorganismos eficientes en el suelo comprobó mediante el análisis del suelo en los dos periodos de siembra, que tienen influencia al mejorar la composición química de elementos químicos, como en la textura y estructura, del mismo modo los se incrementaron los valores de macro y micro nutrientes, con una mejor síntesis de elementos por parte de las Endomicorrizas.
- En el cultivo se observó que Endomicorrizas mejoran las variables vegetativas del rábano, siendo superiores en número de hojas, altura de planta y reduciendo los días a la cosecha, para las variables de diámetros de bulbo, la aplicación de *Rhizobium* obtuvieron resultados prominentes, las Endomicorrizas se destacaron en la variable peso de bulbos en conjunto con la variedad Cherry Belle.
- En el análisis económico se determinó que las aplicaciones de Endomicorrizas en la variedad Cherry Belle obtuvo mejores resultados, reduciendo los costos de producción e incrementando el ingreso neto, por lo que se obtuvo una mejor relación beneficio/costo. Por lo que se acepta la hipótesis que menciona: Al menos un microorganismo eficiente aplicado en una variedad de rábano tendrá influencia directa en su ciclo vegetativo y productivo.

Recomendaciones

- Incentivar al uso de Endomicorrizas como una alternativa a la fertilización convencional, los resultados obtenidos en la presente investigación corroboran sus beneficios, tanto en el suelo como la respuesta agronómica de la planta.
- En la producción de rábano se recomienda emplear la variedad Cherry Belle, debido a su corto periodo hasta la cosecha, con bulbos de mayor tamaño y peso en comparación con otras variedades.
- Continuar con investigaciones basadas en microorganismos eficientes, y en diferentes épocas del año, poniendo énfasis en la dosificación y empleo de M.E. en suelos que presente alteraciones por el uso indiscriminado de productos químicos.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, X., & Guerrero, C. (2019). Estudio comparativo del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo condiciones de invernadero con aplicación de hidroponía, vermicomposta y Azotobacter sp. Revista Tendencias en Docencia e Investigación en Química. Obtenido de http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/7890/Estudio_comparativo_del_cultivo_de_rabano_2019.pdf?sequence=1
- Aguirre, J., Kohashi, J., Trejo, C., Acosta, J., Cadena, J., & Peña, Á. (2018). Inoculación de *Raphanus sativus* L. con tres microorganismos y su efecto en tolerancia a sequía. Agricultura Técnica en México, 125-137. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/608/60831202.pdf>
- Alarcón, J., Yanqui, F., Moreno, S., & Buendia, M. (2020). Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). (U. N. Molina, Ed.) Revista Científica Scientia Agropecuaria. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.08>
- Ángeles, J., & Cruz, T. (2015). Aislamiento, caracterización molecular y evaluación de cepas fijadoras de nitrógeno en la promoción del crecimiento del rábano. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 6, 929-942. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263139893002.pdf>
- Antepara, J. (2022). Evaluación de micorriza en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) En el Cantón Samborondón, Provincia del Guayas. Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil. Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/bb02bdf7-05dd-463d-a067-9c480b8fe838/content>
- Ayala, N., & Valdiviezo, S. (2021). Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes como complemento a la fertilización orgánica en el cultivo de café (*Coffea arabica*). Tesis de Grado, Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, La Maná. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8569>

- Barona, C. (2021). Efecto de la fertilización de la semilla (*Raphanus sativus*) rábano bola con la bacteria *Rhizobium* como fijadora de nitrógeno. Tesis de Grado, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, División de Ingeniería Química y Bioquímica, Edomex. Estado de Mexico.
- Bosmediano, C. (2023). Ficha Técnica de rábano Cherry Belle. Obtenido de Cribos Ind.: <https://www.cristobalbosmediano.com/producto/rabano-cherry-belle/>
- Bosmediano, C. (2023). Variedad de rábano Cimson Giant. Obtenido de Cribos Ind.: <https://www.cristobalbosmediano.com/producto/rabano-crimson-giant/>
- Cabrera, G., & Tapuy, J. (2021). Evaluación de tres dosis de micorrizas en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) en el cantón la Maná. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, La Maná. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7296>
- Cabrera, M. (2023). Dosis de microorganismos eficientes (EM) en producción de rábano (*Raphanus sativus* L.), en época lluviosa en la parroquia Guasaganda. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, La Maná. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11466>
- Calero, A., & Pérez, Y. (2019). Efecto de tres bioestimulantes en el comportamiento morfológico y productivo del cultivo del rábano. Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Zulia, 56-72. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/335993237>
- Canchani, A., Espailat, R., & Lopez, J. (2018). El efecto y la aportación de la micorriza en el desarrollo de cultivos agrícolas. Perspectivas en Asuntos Ambientales 6, 3-11. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/329786435_EI_EFECTO_Y_LA_APORTACION_DE_LA_MICORRIZA_EN_EL_DESARROLLO_DE_CULTIVOS_AGRICOLAS
- Carrera, J. (2015). Respuesta agronómica del cultivo de rábano (*Raphanus sativus*) a la aplicación de abonos orgánicos. Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, La Maná. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/287338797.pdf>

- Caruajulca, R. (2020). Evaluación del cultivo de rabanito (*Raphanus sativus* L.) bajo el efecto de tres tipos de fertilización orgánica en el distrito de Bambamarca. Tesis de Posgrado, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Posgrado en Ciencias Agronómicas, Chiclayo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50678/Caruajulca_CRA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Corbera, J., & Nápoles, M. (2019). Evaluación de la inoculación conjunta *Bradyrhizobium elkanii*-hongos y la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal en soya, cultivada en época de primavera. Revista Cultivos Tropicales. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362011000400002&script=sci_arttext&tlng=pt
- Criollo, H., & García, J. (2020). Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de plantas de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo invernadero. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 210-222. doi:<https://doi.org/10.17584/rcch.2009v3i2.1214>
- Crystal Chemical. (2021). Endomicorrizas. Obtenido de Ficha Técnica de Endomicorrizas: <https://fertitienda.com/blog/micorrizas-y-endomicorrizas-en-arboles-n49>
- Dávila, M., Vasquez, C., & Pomboza, P. (2017). Primer reporte de *Raphanus raphanistrum* L. en los páramos de Chimborazo, Ecuador. Revista Idesia (Arica), 78-86. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292017005000201>
- Gheno, Y., Navarro, A., Berzabell, N., Perez, A., & Lopez, L. (2023). Producción orgánica de Rábano (*Raphanus sativus* L.) y Lechuga (*Lactuca sativa* L.). Revista Biologica Agropecuaria, 135-165. doi:<http://www.doi.org/10.47808/revistabioagro.v11i1.468>
- Gómez, F. (2021). Evaluación de rendimiento de 4 variedades de rábano (*Raphanus sativus* L.) en el cantón Arenillas. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Machala., Facultad de Ciencias Agropecuarias, Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/17473/1/TTUACA-2021-IA-DE00055.pdf>
- González, R., Perez, J., Hernandez, Y., Espinoza, I., & Artiles, L. (2019). Efecto de dos bioproductos sobre algunos indicadores del. Revista Digital Centro Agrícola, 56-70.

Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852020000100028

- González, V. (2022). Evaluación de la nutrición química - orgánica y micorrizas en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L) en la Parroquia San Antonio de Paguancay, Provincia del Cañar. Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil. Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/items/906bfe45-b19d-4a40-90ea-eb2ec539a7a3>
- Holguín , B. (2021). Respuesta agronómica del cultivo de rábano (*Raphanus sativus*) con diferentes sustratos orgánicos, en el centro de apoyo Manglaralto, UPSE de la provincia de Santa Elena. Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, La Libertad. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6392/1/UPSE-TIA-2021-0103.pdf>
- Hoyos, L., Cardona, A., Osorio, W., & Orduz, S. (2015). Efecto de diversos aislamientos de *Trichoderma* spp. en la absorción de nutrientes en frijón (*Phaseolus vulgaris*) en dos tipos de suelo. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 162-177. doi:<http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2015v9i2.4183>
- INEC. (2022). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Liriano, R., Pérez, J., Pérez, Y., Pláceres, I., & Artiles, L. (2020). Efecto de dos bioproductos sobre algunos indicadores del crecimiento y productividad de *Raphanus sativus*. Revista Científica Centro Agrícola, 145-162. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852020000100028
- Lobato, G., & Vega, J. (2023). Producción del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) con diferentes dosis de biostimulantes en el cantón La Maná. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, La Maná. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10081/1/UTC-PIM-000610.pdf>

- Lozano, C., Armbricht, I., & Montoya, L. (2015). Hongos formadores de micorrizas arbusculares y su efecto sobre la estructura de los suelos en fincas con manejos agroecológicos e intensivos. *Revista Digital Acta Agronómica*, 289-296. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-28122015000400001&script=sci_arttext
- Luna, J., & Zapana, J. (2020). Efecto de la micorriza (*Glomus Intrarradices*), en el rendimiento de dos variedades de papa (*Solanum Tuberosum* L.) en el Altiplano de Puno. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. doi:<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.535>
- Márquez, A. (2022). Respuesta agronómica del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* l.) a la aplicación de productos orgánicos y biológicos en el cantón Pasaje, provincia de El Oro. Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil. Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7c51289f-74e4-45fa-bbab-fece4798cc05/content>
- Martínez, A., & Vega, H. (2023). Evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, La Mana. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10087>
- Mora, J., Rojas, J., & Madriz, M. (2022). Efecto del lombricompost en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) para favorecer la producción sostenible bajo condiciones de invernadero en Barva, Heredia. *Revista Trimestral sobre la Actualidad Ambiental*, 78-89. Recuperado el <https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/37306/011-Mora-Rojas-Madriz.pdf>
- Morocho, M., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Revista Centro Agrícola*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093
- Moya, P. (2016). Antagonismo y efecto biocontroladores de *Trichoderma spp.* sobre *Drechslera teres*, agente causal de la "mancha en red" de la cebada. Tesis Doctoral, Universidad

- Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Buenos Aires. Obtenido de http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/_documentos/tesis/tesis_1488.pdf
- Murrieta, J. (2023). Principales medios de control de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus*). Tesis de Grado, Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13912/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000491.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nápoles, S., Milanés, S., Hernandez, I., Morales, B., & Nápoles, M. (2022). Los rizobios incrementan la germinación de las semillas de *Coffea arabica* y *Coffea canephora*. *Agronomía Mesoamericana*, 32, 56-72. doi:10.15517/am.v33i1.45719
- Noguera, A., & Salmerón, F. (2019). Bases teórico-metodológicas para el diseño de sistemas bioa-agroecológicos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 273-296. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-86652019000100020&script=sci_abstract&tlng=en
- Nuncio, G., Mendoza, R., Robledo, V., Vazques, M., & Almaraz, J. (2015). Influencia de rizobacterias en la germinación y vigor de semillas de rábano (*Raphanus sativus*). (I. T. ITEA, Ed.) *Revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA)*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5067202>
- Orbe, A. (2017). Evaluación de la eficiencia de Microorganismos Eficientes de Montaña (MM) en la Finca Agroecológica Zamorano. Tesis de Grado, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Facultad de Ambiente y Desarrollo, Tegucigalpa. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/06cae7cc-8b7e-4cc3-ae1b-d35b15e964a4/content>
- Ortuño, N., & Miranda, C. (2018). Selección de cepas de *Trichoderma* spp. generadoras de metabolitos secundarios de interés para su uso como promotor de crecimiento en plantas cultivadas. *Journal of the Selva Andina Biosphere*. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v1n1/v1n1_a03.pdf
- Palacios, G. (2022). Respuesta agronómica del cultivo del rábano (*Raphanos sativus* L.) a la aplicación de abonos orgánicos y humus líquido de lombriz (*Eisenia foetida*). Tesis de

- Grado, Universidad de Guayaquil, Facultad, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/63751>
- Pulido, L., & Medina, N. (2018). La biofertilización con rizobacterias y hongos micorrízicos arbusculares en la producción de posturas de rábano (*Raphanus sativus*), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y cebolla (*Allium cepa* L.). I. Crecimiento vegetativo. Revista Cultivos Tropicales, 15-24. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193218221003.pdf>
- Robles, P. (2019). Estimación de impactos ambientales basado en el análisis de ciclo de vida de la fase agrícola de la cadena agroalimentaria convencional y agroecológica del rábano (*Raphanus sativus*) en el cantón Cayambe. Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17004>
- Rodríguez, L., Guevara, F., Arias, M., Reyes, L., Campos, R., & Salas, M. (2020). Crecimiento foliar y acumulación de biomasa en rábano (*Raphanus sativus* L.) inoculado con microorganismos rizosféricos. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, 52, 78-83. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652020000200008
- Rodríguez, R. (2020). Control de peca negra (*Streptomyces* spp.) en raíz del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) en el valle de Mexicali. Tesis de Posgrado, Universidad Estatal de Sonora, Unidad Académica San Luis Rio Colorado, San Luis Rio Colorado, Sonora. Obtenido de <http://investigacionyposgrado.ues.mx/archivos/repositorio/02352020%20%20Ramsses%20Arturo%20Rodriguez%20Alvarez.pdf>
- Senasa. (2021). *Trichoderma harzianum* Rifai Cepa CCB-LA101. Ficha Técnica, Guayaquil.
- Silva, S. (2022). Evaluación de la mitigación de estrés por salinidad en rábano (*Raphanus sativus* L.) mediante la inoculación de hongos halotolerantes. Tesis de Posgrado, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Posgrado Interfacultades, Bogotá. Obtenido de

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/84071/1032497604.2023.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

- Sotelo, L., Jimenez, J., De Zan, A., & Cueto, M. (2018). Efecto de inoculación de microorganismos en crecimiento de rábano (*Raphanus sativus*). Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117720>
- Teran, G. (2022). Evaluación agronómica y de rendimiento del rábano (*Raphanus sativus*) con aplicaciones de microorganismos y fertilización química cantón, Pedro Carbo, provincia del Guayas. Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/63750>
- Tipantiza, K. (2022). Evaluación de tres frecuencias de aplicación de biol de gallinaza en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus*) en macetas, Salache – Cotopaxi 2022. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Cotopaxi , Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9619>
- Ulloa, J. (2018). Valoración de la aplicación de inóculos de microorganismos benéficos (MOBS) en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus*) en la granja experimental- Paute. Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería Ambiental, Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16423/1/UPS-CT007989.pdf>
- Ulloa-Cuzco, J. (2015). Valoración de tres tipos de bioles en la producción de rábano (*Raphanus sativus*). Tesis de Posgrado, Universidad de Piura, Facultad de Posgrado e Ingeniería, Piura. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/3f15d560-f824-4768-bda1-a6a384a9e260/content>
- Vaca, J. (2022). Aplicación de micorrizas y fertilización química - orgánica en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus* l.) En el cantón Pedro Carbo, provincia del Guayas. Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59620>

- Valdéz, E. (2018). Caracteres principales, ventajas y beneficios agrícolas que aporta el uso de *Trichoderma* como control biológico. *Revista Científica Agrosistemas*, 126-132. Obtenido de <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes/article/download/40/40>
- Velecela, S., Meza, V., Garcia, S., Alegre, J., & Salas, C. (2019). Vermicompost enriquecido con microorganismos benéficos bajo dos sistemas de producción y sus efectos en el rábano (*Raphanus sativus* L.). *Revista Scientia Agropecuaria*. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172019000200009
- Villalta, V., & Duarte, J. (2020). Efecto de la aplicación de *Trichoderma* sp. para mejorar la productividad del cultivo de loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson) en la comunidad el Senegal. Tesis de Posgrado, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Centro Universitario de Zacapa, San Carlos de Guatemala.
- Vincent, C. (2016). Comportamiento agronómico de tres variedades de rábano (*Rhapanus sativus*), con diferentes densidades de siembra aplicando abono orgánico líquido. Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia, Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d2f0ee74-d3b3-4db9-b182-6fe91c2d6964/content>
- Zambrano, O., & Figueroa, J. (2022). Principales enfermedades causadas por hongos en hortalizas, durante la temporada de lluvia. *Boetín Técnico de la Dirección de Estadísticas Agropecuarias*, 14-17. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_nov_2014.pdf