

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



TESIS:

**Dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces en el
rendimiento de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), bajo
invernadero en Canaán 2750 msnm, Ayacucho - 2025**

Para optar el título profesional de:
INGENIERA AGROFORESTAL

PRESENTADO POR:

Bach. Brisseth Lucero GUTIERREZ JERI

ASESOR:

Mtro. Juan Aníbal GALINDO GALINDO

AYACUCHO - PERÚ

2026

DEDICATORIA

A Dios, por concederme la vida, la salud y la fortaleza para superar cada dificultad y hacer posible la culminación de esta investigación.

A mi familia, que ha sido un pilar fundamental en mi desarrollo profesional y me ha enseñado a superar los obstáculos en cada etapa de mi vida.

A mis docentes, que hicieron valiosas contribuciones a mi desarrollo profesional a través de nuestras diversas experiencias compartidas.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y a la Facultad de Ciencias Agrarias, por brindarme la oportunidad y el entorno académico que contribuyeron a mi formación personal y profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal por sus enseñanzas y su contribución a mi formación académica y profesional.

Al Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo, por su constante orientación, disponibilidad y apoyo brindado durante la ejecución y culminación del proyecto de tesis.

A mi familia, por su permanente apoyo, comprensión y confianza, pilares fundamentales que me permitieron alcanzar esta meta profesional.

A la Estación Experimental Agraria Canaán – Ayacucho, especialmente al equipo técnico de la Subdirección de Recursos Genéticos, por el apoyo brindado durante el desarrollo de la presente investigación y por las facilidades otorgadas para el uso del invernadero, así como para el acceso a los materiales y equipos necesarios para la ejecución de las actividades experimentales.

A mi compañero de vida, por la motivación y el respaldo brindado en cada etapa de este proceso académico.

A mis amigos, por su apoyo y aliento incondicional.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Origen y distribución del cultivo de pepinillo	5
1.3. Clasificación taxonómica	5
1.4. Características morfológicas	6
1.4.1. <i>El sistema radicular</i>	6
1.4.2. <i>Tallo principal</i>	6
1.4.3. <i>La hoja</i>	6
1.4.4. <i>La flor</i>	6
1.4.5. <i>El fruto</i>	7
1.4.6. <i>Semillas</i>	7
1.5. Fenología del cultivo de pepinillo.....	7
1.6. Requerimientos edafoclimáticos	8
1.6.1. <i>Suelo</i>	8
1.6.2. <i>Temperatura</i>	8
1.6.3. <i>Humedad relativa</i>	9
1.6.4. <i>Luminosidad</i>	9
1.6.5. <i>Precipitación</i>	9
1.7. Variedades.....	10
1.7.1. <i>Variedades comerciales</i>	11
1.7.2. <i>Descripción de variedad Marketmore 76</i>	11
1.8. Manejo agronómico del pepinillo	12

1.8.1. Preparación del terreno	12
1.8.2. Época de siembra	12
1.8.3. Siembra.....	12
1.8.4. Distancia de siembra.....	12
1.8.5. Riego.....	12
1.8.6. Fertilización	13
1.8.7. Poda	13
1.8.8. Tutorado	14
1.8.9. Control de malezas	14
1.8.10. Plagas y enfermedades	14
1.8.11. Cosecha	16
1.9. Hongos benéficos	16
1.9.1. Trichoderma	17
1.9.2. Importancia	17
1.9.3. Microorganismos eficaces (EM)	18
1.9.4. Modo de acción de los EM.....	18
1.9.5. Aplicaciones de EM en la agricultura.....	19
1.9.6. Activación de microorganismos eficaces (EM).....	19
1.10. Rendimiento	19
1.11. Invernadero	20
1.11.1. Ventajas del invernadero	20
1.12. Descripción del problema y justificación.....	20
CAPÍTULO II.....	23
METODOLOGÍA.....	23
2.1. Información general del experimento	23
2.2. Análisis físico químico del sustrato	25
2.3. Condiciones meteorológicas	26
2.4. Diseño metodológico	28
2.5. Variables	28
2.6. Método experimental	29
2.6.1. Diseño experimental.....	29
2.6.2. Análisis estadístico.....	29
2.6.3. Descripción del área experimental	30

2.6.4. Croquis del área experimental en invernadero.....	31
2.7. Instalación y conducción del experimento	32
2.7.1. Preparación del sustrato	32
2.7.2. Delimitación del área experimental	32
2.7.3. Adquisición de semillas	33
2.7.4. Siembra.....	33
2.7.5. Raleo.....	33
2.7.6. Aplicación de <i>Trichoderma</i> y microorganismos eficaces.	33
2.7.7. Riego.....	34
2.7.8. Fertilización	34
2.7.9. Deshierbe	35
2.7.10. Tutorado	35
2.7.11. Poda	35
2.7.12. Control fitosanitario.....	36
2.7.13. Cosecha	36
2.7.14. Procesamiento de la información	36
2.8. Parámetros de evaluación.....	36
2.8.1. Variable de precocidad	36
2.8.2. Variables de rendimiento	36
2.8.3. Variable de rentabilidad	37
CAPÍTULO III	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
3.1. Variable de precocidad.....	38
3.1.1. Días a la floración (dds)	38
3.2. Variables de rendimiento	40
3.2.1. Altura de planta (cm)	40
3.2.2. Número de hojas.....	42
3.2.3. Diámetro de fruto (cm).....	45
3.2.4. Peso del fruto (g).....	47
3.2.5. Longitud del fruto (cm)	50
3.2.6. Número de frutos cosechados	52
3.2.7. Rendimiento en kg/m ²	54
3.3. Variable de rentabilidad	58

3.3.1. Rentabilidad económica	58
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 <i>Estados fenológicos del pepinillo.</i>	8
Tabla 1.2 <i>Rangos de humedad relativa diurnos y nocturnos para el cultivo de pepino bajo invernadero.</i>	9
Tabla 2.1 <i>Resultados del análisis de caracterización del sustrato experimental, Ayacucho 2750 msnm</i>	25
Tabla 2.2 <i>Datos meteorológicos de temperaturas máxima, mínima, media y precipitación durante la campaña agrícola 2025, Canaán-Ayacucho, 2750 msnm</i>	26
Tabla 2.3 <i>Variables e indicadores</i>	28
Tabla 2.4 <i>Tratamientos establecidos para la investigación</i>	29
Tabla 3.1 <i>Análisis de varianza de días a la floración bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.</i>	38
Tabla 3.2 <i>Análisis de varianza de altura de planta bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.</i>	40
Tablak <i>Análisis de varianza de número de hojas bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.</i>	42
Tabla 3.4 <i>Análisis de varianza de diámetro de frutos bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.</i>	45
Tabla 3.5 <i>Análisis de varianza de peso del fruto bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.</i>	47
Tabla 3.6 <i>Análisis de varianza de longitud de fruto bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.</i>	50
Tabla 3.7 <i>Análisis de varianza de número de frutos cosechados bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.</i>	52

Tabla 3.8	<i>Análisis de varianza del rendimiento (kg/m²) bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.....</i>	54
Tabla 3.9	<i>Rentabilidad económica en porcentaje del cultivo de pepinillo,INIA-Ayacucho.....</i>	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 <i>Ubicación política del lugar de evaluación – Estación Experimental Agraria Canaán (EEA CANAÁN) - INIA, Ayacucho.</i>	24
Figura 2.2 <i>Esquema de los datos meteorológicos T° (máxima, mínima, media) y precipitación.</i>	27
Figura 2.3 <i>Distribución general de los tratamientos en el invernadero.</i>	31
Figura 3.1 <i>Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en días a la floración, INIA-Ayacucho.</i>	39
Figura 3.2 <i>Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en altura de planta, INIA-Ayacucho.</i>	41
Figura 3.3 <i>Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en número de hojas, INIA-Ayacucho.</i>	43
Figura 3.4 <i>Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en diámetro de frutos, INIA-Ayacucho.</i>	45
Figura 3.5 <i>Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en peso del fruto, INIA-Ayacucho....</i>	48
Figura 3.6 <i>Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en longitud del fruto, INIA-Ayacucho.</i>	50
Figura 3.7 <i>Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en número de frutos cosechados, INIA-Ayacucho.</i>	53
Figura 3.8 <i>Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el rendimiento (kg/m²), INIA-Ayacucho.</i>	55

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Panel fotográfico	68
Anexo 2. Análisis físico químico del sustrato	78
Anexo 3. Datos ordenados de los promedios de la evaluación.....	82
Anexo 4. Datos ordenados de los parámetros evaluados cada 15 días.	83
Anexo 5. Costos de producción del cultivo pepinillo en condiciones de invernadero.	84
Anexo 6. Ficha técnica de EM.....	92
Anexo 8. Ficha técnica de Pepinillo	97

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Agraria Canaán, distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, a 2750 msnm., durante la campaña agrícola 2025, con el objetivo de evaluar el efecto de dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero. Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con ocho tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron: T1 (Testigo), T2 (300 gr/ha de *Trichoderma*), T3 (400 gr/ha de *Trichoderma*), T4 (500 gr/ha de *Trichoderma*), T5 (16 L EM/ha), T6 (24 L EM/ha), T7 (32 L EM/ha) y T8 (40 L EM/ha). Se evaluaron variables de precocidad, rendimiento y rentabilidad económica. La precocidad se determinó mediante días a la floración y las variables de rendimiento comprendieron altura de planta, número de hojas, diámetro, longitud y peso del fruto, número de frutos cosechados y rendimiento. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y a la prueba de Tukey al 95 % de confianza. Los resultados mostraron que los tratamientos T7 y T8 presentaron floración temprana, con 32,33 y 32,67 días, respectivamente. En rendimiento los tratamientos T7, T8 y T4 presentaron los mayores valores, con 6,48; 5,85 y 5,21 kg/m², respectivamente. En términos de rentabilidad económica, T4 obtuvo el mayor valor (109,89 %), seguido de T7 (100,67 %). En conclusión, el T7 mostró mejores respuestas agronómicas, destacando por su floración temprana y mayor rendimiento, mientras que T4 presentó la mayor rentabilidad económica.

Palabras clave: *Cucumis sativus* L., *Trichoderma*, Microorganismos eficaces, rendimiento y rentabilidad.

ABSTRACT

The research was conducted at the Canaán Agricultural Experimental Station, in the district of Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga Province, Ayacucho Department, at an altitude of 2750 m above sea level, during the 2025 growing season, with the objective of evaluating the effect of doses of *Trichoderma* and effective microorganisms (EM) on cucumber (*Cucumis sativus* L.) yield under greenhouse conditions. A Completely Randomized Design (CRD) was used, with eight treatments and three replications. The treatments were: T1 (Control), T2 (300 g/ha of *Trichoderma*), T3 (400 g/ha of *Trichoderma*), T4 (500 g/ha of *Trichoderma*), T5 (16 L of EM/ha), T6 (24 L of EM/ha), T7 (32 L of EM/ha), and T8 (40 L of EM/ha). Variables related to earliness, yield, and economic profitability were evaluated. Earliness was determined by the number of days to flowering, and the yield variables included plant height, number of leaves, fruit diameter, fruit length and weight, number of harvested fruits, and yield. The data were subjected to analysis of variance and Tukey's test at a 95% confidence level. The results showed that treatments T7 and T8 exhibited early flowering, at 32.33 and 32.67 days, respectively. Regarding yield, treatments T7, T8, and T4 recorded the highest values, at 6.48, 5.85, and 5.21 kg/m², respectively. In terms of economic profitability, T4 obtained the highest value (109.89%), followed by T7 (100.67%). In conclusion, T7 showed better agronomic responses, standing out for its early flowering and higher yield, while T4 presented the highest economic profitability.

Keywords: *Cucumis sativus* L., *Trichoderma*, effective microorganisms, yield, and profitability.

INTRODUCCIÓN

El pepinillo (*Cucumis sativus* L.) es una especie hortícola de amplia distribución que se cultiva principalmente en zonas con climas tropicales y subtropicales, mediante sistemas de producción que pueden establecerse tanto en campo abierto como bajo estructuras de protección, dependiendo de las condiciones ambientales locales. Su importancia también radica en su versatilidad, ya que puede consumirse fresco o utilizarse como materia prima para diversos métodos de procesamiento, lo que genera oportunidades comerciales para los productores a nivel local, nacional e internacional. (Bernardo, 2021).

Durante la campaña 2022 – 2023 la superficie sembrada del cultivo de pepinillo fue de 2,416 (ha) con una producción nacional de 43,730 toneladas y un rendimiento promedio de 17,822 kg/ha, los departamentos con mayor rendimiento promedio fueron Ica (39,689 kg/ha), La Libertad (27,308 kg/ha), Lambayeque (22,289 kg/ha) y Tacna (21,661 kg/ha); mientras que el departamento de Ayacucho obtuvo un rendimiento promedio de 10,000 kg/ha así lo ratifica (MIDAGRI, 2023).

La producción de hortalizas requiere un mayor aporte de nutrientes, lo que lleva a los agricultores a utilizar fertilizantes químicos sintéticos. Sin embargo, el uso excesivo de estos fertilizantes puede provocar la degradación del suelo, razón por la cual la agricultura orgánica ha cobrado mayor importancia, ya que protege el medio ambiente y la salud humana. (Saltos, 2022).

Según Celiz y Gamboa (2025), el control biológico es una alternativa basada en el uso de microorganismos vivos o productos derivados de ellos, en particular hongos del género *Trichoderma*, del cual se han identificado más de 545 especies. Estos microorganismos pueden ayudar a controlar los hongos fitopatógenos que causan enfermedades en las plantas, así como

promover el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento de los cultivos a través de diversos mecanismos.

Con el fin de reducir el uso de agroquímicos y fertilizantes sintéticos en diversos cultivos, los microorganismos eficaces constituyen una alternativa que se utiliza en la agricultura como fuente de fertilización orgánica. Esta comunidad microbiana se distingue por su origen natural y por la ausencia de efectos tóxicos o nocivos, lo que favorece condiciones propicias para el crecimiento y la sanidad vegetal (Silva, 2024).

La presente investigación tiene como finalidad generar información técnica sobre el efecto de diferentes dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces en el rendimiento del pepinillo (*Cucumis sativus* L.), así como aportar evidencia sobre su comportamiento productivo bajo condiciones de invernadero en Canaán, Ayacucho; asimismo, busca contribuir con información que permita valorar la rentabilidad económica de los tratamientos aplicados y sirva como referencia para el manejo de este cultivo en la región. A partir de las consideraciones expuestas en el presente trabajo de investigación, se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar el efecto de las aplicaciones de dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces en el rendimiento de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), bajo invernadero en Canaán 2750 msnm, Ayacucho – 2025.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de las dosis de *Trichoderma* en el rendimiento de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), bajo invernadero en Canaán a 2750 msnm, Ayacucho – 2025.
2. Evaluar la influencia de las dosis de microorganismos eficaces en el rendimiento de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), bajo invernadero en Canaán a 2750 msnm, Ayacucho – 2025.
3. Determinar la rentabilidad económica de los tratamientos evaluados bajo condiciones de invernadero, en Canaán a 2750 msnm, Ayacucho – 2025.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Apaéz et al. (2025), en su investigación titulada: “Inoculación de *Trichoderma spp.* para promover el crecimiento de pepino”, tuvo por objetivo de evaluar la eficacia de tres cepas de *Trichoderma spp.* como promotoras del crecimiento del pepino (*Cucumis sativus* L.) variedad Poinsett 76. El estudio tuvo un enfoque cuantitativo con diseño completamente al azar, integrado por cuatro tratamientos, cinco repeticiones y una planta por unidad experimental; las evaluaciones se realizaron a los 60 días mediante ANOVA y la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). Los resultados mostraron que la inoculación con *Trichoderma spp.* no produjo diferencias significativas en la mayoría de las variables de crecimiento; sin embargo, el tratamiento testigo registró la mayor altura de planta (129,7 cm), mientras que *T. harzianum* presentó la mayor longitud de raíz (26,3 cm) y el tratamiento con *Trichoderma sp.* obtuvo el mayor peso seco del follaje (20,95 g), superando en 25,5 % y 27,6 % a *T. asperellum* y *T. harzianum*, respectivamente. Los autores concluyeron que, bajo las condiciones del experimento, la aplicación de *Trichoderma spp.* no favoreció de manera significativa el crecimiento vegetativo del cultivo de pepino.

Arana et al. (2025), realizaron una investigación titulada: “Respuesta del cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) a la aplicación de dos bioproductos”, con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación individual y combinada de microorganismos eficientes (MOE) y FitoMas-E® en el crecimiento y rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.). El estudio fue de enfoque cuantitativo con diseño experimental, en el que se evaluaron cuatro tratamientos mediante análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey al 95 % de significancia. Los resultados mostraron que la aplicación combinada de MOE (0,4 mL m⁻²) y FitoMas-E® (0,15 mL m⁻²) obtuvo los mejores valores en las variables morfológicas y de rendimiento, además de alcanzar una relación beneficio-coste del 100 %. Los autores

concluyeron que la aplicación conjunta de ambos bioproductos constituye una alternativa eficiente para mejorar el crecimiento, la productividad y la rentabilidad del cultivo de pepino.

Gallo & Villavicencio, (2024), desarrollaron una investigación titulada: “Efecto de la aplicación edáfica y foliar de *Trichoderma harzianum* sobre las características agronómicas del cultivo de pepino”, con el objetivo de analizar el efecto de la aplicación edáfica y foliar de *Trichoderma harzianum* sobre las características agronómicas del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.). El estudio tuvo un enfoque cuantitativo con diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) y arreglo factorial $A \times B$, conformado por 7 tratamientos, 4 repeticiones y 28 unidades experimentales, en las que se evaluaron variables de crecimiento, rendimiento y rentabilidad mediante análisis de varianza y la prueba de Tukey. Los resultados evidenciaron que el tratamiento con aplicación edáfica de $2,5 \text{ cc L}^{-1}$ obtuvo los mejores valores agronómicos, alcanzando una altura de planta de 195,25 cm a los 45 días, una longitud promedio del fruto de 18,31 cm y rendimientos de 7 305,56 y 9 834,29 kg ha⁻¹ en la primera y segunda cosecha, respectivamente; además, registró un beneficio neto de \$11,47 y una rentabilidad del 101 %. Los autores concluyeron que la aplicación edáfica de *Trichoderma harzianum* a $2,5 \text{ cc L}^{-1}$ constituye la alternativa más eficiente para mejorar el crecimiento, el rendimiento y la rentabilidad del cultivo de pepino.

Rivas (2024), realizó una investigación titulada: “Microorganismos eficientes (EM -1) en el rendimiento y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) cv. Gurin”, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de microorganismos eficientes (EM) sobre el rendimiento, la calidad y el beneficio económico del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) cv. Gurin. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo con diseño experimental de bloques completamente al azar, conformado por cinco tratamientos (0, 8, 12, 16 y 20 mL de EM activado por punto de siembra) y cuatro repeticiones; las aplicaciones se realizaron en cuatro oportunidades durante la etapa de desarrollo foliar y los datos fueron analizados mediante la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$). Los resultados evidenciaron que el tratamiento con 16 mL de EM activado (T3) presentó el mejor desempeño, al registrar 11,51 frutos por planta, un rendimiento de 10,57 kg m⁻² y el mayor beneficio económico, con S/ 111 938,51. Asimismo, el tratamiento con 20 mL (T4) alcanzó la mayor longitud de fruto, con 22,47 cm. El autor concluyó que la aplicación de microorganismos eficientes mejora el rendimiento, la calidad y la rentabilidad del cultivo de pepino, siendo la dosis de 16 mL por punto de siembra, eficiente bajo condiciones del estudio.

Calero et al. (2023), realizaron una investigación titulada: “Coinoculación de biofertilizantes microbianos en pepino y habichuela y su efecto en el crecimiento y rendimiento”, con el objetivo de evaluar el efecto de la coinoculación del bioestimulante Microorganismos Eficientes (ME-50®) y *Trichoderma harzianum* sobre el crecimiento y la productividad del pepino (*Cucumis sativus* L.) y la habichuela en condiciones de organoponía. La metodología consistió en dos experimentos establecidos bajo un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 2×2 y cinco repeticiones, donde se comparó la aplicación individual y combinada de ambos bioestimulantes mediante inoculación al suelo y a las semillas. Los resultados demostraron que la coinoculación promovió un mayor crecimiento de las plantas, reflejado en incrementos de la altura, área foliar y materia seca, además de mejorar significativamente los componentes del rendimiento, alcanzando aumentos del 133 % en la productividad del pepino y del 138 % en la habichuela respecto a los tratamientos individuales. Los autores concluyeron que la aplicación conjunta de ME-50® y *Trichoderma harzianum* ejerce un efecto sinérgico que favorece el crecimiento, desarrollo y rendimiento de ambos cultivos, constituyéndose en una alternativa eficiente y sostenible para la producción hortícola.

1.2. Origen y distribución del cultivo de pepinillo

De acuerdo con Criollo (2024), la historia del pepino se encuentra estrechamente relacionada con las antiguas prácticas agrícolas de la India, región donde existen evidencias de su cultivo desde hace más de tres mil años, mientras que su procedencia se vincula con las áreas tropicales del sur de Asia; posteriormente, en el siglo XVI, esta hortaliza fue llevada hacia el continente americano durante las expediciones de Cristóbal Colón, quien trasladó semillas de diversas especies cultivadas a Norteamérica, favoreciendo su difusión hacia diferentes zonas del territorio americano, especialmente tras el asentamiento y expansión de los españoles.

1.3. Clasificación taxonómica

La descripción taxonómica del cultivo de *Cucumis sativus* L., según Olin (2022), detalla de la siguiente forma:

Reino	: Vegetal
División	: Embryophyta siphonogama
Subdivisión	: Angiospermae
Clase	: Dicotiledones
Orden	: Cucurbitales

Familia	: Cucurbitáceae
Género	: <i>Cucumis</i>
Especie	: <i>sativus</i>
Nombres científicos	: <i>Cucumis sativus</i> L.
Nombre común	: pepino, pepinillo o pepinillos.

1.4. Características morfológicas

1.4.1. El sistema radicular

Está conformado por una raíz principal robusta que puede alcanzar hasta 1,20 metros de profundidad. Esta raíz principal rápidamente se ramifica en raíces secundarias delgadas, también conocidas como raíces laterales fibrosas, que se extienden entre 20 y 30 cm de profundidad (Rivas, 2024).

1.4.2. Tallo principal

Rivas (2024), indica que las características del tallo principal difieren según el cultivar y las condiciones ambientales, y por lo general, su longitud oscila entre 0,70 y 0,80 metros.

1.4.3. La hoja

Presenta una coloración verde oscura, fina pubescencia y un pecíolo de 5 a 15 cm de longitud. El limbo es acorazonado y está dividido en tres lóbulos, siendo el central el más desarrollado y generalmente de ápice agudo (Olin, 2022).

1.4.4. La flor

La mayoría de las flores son hermafroditas; sin embargo, hay algunas flores femeninas, que se distinguen de las masculinas por tener un pedúnculo corto y un ovario inferior. Asimismo, presentan una corola con cinco segmentos y pétalos de color amarillo dorado (Romero, 2020).

Según Rivas (2024), las flores femeninas tienen una corola gamopétala, simetría actinomorfa, cinco pétalos amarillos y un diámetro de aproximadamente 3 a 4 cm; el cáliz dialisépalo está formado por cinco sépalos puntiagudos. La floración femenina se produce principalmente en las ramas laterales, aunque también puede darse en el tallo principal. Las flores masculinas, por su parte, tienen pedicelos delgados y estambres con anteras fusionadas,

que pueden encontrarse solas o en racimos de dos o tres. Además, la mayoría de las variedades comerciales actuales son partenocárpicas y génicas, con flores femeninas que pueden dar fruto sin fertilización, a diferencia de las variedades monoicas más antiguas.

1.4.5. El fruto

El fruto corresponde a un pepónide cuya superficie puede ser lisa o áspera según la variedad, presentando tonalidades que van del verde claro al verde oscuro y, al completar su maduración, adquiere una coloración amarillenta; sin embargo, su cosecha suele efectuarse antes de alcanzar la madurez fisiológica. La pulpa es de consistencia acuosa y tonalidad blanquecina, mientras que las semillas se encuentran distribuidas longitudinalmente en su interior (Rivas, 2024).

1.4.6. Semillas

Las semillas presentan una forma plana, con una longitud de 8 a 10 mm y un grosor aproximado de 3,5 mm; su coloración varía de blanquecina a blanco-amarillenta, asimismo, el número de semillas por fruto puede fluctuar entre 30 y 300, aunque existen cultivares que se caracterizan por no producir semillas (Olin, 2022).

Por otra parte, Romero (2020), señala que un kilogramo de semillas puede contener entre 40 000 y 60 000 semillas y conservar su capacidad de germinación hasta seis años, aunque se recomienda utilizar semillas que no lleven almacenadas más de tres años para garantizar una mejor germinación. Lo ideal es que el material utilizado para la propagación se seleccione a partir de frutos recolectados durante las primeras cosechas.

1.5. Fenología del cultivo de pepinillo

Según Rivas (2024), el pepinillo tiene un periodo de crecimiento relativamente corto, pero su comportamiento fenológico puede variar entre las distintas zonas de producción debido a los efectos de las características del suelo y del clima, el material genético utilizado y las técnicas de cultivo aplicadas en las diferentes fases de crecimiento.

Tabla 1.1*Estados fenológicos del pepinillo.*

Estado fenológico	Días después de la siembra
Emergencia	4 – 6
Inicio de emisión de guías	15 - 25
Inicio de floración	27 - 30
Inicio de cosecha	40 – 45
Fin de cosecha	75 - 90

Fuente: (Castañeda, 2023)

1.6. Requerimientos edafoclimáticos

1.6.1. Suelo

Según Quispe (2024), el pepinillo se puede cultivar en diversos tipos de suelo, desde suelos principalmente arenosos hasta suelos franco-arcillosos. Sin embargo, para garantizar un crecimiento adecuado, se recomienda plantar el cultivo en suelos franco-arcillosos con un contenido de materia orgánica superior al 3,5 % y una profundidad efectiva superior a 60 cm, condiciones que ayudan a retener la humedad y permiten una expansión adecuada del sistema radicular, lo que favorece el desarrollo de la planta y unos rendimientos elevados; deben evitarse los suelos excesivamente arcillosos debido al riesgo de encharcamiento y de enfermedades fúngicas, mientras que el cultivo presenta un buen comportamiento en suelos con valores de pH entre 5,5 y 6,8, pudiendo tolerar hasta 7,5, por lo que no se recomienda su establecimiento en terrenos con valores inferiores a 5,5.

1.6.2. Temperatura

Olmedo (2023), los pepinos requieren un rango de temperatura de entre 25 y 30 °C, ideal para procesos como la germinación, el crecimiento, la floración y el cuajado. Además, este cultivo es vulnerable a las fluctuaciones bruscas de temperatura, especialmente cuando dichas fluctuaciones superan los 8 °C, y los descensos de temperatura nocturnos pueden afectar negativamente a la calidad de los frutos y reducir la productividad del cultivo.

Cruz y Monge (2020), indican que el pepino puede cultivarse desde las zonas costeras hasta altitudes de unos 1200 metros sobre el nivel del mar, debido a que se adapta bien a los climas cálidos y templados. Sin embargo, el crecimiento de las plantas se ve limitado cuando las temperaturas superan los 40 °C o descienden por debajo de los 14 °C, mientras que la

exposición prolongada a estas temperaturas extremas puede provocar la caída de las flores femeninas.

Bernardo (2021), menciona que el pepinillo necesita temperaturas que oscilen entre los 19 y los 25 °C, aproximadamente, para que sus procesos fisiológicos se desarrollen correctamente; las temperaturas inferiores a 19 °C pueden provocar anomalías en las hojas, las flores y los frutos, mientras que las temperaturas superiores a este rango pueden alterar el funcionamiento fisiológico de la planta.

1.6.3. *Humedad relativa*

Cruz y Monge (2020), indican que la humedad relativa óptima es del 60-70% durante el día y del 70-90% por la noche, aunque un exceso de humedad diurna puede disminuir la producción al afectar la transpiración y la fotosíntesis, aunque esto es poco común.

Tabla 1.2

Rangos de humedad relativa diurnos y nocturnos para el cultivo de pepino bajo invernadero.

Nivel	Humedad relativa (%) Día	Humedad relativa (%) Noche
Óptimo	60 - 70	70 – 90
Subóptimo	40 - 60	> 90
Crítico	< 40	> 90

Fuente: (Casilimas et al., 2012)

1.6.4. *Luminosidad*

Cruz y Monge (2020), señalan que los pepinos toleran altas intensidades lumínicas; por lo general, pueden completar sus fases de crecimiento, floración y fructificación incluso en días cortos, con menos de 12 horas de luz; además, una mayor disponibilidad de radiación solar aumenta el rendimiento del cultivo.

1.6.5. *Precipitación*

Olmedo (2023), señala que la planta de pepino puede desarrollarse en zonas con una precipitación promedio anual de 300 a 1 200 mm. Para alcanzar una producción y una calidad óptima de los frutos, requiere entre 0,02 y 0,05 cm (1 y 2 pulgadas) de agua por semana. Las plantas necesitan más agua durante la polinización y el desarrollo del fruto, la precipitación, así

como la humedad, deben ser relativamente bajas de manera que se reduzca la incidencia de enfermedades.

Según Olmedo (2023), los pepinos pueden cultivarse en zonas con una precipitación media anual de entre 300 y 1 200 mm. El cultivo necesita entre 0,02 y 0,05 cm de agua a la semana para garantizar rendimientos adecuados y una buena calidad del fruto. Las necesidades hídricas son mayores durante la polinización y el cuajado; por otra parte, los bajos niveles de humedad y precipitación contribuyen a reducir la incidencia de enfermedades, además, la calidad de los frutos obtenidos en áreas húmedas es inferior a la de aquellos producidos en zonas secas.

1.7. Variedades

Según Andrade & Yampara (2020), afirman que el pepinillo presenta diversas expresiones sexuales que se clasifican en función de la combinación de flores que desarrolla cada variedad:

- Una planta monoica es aquella que produce tanto flores masculinas como femeninas.
- Andromonoica: tiene flores hermafroditas y masculinas.
- Ginoico: solo produce flores femeninas.
- Ginomonoica: produce flores hermafroditas y femeninas.
- Trimonoica: produce flores hermafroditas, masculinas y femeninas al mismo tiempo.

Andrade & Yampara (2020), señalan que existen numerosas variedades comerciales de pepino, diferenciadas principalmente por características como el tamaño, la forma, el color, la textura de la cáscara y el sabor; además, los autores identifican cinco grupos comerciales principales: pepino para ensalada, tipo caipira, japonés, holandés e industrial, siendo este último destinado principalmente a la elaboración de conservas.

Además, INFOAGRO (2021), clasifica los pepinos en tres grupos principales según la longitud del fruto: los largos, que corresponden al tipo holandés; los medianos, que incluyen las variedades francesa y americana; y los pequeños, que incluyen el tipo Beit Alpha, también conocido como mini pepinillo.

1.7.1. Variedades comerciales

Castañeda (2023), destaca las siguiente variedades clásicas para Perú.

- Nacional pickling
- Palomar.
- Marketmore 76.
- Long marketer.
- Straight Eight

Asimismo, señala que en la producción convencional se emplean cultivares de polinización libre, como los monoicos, mientras que para la exportación se prefieren híbridos ginoicos, complementados con aproximadamente 15 % de plantas monoicas para asegurar el polen; estos materiales destacan por su mayor rendimiento y tolerancia a plagas y enfermedades, aunque requieren una adecuada presencia de polinizadores.

1.7.2. Descripción de variedad Marketmore 76

Hernández (2025), señala que la variedad Marketmore destaca por su alta productividad y por producir frutos con buena calidad comercial. Sus frutos tienen una forma alargada y homogénea, con longitudes aproximadas entre 20 y 25 cm y diámetros de 3 a 5 cm, dependiendo de las condiciones de cultivo. Presentan una piel lisa de verde oscuro con espinas blancas, un extremo peduncular acuminado y un ápice redondeado. Su textura interna es suave, lo que los hace ideales para consumo fresco. En cuanto a su desarrollo, presenta un ciclo vegetativo promedio de 70 días. La floración ocurre entre los 27 y 34 días, y la cosecha empieza aproximadamente entre los 43 y 50 días tras la siembra, prolongándose hasta los 75 o 90 días. Además, muestra resistencia al mildiu vellosa y se adapta bien a densidades de siembra cercanas a 33,333 plantas por hectárea, lo que la convierte en una alternativa eficiente y rentable para sistemas de producción intensiva.

Olmedo (2023), señala que el pepino Marketmore 76 posee diversos usos culinarios, pues puede consumirse fresco, utilizarse en conservas y formar parte de ensaladas y platos cocinados; asimismo, sus semillas tienen aplicaciones medicinales en algunas regiones, mientras que su producción constituye una alternativa económica para los pequeños agricultores ante la creciente demanda de productos cultivados mediante prácticas ecológicas.

1.8. Manejo agronómico del pepinillo

1.8.1. Preparación del terreno

Hernández (2025), indica que las labores previas a la instalación del cultivo son determinantes para generar un ambiente favorable al desarrollo de las plantas, debido a su influencia sobre la formación de las raíces y el aprovechamiento de los elementos disponibles en el suelo; para ello, se realizan labores como el control de malezas, nivelación, remoción y acondicionamiento del terreno, recomendándose un laboreo inicial de aproximadamente 20 cm y otro superficial de 10 cm, con el propósito de mejorar las condiciones edáficas y promover un crecimiento uniforme del cultivo.

1.8.2. Época de siembra

Lapa (2023), indica que el pepinillo puede sembrarse durante todo el año con disponibilidad de riego en época seca. Para exportación, la siembra se recomienda entre noviembre y enero. En época lluviosa disminuyen los problemas de virosis, aunque aumenta el riesgo de enfermedades causadas por hongos.

1.8.3. Siembra

INFOAGRO (2024), señala que la siembra del pepino puede realizarse en surcos, montículos o directamente sobre el suelo, colocando de tres a cuatro semillas por hoyo a una profundidad aproximada de 2 a 3 cm; posteriormente, se efectúa el raleo de las plántulas, dejando una o dos plantas por punto de siembra.

1.8.4. Distancia de siembra

Hernández (2025), menciona que la distancia de siembra de los pepinos varía en función de la variedad y del sistema de producción, ya que influye en el desarrollo de las plantas, la disponibilidad de recursos y el control de enfermedades. En campo abierto, se recomienda dejar entre 50 y 60 cm entre plantas y entre 1,8 y 2,0 m entre hileras, pero para los cultivos en espaldera se pueden utilizar entre 30 y 45 cm entre plantas y entre 90 y 120 cm entre hileras, lo que permite una mejor ventilación y una menor competencia entre las plantas.

1.8.5. Riego

Hernández (2025), señala que el riego es fundamental para el crecimiento y rendimiento del pepino, debido a su elevada demanda hídrica. El suministro de agua debe ser oportuno y

constante, especialmente durante la germinación, floración y fructificación, ya que el déficit de humedad puede afectar el desarrollo y la calidad de los frutos. Los sistemas de riego por goteo y microaspersión favorecen una distribución eficiente del agua y disminuyen problemas de enfermedades foliares. Asimismo, la frecuencia y cantidad de riego deben ajustarse a la etapa fenológica, las características del suelo y las condiciones climáticas.

1.8.6. Fertilización

Olmedo (2023), sostiene que el manejo nutricional del pepino debe considerar su rápido desarrollo y corto periodo productivo, por lo que resulta conveniente garantizar la disponibilidad de elementos minerales desde las primeras etapas del cultivo; en este sentido, el nitrógeno (N) puede distribuirse en dos momentos, mediante una aplicación inicial y otra durante la fase intermedia, mientras que el fósforo (P) y el potasio (K) pueden suministrarse completamente al inicio, de acuerdo con los requerimientos nutricionales de la planta.

Gallo y Villavicencio (2024), señalan que el pepino requiere entre 150 y 200 kg/ha de nitrógeno y 300 kg/ha de fósforo, por lo que se recomienda fraccionar la aplicación del nitrógeno; al momento de la siembra se incorpora el fósforo junto con una parte del nitrógeno, mientras que el resto se aplica entre los 22 y 30 días posteriores, a una distancia de 5 a 10 cm de la semilla y a unos 5 cm de profundidad, pudiendo complementarse con aplicaciones antes y quince días después de la floración.

1.8.7. Poda

Lapa (2023), señala que la poda es una labor importante para regular el crecimiento y favorecer la productividad del pepino, por lo que debe realizarse de acuerdo con la etapa fenológica; esta práctica comprende la eliminación selectiva de frutos, brotes laterales y hojas para mejorar el desarrollo de la planta. La eliminación de los primeros cuatro o cinco frutos del tallo principal permite favorecer el crecimiento vegetativo inicial y evitar que estos afecten el desarrollo posterior de la planta; asimismo, los brotes laterales se retiran cuando miden menos de 5 cm, con el propósito de concentrar el crecimiento en un solo tallo y facilitar el entutorado. Por otro lado, se eliminan las dos primeras hojas de la parte basal cuando están envejecidas o presentan daños, buscando mejorar la ventilación y favorecer el desarrollo y producción de frutos.

1.8.8. Tutorado

Lapa (2023), manifiesta que el tutorado es una práctica fundamental en el cultivo de pepinillo, ya que permite mantener las plantas erguidas, mejorar la ventilación y el aprovechamiento de la luz, además de facilitar las labores culturales y contribuir a la calidad y producción de los frutos; esta labor se realiza mediante rafia de polipropileno, que se fija desde la base de la planta hasta un alambre de soporte, guiando progresivamente el tallo conforme avanza su crecimiento.

1.8.9. Control de malezas

Hernández (2025), indica que el control de malezas es una labor importante en el cultivo de pepino, debido a que estas compiten con las plantas por agua, nutrientes, luz y espacio, afectando su crecimiento y rendimiento; asimismo, pueden actuar como reservorios de patógenos y plagas, incrementando el riesgo de daños en el cultivo.

1.8.10. Plagas y enfermedades

Gallo y Villavicencio (2024), mencionan que entre las principales plagas que afectan al cultivo de pepino se encuentran la mosca blanca y los trips, mientras que, entre las enfermedades de mayor importancia, destacan la cenicilla y el mildiu, debido a su frecuente incidencia en el cultivo.

1.8.10.1. Plagas

a. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Hernández (2025), indica que esta plaga se encuentra principalmente en los brotes y hojas jóvenes, donde los adultos depositan sus huevos en el envés foliar; su presencia puede debilitar la planta y provocar amarillamiento, mientras que la melaza producida durante su alimentación favorece el desarrollo de negrilla, afectando el crecimiento de las plantas y sus frutos.

b. Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Gallo y Villavicencio (2024), indican que esta plaga afecta principalmente al envés de las hojas, donde provoca decoloración y manchas amarillentas visibles en el haz; las poblaciones elevadas pueden provocar la defoliación, y las altas temperaturas y la baja humedad relativa son condiciones favorables para su presencia.

c. Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Gallo y Villavicencio (2024),manifiestan que este insecto afecta principalmente a las flores, aunque también puede dañar el follaje y los frutos. Las larvas y los adultos se alimentan de los tejidos vegetales, lo que confiere a las zonas afectadas un aspecto plateado que, con el tiempo, puede dar lugar a necrosis.

d. Áfidos (*Aphis gossypii*)

Gallo y Villavicencio (2024),indican que estos insectos son polífagos y pueden dañar diversas partes de las plantas, como raíces, tallos, hojas, flores y frutos. Al alimentarse de la savia, pueden afectar gravemente al cultivo y propagar numerosos virus, lo que los convierte en una plaga de gran importancia económica.

1.8.10.2. Enfermedades

a. Mildiu velloso (*Pseudoperonospora cubensis*)

Gallo y Villavicencio (2024), señalan que esta enfermedad puede aparecer en cualquier fase del crecimiento del cultivo, aunque es más frecuente tras la floración. Se caracteriza por la aparición de crecimientos algodonosos en el envés y de manchas amarillentas en las hojas, lo que puede provocar la defoliación y una disminución significativa del rendimiento cuando la infestación es grave. Por ello, se recomienda ajustar la fecha de siembra, la densidad de cultivo y la frecuencia de riego como medidas de gestión.

b. Oidio polvoso (*Sphaerotheca fuliginea*)

Hernández (2025), indica que es una enfermedad fúngica causada por *Erysiphe cichoracearum* y *Sphaerotheca fuliginea*, afecta al cultivo de pepino produciendo manchas blanquecinas y polvorientas en hojas, pecíolos y tallos. Estas lesiones ocasionan arrugamiento, necrosis y caída de las hojas, reduciendo la capacidad fotosintética y debilitando la planta. Aunque el pepino presenta una resistencia moderada, la enfermedad puede disminuir el rendimiento y afectar la calidad del cultivo, especialmente bajo condiciones ambientales favorables y cuando se disemina por el viento.

c. Moho Gris (*Botrytis cinerea*)

Gallo y Villavicencio (2024), indica que el moho gris, causado por el hongo *Botrytis cinerea*, ocasiona daños importantes en el cultivo de pepino al provocar pudriciones blandas en

flores, hojas y frutos. La infección generalmente inicia en las flores y se extiende hacia el fruto, afectando su desarrollo y calidad comercial. Las zonas infectadas desarrollan rápidamente masas de esporas de color grisáceo, lo que facilita su propagación. Esta enfermedad resulta difícil de controlar debido a su amplio rango de hospedantes y su capacidad para atacar diferentes tejidos vegetales, lo que puede generar pérdidas económicas significativas si no se maneja adecuadamente.

d. La antracnosis (*Colletotrichum lagenarium*)

Gallo y Villavicencio (2024), señalan que esta enfermedad afecta principalmente a las hojas y los frutos del pepino, provocando lesiones circulares de color marrón o rojizo, sobre todo alrededor de las nervaduras, lo que puede dar lugar a la deformación, el agrietamiento y el desprendimiento del tejido foliar. Una humedad relativa elevada y temperaturas de entre 22 y 27 °C, aproximadamente, son las condiciones ideales para su desarrollo.

1.8.11. Cosecha

Hernández (2025), afirma que la cosecha del pepino consiste en recoger los frutos cuando alcanzan su madurez óptima, con el fin de preservar su calidad y valor comercial. Esta etapa se caracteriza por la presencia de un color verde oscuro característico y una superficie lisa, resultado de la caída de las espinas superficiales. Debe realizarse antes de que el fruto alcance su tamaño definitivo y las semillas se endurezcan. Para garantizar la seguridad del producto, la cosecha debe llevarse a cabo con herramientas como cuchillos o tijeras, teniendo cuidado de no dañar el tallo ni provocar defectos que puedan afectar a la clasificación y el almacenamiento de los frutos. Del mismo modo, durante la manipulación, deben evitarse los golpes, los magullazos y los daños por presión, además de mantener unas normas de higiene adecuadas tanto para el personal como para las herramientas utilizadas. Con el fin de preservar la calidad, aumentar el rendimiento de la cosecha y prolongar la vida útil, la recolección manual suele realizarse entre 45 y 55 días después de la siembra.

1.9. Hongos benéficos

Gallo & Villavicencio (2024), manifiestan que el uso de hongos benéficos en la agricultura constituye una alternativa importante para mejorar las condiciones del suelo y favorecer el control de los microorganismos patógenos; además, el uso excesivo de plaguicidas y fertilizantes inorgánicos puede alterar el equilibrio natural y reducir la actividad biológica del

suelo. Los hongos del género *Trichoderma* y los hongos micorrízicos se encuentran entre los más utilizados en la agricultura debido a su función en la absorción de nutrientes, el desarrollo del sistema radicular y la defensa de las plantas frente a diversas infecciones.

1.9.1. *Trichoderma*

Cortés et al. (2024), indican que el género *Trichoderma* fue descrito por primera vez en 1794 por Persoon. Posteriormente, en 1969, Rifai identificó nueve especies basándose en sus características morfológicas y fisiológicas. Con el tiempo, la clasificación de *Trichoderma* se amplió, superando las 200 especies, las cuales se distinguen según su origen, formación y evolución. Las colonias presentan colores que van del verde oscuro al claro, e incluso amarillo, dependiendo de la especie, y suelen emitir un aroma similar al del coco. Asimismo, estos hongos pueden encontrarse con facilidad en diferentes ambientes naturales, principalmente en la rizosfera, los residuos orgánicos en proceso de descomposición y la superficie de las cortezas arbóreas, lo que permite su aislamiento y estudio con relativa facilidad.

De acuerdo con Asghar et al. (2024), el *Trichoderma*, que se conoce también como *Hypocrea* en su forma teleomorfa, es un tipo de hongo filamentoso. Tiene la capacidad de alimentarse de otros hongos, un proceso conocido como micotrofismo. *Trichoderma* prospera en una amplia gama de entornos, incluidos los ecosistemas agrícolas, forestales, montañosos, de pastizales, desérticos y acuáticos. *Trichoderma* exhibe una alta adaptabilidad y una distribución global.

Según Andrade et al. (2023), el género *Trichoderma* es uno de los microorganismos benéficos que cuentan con diversos mecanismos de acción que les permiten ejercer un efecto biorregulador. Además, tienen la capacidad de parasitar y controlar hongos, nematodos y otros patógenos vegetales, así como de crecer rápidamente, competir por el espacio y soportar condiciones ambientales adversas. Estas características convierten a este género en uno de los principales grupos de interés como posible agente de control biológico.

1.9.2. *Importancia*

Según Sánchez (2025), menciona la importancia agrícola del género *Trichoderma* como agente de biocontrol:

- Pueden crecer de forma saprofítica y se adaptan muy bien a diversas condiciones ambientales. Son capaces de interactuar con plantas y animales y de colonizar diversos sustratos, lo que les facilita extenderse ampliamente y ser utilizadas en la agricultura.
- Producen ácidos orgánicos que favorecen la solubilización de nutrientes; además, diversas especies de *Trichoderma* pueden colonizar la rizosfera o establecer asociaciones endofíticas, promoviendo el crecimiento vegetal mediante la producción de fitohormonas como auxinas y giberelinas.
- Algunas especies de *Trichoderma* se consideran agentes eficaces de control biológico contra diversos hongos causantes de enfermedades en las plantas, gracias a sus propiedades micoparasitarias y antibióticas.
- La incorporación de materia orgánica y compost favorece el crecimiento de este hongo en el suelo, ya que obtiene nutrientes de los organismos de los que se alimenta y de los residuos orgánicos, lo que contribuye a su descomposición.

1.9.3. Microorganismos eficaces (EM)

Rivas (2024), señala que los microorganismos efectivos (EM, por sus siglas en inglés) son soluciones líquidas que albergan aproximadamente 80 variedades distintas de microorganismos., mayoritariamente divididos en tres grupos naturales presentes en los suelos: bacterias ácido-lácticas, levaduras y bacterias fototrópicas o fotosintéticas. Estos microorganismos coexisten de manera natural en el suelo y el área radicular.

Según Mesa (2020), los microorganismos eficaces (EM) son seguros y beneficiosos para su uso, ya que son de origen natural, no tienen efectos peligrosos ni perjudiciales y no han sido sometidos a manipulación genética.

1.9.4. Modo de acción de los EM

Rivas (2024),señala que los microorganismos eficientes (EM) favorecen la descomposición de residuos orgánicos y la formación de humus, contribuyendo al equilibrio del suelo; además, las bacterias fotosintéticas reducen malos olores, los lactobacilos aceleran el compostaje y ayudan a controlar patógenos, mientras que las levaduras estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas.

1.9.5. Aplicaciones de EM en la agricultura

Según Saltos (2022), los microorganismos eficientes (EM) tienen diversos usos en el ámbito agrícola, entre los cuales destacan:

- En el suelo: Restablecen el equilibrio microbiológico y mejoran sus condiciones físicas y químicas, favoreciendo la descomposición de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- En la propagación de plantas: Promueven la germinación de las semillas y favorecen el desarrollo inicial de raíces y tallos, contribuyendo a un mayor vigor de las plántulas.
- En el crecimiento de los cultivos: Promueven el desarrollo de las plantas, la floración, la fructificación y la maduración, contribuyendo a mejorar la biomasa y el rendimiento de los cultivos.
- En la protección de las plantas: Ayudan a suprimir microorganismos patógenos mediante la competencia y favorecen condiciones que reducen la aparición y propagación de enfermedades.
- En la producción agrícola sostenible: Favorecen el rendimiento y la calidad de los cultivos, además de contribuir al cuidado del suelo y al uso responsable de los recursos naturales, constituyéndose en una alternativa complementaria para el manejo sostenible de la producción agrícola.

1.9.6. Activación de microorganismos eficaces (EM)

Rivas (2024), señala que los microorganismos eficientes (EM) pueden permanecer en estado de latencia, lo que disminuye temporalmente su actividad. Para activarlos, se recomienda mezclarlos con agua de buena calidad y melaza de caña de azúcar en un recipiente herméticamente cerrado, generando así condiciones anaeróbicas. La preparación se considera lista cuando alcanza un pH de 3,5. Para este proceso, se emplea entre 3 y 5 % de EM, 5 % de melaza y entre 90 y 92 % de agua, manteniendo una temperatura de 25 a 37 °C, debido a que fuera de este rango la reproducción de los microorganismos puede disminuir considerablemente.

1.10. Rendimiento

Rivas (2024) señala que el cultivo de pepino presenta un rendimiento promedio de 13,4 kg/m² bajo condiciones de invernadero, mientras que en campo abierto alcanza

aproximadamente 3,5 kg/m². Estos resultados evidencian que el sistema de cultivo protegido permite obtener una mayor productividad del pepino.

Según MIDAGRI (2023), los departamentos con mayores rendimientos agrícolas fueron Ica (39,689 kg/ha), La Libertad (27,308 kg/ha), Lambayeque (22,289 kg/ha), Tacna (21,661 kg/ha), Lima Metropolitana (19,244 kg/ha) y Lima (18,965). Además, otros departamentos que contribuyeron a la producción nacional incluyen Arequipa (11,354 kg/ha), Ancash (10,624 kg/ha), Apurímac (10,353 kg/ha), San Martín (10,165 kg/ha), Ayacucho (10,000 kg/ha), , Ucayali (6,241 kg/ha), Loreto (4,577 kg/ha) y Madre de Dios (3,399 kg/ha).

1.11. Invernadero

INFOAGRO (2024), indica que la producción de pepinos en invernadero ha cobrado mayor importancia, ya que permite cultivar este producto en diferentes épocas del año, reduciendo así la dependencia de las condiciones ambientales externas; además, este sistema permite regular variables como la temperatura, la humedad, la iluminación y el suministro de agua, lo que crea condiciones más estables y favorables para el crecimiento de las plantas.

1.11.1. Ventajas del invernadero

Según INFOAGRO (2024), menciona las siguientes ventajas:

- El control de la humedad y la temperatura permite regular el entorno, lo que favorece el crecimiento de las plantas y reduce los efectos nocivos del estrés térmico.
- Menor incidencia de plagas y enfermedades: la cubierta del invernadero actúa como barrera física que impide la entrada de insectos y reduce la exposición de las plantas a diversos agentes causantes de enfermedades.
- Uso eficaz del agua: el empleo de sistemas de riego durante el manejo de los cultivos mejora la distribución de la humedad y reduce la pérdida de agua.
- Mayor calidad del producto: los pepinos cultivados en invernaderos suelen ser de mayor calidad, con menor probabilidad de deformaciones y daños provocados por factores climáticos.

1.12. Descripción del problema y justificación

En el Perú, 12 departamentos producen pepinillos (*Cucumis sativus* L.), con rendimientos que oscilan entre 3,0 y 41,5 t ha⁻¹. Sin embargo, estos valores varían según la

región: la selva presenta los rendimientos más bajos, entre 3,0 y 8,0 t ha⁻¹; en la sierra, rendimientos intermedios, entre 10,0 y 15,0 t ha⁻¹; y la costa, los rendimientos más altos, entre 20,0 y 42,0 t ha⁻¹. La causa principal de estas disparidades son las actuales limitaciones tecnológicas en la sierra y selva, que repercuten en aspectos como las técnicas de control de cultivos, la densidad de plantación, la gestión de los fertilizantes y la adopción de nuevas variedades (Bernardo, 2021).

Según Rivas (2024), el uso excesivo de productos agroquímicos y las técnicas de gestión agrícola inadecuadas han provocado la degradación gradual de los suelos, lo que reduce su actividad biológica y altera sus condiciones productivas, con efectos perjudiciales para la seguridad alimentaria.

Gallo y Villavicencio (2024), mencionan que, en la agricultura, se emplean varios hongos beneficiosos, como *Trichoderma* y los hongos micorrízicos, que ofrecen numerosas ventajas. Estos hongos facilitan la absorción de nutrientes, favorecen el desarrollo de las raíces y contribuyen a la defensa contra patógenos. En general, la incorporación de hongos benéficos en prácticas agrícolas, tanto orgánicas como convencionales, tiene un alto potencial para cultivar plantas más fuertes y saludables, al mismo tiempo que minimiza el impacto ambiental.

Mientras que Bernardo (2021), indica que los microorganismos eficaces (EM) son una mezcla de diferentes especies microbianas beneficiosas que, al incorporarse al suelo, ayudan a restablecer su equilibrio biológico, especialmente cuando este se ha visto alterado por prácticas agrícolas inadecuadas; además, favorecen la descomposición de los residuos orgánicos, lo que aumenta la disponibilidad de nutrientes que las plantas pueden aprovechar.

En vista de estas consideraciones, la optimización del uso de microorganismos benéficos y la difusión de un conocimiento integral de *Trichoderma* son esenciales para promover la intensificación sostenible de la agricultura (Asghar et al, 2024).

La investigación permitirá evaluar el efecto de diferentes dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces (EM) sobre el rendimiento y la rentabilidad del cultivo de pepinillo; asimismo, los resultados obtenidos proporcionarán información útil para agricultores e investigadores, facilitando la selección de dosis adecuadas para la aplicación de estos insumos

en la producción de pepinillo bajo condiciones de invernadero. Además, el índice de rentabilidad permite evaluar el costo total de producción del cultivo. El enfoque de este trabajo de investigación se centrará en promover una producción sostenible que integre dimensiones sociales, económicas y ambientales.

El uso de *Trichoderma* es una opción más recomendable que el uso de productos químicos, ya que contribuye a la gestión sostenible de los cultivos y reduce la posibilidad de que se produzcan daños a largo plazo en el ecosistema y el suelo (Gallo y Villavicencio, 2024).

Además, la incorporación de microorganismos eficientes (EM) contribuirá a la sostenibilidad del agroecosistema, mejorando la salud del suelo y disminuyendo la dependencia de fertilizantes químicos (Silva, 2024).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Información general del experimento

2.1.1 Ubicación

El presente trabajo se ejecutó en la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, región de Ayacucho.

2.1.2 Ubicación política

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Andrés Avelino Cáceres Dorregaray

2.1.3 Ubicación geográfica

Latitud : 13° 9' 49,83" S

Longitud : 74°12' 23,46" O

Altitud : 2750 msnm.

Figura 2.1

Ubicación política del lugar de evaluación – Estación Experimental Agraria Canaán (EEA CANAÁN) - INIA, Ayacucho.



Fuente: Elaboración propia

2.2. Análisis físico químico del sustrato

Se recolectó una muestra representativa del sustrato utilizado en las camas del invernadero, obteniéndose aproximadamente un 1kg de muestra, el cual fue enviado al Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare de Canaán – INIA para su respectivo análisis. Los resultados se presentan a continuación.

Tabla 2.1

Resultados del análisis de caracterización del sustrato experimental, Ayacucho 2750 msnm

Clase textural			
Arena	54,69	%	Clase Franco arenoso
Limo	29,22	%	
Arcilla	16,09	%	
Parámetro	Resultado	Unidad	Clasificación
pH	5,90	Unidad pH	Moderadamente ácido
Conductividad	0,517	(dS.m ⁻¹)	No salino
Materia orgánica	8,90	%	Muy Alto
Nitrógeno total	0,45	%	Alto
Fosforo disponible	107,20	ppm	Muy Alto
Potasio disponible	866,00	ppm	Muy Alto
Ca ⁺⁺	16,80	Cmol (+).kg-1	Alto
Mg ⁺⁺	2,30	Cmol (+).kg-1	Medio
K ⁺	1,80	Cmol (+).kg-1	Alto
Na ⁺	0,50	Cmol (+).kg-1	Bajo
Al ⁺³	0,00	Cmol (+).kg-1	Muy bajo
C.I.C	21,40	Cmol (+).kg-1	medio

Fuente: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare (LABSAF) de la Estación Experimental Agraria Canaán – INIA, Ayacucho.

En la Tabla 2.1, el sustrato presenta condiciones favorables para el cultivo de pepinillo, con textura franco arenosa, pH de 5,90, moderadamente ácido, y una conductividad eléctrica de 0,517 dS/m, que evidencia condiciones no salinas y ausencia de toxicidad por aluminio; asimismo, presenta contenidos altos de materia orgánica (8,90 %), nitrógeno total (0,45 %), fósforo disponible (107,20 ppm) y potasio disponible (866 ppm), además de una CIC media, características que favorecen la disponibilidad y retención de nutrientes para el desarrollo del cultivo.

2.3. Condiciones meteorológicas

Los datos meteorológicos se obtuvieron de la estación del INIA-Ayacucho, situada en la provincia de Huamanga, región de Ayacucho, a 2750 metros sobre el nivel del mar; el estudio se llevó a cabo entre mayo y agosto de 2025, un periodo que corresponde a la estación seca, caracterizada por una disminución gradual de las precipitaciones y la temperatura.

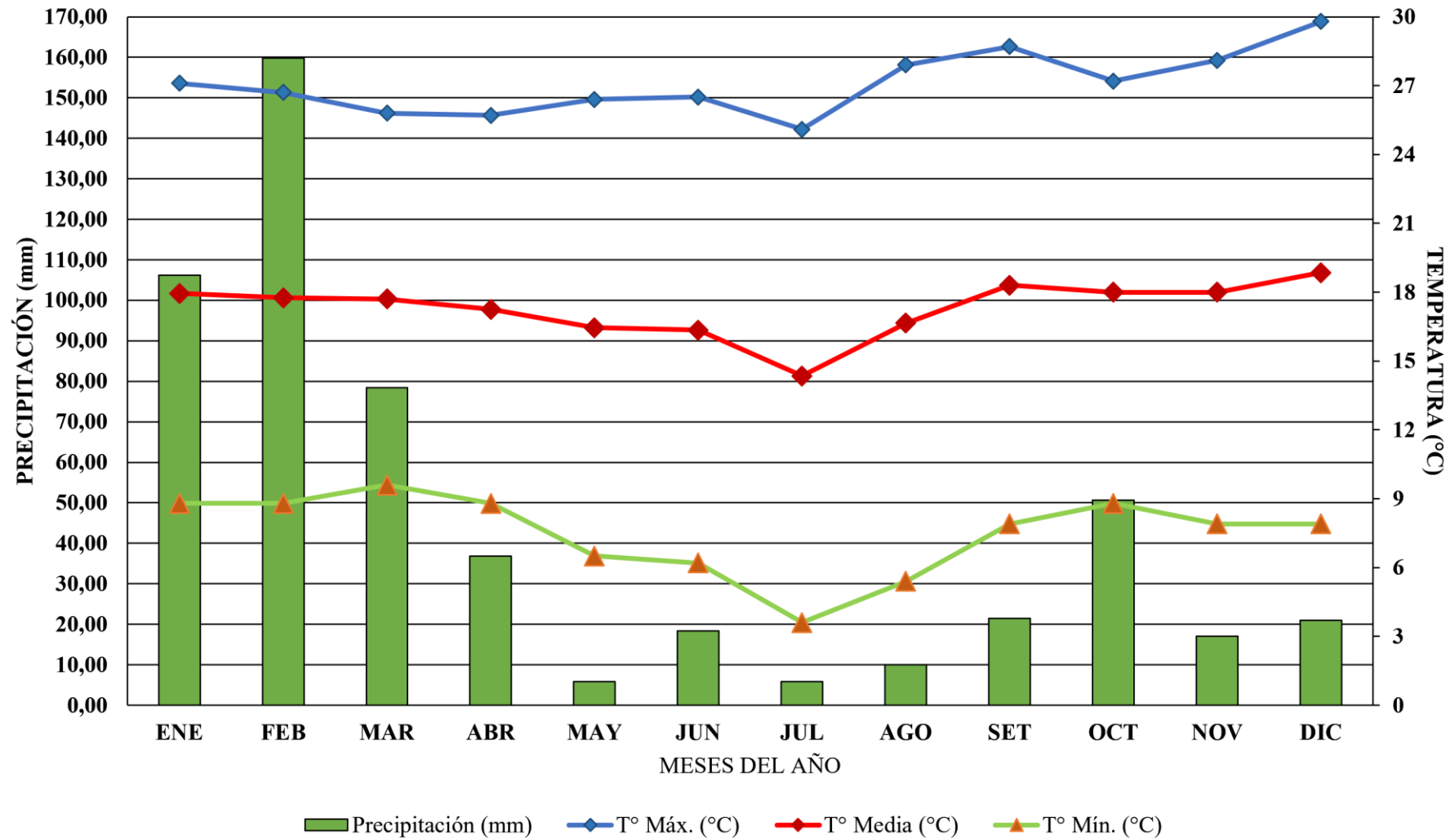
Durante la temporada de crecimiento del pepinillo, se registraron una temperatura máxima media de 27,08 °C, una temperatura media de 17,30 °C y una temperatura mínima media de 7,52 °C, mientras que la precipitación acumulada alcanzó los 531,2 mm, condiciones que caracterizaron el clima durante el desarrollo del cultivo.

Tabla 2.2
Datos meteorológicos de temperaturas máxima, mínima, media y precipitación durante la campaña agrícola 2025, Canaán-Ayacucho, 2750 msnm

ESTACIÓN METEOROLÓGICA INIA - CANAAN													
Departamento: Ayacucho							Latitud: 13°10'7.42'' S						
Provincia: Huamanga							Longitud: 74°12'14.09'' W						
Distrito: Andrés Avelino Cáceres Dorregaray							Altitud: 2750 msnm						
AÑO		2025											
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
T° Máxima (°C)	27,1	26,7	25,8	25,7	26,4	26,50	25,10	27,90	28,70	27,20	28,10	29,80	27,08
T° Mínima (°C)	8,8	8,8	9,6	8,8	6,5	6,20	3,60	5,40	7,90	8,80	7,90	7,90	7,52
T° Media (°C)	17,95	17,75	17,7	17,7	16,45	16,45	14,35	16,65	18,30	18,00	18,00	18,85	17,30
Precipitación (mm)	106,20	159,80	78,40	78,40	5,80	5,80	18,40	10,00	21,40	50,60	17,00	21,00	44,27

Figura 2.2

Esquema de los datos meteorológicos T° (máxima, mínima, media) y precipitación



2.4. Diseño metodológico

2.4.1. Datos de la investigación

- **Tipo de investigación:** Por su finalidad, aplicada; de acuerdo con su objetivo, experimental.
- **Población:** Constituida por 288 plantas de pepinillo cultivadas bajo condiciones de invernadero en la Estación Experimental Agraria Canaán.
- **Muestra:** Conformada por 6 plantas por cada unidad experimental.
- **Técnicas e instrumentos:** Observación experimental y registro de datos, hoja de registro de variables, fotografías.

2.5. Variables

2.5.1. Variables independientes

- Dosis de *Trichoderma*
- Dosis de Microorganismos eficaces

2.5.2. Variables dependientes

- Rendimiento y rentabilidad del pepinillo (*Cucumis sativus* L.)

Tabla 2.3

Variables e indicadores

Variable independiente (X)	Indicadores
<i>Trichoderma</i>	▪ Dosis de <i>Trichoderma</i> : 300 g/ha, 400 g/ha, 500 g/ha
Microorganismos eficaces (EM)	▪ Dosis de EM: 16 L EM/ha, 24 L EM/ha, 32 L EM/ha, 40 L EM/ha
Variable Dependiente (Y)	Indicadores
Precocidad	▪ Días a la floración (dds)
Rendimiento	▪ Altura de planta (cm)
	▪ Número de hojas (Unidad)
	▪ Diámetro del fruto (cm)
	▪ Longitud del fruto (cm)
	▪ Peso del fruto (g)
	▪ Número de frutos cosechados (unidad)
Rentabilidad económica	▪ Rendimiento (kg/m ²)
	▪ Rentabilidad (%)

2.5.3. Descripción de los tratamientos evaluados

A continuación, se describen los tratamientos evaluados en el presente trabajo experimental, que comprendieron diferentes dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces activado:

Tabla 2.4

Tratamientos establecidos para la investigación

Tratamientos	Descripción
T1	Testigo (sin aplicaciones)
T2	300 g/ha de <i>Trichoderma</i>
T3	400 g/ha de <i>Trichoderma</i>
T4	500 g/ha de <i>Trichoderma</i>
T5	16 L EM/ha
T6	24 L EM/ha
T7	32 L EM/ha
T8	40 L EM/ha

2.6. Método experimental

2.6.1. Diseño experimental

El estudio fue conducido utilizando el diseño Completamente al Azar (DCA) con 8 tratamientos y 3 repeticiones que hacen un total de 24 unidades experimentales (UE); siendo el Modelo Aditivo Lineal el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es la variable de respuesta observada en el i-ésimo tratamiento dentro de la j-ésima repetición.

μ = Es la media general del experimento

τ_i = Es el efecto del i-ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} = Es el error experimental aleatorio en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento.

2.6.2. Análisis estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y, cuando se identificaron diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey para comparar medias, con un nivel de confianza del 95 %, con el fin de determinar las diferencias entre los tratamientos.

2.6.3. Descripción del área experimental

El área experimental tuvo las siguientes características:

a) Unidad experimental

- Número de unidades experimentales : 24
- Largo de la unidad experimental : 1,50 m
- Ancho de la unidad experimental : 1 m
- Área de cada unidad experimental : 1,50 m²
- Número de surcos por unidad experimental : 2
- Distancia entre surcos : 0,40 m
- Distancia entre golpe : 0,30 m
- Número de golpes por surco : 6
- Número de plantas por unidad experimental :12

b) Calles

- Longitud de calle entre tratamientos :0,50 m
- Número de espacios de calle : 7
- Longitud total de calles : 3,50 m
- Ancho de calle entre camas : 0,40 m
- Número de calles principales :2

c) Área del experimento

- Ancho total del experimento : 3,80 m
- Largo total del experimento : 15,50 m
- Área total del experimento : 58,90 m²

2.6.4. Croquis del área experimental en invernadero

Figura 2.3

Distribución general de los tratamientos en el invernadero

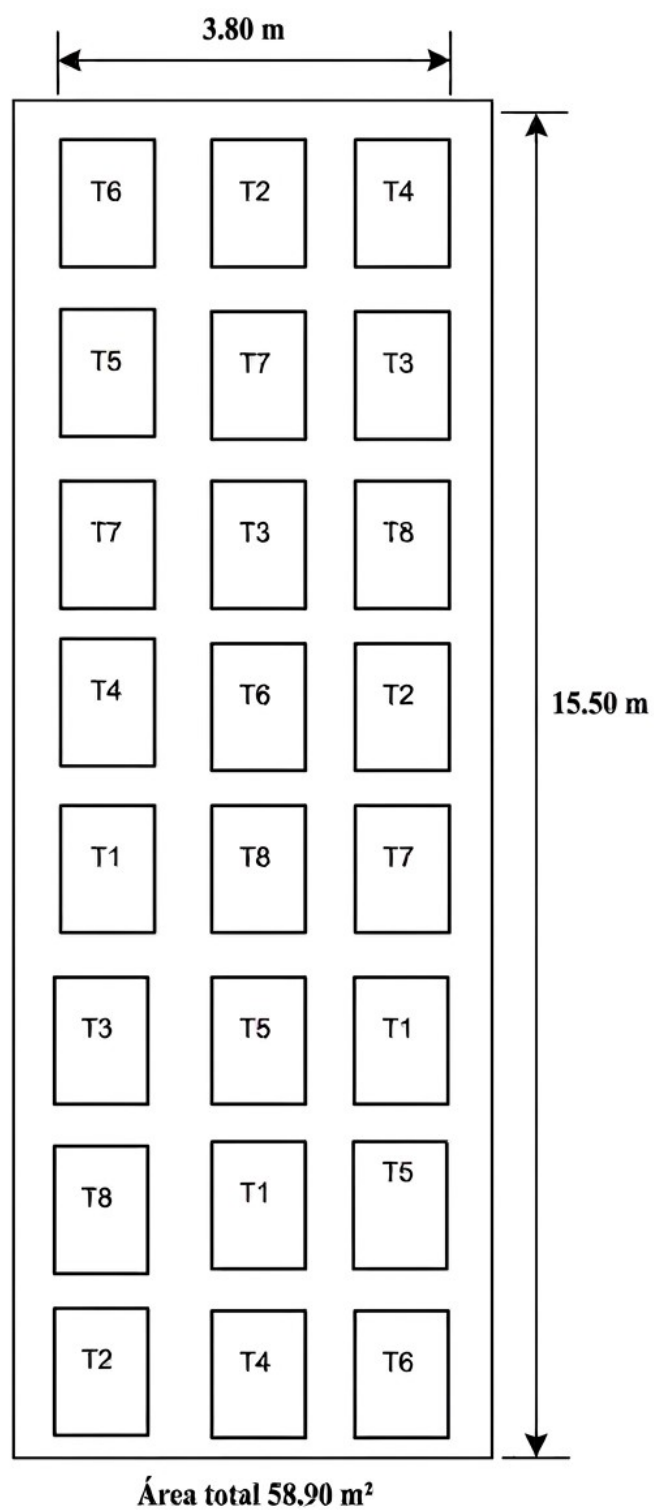
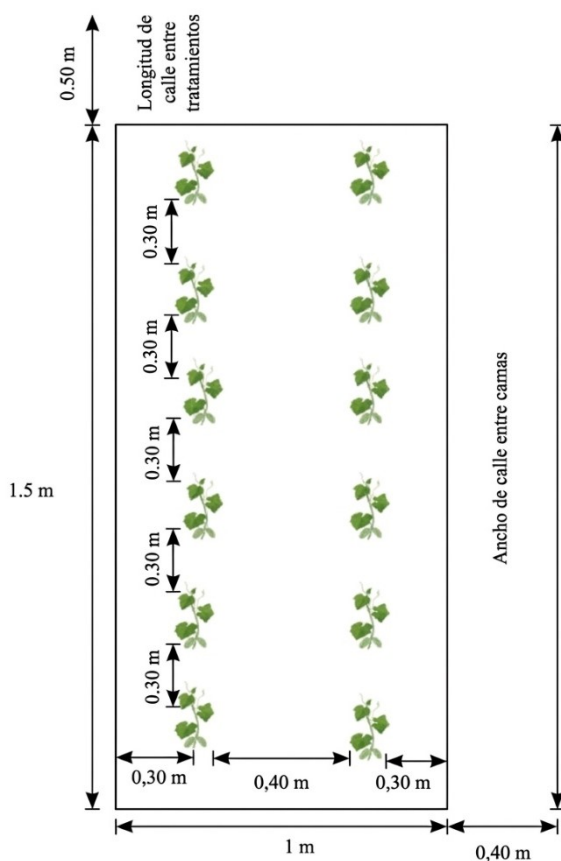


Figura 2.4

Croquis de la unidad experimental



2.7. Instalación y conducción del experimento

2.7.1. Preparación del sustrato

Para la preparación del sustrato, se utilizaron 2 cubos de turba, 1 cubo de arena y 1 cubo de tierra agrícola, en una proporción de 2:1:1, respectivamente. Los insumos fueron mezclados de manera homogénea y posteriormente trasladados a las camas del invernadero para su acondicionamiento. Esta actividad se realizó el 20 de mayo de 2025.

2.7.2. Delimitación del área experimental

Se delimitó el área total de 58,90 m² del invernadero que contemplan las 6 camas utilizadas, cada 2 camas corresponde a una repetición, seguido cada repetición se distribuyó de acuerdo al croquis, cada tratamiento con dimensiones de 1 m de ancho por 1,50 m de largo, que resulta un área de 1,50 m² con un distanciamiento de 0,50 m entre los tratamientos. efectuándose el día 23 de mayo del 2025.

2.7.3. *Adquisición de semillas*

Las semillas de pepinillo de la variedad Marketmore 76 fueron adquiridas el 19 de mayo de 2025 en un establecimiento comercial autorizado; esta variedad presenta un ciclo vegetativo intermedio, crecimiento vigoroso y hábito floral monoico.

2.7.4. *Siembra*

La siembra se realizó de forma directa el 26 de mayo de 2025 en las camas del invernadero, que contenían el sustrato previamente preparado y acondicionado según cada tratamiento; se depositaron dos semillas por golpe a una profundidad de 2 cm.

2.7.5. *Raleo*

El raleo se efectuó a los 10 días después de la siembra (5 de junio de 2025), eliminando la plántula de menor vigor y dejando una planta por golpe para favorecer el desarrollo uniforme del cultivo.

2.7.6. *Aplicación de *Trichoderma* y microorganismos eficaces.*

El *Trichoderma* y los microorganismos eficaces (EM) se aplicaron de acuerdo con los tratamientos establecidos; ambos insumos biológicos eran productos comerciales y se activaron según las especificaciones técnicas indicadas en sus respectivas fichas técnicas, utilizando las dosis definidas para el experimento.

a. *Activación de *Trichoderma**

- Paso 1: El agua debe estar con 24 horas en reposo para que el cloro desaparezca.
- Paso 2: Verter el contenido de 30, 40 y 50 gramos en medio litro de agua (de acuerdo a los tratamientos) y dejar hidratar por 30 minutos, luego cada solución completar a 20 litros de agua sin cloro (reposada).
- Paso 3: Finalmente dejar activar la solución en condiciones de sombra por 24 horas.

b. *Aplicación de *Trichoderma**

El *Trichoderma* se aplicó mediante el método Drench, efectuándose cuatro aplicaciones por tratamiento con un intervalo de 15 días entre ellas; estas se realizaron los días 10 y 25 de junio, así como el 10 y 25 de julio de 2025, respectivamente.

c. Activación de EM

- Paso 1: Se mezcló 1 L de EM, 1 L de melaza y 18 L de agua limpia en un balde de 20 L de capacidad.
- Paso 2: La mezcla se removió constantemente hasta obtener una solución homogénea, luego el recipiente se selló con una tapa hermética y se mantuvo en condiciones de sombra y ausencia de luz con el fin de iniciar el proceso de fermentación anaeróbica durante un periodo de 7 días.
- Paso 3: El pH registró entre 3,2 a 3,5, tuvo un olor agri dulce, y el color cambió de negro a un marrón rojizo, finalmente se obtuvo un volumen de 20 L de EM activado.

d. Aplicación de EM

Para la dosificación de los microorganismos eficaces se establecieron según los tratamientos establecidos en el experimento 1,6 L, 2,4 L, 3,2 L y 4,0 L de microorganismos eficaces activados disueltos de manera independiente en un volumen de base de 20 litros de agua, la distribución de los tratamientos se ejecutó vía Drench, vertiendo la solución final de forma directa al suelo en la base de cada planta respectivamente. El plan de manejo constó de cuatro aplicaciones en total, ejecutadas de forma consecutiva cada 15 días después de la siembra. Las aplicaciones se realizaron los días 10 y 25 de junio, 10 y 25 de julio de 2025.

2.7.7. Riego

El riego inicial se llevó a cabo el 24 de mayo de 2025, dos días antes de la siembra, con el fin de alcanzar la capacidad de campo; posteriormente, se realizó un riego manual con una manguera regadora, entre dos y tres veces por semana, en función de las necesidades hídricas del cultivo.

2.7.8. Fertilización

El requerimiento nutricional se cubrió exclusivamente con nitrógeno, debido a que el análisis fisicoquímico del sustrato experimental reportó niveles "Muy Altos" de fósforo (107,20 ppm) y potasio (866,00 ppm) disponibles.

Se estableció una demanda total de 450 kg/ha de nitrato de amonio comercial (33-3-0). Ajustado a la escala real del experimento, se utilizó 5,37 kg de fertilizante, el cual se fraccionó en tres etapas fenológicas clave:

- **Primera fracción (Siembra - 26 de mayo de 2025).** 60% de la dosis (270 kg/ha); Correspondió a 11,25 g por golpe. Se incorporó manualmente en el fondo del surco, a 5 cm al costado y 5 cm de profundidad respecto a la semilla. Esta separación física previno la deshidratación osmótica (quema) durante la emergencia.
- **Segunda fracción (20 dds - 15 de junio de 2025).** 20% de la dosis (90 kg/ha); coincidió con la emisión de guías laterales. Se aplicaron 3,7 g por planta de forma localizada "en corona", a 10 cm del tallo y 5 cm de profundidad para aprovechar la expansión radicular.
- **Tercera fracción (40 dds - 5 de julio de 2025).** 20% restante (90 kg/ha); aplicada en la pre-floración e inicio de cuajado. Se repitieron los 3,7 g por planta mediante la misma metodología localizada a 10 cm del cuello de la planta.

2.7.9. Deshierbe

El deshierbe se realizó de forma manual, según la presencia de malezas en el área experimental, en dos fechas: el 25 de junio y el 28 de julio de 2025.

2.7.10. Tutorado

El tutorado se realizó utilizando alambre galvanizado N.º 16, el cual fue instalado y fijado a la estructura del invernadero como soporte principal del sistema. El alambre se dispuso longitudinalmente sobre cada surco. Considerando que cada cama estuvo conformada por dos surcos, se colocaron seis tramos de alambre por cama. Sobre esta estructura se suspendió una rafia torcida por planta, permitiendo orientar el crecimiento vertical del tallo, el cual fue asegurado mediante precintos de seguridad durante su desarrollo. Esta actividad se efectuó el 20 de junio del 2025.

2.7.11. Poda

La poda de formación se realizó el 25 de junio de 2025, eliminando brotes laterales y hojas basales para favorecer el crecimiento del tallo principal y la aireación del cultivo. La poda de mantenimiento se efectuó el 20 de julio de 2025, retirando hojas senescentes y partes dañadas para mantener la sanidad de las plantas. Para estas labores se utilizó una tijera de podar desinfectada con alcohol.

2.7.12. Control fitosanitario

Durante el periodo experimental, el cultivo presentó un desarrollo favorable, sin presencia de plagas ni enfermedades, por lo que no fue necesario aplicar controles fitosanitarios hasta la cosecha.

2.7.13. Cosecha

La cosecha se realizó cuando los frutos alcanzaron su madurez comercial, efectuándose de forma manual con el uso de tijeras de podar. A partir de esta actividad se obtuvieron los datos correspondientes a los parámetros evaluados. Se llevaron a cabo dos cosechas, en las fechas 30 de julio y 28 de agosto de 2025.

2.7.14. Procesamiento de la información

Los datos recopilados durante las evaluaciones se introdujeron en una hoja de cálculo, donde se organizaron los valores obtenidos para cada tratamiento. A continuación, los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey, utilizando nivel de significación de 0,05, para determinar si existía diferencia significativa entre los tratamientos.

2.8. Parámetros de evaluación

2.8.1. Variable de precocidad

Días a la floración

Se consideró el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la emisión de flores verdaderas, (masculinas y femeninas) contabilizando el periodo necesario para observar un 50% + 1 de flores, estos datos se expresaron en días.

2.8.2. Variables de rendimiento

a) Altura de planta (cm)

Se evaluó 6 plantas de cada unidad experimental, utilizando un flexómetro, se midió la altura de las plantas desde la base hasta el ápice de la planta, las medidas se expresaron en cm. Las mediciones se realizaron a los 15, 30,45 y 60 días después de la siembra.

b) Número de hojas (unidad/planta)

Se determinó mediante el conteo de hojas en 6 plantas seleccionadas de cada unidad experimental; las evaluaciones se realizaron a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra.

c) Diámetro del fruto (cm)

Se evaluaron los frutos de 6 plantas de cada unidad experimental utilizando un vernier digital para medir el punto medio del pepinillo; las medidas se expresaron en centímetros (cm).

d) Longitud del fruto (cm)

Se midieron los frutos de 6 plantas de cada unidad experimental utilizando un vernier digital para determinar su longitud; las medidas obtenidas se expresaron en centímetros (cm).

e) Peso del fruto (g)

Se pesaron los frutos de 6 plantas de cada unidad experimental utilizando una balanza digital; los resultados se expresaron en gramos (g).

f) Número de frutos cosechados (unidad)

Se contaron los frutos recolectados de 6 plantas de cada unidad experimental; los datos obtenidos representaban el número de frutos por planta.

g) Rendimiento en kg/m²

Para determinar el rendimiento de la cosecha de pepinillos, se registró el peso de los frutos recolectados en cada unidad experimental; los resultados se expresaron en kg/m².

2.8.3. Variable de rentabilidad

Rentabilidad económica

Para la evaluación del valor económico por tratamiento, se consideraron los costos de producción, el rendimiento obtenido, el precio de venta y la utilidad neta. A partir de estos indicadores, se calculó el porcentaje de rentabilidad económica mediante la aplicación de una fórmula matemática.

$$Rentabilidad (\%) = \frac{Utilidad\ neta}{costo\ de\ producción} \times 100$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variable de precocidad

3.1.1. Días a la floración (dds)

Tabla 3.1

Análisis de varianza de días a la floración bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.

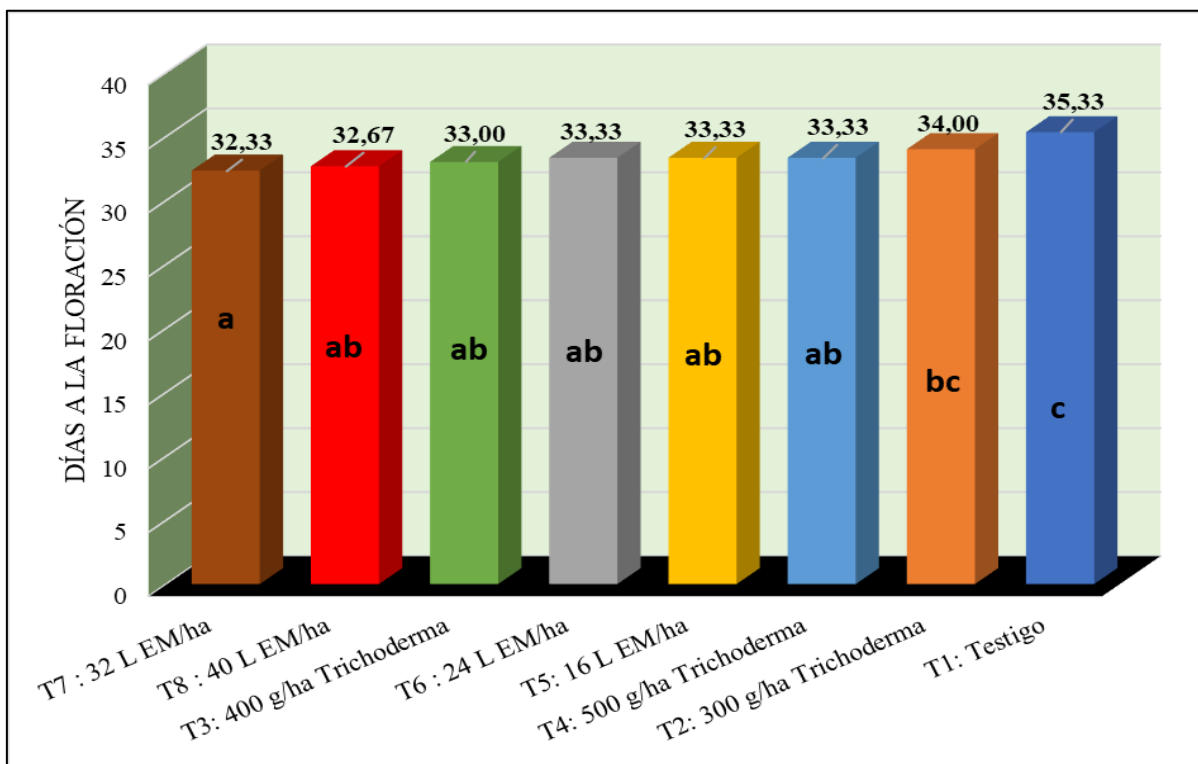
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	7	17,83	2,55	10,19	0,0001**
Error	16	4	0,25		
Total	23	21,83			

C.V. = 1,5 %

En la Tabla 3.1, se muestran los resultados del análisis de varianza para los días hasta la floración, el cual indicó un efecto altamente significativo de los tratamientos ($p < 0,0001^{**}$), lo que demuestra la existencia de diferencias estadísticas entre ellos; ante este resultado, se realizó una comparación de medias para identificar los mejores tratamientos. Además, el coeficiente de variación fue de 1,5 %, valor que refleja una adecuada precisión experimental y confiabilidad de los resultados.

Figura 3.1

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en días a la floración, INIA-Ayacucho.



En la Figura 3.1 se muestra la prueba Tukey, donde el tratamiento T7 (32 L EM/ha) presentó la floración más temprana, con 32,33 días, seguido del tratamiento T8 (40 L EM/ha), con 32,67 días. Ambos tratamientos difirieron estadísticamente del T1 (testigo), que presentó una floración más tardía, a los 35,33 días. Al respecto, Lian et al. (2023) señalan que la aplicación de bioinoculantes puede mejorar diversos aspectos morfológicos del cultivo de pepinillo, como el contenido de clorofila y la actividad radicular, favoreciendo la nutrición de la planta y contribuyendo a la precocidad del cultivo.

Mientras que Mustelier et al. (2023) sostienen que la aplicación de las rizobacterias RR72, RR79 y RC138 permitió registrar la floración a los 22,59, 24,47 y 21,87 días, respectivamente, en tanto que el testigo alcanzó este estado a los 26,00 días, encontrándose diferencias estadísticas significativas únicamente entre la cepa RC138 y el testigo.

Gallo y Villavicencio (2024), indican que el cultivo de pepinillo con la aplicación edáfica de *Trichoderma harzianum* a 2,5 cc/L obtuvo los mejores resultados al alcanzar su

floración a los 30,86 días, la cual no difiere estadísticamente de las dosis edáficas de 2 cc/L (30,86 días) y 1,5 cc/L (31,00 días). No obstante, el testigo presentó una floración tardía a los 36,56 días. Mientras que Alvarado et al. (2019), determinaron que la aplicación de *T. Harzianum* favoreció en la temprana floración del cultivo de pepinillo, indicando que la aplicación de TRICHO D (300 g/ha, 400 g/ha y 500 g/ha) llegaron a la floración a los 30, 30 y 32 días después de la siembra, respectivamente, superando al testigo que presentó una floración tardía de 36 días. Estos hallazgos concuerdan con la presente investigación, demostrando que *Trichoderma* favorece la precocidad del pepinillo.

3.2. Variables de rendimiento

3.2.1. Altura de planta (cm)

Tabla 3.2

Análisis de varianza de altura de planta bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.

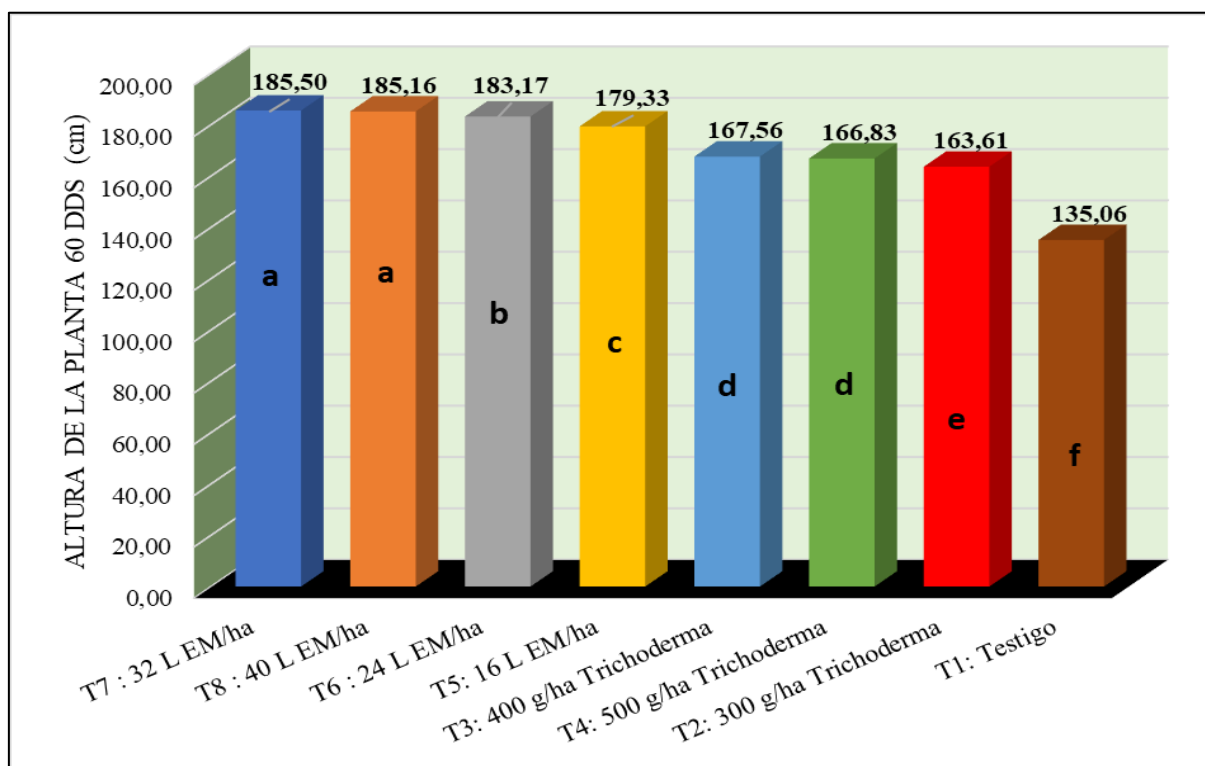
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	7	6011,12	858,73	3361,04	<0,0001**
Error	16	4,09	0,26		
Total	23	6015,2			

C.V. = 0,3 %

En la Tabla 3.2, se muestra el análisis de varianza de la altura de planta a los 60 días después de la siembra, el cual evidenció diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001^{**}$), por lo que se realizó la comparación de medias para determinar los tratamientos con mejor respuesta, asimismo, el coeficiente de variación de 0,3 % indicó una adecuada precisión y confiabilidad de los resultados.

Figura 3.2

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en altura de planta, INIA-Ayacucho.



En la Figura 3.2, se muestra la prueba de Tukey para la altura promedio de planta de pepinillo a los 60 días después de la siembra. Se observa una respuesta diferenciada entre los tratamientos evaluados. Las aplicaciones de EM presentaron mayores valores de altura de planta que los tratamientos con *Trichoderma* y el testigo. El tratamiento T7 (32 L de EM/ha) registró la mayor altura promedio, con 185,50 cm, seguido del T8 (40 L de EM/ha), con 185,16 cm. Ambos tratamientos presentaron valores estadísticamente similares entre sí; sin embargo, fueron superiores al tratamiento testigo, registrando incrementos de 37,34 % y 37,10 %, respectivamente.

En el efecto de *Trichoderma* con los tratamientos T3 (400 g/ha) y T4 (500 g/ha) resultaron con promedios de 167,56 y 166,83 cm de altura a los 60 días después de la siembra, respectivamente. Estos resultados evidencian desempeño inferior a comparación con EM; sin embargo, superan estadísticamente al testigo (135,06 cm de altura). Lian et al. (2023), señalan que la aplicación de *T. harzianum* favorece en la actividad radicular y la relación raíz-tallo, esto permite el incremento de altura de planta en el pepinillo.

Ticona (2025), indica que el tratamiento con aplicación de EM (70 L/ha) y EM (50 L/ha) presentó una media de 154,03 y 152,65 cm, respectivamente, siendo superior estadísticamente al testigo (132,17 cm).

Gallo y Villavicencio (2024), determinó que la aplicación edáfica de *Trichoderma* a dosis de 2,5 cc/litro y 2 cc/litro presentaron la mayor altura llegando a 195,25 y 178,11 cm, respectivamente, mostrando efectos diferenciados respecto a la aplicación foliar y al testigo que presentaron una media de 139,22 y 102,97 cm, respectivamente. Por otro lado, Rotimi et al. (2024) indican que todas las plantas de pepinillo inoculadas indujeron a que las variables de altura de planta fueran mayores que el control. Reportaron que el área foliar y el índice de área foliar fueron significativamente mayores al ser inoculadas con la combinación de *Trichoderma reessie* + *Trichoderma longibrachatum* en comparación con el control y los demás tratamientos. Alvarado et al. (2019) mencionan que la aplicación de *Trichoderma* estimula el desarrollo radicular, lo que se traduce en un mayor crecimiento de las plantas inoculadas y aumenta la altura del pepinillo, así como el diámetro y la longitud del fruto. Mientras que Apáez et al. (2025) reportaron que la aplicación de *Trichoderma* sp., *T. asperellum* y *T. harzianum* no mostró efecto sobre la altura de planta, sin evidenciar diferencias estadísticas significativas respecto al tratamiento testigo.

3.2.2. Número de hojas

Tabla 3.3

Análisis de varianza de número de hojas bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.

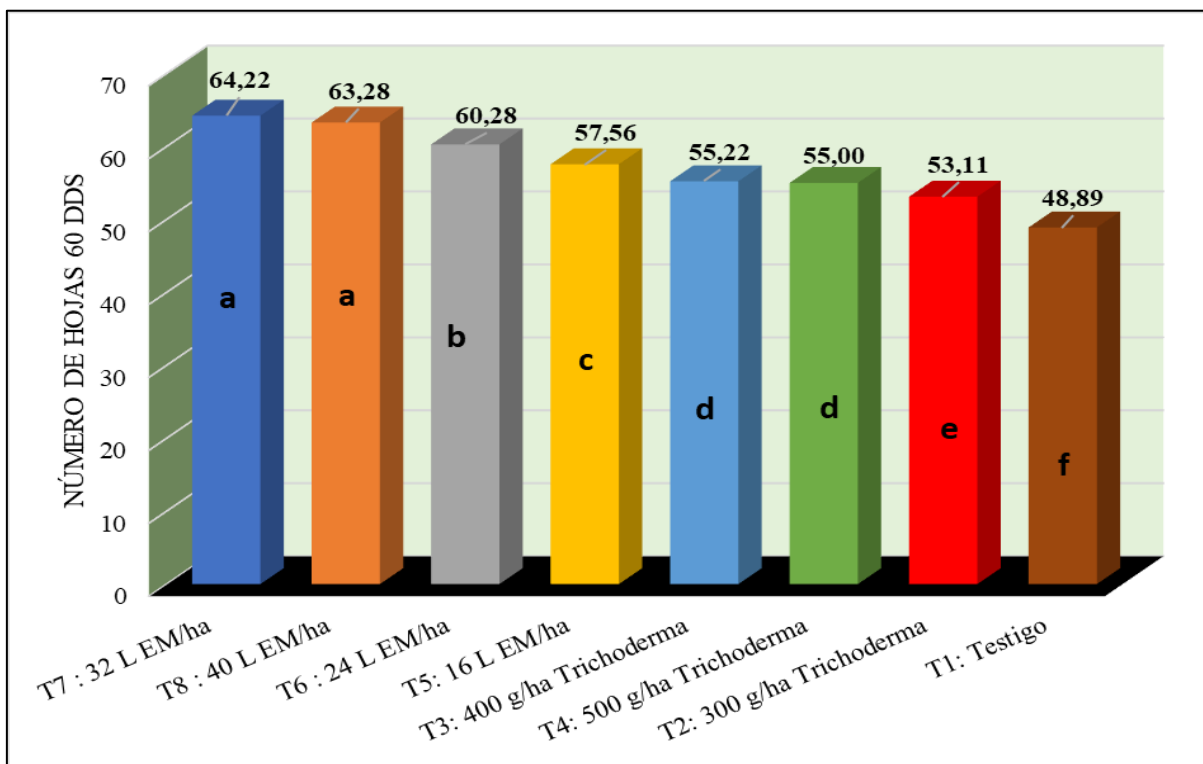
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	7	571,2	81,6	285,31	<0,0001**
Error	16	4,58	0,29		
Total	23	575,77			

C.V. = 0,94 %

En la Tabla 3.3, se muestra el análisis de varianza del número de hojas registrado a los 60 días después de la siembra, cuyos resultados evidenciaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001^{**}$), por lo que se realizó la comparación de medias para determinar aquellos con mejor respuesta, asimismo, el coeficiente de variación de 0,94 % indicó una adecuada precisión experimental y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Figura 3.3

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces en número de hojas, INIA-Ayacacucho.



En la Figura 3.3, se muestra la prueba de Tukey para el número promedio de hojas por planta de pepinillo a los 60 días después de la siembra, donde T7 (32 L EM/ha) alcanzó el mayor promedio, con 64,22 hojas, seguido de T8 (40 L EM/ha), que registró 63,28 hojas, sin presentar diferencias estadísticas significativas entre ambos tratamientos, asimismo, respecto al testigo, T7 y T8 mostraron incrementos de 31,36 % y 29,43 %, respectivamente, evidenciándose una respuesta favorable a la aplicación de EM, cuyas dosis permitieron obtener un mayor número de hojas en comparación con los tratamientos de *Trichoderma* y el testigo

En cuanto al efecto de *Trichoderma*, los tratamientos T3 (400 g/ha) y T4 (500 g/ha) presentaron promedios de 55,52 y 55,00 hojas, respectivamente, a los 60 días después de la siembra.

Estos resultados evidencian desempeño inferior a comparación de EM; sin embargo, superan estadísticamente al testigo que presentó 48,89 número de hojas. El efecto positivo de

Trichoderma sp. se debe principalmente a su característica de promover el desarrollo radicular libre de enfermedades fúngicas debido a su característica antagónica.

Calero et al. (2019), determinaron que la aplicación de EM a una concentración de 100 mL L⁻¹ produjo un número significativamente mayor de hojas en el cultivo de pepino, alcanzando aproximadamente 30 hojas por planta, en comparación con el tratamiento testigo y la mezcla con vermicompost. Estos resultados coinciden con lo señalado por Rivas (2024), quien indica que el número de hojas por planta influye positivamente en el diámetro y la longitud de los frutos de pepinillo. Este comportamiento puede explicarse porque una mayor superficie foliar favorece una mayor tasa de fotosíntesis y, en consecuencia, una mayor disponibilidad de fotoasimilados para el crecimiento y desarrollo de los frutos. Asimismo, la composición microbiana de los EM activados podría contribuir al crecimiento y desarrollo de las plantas. De manera similar, Arana et al. (2025), señalan que tanto la aplicación individual como combinada de FitoMas-E® y microorganismos eficientes superaron al tratamiento control, destacando la combinación de FitoMas-E® (0,15 mL m⁻²) y microorganismos eficientes (0,4 mL m⁻²), que alcanzó 38,15 hojas por planta y difirió significativamente del resto de tratamientos.

Gallo y Villavicencio (2024), señalan que la aplicación de *T. harzianum* a una dosis de 2,5 cc cc/litro produjo un promedio de 14,85 hojas, superando al tratamiento testigo, que alcanzó 11,58 hojas. Asimismo, los autores reportaron que la aplicación edáfica obtuvo los mejores resultados, con una media de 15,04 hojas. Estos hallazgos coinciden con los resultados del presente estudio, donde la aplicación de *Trichoderma* permitió obtener un mayor número promedio de hojas en comparación con el tratamiento testigo. Por su parte, Alvarado et al. (2019), recomiendan la aplicación de *T. harzianum* a una dosis de 500 g.ha⁻¹ para el control del mildiu en el cultivo de pepino, debido a que favorece la aparición de nuevos brotes sanos y vigorosos. Sin embargo, Apáez et al. (2025), reportaron resultados diferentes, al no encontrar diferencias estadísticas entre la aplicación de *Trichoderma* y el tratamiento testigo, con 17,3 y 19,0 hojas por planta, respectivamente.

3.2.3. Diámetro de fruto (cm)

Tabla 3.4

Análisis de varianza de diámetro de frutos bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.

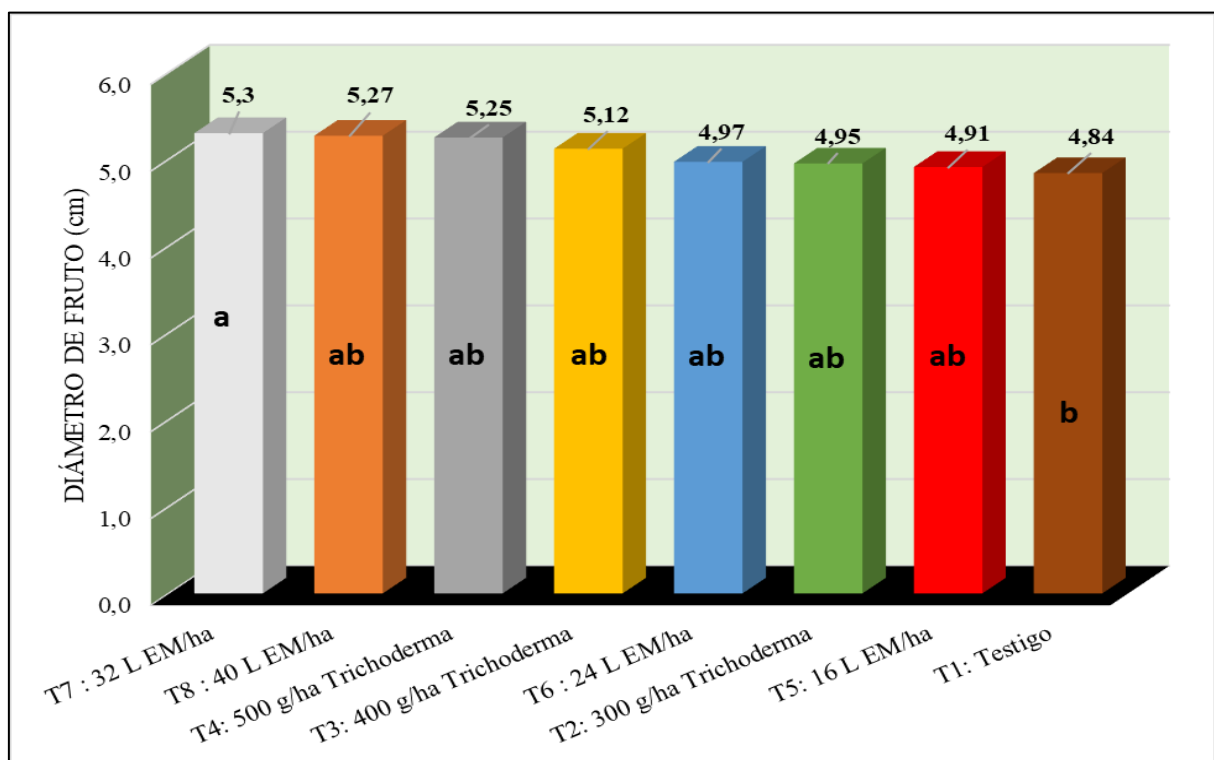
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	7	0,69	0,10	3,90	0,0115*
Error	16	0,41	0,03		
Total	23	1,10			

C.V. = 3,21 %

En la Tabla 3.4 se muestra los resultados del análisis de varianza para el diámetro de los frutos. Se observa que los tratamientos presentaron efectos estadísticamente significativos ($p = 0,0115^*$), lo que indica que al menos uno de ellos difiere significativamente de los demás. Ante este resultado, se realizó la prueba de comparación de medias para identificar los tratamientos que presentaron los mejores resultados. Asimismo, se obtuvo un coeficiente de variación de 3,21 %, lo que indica una adecuada precisión y confiabilidad de los datos obtenidos.

Figura 3.4

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en diámetro de frutos, INIA-Ayacucho.



En la Figura 3.4, se muestra la prueba de Tukey para el diámetro promedio del fruto, donde el tratamiento T7 (32 L EM/ha) alcanzó el mayor valor, con 5,30 cm, superando estadísticamente al testigo, que registró una diferencia de 0,44 cm, equivalente a un incremento de 9,09 %, mientras que T8 (40 L EM/ha), correspondiente a la dosis más alta de EM, presentó un valor de 5,27 cm, seguido de T6 (24 L EM/ha) con 4,97 cm y T5 (16 L EM/ha) con 4,91 cm, ubicándose estos tratamientos en un nivel intermedio de respuesta.

En el efecto de *Trichoderma*, con el tratamiento T4 (500 g/ha) se encontró un diámetro promedio de 5,25 cm, lo cual es similar el efecto de T7 de EM (“a”). Las dosis más bajas tuvieron efectos más bajos intermedias, donde T3 (400 g/ha) y T2 (300 g/ha) tuvieron promedios de 5,12 y 4,95 cm, respectivamente. Asimismo, estos no difieren claramente del testigo (4,84 cm), que comparten el grupo estadístico “b”.

En cuanto al efecto de los EM, los tratamientos T7 (32 L EM/ha) y T8 (40 L EM/ha) presentaron los mayores diámetros de fruto. Este resultado coincide con Rivas (2024), quien reportó que la dosis de 40 L EM/ha obtuvo un diámetro de 3,20 cm en pepinillo variedad Gurin. Las diferencias entre ambos estudios podrían deberse a las características varietales, debido a que Gurin es un pepino de tipo japonés, de frutos más delgados, mientras que Marketmore 76 produce frutos de mayor grosor. Arana et al. (2025) señalan que la aplicación del tratamiento con MOE y FitoMas-E® de forma combinada superaron estadísticamente al testigo, aunque no difirió significativamente de los tratamientos de aplicación simple.

En relación con el *Trichoderma* aplicado, el tratamiento T4 (500 g/ha) produjo un diámetro promedio de 5,25 cm, resultado similar a lo reportado por Lian et al. (2023), en el cultivo de pepinillo, quienes demostraron que *Trichoderma harzianum*, aplicado a una dosis de 10^6 esporas/ml, incrementó el diámetro de los frutos en 12,3 % respecto al tratamiento control. Este efecto puede atribuirse a la producción de auxinas y a la estimulación de la absorción de nutrientes por parte de estos microorganismos. En este sentido, Almaghasla et al. (2023), señalan que *Trichoderma* contribuye a proteger las plantas frente a patógenos del suelo, como *Rhizoctonia solani*, favoreciendo indirectamente el desarrollo de los frutos. Asimismo, Awal et al. (2024), indican que mecanismos como la antibiosis y el micoparasitismo permiten suprimir el desarrollo de patógenos, reduciendo los efectos de las enfermedades y favoreciendo el rendimiento del cultivo. Por su parte, Rotimi et al. (2024), reportaron que la aplicación de

Trichoderma reesei y *T. longibrachiatum* incrementó el diámetro de los frutos de pepinillo en 6,5 % y 7,8 %, respectivamente. Kredics et al. (2024), destacan que los inóculos multiespecie de *Trichoderma* pueden presentar efectos sinérgicos, y sugieren que dosis superiores a 2,5 mL podrían explorarse para maximizar el diámetro frutal, aunque advierten que concentraciones excesivas pueden generar efectos antagónicos por competencia intraespecífica. En conjunto, estos resultados respaldan el efecto favorable de *Trichoderma* sobre el desarrollo de los frutos, aunque la respuesta puede variar según la especie, dosis y condiciones de aplicación.

3.2.4. *Peso del fruto (g)*

Tabla 3.5

Análisis de varianza de peso del fruto bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.

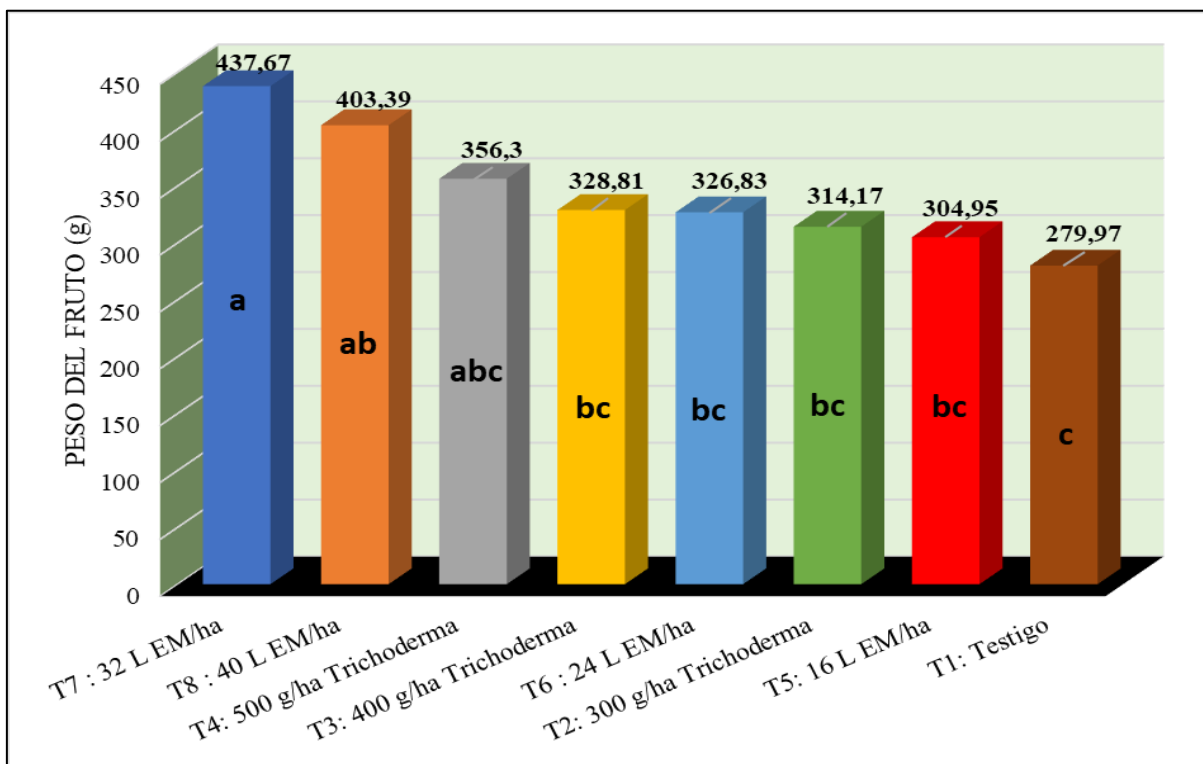
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	7	58476,87	8353,84	6,46	0,001**
Error	16	20683,37	1292,71		
Total	23	79160,24			

C.V. = 10,45 %

En la Tabla 3.5, se muestra el análisis de varianza correspondiente al peso de los frutos, cuyos resultados evidencian diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p = 0,001^{**}$). Esto indica que al menos uno de los tratamientos presenta un comportamiento estadísticamente diferente respecto a los demás. Por ello, se procedió a realizar la comparación de medias, con el propósito de determinar los tratamientos que obtuvieron mejores resultados. Asimismo, el coeficiente de variación fue de 10,45 %, valor que refleja una adecuada precisión experimental y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Figura 3.5

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en peso del fruto, INIA-Ayacucho



En la Figura 3.5, se muestra la prueba de Tukey, donde el tratamiento T7 (32 L EM/ha) alcanzó el mayor peso promedio de fruto (437,67 g), ubicándose en el grupo estadístico “a”. Este tratamiento no presentó diferencias estadísticas significativas con T8 (40 L EM/ha), ubicado en el grupo “ab”, con un promedio de 403,39 g. Asimismo, T7 presentó un peso de fruto estadísticamente superior a los tratamientos T3, T6, T2, T5 y T1. Tanto T7 como T8 superaron al tratamiento testigo, con incrementos de 56,33 % y 44,08 % en el peso del fruto, respectivamente.

Por otra parte, los tratamientos T4 (500 g/ha de *Trichoderma*), T3 (400 g/ha), T6 (24 L de EM/ha), T2 (300 g/ha) y T5 (16 L de EM/ha) se ubicaron en los grupos estadísticos “abc” y “bc”, con promedios de 356,30; 328,81; 326,83; 314,17 y 304,95 g, respectivamente. Los tratamientos T3, T6, T2 y T5 presentaron un comportamiento estadísticamente similar entre sí, mientras que T4 mostró un comportamiento intermedio al compartir las letras “a”, “b” y “c” con diferentes tratamientos. Finalmente, el tratamiento testigo T1 (sin bioestimulantes) presentó el menor peso promedio (279,97 g), ubicándose en el grupo estadístico “c”.

En nuestro estudio, los tratamientos T7 (32 L EM /ha) y T8 (40 L EM/ha) influyeron significativamente en el peso del fruto, logrando promedios de 437,67 y 403,39 g, respectivamente. Estos valores superan ampliamente a los reportados por Rivas (2024), en pepino cv. *Gurin*, quien con una dosis de 32 L EM / ha obtuvo un peso promedio de 230,75 g sin diferencias significativas frente a su testigo. Esta superioridad en Canaán se atribuye al potencial genético de la variedad Marketmore 76 para translocar fotoasimilados bajo el estímulo de los microorganismos eficaces (EM). Asimismo, Rivas asocia los efectos positivos de los EM a la mayor disponibilidad de P y K mediante microorganismos solubilizadores, lo cual respalda nuestros hallazgos; dado que el suelo de Canaán no presentó déficit de P (107,20 ppm) ni de K (866 ppm), la inoculación microbiana optimizó la disponibilidad biológica y la absorción eficiente de estos macronutrientes. Arana et al. (2025), evaluaron el peso de los frutos de pepinillo y observaron variaciones notables entre los tratamientos. El tratamiento que superó a los demás, el que contenía microorganismos eficaces a 0,4 ml/m² + FitoMas-E® a 0,15 ml/m², produjo el mayor peso de fruto (419,5 g). Por otro lado, no se observaron diferencias significativas entre las aplicaciones individuales de FitoMas-E® (341,5g) y de microorganismos eficaces (308,25 g) y el tratamiento testigo.

Los tratamientos como con *Trichoderma* T4 (500 g/ha), T3 (400 g/ha), T2 (300 g/ha) muestran promedios de 356,3 g, 328,81g, 314,17 g. Estos resultados son efectos con promedios intermedios, superiores numéricamente al testigo, a su vez, inferiores al efecto de EM. Los efectos positivos de *Trichoderma* se explica desde su mecanismo de acción, donde Awal et al. (2024) afirman que estos producen enzimas líticas (quitinasas, glucanasas), antibiosis y competencia por nutrientes frente a enfermedades, también induce a resistencia sistémica del cultivo como hortalizas. La diferencia en el efecto entre EM y *Trichoderma* podría atribuirse al pH = 7,62 del suelo, ya que Awal et al. (2024), menciona que estos se desarrollan mejor pH neutro a ácido (6,5 – 5,5). Asimismo, Lian et al. (2023) en sus hallazgos reportaron tras aplicar *Trichoderma harzianum* aplicado en pepino incrementos positivos de 28% respecto al control, también vieron actividad de enzimas antioxidantes y reducción considerable de marchitez de las plantas por acceso de *Fusarium*. En nuestro caso se encontró incremento máximo de 21,42% de incremento, siendo relativamente inferior. Sharma et al. (2023) también reporta beneficio positivo en pepino con *Trichoderma viride*, donde el peso seco y vigor de plántulas fueron mejores con dosis de 2,5 mL.L⁻¹. Además, confirmaron que mayores dosis de *Trichoderma* generan competencia a otros microbios del suelo, lo cual hace efectos negativos.

3.2.5. Longitud del fruto (cm)

Tabla 3.6

Análisis de varianza de longitud de fruto bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.

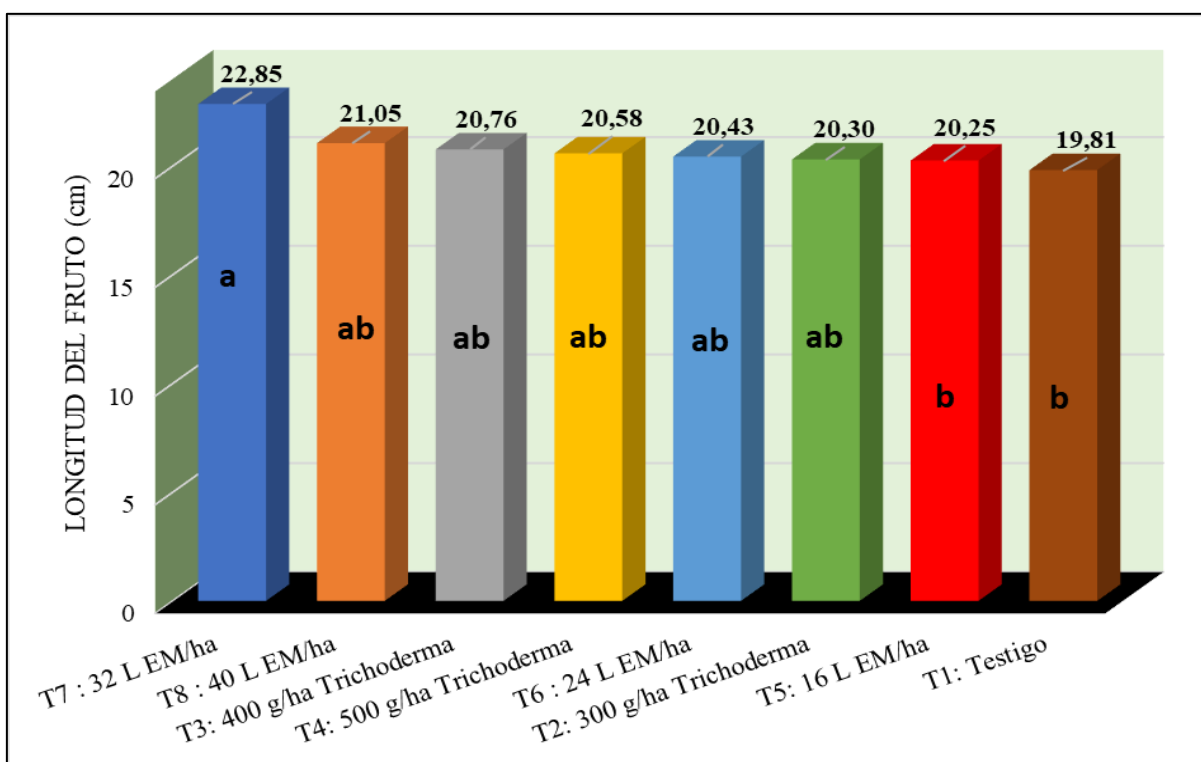
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	7	17,87	2,55	3,12	0,0281*
Error	16	13,08	0,82		
Total	23	30,95			

C.V. = 4,36 %

En la Tabla 3.6, se muestra el análisis de varianza correspondiente a la longitud de los frutos, cuyos resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p = 0,0281^*$). Esto indica que al menos uno de los tratamientos presentó un efecto diferente sobre la longitud de los frutos. Ante este resultado, se realizó la comparación de medias, con la finalidad de identificar los tratamientos con mejor comportamiento. Asimismo, se obtuvo un coeficiente de variación de 4,36 %, valor que refleja una buena precisión experimental y confiabilidad de los datos obtenidos.

Figura 3.6

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en longitud del fruto, INIA-Ayacucho.



En la Figura 3.6, se muestra la prueba de Tukey, donde tratamiento T7 (32 L EM/ha) presentó la mayor longitud de fruto, con 22,85 cm, ubicándose en el grupo estadístico “a”; no obstante, no difirió estadísticamente de los tratamientos T8 (21,05 cm), T3 (20,76 cm), T4 (20,58 cm), T6 (20,43 cm) y T2 (20,30 cm). Esto sugiere que, aunque existe una tendencia favorable con la aplicación de 32 L EM/ha, su efecto no fue estadísticamente superior frente a los demás tratamientos que presentaron valores intermedios. Finalmente, el tratamiento T7 mostró un incremento de 15,35 % en la longitud del fruto con respecto al tratamiento testigo.

Los tratamientos con *Trichoderma* en distintas dosis aplicados T4 (500 g/ha) con 20,58 cm, T3 (400 g/ha) con 20,76 cm y T2 (300 g/ha) con 20,30 cm; así como los tratamientos con EM, T6 (24 L EM /ha) con 20,43 cm y T8 (40 L EM/ha) 21,05 cm, en conjunto se agrupan en el mismo grupo estadístico “ab”, evidenciándose que no existe una diferencia estadística entre estos. En resumen, tanto el EM y *Trichoderma* tienen efectos muy similares en dosis intermedios, sin un efecto diferencial contundente.

En aplicaciones de EM en dosis 32 L EM/ha y 40 L EM/ha agua fueron relativamente mejor que *Trichoderma*, donde el mayor incremento fue 15,35% con respecto al testigo, gracias al tratamiento T7. Por su parte, Arana (2025) señala que la aplicación de EM + FitoMas-E® presentó la mayor longitud con 21,95 cm, sin embargo, no difiere significativamente del tratamiento T3 (FitoMas-E®), pero si del resto de los tratamientos. El tratamiento control presentó un valor de 19,06 cm presenta la menor longitud del fruto.

Respecto a la aplicación de *Trichoderma*, Rotimi et al. (2024), en el cultivo de pepino demostraron tras aplicar *T. reesei* y *T. longibrachiatum* un incremento de 18% en longitud de frutos respecto al control, don han encontrado promedio de 21,5 cm de longitud con dosis de 2,0 – 2,5 mL. Estos son muy similares a nuestros resultados T4 (20,58 cm) y T3 (20,76 cm). Luego a estos beneficios atribuyeron a producción de giberelinas y auxinas, lo cual está involucrado en elongación del fruto. Desde el mecanismo de acción de *Trichoderma*, Awal et al. (2024) destacan que estos producen enzimas hidrolíticas (quitinasas, glucanasas) que no solo controlan patógenos sino también liberan sustancias inductoras de crecimiento de las plantas. Asimismo, Lian et al. (2023), reportaron incrementos de frutos en pepino, con valores de 12,5% respecto al testigo en suelos bajo influencia de patógenos como *Fusarium*. Pero en ausencia de *fusarium* reportaron incremento de longitud de hasta 8%.

Además, Rotimi et al. (2024), afirmaron que, el *Trichoderma* se desarrolla mejor en condiciones de pH neutro hacia abajo, donde en pH alcalinos baja la concentración de estos microbios. Esto explica las diferencias en sus efectos entre EM y *Trichoderma* en suelos de Canaán. Asimismo, Ticona (2025), menciona que la colonización de microbios es mejor en suelo que tiene % MO medio.

3.2.6. Número de frutos cosechados

Tabla 3.7

Análisis de varianza de número de frutos cosechados bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.

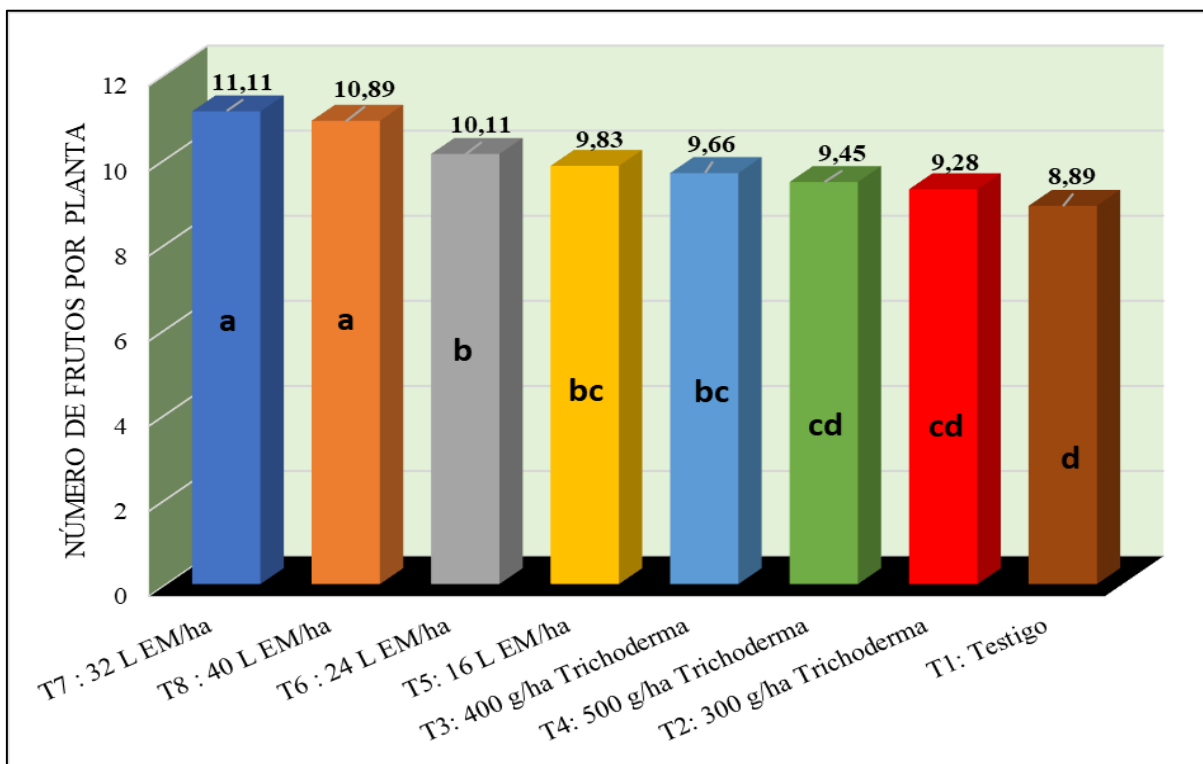
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	7	12.51	1.79	39.66	<0.0001**
Error	16	0.72	0.05		
Total	23	13.23			

C.V. = 2,14 %

En la Tabla 3.7, se muestra el análisis de varianza correspondiente al número de frutos de pepinillo, cuyos resultados evidenciaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001^{**}$). Esto indica que al menos uno de los tratamientos presentó un comportamiento estadísticamente diferente respecto a los demás en el número de frutos. Ante este resultado, se realizó la comparación de medias, con la finalidad de identificar los tratamientos con mejor comportamiento frente a la aplicación de EM y *Trichoderma*. Asimismo, se obtuvo un coeficiente de variación de 2,14 %, valor que refleja una adecuada precisión experimental y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Figura 3.7

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en número de frutos cosechados, INIA-Ayacucho.



En la Figura 3.7 se muestra la prueba de Tukey para el número promedio de frutos de pepinillo, donde se observa una respuesta diferenciada entre los tratamientos evaluados. Las aplicaciones de EM superaron consistentemente a los tratamientos con *Trichoderma* y al testigo en el número de frutos, destacando T7 (32 L EM/ha), que alcanzó un promedio de 11,11 frutos, seguido de T8 (40 L EM/ha), con 10,89 frutos, ambos tratamientos no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí, sin embargo, se diferenciaron significativamente del tratamiento testigo, con un incremento de 24,97 % y 22,49 %, respectivamente.

En el efecto de *Trichoderma* con los tratamientos T3 (400 g/ha), T4 (500 g/ha) y T2 (300 g/ha) resultaron con promedios de 9,66, 9,45 y 9,28 unidades de frutos, respectivamente. Estos resultados evidencian desempeño inferior a comparación de EM; asimismo, mantienen similitudes estadísticas con el testigo (8,89 frutos) “d”.

Con la aplicación de EM, en el presente trabajo de investigación se encontraron incrementos de 24,97 % y 22,50 % en los tratamientos T7 y T8, respectivamente en

comparación con el tratamiento testigo. Rivas (2024), registró 11,5 frutos por planta con 32 L de EM/ha en pepino cv. Gurin, frente a 10,78 en el testigo, equivalente a un incremento de 6,68 %; mientras que, en Canaán, el tratamiento T7 alcanzó un promedio superior, diferencia que podría atribuirse a las condiciones ambientales, el manejo agronómico y las particularidades de la variedad utilizada.

Ticona (2025), al estudiar el pepinillo cv. Exocet, obtuvo 13,25 y 12,75 frutos por planta con 50 y 70 L/ha de EM, respectivamente; no obstante, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, evidenciándose una respuesta similar entre los tratamientos.

Respecto al efecto de *Trichoderma*, con los tratamientos, T3 (400 g/ha), T4 (500 g/ha) y T2 (300 g/ha) alcanzaron 9,66, 9,45 y 9,28 frutos por planta, respectivamente, sin evidenciar diferencias estadísticas entre ellos. Estos resultados difieren de lo reportado por Almaghasla et al. (2023), quienes señalaron que *T. viride*, *T. harzianum*, *T. hamatum* y *T. koningii* favorecieron el control de *Rhizoctonia solani* y permitieron incrementar el número de frutos hasta en 30 % respecto al testigo; sin embargo, cuando no estuvieron presentes patógenos susceptibles de ser controlados, el efecto de *Trichoderma* fue reducido, con aumentos de solo 5–8 %, lo que indicaría una expresión limitada de su capacidad de biocontrol. De manera similar, Sharma et al. (2023) observaron efectos favorables de *T. harzianum* sobre la germinación, el vigor de las plántulas, la emergencia y el desarrollo radicular del pepino. En el presente estudio, la elevada disponibilidad de fósforo (107,2 ppm) y potasio (866 ppm) podría haber limitado la respuesta del microorganismo, considerando que, según Rotimi et al. (2024), los beneficios de *Trichoderma* pueden ser más notorios bajo condiciones de menor disponibilidad de nutrientes.

3.2.7. Rendimiento en kg/m²

Tabla 3.8

Análisis de varianza del rendimiento (kg/m²) bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.

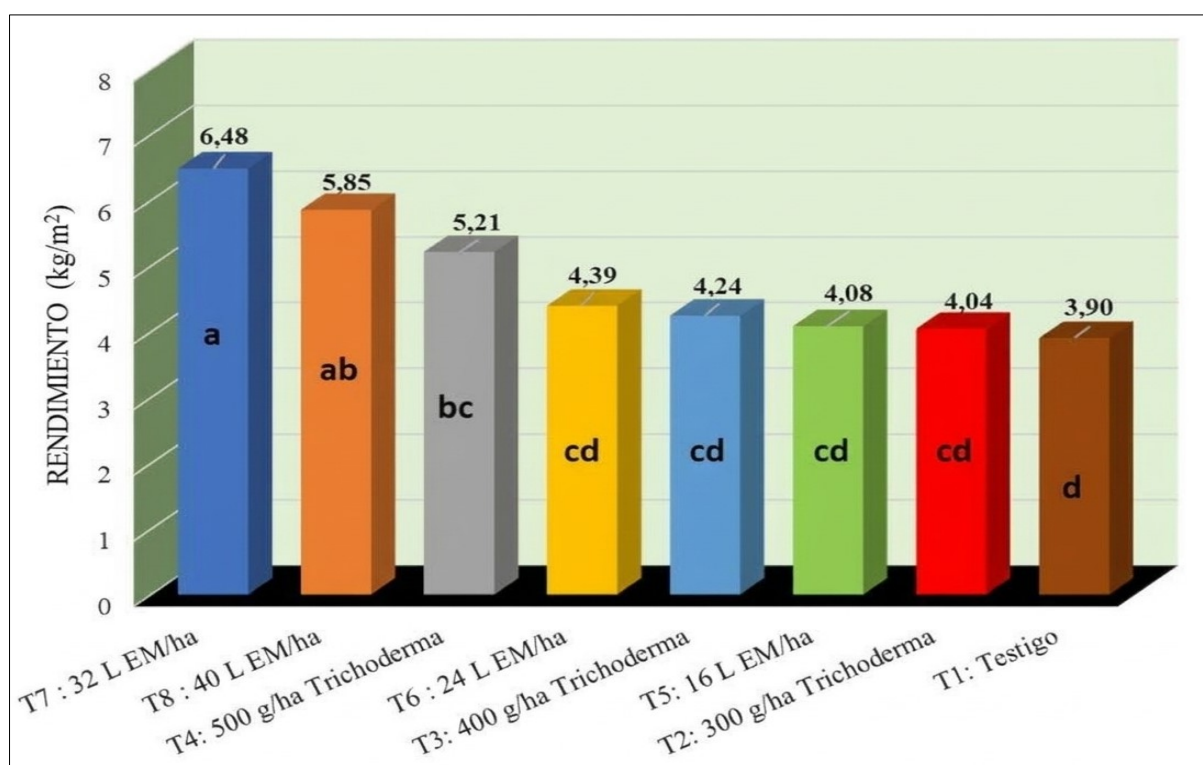
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	7	19,4	2,77	15,02	<0,0001**
Error	16	2,95	0,18		
Total	23	22,35			

C.V. = 9,00 %

En la Tabla 3.8, se muestra el análisis de varianza del rendimiento de pepinillo, observándose un efecto altamente significativo de los tratamientos ($p < 0,0001^{**}$), lo que indica que al menos uno de los tratamientos generó un rendimiento diferente a los demás; por ello, se realizó la comparación de medias para identificar los tratamientos con mayor respuesta productiva. Asimismo, el coeficiente de variación fue de 9,00 %, lo que evidencia una adecuada precisión experimental y confiabilidad de los resultados.

Figura 3.8

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el rendimiento (kg/m^2), INIA-Ayacucho.



En la Figura 3.8 se muestra la prueba de Tukey para el rendimiento promedio de pepinillo, donde los tratamientos T7 (32 L EM/ha) y T8 (40 L EM/ha) alcanzaron los mayores rendimientos, con 6,48 y 5,85 kg/m^2 , respectivamente, ambos ubicados en el grupo estadístico “a”, por lo que no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí. Asimismo, T7 y T8 superaron al tratamiento testigo T1, que registró 3,90 kg/m^2 y se ubicó en el grupo estadístico “d”, representando incrementos de 66,15 % y 50,00 %, respectivamente, frente al testigo. Por su parte, T4 (500 g/ha de *Trichoderma*) alcanzó 5,21 kg/m^2 , mientras que T3 (400 g/ha de *Trichoderma*), T6 (24 L EM/ha), T5 (16 L EM/ha) y T2 (300 g/ha de *Trichoderma*)

presentaron 4,39; 4,24; 4,08 y 4,04 kg/m², respectivamente. En conjunto, los tratamientos con aplicación de EM y *Trichoderma* mostraron mayores rendimientos que el testigo, destacando las dosis de 32 y 40 L EM/ha como las de mejor respuesta productiva.

Calero et al. (2019) indican que el empleo de los microorganismos promotores del crecimiento produce diversas sustancias, como hormonas y nutrientes, estos componentes favorecen la productividad de los cultivos.

Ticona (2025), señala que la aplicación de EM a una dosis de 70 L /ha EM superó estadísticamente en rendimiento a los tratamientos con dosis inferiores obteniendo una media de 2,4 kg/m² en el cultivo de pepinillo var. Exocet, mientras que el testigo presentó un rendimiento de 2,14 kg/m². Estos hallazgos son inferiores a nuestros resultados, debido principalmente a las características genéticas que presenta la var. Marketmore 76 (producción abundante y cosechas prolongadas), y las condiciones edafoclimáticas presentadas en condiciones del invernadero del presente trabajo. Por otro lado, Rivas (2024), realizó un trabajo de investigación en el cultivo de pepinillo bajo condiciones de campo en casa malla, indica que los tratamientos T2 (24 L EM/ha), T3 (32 L EM/ha) y T4 (40 L EM/ha) presentaron el mayor rendimiento total promedio de frutos obteniendo una media de 10,47, 10,57 y 10,56 Kg/m² respectivamente, estos no difieren estadísticamente. Sin embargo, el tratamiento T0 (Manejo de la empresa) presentó una media de 9,91 Kg/m², siendo inferior a todos. Estos datos superan a nuestros resultados, fue realizado en condiciones de Cañete-Lima, utilizando pepino tipo japones var. Gurin, que bajo invernadero llegan a presentar un rendimiento promedio de hasta 13,4 kg.m².

Gallo y Villavicencio (2024), determinaron que la aplicación edáfica de *Trichoderma harzianum* presentó los mayores rendimientos, destacando la dosis de 2,5 cc/L con 9834,29 kg/ha, seguida de las dosis de 2 cc/L y 1,5 cc/L, con 5799,31 y 5506,45 kg/ha, respectivamente. Asimismo, la aplicación edáfica presentó un rendimiento estadísticamente superior al obtenido mediante la aplicación foliar y el tratamiento testigo, lo que evidencia que una adecuada aplicación de los microorganismos puede favorecer la productividad del cultivo de pepino. Este efecto también fue observado desde una perspectiva fisiológica por Lian et al. (2023), quienes reportaron que la incorporación de *Trichoderma harzianum* favoreció la respuesta fisiológica de las plantas de pepino, al incrementar la actividad de enzimas antioxidantes como el

superóxido dismutasa, ascorbato peroxidasa, catalasa y peroxidasa. Asimismo, se observó un aumento en el contenido de clorofila, la actividad radicular, la relación raíz-tallo y el vigor de las plántulas. En los frutos tratados con 10^6 UFC/g de *T. harzianum*, se registraron mayores contenidos de azúcares solubles, proteínas y sólidos solubles, con incrementos de 66,06 %, 36,15 % y 7,95 %, respectivamente, en comparación con el testigo correspondiente. De igual manera, el rendimiento presentó un incremento de 50,19 % respecto al tratamiento sin *Trichoderma*. Los autores concluyeron que *T. harzianum* contribuye al mejoramiento de las características fisiológicas y bioquímicas del cultivo, favoreciendo la calidad y el rendimiento de los frutos, además de contribuir al control de la marchitez ocasionada por *Fusarium*, evidenciando su potencial como agente de biocontrol.

Alvarado et al. (2019), indicaron que la aplicación de *Trichoderma harzianum* (Tricho D), a una dosis de 500 g/ha, presentó un rendimiento total de 18 159,97 kg/ha, seguido del tratamiento con Benomyl 50 WP (400 g/ha), que presentó 17 948,24 kg/ha, mientras que el testigo obtuvo 10 576,94 kg/ha. Asimismo, se evidenciaron diferencias estadísticas entre los tratamientos.

3.3. Variable de rentabilidad

3.3.1. Rentabilidad económica

Tabla 3.9

Rentabilidad económica en porcentaje del cultivo de pepinillo, INIA-Ayacucho.

Tratamiento	Descripción	Rdt. (kg/ha)	Precio Unitario (S/.)	Costo de prod. (S/.)	Venta total (S/)	Utilidad neta (S/)	Rentabilidad (%)
T4	500 g/ha <i>Trichoderma</i>	31,843.52	1,20	18,206.05	38,212.20	20,006.17	109,89
T7	32 L EM/ha	39,605.76	1,20	23,684.45	47,526.90	23,842.46	100,67
T1	Testigo	23,836.80	1,20	14,782.05	28,604.20	13,822.11	93,51
T3	400 g/ha <i>Trichoderma</i>	25,914.88	1,20	17,521.25	31,097.90	13,576.61	77,49
T2	300 g/ha <i>Trichoderma</i>	24,692.48	1,20	16,836.45	29,631.00	12,794.53	75,99
T8	40 L EM/ha	35,755.20	1,20	25,910.05	42,906.20	16,996.19	65,60
T5	16 L EM/ha	24,936.96	1,20	19,233.25	29,924.40	10,691.10	55,59
T6	24 L EM/ha	26,831.68	1,20	21,458.85	32,198.00	10,739.17	50,05

En la Tabla 3.9 se observa que el tratamiento T4 (500 g/ha de *Trichoderma*) alcanzó la mayor rentabilidad económica, con 109,89 %, lo que significa que por cada S/ 1,00 invertido se obtuvo una ganancia aproximada de S/ 1,10, seguido de T7 (32 L de EM/ha) con 100,67 %. El testigo (T1) presentó una rentabilidad de 93,51 %, resultado que puede estar relacionado con las características productivas de la variedad Marketmore 76, las condiciones edafológicas favorables y las condiciones climáticas del invernadero. Por otro lado, T3, T2, T8, T5 y T6 presentaron rentabilidades de 77,49 %, 75,99 %, 65,60 %, 55,59 % y 50,05 %, respectivamente, siendo T6 el de menor rentabilidad, debido principalmente a los mayores costos asociados a los insumos requeridos. En general, T4 y T7 mostraron los mayores niveles de rentabilidad económica, constituyéndose en alternativas económicamente viables frente a los demás tratamientos evaluados.

En cuanto a la rentabilidad, Gallo y Villavicencio (2024), señalaron que la aplicación edáfica de *Trichoderma harzianum* a una concentración de 2,5 cc/L permitió obtener una rentabilidad de 101 %, superior a la registrada mediante la aplicación foliar y el tratamiento sin microorganismos, los cuales presentaron menores valores. Este comportamiento coincide con los resultados del presente estudio, donde la aplicación de *Trichoderma* permitió obtener una rentabilidad elevada y superar al tratamiento testigo, evidenciando su efecto favorable sobre el desempeño económico del cultivo. De manera complementaria, Alvarado et al. (2019), reportaron una rentabilidad económica de 149,76 % con la aplicación de *Trichoderma harzianum* a una dosis de 500 g/ha, valor que superó al obtenido por los demás tratamientos evaluados.

Rivas (2024), reportó que la aplicación de 32 L de EM/ha alcanzó el mayor beneficio neto, con S/ 111 938,51, seguida de la dosis de 40 L de EM/ha, que obtuvo S/ 110 457,27. En cambio, el tratamiento correspondiente únicamente al manejo de la empresa, sin aplicación de microorganismos eficaces, registró un beneficio neto de S/ 96 081,59. Estos resultados muestran que la rentabilidad es un criterio importante para valorar la conveniencia de un tratamiento, evidenciando que el uso de bioinoculantes puede favorecer tanto el rendimiento del cultivo como los beneficios económicos.

Rivas (2024) obtuvo que el mayor beneficio neto correspondió al tratamiento con la aplicación de 32 L de EM/ha, con un valor de S/ 111 938,51, seguido del tratamiento con 40 L de EM/ha, que registró S/ 110 457,27. Por su parte, el tratamiento correspondiente al manejo de la empresa, presentó un beneficio neto de S/ 96 081,59. En este sentido, las dosis de 32 y 40 L de EM/ha presentaron los mayores beneficios netos entre los tratamientos evaluados, superando al tratamiento sin aplicación de EM.

CONCLUSIONES

1. Se logró un mayor rendimiento con el tratamiento T4 (500 g/ha de *Trichoderma*), el cual obtuvo 5,21 kg/m², superando estadísticamente al testigo (3,90 kg/m²).
2. Se obtuvo un mayor rendimiento con el tratamiento T7 (32 L EM/ha) seguido del T8 (40 L EM/ha), reportando promedios de 6,48 y 5,85 kg/m² respectivamente, los cuales superaron estadísticamente al testigo (3,90 kg/m²).
3. Se determinó una mayor rentabilidad económica con el tratamiento T4 (500 g/ha de *Trichoderma*) seguido del T7 (32 L EM/ha), presentando un porcentaje de 109,89 % y 100,67 % respectivamente, valores que resultaron superiores a los demás tratamientos evaluados y al testigo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda evaluar el rendimiento del cultivo de pepinillo en diferentes regiones del país, mediante la aplicación de *Trichoderma*, con la finalidad de comprobar su impacto en la productividad.
2. Se recomienda el uso de microorganismos eficaces (EM) a una dosis de (32 L EM/ha) en distintas densidades de siembra, a fin de verificar la consistencia de los resultados bajo diversas condiciones edafoclimáticas, debido a que esta dosis permitió obtener los mejores resultados en rendimiento y rentabilidad del cultivo de pepinillo.
3. Valorar económicamente la aplicación conjunta de EM y *Trichoderma*, para determinar su potencial efecto sinérgico en el rendimiento del cultivo y comprobar su rentabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almaghasla, M. I., El-Ganainy, S. M., & Ismail, A. M. (2023). Biological Activity of Four Trichoderma Species Confers Protection against Rhizoctonia solani, the Causal Agent of Cucumber Damping-Off and Root Rot Diseases. *Sustainability*, 15(9), 7250. <https://doi.org/10.3390/su15097250>
- Alvarado, A., Pilalao, W., Torres, S., & Torres, K. (2019). Efecto de Trichoderma harzianum en el control de mildiu (Pseudoperonospora cubensis) en pepino. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 101-111. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v43n1/0377-9424-ac-43-01-101.pdf>
- Andrade, A. C., & Yampara, K. F. (2020). *Comparación de la eficiencia de tres productos orgánicos sobre la productividad del cultivo de pepino (Cucumis sativus L.)* [Tesis de pregrado, Universidad de Tarapacá]. <https://repositorio.uta.cl/xmlui/handle/20.500.14396/865>
- Andrade, P., Rivera, M., Landero, N., Silva, H. V., Martínez, S. J., & Romero, O. (2023). Beneficios ecológicos y biológicos del hongo cosmopolita Trichoderma spp. en agricultura: una perspectiva en el campo mexicano. *Revista Argentina de Microbiología*, 55(4), 366-377. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ram.2023.06.005>
- Apáez, M., Ayvar, S., Díaz, N., Mena, A., & Damaso, A. L. (2025). Inoculación de Trichoderma spp. para promover en el crecimiento de pepino. *Ciencia e Innovación Agroalimentaria de la Universidad de Guanajuato*, 6(2), 287-297. <https://doi.org/https://doi.org/10.15174/cia.v6i12.93>
- Arana, F., Pérez, N., & Ronda, R. (2025). Respuesta del cultivo del pepino (Cucumis sativus, L.) a la aplicación de dos bioproductos. 17(4), 192–203. <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/2789>
- Asghar, W., Craven, K. D., Kataoka, R., Mahmood, A., & Asghar, N. (2024). La aplicación de Trichoderma spp., un hongo antiguo pero nuevo y útil, en la intensificación sostenible de la salud del suelo: una estrategia integral para abordar los desafíos . *Estrés de las plantas*, 12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100455>
- Awal, M. A., Abdullah, N. S., Dedat, P., Reza, D. D., Ratu, S., Yusmin, M.-Y., Mohd, S., & Febri, D. (2024). Mechanisms of action and biocontrol potential of Trichoderma against.

- Cogent Food & Agriculture*, 10(1).
<https://doi.org/DOI:10.1080/23311932.2024.2394685>
- Bernardo, S. K. (2021). *Dosis de los microorganismos eficaces activados en el rendimiento del pepinillo (Cucumis sativus L.) en el CIFO, UNHEVAL, Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/8098>
- Calero, A., Peña, C., Peña, K., Olivera, D., Jiménez, J., & Carabeo, A. (2023). Coinoculación de biofertilizantes microbianos en pepino y habichuela y su efecto en el crecimiento y rendimiento. *Revista Temas Agrarios*, 28(2), 220-232.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9422265>
- Calero, A., Quintero, E., Pérez, Y., González, Y., & González, T. N. (2019). Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 22(2,e1167).
<https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n2.2019.1167>
- Casilimas, H., Monsalve, O., Bojacá, C. R., Gil, R., Villagrán, E., Arias, L. A., & Fuentes, L. S. (2012). Manual de Producción de pepino bajo invernadero. 2110.
<https://digital.casalini.it/9789587250985>
- Castañeda, E. (2023). *Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de pepinillo (Cucumis sativus L.) bajo condiciones agroclimáticas del sector Quitasol. Apurímac, Abancay, Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes].
<https://repositorio.utea.edu.pe/>
- Celiz, S. E., & Gamboa, M. (2025). Trichoderma : hongos microscópicos aliados de los cultivos agrícolas. *Revista de divulgación Científica iBIO*, 7(1), 198-198.
- Cortés, F., Alvarado, G., & Sánchez, G. (2024). Trichoderma spp., una alternativa para la agricultura sostenible: una revisión. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 25(2), 73-87. <https://doi.org/https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v25n2.111384>
- Criollo, L. R. (2024). Evaluación de la adaptabilidad de híbridos de pepino (Cucumis sativus L.) bajo cubierta, en el sector de Sigsipamba de la parroquia Picaihua. *Universidad Técnica de Ambato*, 59.
- Cruz, J. A., & Monge, J. E. (2020). Producción de siete genotipos de pepino (Cucumis sativus L.) cultivados en ambiente protegido. *Revista Tecnología en Marcha*, 33(2), 102-118.
<https://doi.org/https://doi.org/10.18845/tm.v33i2.4343>
- Gallo, F. D., & Villavicencio, B. A. (2024). *Efecto de la aplicación edáfica y foliar de Trichoderma harzianum sobre las características agronómicas del cultivo de pepino*.

- [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi].
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11692>
- Hernández, D. J., Ferrera C., R., & Alarcón, A. (2019). Trichoderma: Importancia Agrícola, Biotecnológica y sistemas de fermentación para producir Biomasa y Enzimas de interés Industrial. *Revista Chilena de Ciencias Agrarias y Animales*, 35(1), 98 -112.
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000205>
- Hernández, J. (2025). Evaluación de la Adaptabilidad de dos Variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) con dos dosis de Evergreen y Yaramila 16 en la Parroquia El Coca, Cantón Francisco de Orellana. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/25843>
- INFOAGRO. (2021). *El cultivo de pepino*. <https://www.infoagro.com/hortalizas/pepino.htm>
- INFOAGRO. (2024). *Manual de producción de pepino bajo invernadero*.
<https://infoagronomo.net/manual-produccion-pepino-en-invernadero/>
- Kredics, L., Büchner, R., Balázs, D., Allaga, H., Kedves, O., Racić, G., Varga, A., Nagy, V. D., Vágvolgyi, C., & Sipos, G. (2024). Recent advances in the use of Trichoderma-containing multicomponent microbial inoculants for pathogen control and plant growth promotion. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 40(162).
<https://doi.org/10.1007/s11274-024-03965-5>
- Lapa, E. (2023). *Fases lunares y tutorado en el rendimiento de frutos de pepinillo (Cucumis sativus L.)*. Pichari, Cusco, 2023. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/7784>
- Lian, H., Li, R., Ma, G., Zhao, Z., Zhang, T., & Li, M. (2023). The effect of Trichoderma harzianum agents on physiological-biochemical characteristics of cucumber and the control effect against Fusarium wilt. *Scientific Reports*. 13(1).
<https://doi.org/10.1038/s41598-023-44296-z>
- Mesa, J. R. (2020). Microorganismos Eficientes y su empleo en la protección fitosanitaria de los cultivos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(2), 102 -109.
- MIDAGRI. (2023). *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego- Sistema Integrado de Estadística Agraria - SIEA*. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales/4-agricola>
- Mustelier, M., Garza, T., Ruiz, O., Cutiño, A., & Fernández, M. (2023). Efectos de las bacterias RR72, RR79 y RC138 en el crecimiento de *Cucumis sativus* L. en casa de cultivos protegidos. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 3(1), 5-13.
Obtenido de <https://revista.excedinter.com/index.php/rtest/article/view/59/56>

- Olin, J. O. (2022). *El cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) en condiciones de cielo abierto e invernadero*. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/137961>
- Olmedo, J. (2023). *Comportamiento Agronómico del cultivo de pepino (Cucumis sativus) con diferentes dosis de Biol en el Cantón La Maná, provincia de Cotopaxi*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10097>
- Quispe, M. (2024). *Efecto de dos Abonos orgánicos en cultivo de dos variedades de pepinillo (Cucumis sativus L.) en condiciones de Fitotoldo en Huatoccani-Compata-Canchis-Cusco*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/10239>
- Rivas, D. A. (2024). Microorganismos eficientes (EM -1) en el rendimiento y calidad de pepino (Cucumis sativus L.) cv. Gurin. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6852>
- Romero, R. (2020). *Rendimiento de tres variedades de pepinillo (Cucumis sativus L) en las condiciones edafoclimáticas del Distrito de Monzón – 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Herminio Valdizán]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/7189>
- Rotimi Olojugba, M., Toyosi Catherine, A., & Tope Jhonson, A. (2024). Changes in some soil chemical properties, growth, and yield of cucumber (Cucumis sativus L) are caused by Trichoderma reesei and Trichoderma longibrachiatum in different land-use systems. *Plant science review*. <https://doi.org/10.51470/PSR.2025.06.01.10>
- Salto, J. E. (2022). *Uso de microorganismos efectivos, en el manejo agronómico de hortalizas. Universidad Técnica de Babahoyo*.
- Sánchez, L. D. (2025). Evaluación de sustratos orgánicos para la reproducción del Hongo Trichoderma sp. en la zona Amazonia - Orellana, 2024. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo sede Orellana*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/23528>
- Sharma, A., Shukla, A., & Gupta, M. (2023). Effect of bioagents on cucumber seed mycoflora, seed germination, and seedling vigour. *Scientific Reports*, 13(6052). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30253-3>
- Silva, C. D. (2024). *Efecto Agronómico de la aplicación foliar de microorganismos eficientes (EM), en dos variedades de pepino (Cucumis sativus L.)*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraría.edu.ec/Archivos/SILVA%20MORALES%20CRISTIAN%20DAVES.pdf>

Ticona, D. A. (2025). *Efecto de cuatro dosis de microorganismos eficientes (ME) en el rendimiento del cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.) var. Exocet en el Distrito de Calana, Tacna*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jorge Basadre Grohmann]. <https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/5282>

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico



Figura 1. *Preparación del suelo y acondicionamiento de las camas en el invernadero.*



Figura 2. *Delimitación de los tratamientos.*



Figura 3. *Adquisición semillas de pepinillo variedad Marketmore 76.*



Figura 4. *Siembra del pepinillo variedad Marketmore 76.*



Figura 5. *Activación del Trichoderma.*

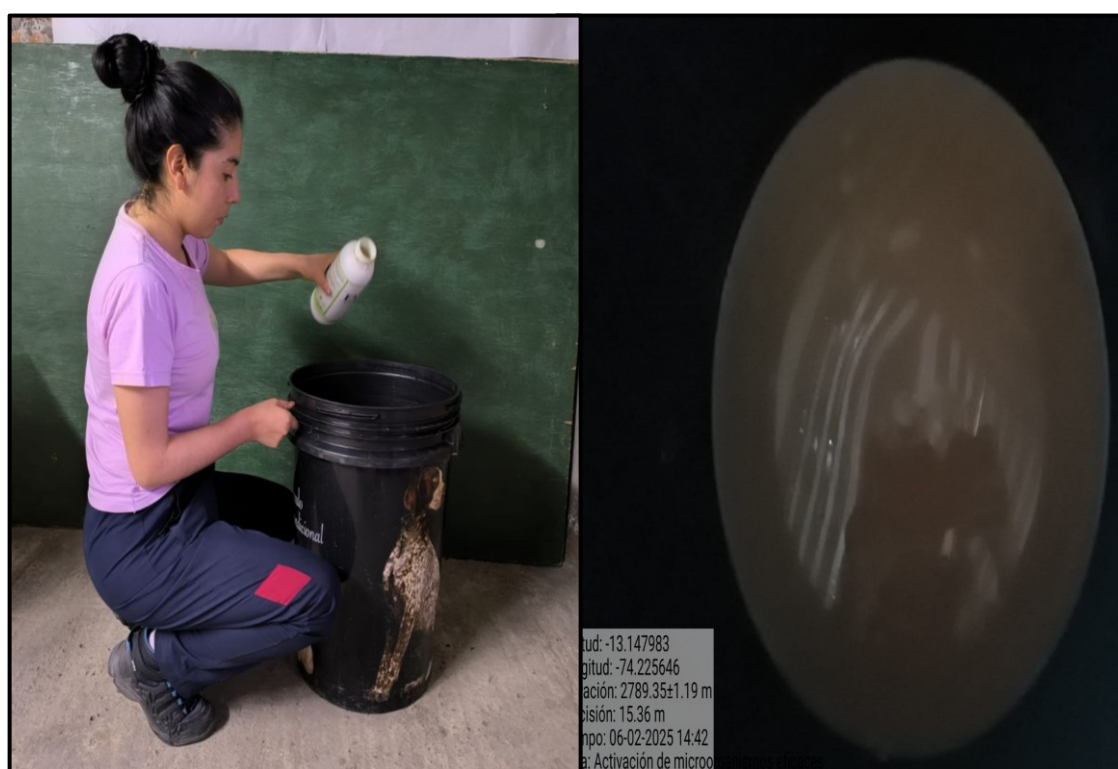


Figura 6. *Activación de los microorganismos eficaces.*



Figura 7. *Crecimiento del pepinillo a 15 días después de la siembra.*



Figura 8. *Medición de la altura de la planta a los 30 días después de la siembra.*



Figura 9. *Aplicación de microorganismos eficaces por punto de siembra.*



Figura 10. *Aplicación de Trichoderma por punto de siembra.*



Figura 11. *Entutorado con rafia torcida en plantas de pepinillo.*



Figura 12. *Floración de las plantas de pepinillo.*



Figura 13. *Formación de frutos en las plantas de pepinillo.*



Figura 14. *Fructificación en las plantas de pepinillo.*



Figura 15. Cosecha de los frutos de pepinillo según tratamiento.



Figura 16. Frutos de pepinillo cosechados según tratamiento.



Figura 17. *Selección de frutos según tamaño.*



Figura 18. *Realizando el pesado de cada fruto según tratamiento.*



Figura 19. *Medición del diámetro de fruto del pepinillo.*



Figura 20. *Medición de la longitud de fruto del pepinillo.*

Anexo 2. Análisis físico químico del sustrato



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INFORME DE ENSAYO LABSAF CANAAN N° 062226-25 / SU / CA



I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Brisseth Lucero Gutiérrez Jeri
 Propietario / Productor : Brisseth Lucero Gutiérrez Jeri
 Dirección del cliente : Urb. Mariscal Caceres Mz. L Lot. 26
 Solicitado por : Brisseth Lucero Gutiérrez Jeri
 Muestreado por : Brisseth Lucero Gutiérrez Jeri
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente
 Procedencia de muestra(s) (****) : Ayacucho-Huamanga-Ayacucho
 Fecha(s) de muestreo (****) : 2025-05-23
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2025-05-23
 Lugar de ensayo : LABSAF CANAAN
 Fecha(s) de análisis : Del 2025-06-03 al 2025-06-12
 Cotización del servicio : 064-25-CA
 Fecha de emisión : 2025-06-13

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU331-CA-25	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo (****)	2025-05-23	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (****)	12:15	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (****)	-	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0.1	5.9	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	1.0	51.7	-	-	-
Matena Orgánica	%	0.2	8.9	-	-	-
Textura	-	-	-	-	-	-
Arena	%	-	54.69	-	-	-
Arcilla	%	-	16.09	-	-	-
Limo	%	-	29.22	-	-	-
Clase Textural	-	-	Franco	-	-	-

INFORME DE ENSAYO
LABSAF CANAAN
N° 062226-25 / SU / CA



III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA Method 9045 D Rev. 4 2004 Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265:1994 / Cor 1:1996 1994 Soil quality – Determination of the specific electrical conductivity
Carbono Orgánico Total / Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7, AS-07 2002 Determinación de materia orgánica del suelo (AS-07 Método de Walkley y Black).
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.9, AS-09 2002 Determinación de la textura del suelo (AS-09 Método de Bouyoucos).

IV. CONSIDERACIONES

- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C.
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C.

(***) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente informe de ensayo ha sido autorizado por: Katia Mendoza Dávalos - Responsable del LABSAF - CANAAN



Firmado digitalmente por:
MENDOZA DAVALOS Katia FAU
20131365994 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 16/06/2025 10:30:17-0500

Firma

FIN DE INFORME DE ENSAYO



Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO

LABSAF CANAAN

N° 062226-25NA / SU / CA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Brisseth Lucero Gutiérrez Jeri
Propietario / Productor	: Brisseth Lucero Gutiérrez Jeri
Dirección del cliente	: Urb. Mariscal Caceres Mz. L Lot. 26
Solicitado por	: Brisseth Lucero Gutiérrez Jeri
Muestreado por	: Brisseth Lucero Gutiérrez Jeri
Referencia del muestreo	: Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s) (***)	: Ayacucho-Huamanga-Ayacucho
Fecha(s) de muestreo (***)	: 2025-05-23
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2025-05-23
Lugar de ensayo	: LABSAF CANAAN
Fecha(s) de análisis	: Del 2025-06-03 al 2025-06-12
Cotización del servicio	: 064-25-CA
Fecha de emisión	: 2025-05-13

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU331-CA-25	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo (***)	2025-05-23	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	12:15	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	-	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
Acidez Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,1	<0.1	-	-	-
Potasio Disponible	mg/kg	2,7	866,0	-	-	-
Fósforo Disponible	mg/kg	-	107,2	-	-	-
CICe	cmol (+)/Kg	-	21,44	-	-	-
Nitrógeno Total	%	-	0,445	-	-	-
Bases Intercambiables (Ca, Mg, Na y K)						
Calcio (Ca)	cmol (+)/Kg	0,2	16,8	-	-	-
Magnesio (Mg)	cmol (+)/Kg	0,1	2,3	-	-	-
Sodio (Na)	cmol (+)/Kg	0,1	0,5	-	-	-
Potasio (K)	cmol (+)/Kg	0,1	1,8	-	-	-

INFORME DE ENSAYO **LABSAF CANAAN** **N° 062226-25NA / SU / CA**

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Acidez y Aluminio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.3.29, AS-33 2002 Determinación de Acidez y Aluminio Intercambiable (AS-33 método de Cloruro de Potasio).
Potasio Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.12, AS-12 II EPA 9010 D, Revisión 5, 2018). Validado (modificado y aplicado fuera del alcance) 2023 Determinación de potasio disponible en suelos con saturación de acetato de amonio 1N, pH 7.0 // Inductively Coupled Plasma.
Fósforo Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.10, AS-11 2002 Determinación de fósforo extraíble en suelos neutros y ácidos (AS 11 Método de Bray y Kurtz).
Nitrógeno Total	ISO 13878 1998, First Edition 1998 Soil Quality - Determination of total nitrogen by dry combustion (elemental analysis)
Bases Intercambiables (Ca, Mg, Na y K Intercambiable)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.12, AS-12 II EPA 9010 D, Revisión 5, 2018. Validado (aplicado fuera del alcance) 2023 Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo // S-12 Método de acetato de amonio para bases intercambiables Ca, Mg, Na y K // Inductively Coupled

IV. CONSIDERACIONES

- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C.
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C.

(**) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Katia <Mendoza Dávalos - Responsable del LABSAF - CANAAN



REPÚBLICA
DEL PERÚ

Firmado digitalmente por:
MENDOZA DÁVALOS Katia FAU
20131365994 soft.
Módulo: Soy el autor del documento
Fecha: 16/06/2025 10:30:37-0500

Firma

Anexo 3. Datos ordenados de los promedios de la evaluación.

Obs	T	R	FLORAC	DIAM	PES_F	LONG_F	FRUT_P	REND
1	T1	R1	35,00	5,15	320,31	21,22	8,83	3,89
2	T1	R2	35,00	4,84	279,17	19,72	8,83	3,86
3	T1	R3	36,00	4,53	240,42	18,48	9,00	3,96
4	T2	R1	34,00	4,98	313,33	20,09	9,17	4,05
5	T2	R2	34,00	5,00	316,67	20,77	9,33	4,2
6	T2	R3	34,00	4,86	312,50	20,05	9,33	3,88
7	T3	R1	33,00	5,08	299,19	20,15	9,83	3,93
8	T3	R2	33,00	5,20	353,47	21,17	9,83	4,62
9	T3	R3	33,00	5,08	333,76	20,95	9,33	4,16
10	T4	R1	33,00	5,35	359,40	21,44	9,17	5,36
11	T4	R2	33,00	5,25	329,51	19,48	9,50	4,94
12	T4	R3	34,00	5,16	380,00	20,83	9,67	5,32
13	T5	R1	34,00	4,95	356,39	21,50	9,67	4,67
14	T5	R2	33,00	4,81	257,22	19,50	10,00	3,63
15	T5	R3	33,00	4,96	301,25	19,74	9,83	3,95
16	T6	R1	33,00	4,85	277,64	19,37	10,17	3,75
17	T6	R2	33,00	5,02	361,31	21,10	10,17	4,83
18	T6	R3	34,00	5,03	341,53	20,83	10,00	4,58
19	T7	R1	32,00	5,56	497,92	23,73	11,00	7,31
20	T7	R2	32,00	5,10	395,83	21,95	10,83	5,71
21	T7	R3	33,00	5,23	419,25	22,86	11,50	6,43
22	T8	R1	33,00	5,35	413,33	21,73	11,00	6,03
23	T8	R2	33,00	5,32	393,33	20,68	11,00	5,77
24	T8	R3	32,00	5,13	403,50	20,74	10,67	5,74

Anexo 4. Datos ordenados de los parámetros evaluados cada 15 días.

Obs	T	R	HOJA_15	HOJA_30	HOJA_45	HOJA_60	ALT_15	ALT_30	ALT_45	ALT_60
1	T1	R1	3,33	9,00	24,67	48,33	8,55	30,83	85,83	135,33
2	T1	R2	3,50	8,67	24,33	49,33	8,58	31,17	85,83	134,67
3	T1	R3	3,50	9,00	24,00	49,00	8,60	30,00	85,67	135,17
4	T2	R1	3,33	12,33	32,67	52,33	8,65	51,67	108,17	164,33
5	T2	R2	3,50	12,33	32,33	53,33	8,60	53,17	108,67	163,17
6	T2	R3	3,33	11,33	31,67	53,67	8,63	52,67	109,00	163,33
7	T3	R1	3,67	12,67	34,33	55,00	8,63	55,17	110,33	167,83
8	T3	R2	3,67	13,33	34,00	55,33	8,60	56,33	109,83	166,67
9	T3	R3	3,50	13,33	34,00	55,33	8,57	55,17	110,17	168,17
10	T4	R1	3,33	13,00	34,00	55,00	8,60	54,83	109,50	166,83
11	T4	R2	3,67	12,67	33,67	55,00	8,57	56,17	109,50	166,33
12	T4	R3	3,67	13,00	33,33	55,00	8,62	55,00	109,50	167,33
13	T5	R1	3,33	13,33	35,33	57,33	8,65	55,83	116,67	179,83
14	T5	R2	3,67	13,67	34,67	56,67	8,60	57,17	117,17	179,17
15	T5	R3	3,33	13,67	35,33	58,67	8,62	56,83	117,67	179,00
16	T6	R1	3,67	13,67	35,33	60,83	8,67	57,33	118,33	183,33
17	T6	R2	3,67	14,33	35,67	60,33	8,63	57,50	119,00	182,67
18	T6	R3	3,50	14,00	35,67	59,67	8,65	57,00	119,17	183,50
19	T7	R1	3,80	15,67	37,00	63,83	8,68	60,17	120,67	185,17
20	T7	R2	3,83	15,83	39,33	64,33	8,67	60,33	121,33	186,00
21	T7	R3	3,83	15,33	38,00	64,50	8,68	60,67	120,00	185,33
22	T8	R1	3,83	15,00	36,67	63,17	8,68	59,83	119,33	185,33
23	T8	R2	3,83	15,33	38,00	63,33	8,65	60,00	120,00	184,83
24	T8	R3	3,67	15,33	38,00	63,33	8,67	60,00	120,83	185,33

Anexo 5. Costos de producción del cultivo pepinillo en condiciones de invernadero.

TRATAMIENTO 1		Testigo				
Variedad		Marketmore 76				
Área		1ha (6,112 m ² siembra - 3,888 m ² calles)				
Rendimiento		40,000 kg/hectárea				
Densidad		(0.40 x 0.30 m): 50,933 plantas/ha				
Nº	ACTIVIDADES	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)	Costo total
1	COSTOS DIRECTOS					13,815
1.1	Preparación de camas				7,360	
	Alquiler de invernadero por campaña	global	1	4,000	4,000	
	Costo de sustrato por campaña	global	1	3,000	3,000	
	Desinfección	Jornal	2	60	120	
	Distribución del sustrato por camas	Jornal	4	60	240	
1.2	Labores agronómicas				2,820	
	Siembra directa	Jornal	6	60	360	
	Riego manual con manguera (2 por semana)	Jornal	8	60	480	
	Deshierbo manual	Jornal	4	60	240	
	Tutorado	Jornal	6	60	360	
	Poda	Jornal	4	60	240	
	Primera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Segunda Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Tercera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Cosecha	Jornal	10	60	600	
1.3	ADQUISICIÓN DE INSUMOS				1,415	
	Semillas	kg	1	200	200	
	Nitrato de amonio (Saco de 50 kg)	Saco	9	135	1,215	
1.4	MATERIALES Y EQUIPOS				2,160	
	Alambre galvanizado N° 16	kg	40	12	480	
	Rafia torcida	kg	30	10	300	
	Precintos plásticos de nylon (4" / 100mm)	Millar	50	15	750	
	Jarra gradual de 2L	Unidad	2	15	30	
	Bidón de 200 l	Unidad	2	100	200	
	Herramientas	global	1	400	400	
1.5	SERVICIO				60	
	Análisis de suelo	global	1	60	60	
2	COSTOS INDIRECTOS					967.05
	Gastos administrativos 5% CD			5%	690.75	
	Imprevistos 2% CD			2%	276.3	
3	COSTO TOTAL					14,782.05

TRATAMIENTO 2		300 g/ha de <i>Trichoderma</i>				
Variedad		Marketmore 76				
Área		1ha (6,112 m ² siembra - 3,888 m ² calles)				
Rendimiento		40,000 kg/hectárea				
Densidad		(0.40 x 0.30 m) : 50,933 plantas/ha				
Nº	ACTIVIDADES	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)	Costo total
1	COSTOS DIRECTOS					15,735
1.1	Preparación de camas				7,360	
	Alquiler de invernadero por campaña	global	1	4,000	4,000	
	Costo de sustrato por campaña	global	1	3,000	3,000	
	Desinfección	Jornal	2	60	120	
	Distribución del sustrato por camas	Jornal	4	60	240	
1.2	Labores agronómicas				2,820	
	Siembra directa	Jornal	6	60	360	
	Riego manual con manguera (2-3 por semana)	Jornal	8	60	480	
	Deshierbo manual	Jornal	4	60	240	
	Tutorado	Jornal	6	60	360	
	Poda	Jornal	4	60	240	
	Primera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Segunda Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Tercera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Cosecha	Jornal	10	60	600	
1.3	ADQUISICIÓN DE INSUMOS				3,335	
	Semillas	kg	1	200	200	
	<i>Trichoderma</i> (sobre de 20 gr)	sobre	60	32	1,920	
	Nitrato de amonio (Saco de 50 kg)	Saco	9	135	1,215	
1.4	MATERIALES Y EQUIPOS				2,160	
	Alambre galvanizado Nº 16	kg	40	12	480	
	Rafia torcida	kg	30	10	300	
	Precintos plásticos de nylon (4" / 100mm)	Millar	50	15	750	
	Jarra gradual de 2L	Unidad	2	15	30	
	Bidón de 200 l	Unidad	2	100	200	
	Herramientas	global	1	400	400	
1.5	SERVICIO				60	
	Análisis de suelo	global	1	60	60	
2	COSTOS INDIRECTOS					1,101.45
	Gastos administrativos 5% CD			5%	786.75	
	Imprevistos 2% CD			2%	314.7	
3	COSTO TOTAL					16,836.45

TRATAMIENTO 3		400 g/ha de <i>Trichoderma</i>				
Variedad		Marketmore 76				
Área		1ha (6,112 m ² siembra - 3,888 m ² calles)				
Rendimiento		40,000 kg/hectárea				
Densidad		(0.40 x 0.30 m) : 50,933 plantas/ha				
Nº	ACTIVIDADES	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)	Costo total
1	COSTOS DIRECTOS					16,375
1.1	Preparación de camas				7,360	
	Alquiler de invernadero por campaña	global	1	4,000	4,000	
	Costo de sustrato por campaña	global	1	3,000	3,000	
	Desinfección	Jornal	2	60	120	
	Distribución del sustrato por camas	Jornal	4	60	240	
1.2	Labores agronómicas				2,820	
	Siembra directa	Jornal	6	60	360	
	Riego manual con manguera (2-3 por semana)	Jornal	8	60	480	
	Deshierbo manual	Jornal	4	60	240	
	Tutorado	Jornal	6	60	360	
	Poda	Jornal	4	60	240	
	Primera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Segunda Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Tercera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Cosecha	Jornal	10	60	600	
1.3	ADQUISICIÓN DE INSUMOS				3,975	
	Semillas	kg	1	200	200	
	<i>Trichoderma</i> (sobre de 20 gr)	sobre	80	32	2,560	
	Nitrato de amonio (Saco de 50 kg)	Saco	9	135	1,215	
1.4	MATERIALES Y EQUIPOS				2,160	
	Alambre galvanizado Nº 16	kg	40	12	480	
	Rafia torcida	kg	30	10	300	
	Precintos plásticos de nylon (4" / 100mm)	Millar	50	15	750	
	Jarra gradual de 2L	Unidad	2	15	30	
	Bidón de 200 l	Unidad	2	100	200	
	Herramientas	global	1	400	400	
1.5	SERVICIO				60	
	Análisis de suelo	global	1	60	60	
2	COSTOS INDIRECTOS					1,146.25
	Gastos administrativos 5% CD			5%	818.75	
	Imprevistos 2% CD			2%	327.5	
3	COSTO TOTAL					17,521.25

TRATAMIENTO 4		500 g/ha de <i>Trichoderma</i>				
Variedad		Marketmore 76				
Área		1ha (6,112 m² siembra - 3,888 m² calles)				
Rendimiento		40,000 kg/hectárea				
Densidad		(0.40 x 0.30 m) : 50,933 plantas/ha				
Nº	ACTIVIDADES	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)	Costo total
1	COSTOS DIRECTOS					17,015
1.1	Preparación de camas				7,360	
	Alquiler de invernadero por campaña	Global	1	4,000	4,000	
	Costo de sustrato por campaña	Global	1	3,000	3,000	
	Desinfección	Jornal	2	60	120	
	Distribución del sustrato por camas	Jornal	4	60	240	
1.2	Labores agronómicas				2,820	
	Siembra directa	Jornal	6	60	360	
	Riego manual con manguera (2-3 por semana)	Jornal	8	60	480	
	Deshierbo manual	Jornal	4	60	240	
	Tutorado	Jornal	6	60	360	
	Poda	Jornal	4	60	240	
	Primera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Segunda Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Tercera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Cosecha	Jornal	10	60	600	
1.3	ADQUISICIÓN DE INSUMOS				4,615	
	Semillas	kg	1	200	200	
	<i>Trichoderma</i> (sobre de 20 gr)	sobre	100	32	3,200	
	Nitrato de amonio (Saco de 50 kg)	Saco	9	135	1,215	
1.4	MATERIALES Y EQUIPOS				2,160	
	Alambre galvanizado Nº 16	kg	40	12	480	
	Rafia torcida	kg	30	10	300	
	Precintos plásticos de nylon (4" / 100mm)	Millar	50	15	750	
	Jarra gradual de 2L	Unidad	2	15	30	
	Bidón de 200 l	Unidad	2	100	200	
	Herramientas	global	1	400	400	
1.5	SERVICIO				60	
	Análisis de suelo	global	1	60	60	
2	COSTOS INDIRECTOS					1,191.05
	Gastos administrativos 5% CD			5%	850.75	
	Imprevistos 2% CD			2%	340.3	
3	COSTO TOTAL					18,206.05

TRATAMIENTO 5		16 L EM/ha				
Variedad		Marketmore 76				
Área		1ha (6,112 m² siembra - 3,888 m² calles)				
Rendimiento		40,000 kg/hectárea				
Densidad		(0.40 x 0.30 m) : 50,933 plantas/ha				
Nº	ACTIVIDADES	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)	Costo total
1	COSTOS DIRECTOS					17,975
1.1	Preparación de camas				7,360	
	Alquiler de invernadero por campaña	global	1	4,000	4,000	
	Costo de sustrato por campaña	global	1	3,000	3,000	
	Desinfección	Jornal	2	60	120	
	Distribución del sustrato por camas	Jornal	4	60	240	
1.2	Labores agronómicas				2,820	
	Siembra directa	Jornal	6	60	360	
	Riego manual con manguera (2-3 por semana)	Jornal	8	60	480	
	Deshierbo manual	Jornal	4	60	240	
	Tutorado	Jornal	6	60	360	
	Poda	Jornal	4	60	240	
	Primera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Segunda Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Tercera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Cosecha	Jornal	10	60	600	
1.3	ADQUISICIÓN DE INSUMOS				5,575	
	Semillas	kg	1	200	200	
	Microorganismos eficaces	L	64	65	4,160	
	Nitrato de amonio (Saco de 50 kg)	Saco	9	135	1,215	
1.4	MATERIALES Y EQUIPOS				2,160	
	Alambre galvanizado Nº 16	kg	40	12	480	
	Rafia torcida	kg	30	10	300	
	Precintos plásticos de nylon (4" / 100mm)	Millar	50	15	750	
	Jarra gradual de 2L	Unidad	2	15	30	
	Bidón de 200 l	Unidad	2	100	200	
	Herramientas	global	1	400	400	
1.5	SERVICIO				60	
	Análisis de suelo	global	1	60	60	
2	COSTOS INDIRECTOS					1,258.25
	Gastos administrativos 5% CD			5%	898.75	
	Imprevistos 2% CD			2%	359.5	
3	COSTO TOTAL					19,233.25

TRATAMIENTO 6		24 L EM/ha				
Variedad		Marketmore 76				
Área		1ha (6,112 m² siembra - 3,888 m² calles)				
Rendimiento		40,000 kg/hectárea				
Densidad		(0.40 x 0.30 m) : 50,933 plantas/ha				
Nº	ACTIVIDADES	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)	Costo total
1	COSTOS DIRECTOS					20,055
1.1	Preparación de camas				7,360	
	Alquiler de invernadero por campaña	global	1	4,000	4,000	
	Costo de sustrato por campaña	global	1	3,000	3,000	
	Desinfección	Jornal	2	60	120	
	Distribución del sustrato por camas	Jornal	4	60	240	
1.2	Labores agronómicas				2,820	
	Siembra directa	Jornal	6	60	360	
	Riego manual con manguera (2-3 por semana)	Jornal	8	60	480	
	Deshierbo manual	Jornal	4	60	240	
	Tutorado	Jornal	6	60	360	
	Poda	Jornal	4	60	240	
	Primera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Segunda Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Tercera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Cosecha	Jornal	10	60	600	
1.3	ADQUISICIÓN DE INSUMOS				7,655	
	Semillas	kg	1	200	200	
	Microorganismos eficaces	L	96	65	6,240	
	Nitrato de amonio (Saco de 50 kg)	Saco	9	135	1,215	
1.4	MATERIALES Y EQUIPOS				2,160	
	Alambre galvanizado Nº 16	kg	40	12	480	
	Rafia torcida	kg	30	10	300	
	Precintos plásticos de nylon (4" / 100mm)	Millar	50	15	750	
	Jarra gradual de 2L	Unidad	2	15	30	
	Bidón de 200 l	Unidad	2	100	200	
	Herramientas	global	1	400	400	
1.5	SERVICIO				60	
	Análisis de suelo	global	1	60	60	
2	COSTOS INDIRECTOS					1,403.85
	Gastos administrativos 5% CD			5%	1,002.75	
	Imprevistos 2% CD			2%	401.1	
3	COSTO TOTAL					21,458.85

TRATAMIENTO 7		32 L EM/ha				
Variedad		Marketmore 76				
Área		1ha (6,112 m² siembra - 3,888 m² calles)				
Rendimiento		40,000 kg/hectárea				
Densidad		(0.40 x 0.30 m) : 50,933 plantas/ha				
Nº	ACTIVIDADES	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)	Costo total
1	COSTOS DIRECTOS					22,135
1.1	Preparación de camas				7,360	
	Alquiler de invernadero por campaña	global	1	4,000	4,000	
	Costo de sustrato por campaña	global	1	3,000	3,000	
	Desinfección	Jornal	2	60	120	
	Distribución del sustrato por camas	Jornal	4	60	240	
1.2	Labores agronómicas				2,820	
	Siembra directa	Jornal	6	60	360	
	Riego manual con manguera (2-3 por semana)	Jornal	8	60	480	
	Deshierbo manual	Jornal	4	60	240	
	Tutorado	Jornal	6	60	360	
	Poda	Jornal	4	60	240	
	Primera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Segunda Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Tercera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Cosecha	Jornal	10	60	600	
1.3	ADQUISICIÓN DE INSUMOS				9,735	
	Semillas	kg	1	200	200	
	Microorganismos eficaces	L	128	65	8,320	
	Nitrato de amonio (Saco de 50 kg)	Saco	9	135	1,215	
1.4	MATERIALES Y EQUIPOS				2,160	
	Alambre galvanizado Nº 16	kg	40	12	480	
	Rafia torcida	kg	30	10	300	
	Precintos plásticos de nylon (4" / 100mm)	Millar	50	15	750	
	Jarra gradual de 2L	Unidad	2	15	30	
	Bidón de 200 l	Unidad	2	100	200	
	Herramientas	global	1	400	400	
1.5	SERVICIO				60	
	Análisis de suelo	global	1	60	60	
2	COSTOS INDIRECTOS					1,549.45
	Gastos administrativos 5% CD			5%	1,106.75	
	Imprevistos 2% CD			2%	442.7	
3	COSTO TOTAL					23,684.45

TRATAMIENTO 8		40 L EM/ha				
Variedad		Marketmore 76				
Área		1ha (6,112 m² siembra - 3,888 m² calles)				
Rendimiento		40,000 kg/hectárea				
Densidad		(0.40 x 0.30 m) : 50,933 plantas/ha				
N°	ACTIVIDADES	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)	Costo total
1	COSTOS DIRECTOS					24,215
1.1	Preparación de camas				7,360	
	Alquiler de invernadero por campaña	global	1	4,000	4,000	
	Costo de sustrato por campaña	global	1	3,000	3,000	
	Desinfección	Jornal	2	60	120	
	Distribución del sustrato por camas	Jornal	4	60	240	
1.2	Labores agronómicas				2,820	
	Siembra directa	Jornal	6	60	360	
	Riego manual con manguera (2-3 por semana)	Jornal	8	60	480	
	Deshierbo manual	Jornal	4	60	240	
	Tutorado	Jornal	6	60	360	
	Poda	Jornal	4	60	240	
	Primera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Segunda Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Tercera Fertilización	Jornal	3	60	180	
	Cosecha	Jornal	10	60	600	
1.3	ADQUISICIÓN DE INSUMOS				11,815	
	Semillas	kg	1	200	200	
	Microorganismos eficaces	L	160	65	10,400	
	Nitrato de amonio (Saco de 50 kg)	Saco	9	135	1,215	
1.4	MATERIALES Y EQUIPOS				2,160	
	Alambre galvanizado N° 16	kg	40	12	480	
	Rafia torcida	kg	30	10	300	
	Precintos plásticos de nylon (4" / 100mm)	Millar	50	15	750	
	Jarra gradual de 2L	Unidad	2	15	30	
	Bidón de 200 l	Unidad	2	100	200	
	Herramientas	global	1	400	400	
1.5	SERVICIO				60	
	Análisis de suelo	global	1	60	60	
2	COSTOS INDIRECTOS					1,695.05
	Gastos administrativos 5% CD			5%	1,210.75	
	Imprevistos 2% CD			2%	484.3	
3	COSTO TOTAL					25,910.05

Anexo 6. Ficha técnica de EM

FICHA TÉCNICA
EM•1®
MICROORGANISMOS EFICACES™



Presentación:

Envase:

- ✓ Litro
- ✓ Galón
- ✓ bidón de 20 Litros

1. ORIGEN

El EM•1® es un producto natural que contiene microorganismos benéficos. Fue desarrollado en la década de los 80 por el Dr. Teruo Higa, de la Universidad de Ryukus, Okinawa, Japón. Actualmente se utiliza en más de 243 países a nivel mundial.

2. DESCRIPCIÓN

El EM•1® es una mezcla de diferentes microorganismos naturales. Estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados. Son microorganismos que promueven procesos de fermentación benéfica, aceleran la descomposición de la materia orgánica y promueven el equilibrio de la flora microbiana.

3. CONTENIDO MÍNIMO UFC/ml

- Bacterias Fotosintéticas $\geq 4.0 \times 10^6$
- Bacterias ácido Lácticas $\geq 6.0 \times 10^5$
- Levaduras $\geq 3.0 \times 10^4$
- Actinomicetos
- Enzimas y antioxidantes

4. COMPATIBILIDAD

- Es compatible con aceites minerales y fertilizantes.
- No es compatible con cloro, desinfectantes, sulfato de cobre, oxidantes y pesticidas (funguicidas, insecticidas y bactericidas).

5. DATOS FÍSICOS

- Apariencia: Líquido color marrón – amarillo.
- Olor: Fermento - agradable.
- pH 3.5

FICHA TÉCNICA
EM•1®
MICROORGANISMOS EFICACES™



6. ACTIVACIÓN

El EM•1® este estado latente (inactivo), para conservar a largo plazo, por lo tanto, antes de usarlo, hay que activarlo.

El activado consiste en 5% de EM•1® y 5% de melaza diluido en 90% de agua limpia en un recipiente herméticamente cerrado. Se deja reposar la mezcla durante 3 a 7 días. Un olor agri dulce y un pH de 3.5 o menos indican que el proceso de activación está completo.



7. DOSIS DE APLICACIÓN

- 1 Litro de EM•1® Activado por bomba de mochila de 20 litros de capacidad.
- 10 litros de EM•1® Activado por cilindro de 200 litros de capacidad.

8. FRECUENCIA

- Se recomienda hacer aplicaciones semanales o quincenales según las necesidades del cultivo.

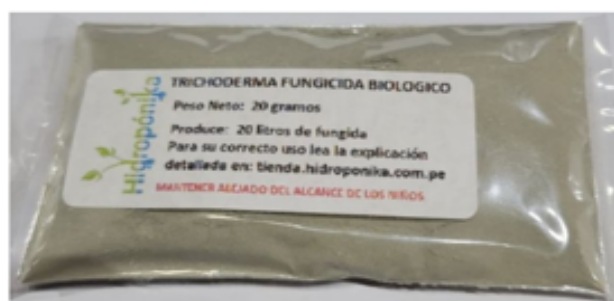
Para más información, contactar con nuestro equipo técnico.

www.bioem.com.pe
www.emrojapan.com

Distanciamiento	En siembra normal, 140 a 160 cm y 30 a 40 cm entre plantas; en surcos mellizos, 250 cm entre surcos y 30 a 40 cm entre plantas.
Número de plantas hectárea	De 50,000 a 80,000.
Siembra	En la costilla del surco y a 1 cm de profundidad.
Cantidad de semillas	2 a 2.5 kg/ha.
Raleo	Se realiza cuando las plantas tienen de 3 a 5 hojas verdaderas.
Cultivos y deshierbos	Se realizan a mano y solo para mantener las camas limpias. Hacerlos superficialmente.
Riegos	Frecuentes y ligeros.
Fertilización	N-P-K; 100-100-100; usar 200 kg de Urea o 450 kg de Sulfato de Amonio; 450 kg de Superfosfato Simple y 200 kg de Sulfato de Potasio.
Ciclo vegetativo	De 75 a 90 días.
Cosecha	La cosecha se realiza de forma manual y escalonada cuando los frutos alcanzaron entre 18 y 25 cm de longitud, procurando no dañar la planta.
Rendimiento	3,000 a 5,000 docenas por hectárea.
Variedades recomendables	Para consumo fresco (OP): Marketmore 76; Palomar; Long Marketer. Para consumo fresco (híbridos): Thunder, Monarch, Centurion. Para consumo encurtido (OP): National Pickling.
Época de abundancia	De enero a mayo.
Época de carestía	De junio a diciembre.
Observaciones	Se pueden almacenar los frutos a 10 °C Y 90% Dde humedad durante 60 días.

Anexo 7. Ficha técnica de *Trichoderma*

Trichoderma



TRICHODERMA es un fungicida biológico preventivo y biorregulador de fitopatógenos foliares en frutales y hortalizas, que previene el ataque de los hongos patógenos al aplicarlos. *Trichoderma* induce al crecimiento de la raíz y el área foliar en los cultivos.

COMPOSICIÓN	
INGREDIENTE ACTIVO	<i>Trichoderma harzianum</i> <i>T. viride</i> , <i>T. asperellum</i> 1.5 x 10 a la 10ma potencia conidios/g
PRESENTACIÓN	Bolsa de 20 gramos produce 20 litros de fungicida

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN

- Para la aplicación el agua debe calibrar entre 5.5 a 7 pH y con bajo contenido de sales. El agua debe estar con 24 horas en reposo para que el cloro desaparezca.
- Verter el contenido de 20 gramos en medio litro de agua y dejar hidratar por 30 minutos
- Verter la emulsión en 20 litros de agua sin cloro (reposada).

FORMA DE APLICACIÓN

- En impregnación de semillas, lo que hace se hace disolviendo el producto en agua, luego esta solución se incorpora rociando lentamente sobre la semilla.
- En el cultivo si son hongos de suelo, se aplica a nivel de la base de los tallos cerca de la zona radicular, se emplea pulverizadora manual o a través del sistema de riego tecnificado. En hongos de follaje realizar las aplicaciones con los primeros síntomas de la enfermedad.

RECOMENDACIONES DE USO

Cultivos	Enfermedades	Cultivos/ dosis
Cultivos de Algodón, Capsicum, Quinoa Leguminosas, café, caña de azúcar, arroz y frutales.	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , , <i>Sclerotium rolfsii</i> , <i>Sclerotinia spp</i> , <i>Phythium spp</i> , <i>Lasiodiplodia thebromae</i> , <i>Oidium spp</i> , <i>Botritis spp</i> .	300 a 600 grs/ha. Aplicar de acuerdo a la ubicación del patógeno.

COMPATIBILIDAD

- Puede mezclarse para aplicar en pulverización, con los agroquímicos de uso convencional, excepto con fungicidas y aquellos de pH alcalino.

Anexo 8. Ficha técnica de Pepinillo



PEPINILLO MARKETMORE 76



Es una variedad de polinización abierta usada exclusivamente para consumo fresco. Posee plantas grandes y vigorosas con frutos de color verde oscuro, cilíndricos con dimensiones promedio de 18-23 cm de largo y 4-5 cm de diámetro. Es tolerante a oídio, cladosporium, peronospora y al virus del mosaico del pepinillo.

Nombre técnico	<i>Cucumis sativus</i>
Clima	Requiere temperaturas entre 20 y 30°C, es exigente en calor, a temperaturas bajas, el cuajado de frutos se reduce, Humedad relativa baja, la temperatura ideal para la germinación varía de 15 a 25°C.
Suelo	Sueltos, ricos en materia orgánica retentivos, pero con buen drenaje, tipo Franco-arenoso. El pH ideal para el cultivo se encuentra entre 6.0 y 8.0.
Preparación del terreno	Incorporación de materia orgánica. Araduras y surcados superficiales, buena nivelación y mullimiento.
Época de y forma de siembra	Entre Agosto y Diciembre; directo al campo.

Distanciamiento	En siembra normal,140 a 160 cm y 30 a 40 cm entre plantas; en surcos mellizos,250 cm entre surcos y 30 a 40 cm entre plantas.
Número de plantas hectárea	De 50,000 a 80,000.
Siembra	En la costilla del surco y a 1cm de profundidad.
Cantidad de semillas	2 a 2.5 kg/ha.
Raleo	Se realiza cuando las plantas tienen de 3 a 5 hojas verdaderas.
Cultivos y deshierbos	Se realizan a mano y solo para mantener las camas limpias. Hacerlos superficialmente.
Riegos	Frecuentes y ligeros.
Fertilización	N-P-K;100-100 -100; usar 200 kg de Urea o 450 kg de Sulfato de Amonio;450 kg de Superfosfato Simple y 200 kg de Sulfato de Potasio.
Ciclo vegetativo	De 75 a 90 días.
Cosecha	La cosecha se realiza de forma manual y escalonada cuando los frutos alcanzaron entre 18 y 25 cm de longitud, procurando no dañar la planta.
Rendimiento	3,000 a 5,000 docenas por hectárea.
Variedades recomendables	Para consumo fresco (OP): Marketmore 76; Palomar; Long Marketer. Para consumo fresco (híbridos):Thunder, Monarch, Centurion. Para consumo encurtido (OP): National Pickling.
Época de abundancia	De enero a mayo.
Época de carestía	De junio a diciembre.
Observaciones	Se pueden almacenar los frutos a 10 °C Y 90% Dde humedad durante 60 días.

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**
Bach. BRISSETH LUCERO GUTIERREZ JERI**R.D. N° 386-2026-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho, a los dieciocho días del mes de setiembre del año dos mil veintiséis, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el Dr. Rolando Bautista Gómez, Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo como asesora, Ing. Juan Benjamín Girón Molina y el Ing. Edgar Tenorio Mancilla; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces en el rendimiento de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), bajo invernadero en Canaán 2750 msnm, Ayacucho - 2025**, para obtener el Título Profesional de Ingeniera Agrotorestal, presentado por la Bachiller **BRISSETH LUCERO GUTIERREZ JERI**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invitó a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Rolando Bautista Gómez	16	15	15	15
Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo	17	16	17	17
Ing. Juan Benjamín Girón Molina	16	13	16	15
Ing. Edgar Tenorio Mancilla	15	14	13	14
PROMEDIO GENERAL				15

Acto seguido se invita a la sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

Dr. Rolando Bautista Gómez
Presidente

Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo
Asesor

Ing. Juan Benjamín Girón Molina
Jurado

Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Jurado

Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIASESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROFORESTAL – EPIAF**CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS**

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por Resolución Decanal N° 437-2026-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

**Dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces en el
rendimiento de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), bajo invernadero
en Canaán 2750 msnm, Ayacucho – 2025**

Autor : Brisseth Lucero GUTIERREZ JERI

Asesor : Juan Aníbal GALINDO GALINDO

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobado mediante RCU N°039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **catorce (14 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 3062041603

Ayacucho, 16 de octubre de 2026



.....

Mg. Roger Cahuana Concha

Docente Instructor – EPIAF

Dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el rendimiento de pepinillo (Cucumis sativus L.), bajo invernadero en Canaán 2750 msnm, Ayacucho – 2025

por Brisseth Lucero Gutierrez Jeri

Dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el rendimiento de pepinillo (Cucumis sativus L.), bajo invernadero en Canaán 2750 msnm, Ayacucho – 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	5%
	Trabajo del estudiante	
2	repositorio.unsch.edu.pe	4%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.utc.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.unheval.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.unah.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
6	rein.umcc.cu	<1%
	Fuente de Internet	
7	Submitted to Universidad Agraria del Ecuador	<1%
	Trabajo del estudiante	
8	Submitted to ucss	<1%
	Trabajo del estudiante	
9	Mamani Condori, Justiniano. "Evaluacion del comportamiento agronomico de pastos forrajeros en la localidad de Tiahuanaco.", Brigham Young University, 2020	<1%
	Publicación	
10	www.colpos.mx	<1%
	Fuente de Internet	
11	repositorio.upec.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	
12	avalon.utadeo.edu.co	<1%
	Fuente de Internet	
13	eprints.uanl.mx	<1%
	Fuente de Internet	
14	repositorio.utn.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces en el rendimiento de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), bajo invernadero en Canaán 2750 msnm, Ayacucho – 2025

Dosage of *Trichoderma* and effective microorganisms on the yield of gherkin (*Cucumis sativus* L.) under greenhouse conditions in Canaán (2,750 masl), Ayacucho – 2025

Brisseth Lucero Gutierrez Jeri¹ brisseth.gutierrez.28@unsch.edu.pe
Juan Aníbal Galindo Galindo¹ juan.galindo@unsch.edu.pe

Área de investigación: Medio Ambiente
Línea de investigación: Sistemas de Producción Agrícola

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Agraria Canaán, distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, a 2750 msnm., durante la campaña agrícola 2025, con el objetivo de evaluar el efecto de dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero. Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con ocho tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron: T1 (Testigo), T2 (300 gr/ha de *Trichoderma*), T3 (400 gr/ha de *Trichoderma*), T4 (500 gr/ha de *Trichoderma*), T5 (16 L EM/ha), T6 (24 L EM/ha), T7 (32 L EM/ha) y T8 (40 L EM/ha). Se evaluaron variables de precocidad, rendimiento y rentabilidad económica. La precocidad se determinó mediante días a la floración y las variables de rendimiento comprendieron altura de planta, número de hojas, diámetro, longitud y peso del fruto, número de frutos cosechados y rendimiento. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y a la prueba de Tukey al 95 % de confianza. Los resultados mostraron que los tratamientos T7 y T8 presentaron floración temprana, con 32,33 y 32,67 días, respectivamente. En rendimiento los tratamientos T7, T8 y T4 presentaron los mayores valores, con 6,48; 5,85 y 5,21 kg/m², respectivamente. En términos de rentabilidad económica, T4 obtuvo el mayor valor (109,89 %), seguido de T7 (100,67 %). En conclusión, el T7 mostró mejores respuestas agronómicas, destacando por su floración temprana y mayor rendimiento, mientras que T4 presentó la mayor rentabilidad económica.

Palabras clave: *Cucumis sativus* L., *Trichoderma*, Microorganismos eficaces, rendimiento y rentabilidad.

ABSTRACT

The research was conducted at the Canaán Agricultural Experimental Station, in the district of Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga Province, Ayacucho Department, at an altitude of 2750 m above sea level, during the 2025 growing season, with the objective of evaluating the effect of doses of *Trichoderma* and effective microorganisms (EM) on cucumber (*Cucumis sativus* L.) yield under greenhouse conditions. A Completely Randomized Design (CRD) was used, with eight treatments and three replications. The treatments were: T1 (Control), T2 (300 g/ha of *Trichoderma*), T3 (400 g/ha of *Trichoderma*), T4 (500 g/ha of *Trichoderma*), T5 (16 L of EM/ha), T6 (24 L of EM/ha), T7 (32 L of EM/ha), and T8 (40 L of EM/ha). Variables related to earliness, yield, and economic profitability were evaluated. Earliness was determined by the number of days to flowering, and the yield variables included plant height, number of leaves, fruit diameter, fruit length and weight, number of harvested fruits, and yield. The data were subjected to analysis of variance and Tukey's test at a 95% confidence level. The results showed that treatments T7 and T8 exhibited early flowering, at 32.33 and 32.67 days, respectively. Regarding yield, treatments T7, T8, and T4 recorded the highest values, at 6.48, 5.85, and 5.21 kg/m², respectively. In terms of economic profitability, T4 obtained the highest value (109.89%), followed by T7 (100.67%). In conclusion, T7 showed better agronomic responses, standing out for its early flowering and higher yield, while T4 presented the highest economic profitability.

Keywords: *Cucumis sativus* L., *Trichoderma*, effective microorganisms, yield, and profitability..

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú

I. INTRODUCCIÓN

El pepinillo (*Cucumis sativus* L.) es una especie hortícola de amplia distribución que se cultiva principalmente en zonas con climas tropicales y subtropicales, mediante sistemas de producción que pueden establecerse tanto en campo abierto como bajo estructuras de protección, dependiendo de las condiciones ambientales locales. Su importancia también radica en su versatilidad, ya que puede consumirse fresco o utilizarse como materia prima para diversos métodos de procesamiento, lo que genera oportunidades comerciales para los productores a nivel local, nacional e internacional. (Bernardo, 2021).

Durante la campaña 2022 – 2023 la superficie sembrada del cultivo de pepinillo fue de 2,416 (ha) con una producción nacional de 43,730 toneladas y un rendimiento promedio de 17,822 kg/ha, los departamentos con mayor rendimiento promedio fueron Ica (39,689 kg/ha), La Libertad (27,308 kg/ha), Lambayeque (22,289 kg/ha) y Tacna (21,661 kg/ha); mientras que el departamento de Ayacucho obtuvo un rendimiento promedio de 10,000 kg/ha así lo ratifica (MIDAGRI, 2023).

La producción de hortalizas requiere un mayor aporte de nutrientes, lo que lleva a los agricultores a utilizar fertilizantes químicos sintéticos. Sin embargo, el uso excesivo de estos fertilizantes puede provocar la degradación del suelo, razón por la cual la agricultura orgánica ha cobrado mayor importancia, ya que protege el medio ambiente y salud humana. (Saltos, 2022). Según Celiz y Gamboa (2025), el control biológico es una alternativa basada en el uso de microorganismos vivos o productos derivados de ellos, en particular hongos del género *Trichoderma*, del cual se han identificado más de 545 especies. Estos microorganismos pueden ayudar a controlar los hongos fitopatógenos que causan enfermedades en las plantas, así como promover el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento de los cultivos a través de diversos mecanismos.

Con el fin de reducir el uso de agroquímicos y fertilizantes sintéticos en diversos cultivos, los microorganismos eficaces constituyen una alternativa que se utiliza en la agricultura como fuente de fertilización orgánica. Esta comunidad microbiana se distingue por su origen natural y por la ausencia de efectos tóxicos o nocivos, lo que favorece condiciones propicias para el crecimiento y la sanidad vegetal (Silva, 2024).

La presente investigación tiene como finalidad generar información técnica sobre el efecto de diferentes dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces en el rendimiento del pepinillo (*Cucumis sativus* L.), así como aportar evidencia sobre su comportamiento productivo bajo condiciones de invernadero en Canaán, Ayacucho; asimismo, busca contribuir con información que permita valorar la rentabilidad económica de los tratamientos aplicados y sirva como referencia para el manejo de este cultivo en la región. A partir de las consideraciones expuestas en el presente trabajo de investigación, se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar el efecto de las aplicaciones de dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces en el rendimiento de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), bajo invernadero en Canaán 2750 msnm, Ayacucho – 2025.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de las dosis de *Trichoderma* en el rendimiento de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), bajo invernadero en Canaán a 2750 msnm, Ayacucho – 2025.
2. Evaluar la influencia de las dosis de microorganismos eficaces en el rendimiento de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), bajo invernadero en Canaán a 2750 msnm, Ayacucho – 2025.
3. Determinar la rentabilidad económica de los tratamientos evaluados bajo condiciones de invernadero, en Canaán a 2750 msnm, Ayacucho – 2025.

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación de la zona de estudio

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, región de Ayacucho a una altitud de 2750 msnm, Latitud sur de 13° 9' 49,83", Longitud oeste de 74° 12' 23,46".

2.2. Análisis físico químico del sustrato

Tabla 2.1

Resultados del análisis de caracterización del sustrato experimental, Ayacucho 2750 msnm

Clase textural			
Arena	54,69	%	Clase Franco arenoso
Limo	29,22	%	
Arcilla	16,09	%	
Parámetro	Result.	Unidad	Clasificac.
pH	5,90	Unidad pH	Moderadamente ácido
Conductividad	0,517	(dS.m ⁻¹)	No salino
Materia orgánica	8,90	%	Muy Alto
Nitrógeno total	0,45	%	Alto
Fosforo disponible	107,20	ppm	Muy Alto
Potasio disponible	866,00	ppm	Muy Alto
Ca ⁺⁺	16,80	Cmol (+).kg ⁻¹	Alto
Mg ⁺⁺	2,30	Cmol (+).kg ⁻¹	Medio
K ⁺	1,80	Cmol (+).kg ⁻¹	Alto
Na ⁺	0,50	Cmol (+).kg ⁻¹	Bajo
Al ⁺³	0,00	Cmol (+).kg ⁻¹	Muy bajo
C.I.C	21,40	Cmol (+).kg ⁻¹	medio

Fuente: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare (LABSAF) de la Estación Experimental Agraria Canaán – INIA, Ayacucho.

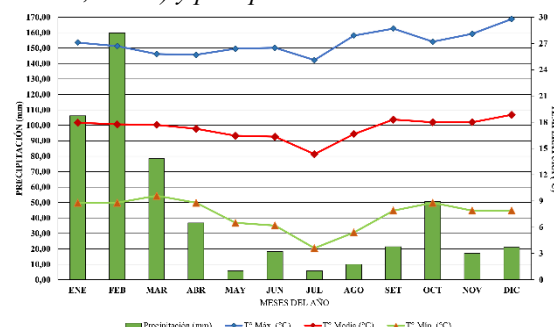
2.3. Condiciones meteorológicas

Los datos meteorológicos se obtuvieron de la estación del INIA-Ayacucho, situada en la provincia de Huamanga, región de Ayacucho, a 2750 metros sobre el nivel del mar; el estudio se llevó a cabo entre mayo y agosto de 2025, un periodo que corresponde a la estación seca, caracterizada por una disminución gradual de las precipitaciones y la temperatura.

Durante la temporada de crecimiento del pepinillo, se registraron una temperatura máxima media de 27,08 °C, una temperatura media de 17,30 °C y una temperatura mínima media de 7,52 °C, mientras que la precipitación acumulada alcanzó los 531,2 mm, condiciones que caracterizaron el clima durante el desarrollo del cultivo.

Figura 2.2

Esquema de los datos meteorológicos T° (máxima, mínima, media) y precipitación



2.4. Diseño metodológico

- **Tipo de investigación:** Por su finalidad, aplicada; de acuerdo con su objetivo, experimental.
- **Población:** Constituida por 288 plantas de pepinillo cultivadas bajo condiciones de invernadero en la Estación Experimental Agraria Canaán.
- **Muestra:** Conformada por 6 plantas por cada unidad experimental.
- **Técnicas e instrumentos:** Observación experimental y registro de datos, hoja de registro de variables, fotografías.

2.5. Variables

Tabla 2.3

Variables e indicadores

Variable independiente (X)	Indicadores
Trichoderma	Dosis de <i>Trichoderma</i>: 300 g/ha, 400 g/ha, 500 g/ha
Microorganismos eficaces (EM)	Dosis de EM: 16 L EM/ha, 24 L EM/ha, 32 L EM/ha, 40 L EM/ha
Variable Dependiente (Y)	Indicadores
Precocidad	Días a la floración (dds)
Rendimiento	- Altura de planta (cm) - Número de hojas (Unidad) - Diámetro del fruto (cm) - Longitud del fruto (cm) - Peso del fruto (g) - Número de frutos cosechados (unidad) - Rendimiento (kg/m²)
Rentabilidad económica	Rentabilidad (%)

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú

2.6. Método experimental

2.6.1. Diseño experimental

El estudio fue conducido utilizando el diseño Completamente al Azar (DCA) con 8 tratamientos y 3 repeticiones que hacen un total de 24 unidades experimentales (UE); siendo el Modelo Aditivo Lineal el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es la variable de respuesta observada en el i-ésimo tratamiento dentro de la j-ésima repetición.

μ = Es la media general del experimento

τ_i = Es el efecto del i-ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} = Es el error experimental aleatorio en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento.

2.6.2. Análisis estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y, cuando se identificaron diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey para comparar medias, con un nivel de confianza del 95 %, con el fin de determinar las diferencias entre los tratamientos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variable de precocidad

3.1.1. Días a la floración (dds)

Tabla 3.1

Análisis de varianza de días a la floración bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacacucho.

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	7	17,83	2,55	10,19	0,0001**
Error	16	4	0,25		
Total	23	21,83			

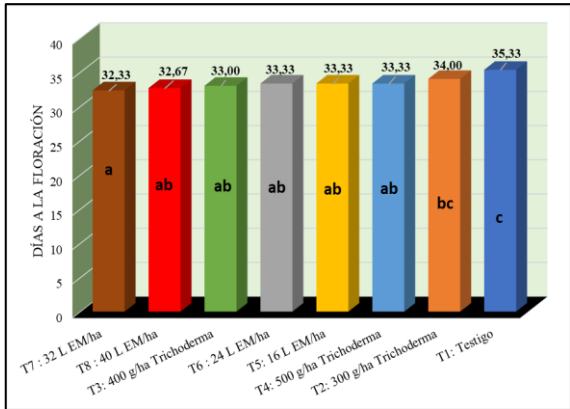
C.V. = 1,5 %

En la Tabla 3.1, se muestran los resultados del análisis de varianza para los días hasta la floración, el cual indicó un efecto altamente significativo de los tratamientos ($p < 0,0001^{**}$), lo que demuestra la existencia de diferencias estadísticas entre ellos; ante este resultado, se realizó una comparación de medias para identificar los mejores tratamientos. Además, el coeficiente de variación fue de 1,5 %, valor que

refleja una adecuada precisión experimental y confiabilidad de los resultados.

Figura 3.1

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en días a la floración, INIA-Ayacacucho.



En la Figura 3.1 se muestra la prueba Tukey, donde el tratamiento T7 (32 L EM/ha) presentó la floración más temprana, con 32,33 días, seguido del tratamiento T8 (40 L EM/ha), con 32,67 días. Ambos tratamientos difirieron estadísticamente del T1 (testigo), que presentó una floración más tardía, a los 35,33 días. Al respecto, Lian et al. (2023) señalan que la aplicación de bioinoculantes puede mejorar diversos aspectos morfológicos del cultivo de pepinillo, como el contenido de clorofila y la actividad radicular, favoreciendo la nutrición de la planta y contribuyendo a la precocidad del cultivo.

Mientras que Mustelier et al. (2023) sostienen que la aplicación de las rizobacterias RR72, RR79 y RC138 permitió registrar la floración a los 22,59, 24,47 y 21,87 días, respectivamente, en tanto que el testigo alcanzó este estado a los 26,00 días, encontrándose diferencias estadísticas significativas únicamente entre la cepa RC138 y el testigo.

Gallo y Villavicencio (2024), indican que el cultivo de pepinillo con la aplicación edáfica de *Trichoderma harzianum* a 2,5 cc/L obtuvo los mejores resultados al alcanzar su floración a los 30,86 días, la cual no difiere estadísticamente de las dosis edáficas de 2 cc/L (30,86 días) y 1,5 cc/L (31,00 días). No obstante, el testigo presentó una floración tardía a los 36,56 días.

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú

Mientras que Alvarado et al. (2019), determinaron que la aplicación de *T. Harzianum* favoreció en la temprana floración del cultivo de pepinillo, indicando que la aplicación de TRICHO D (300 g/ha, 400 g/ha y 500 g/ha) llegaron a la floración a los 30, 30 y 32 días después de la siembra, respectivamente, superando al testigo que presentó una floración tardía de 36 días. Estos hallazgos concuerdan con la presente investigación, demostrando que *Trichoderma* favorece la precocidad del pepinillo.

3.2. Variables de rendimiento

3.2.1. Altura de planta (cm)

Tabla 3.2

Análisis de varianza de altura de planta bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.

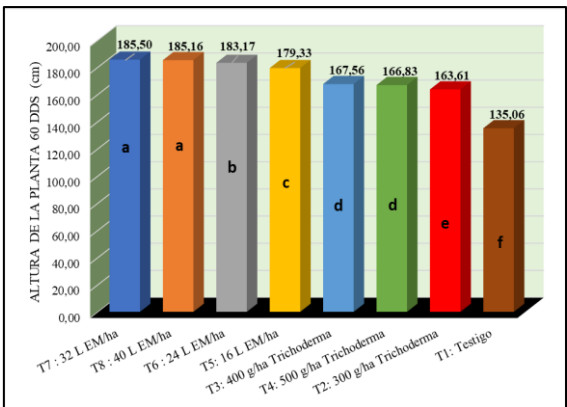
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Trat.	7	6011,12	858,73	3361,04	<0,0001**
Error	16	4,09	0,26		
Total	23	6015,2			

C.V. = 0,3 %

En la Tabla 3.2, se muestra el análisis de varianza de la altura de planta a los 60 días después de la siembra, el cual evidenció diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001^{**}$), por lo que se realizó la comparación de medias para determinar los tratamientos con mejor respuesta, asimismo, el coeficiente de variación de 0,3 % indicó una adecuada precisión y confiabilidad de los resultados.

Figura 3.2

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en altura de planta, INIA-Ayacucho.



En la Figura 3.2, se muestra la prueba de Tukey para la altura promedio de planta de pepinillo a los 60 días después de la siembra. Se observa una respuesta diferenciada entre los tratamientos evaluados. Las aplicaciones de EM presentaron mayores valores de altura de planta que los tratamientos con *Trichoderma* y el testigo. El tratamiento T7 (32 L de EM/ha) registró la mayor altura promedio, con 185,50 cm, seguido del T8 (40 L de EM/ha), con 185,16 cm. Ambos tratamientos presentaron valores estadísticamente similares entre sí; sin embargo, fueron superiores al tratamiento testigo, registrando incrementos de 37,34 % y 37,10 %, respectivamente.

En el efecto de *Trichoderma* con los tratamientos T3 (400 g/ha) y T4 (500 g/ha) resultaron con promedios de 167,56 y 166,83 cm de altura a los 60 días después de la siembra, respectivamente. Estos resultados evidencian desempeño inferior a comparación con EM; sin embargo, superan estadísticamente al testigo (135,06 cm de altura). Lian et al. (2023), señalan que la aplicación de *T. harzianum* favorece en la actividad radicular y la relación raíz-tallo, esto permite el incremento de altura de planta en el pepinillo.

Ticona (2025), indica que el tratamiento con aplicación de EM (70 L/ha) y EM (50 L/ha) presentó una media de 154,03 y 152,65 cm, respectivamente, siendo superior estadísticamente al testigo (132,17 cm).

Gallo y Villavicencio (2024), determinó que la aplicación edáfica de *Trichoderma* a dosis de 2,5 cc/litro y 2 cc/litro presentaron la mayor altura llegando a 195,25 y 178,11 cm, respectivamente, mostrando efectos diferenciados respecto a la aplicación foliar y al testigo que presentaron una media de 139,22 y 102,97 cm, respectivamente. Por otro lado, Rotimi et al. (2024) indican que todas las plantas de pepinillo inoculadas indujeron a que las variables de altura de planta fueran mayores que el control. Reportaron que el área foliar y el índice de área foliar fueron significativamente mayores al ser inoculadas con la combinación de *Trichoderma reesei* + *Trichoderma longibrachatum* en comparación con el control y los demás tratamientos. Alvarado et al. (2019) mencionan que la

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú

aplicación de *Trichoderma* estimula el desarrollo radicular, lo que se traduce en un mayor crecimiento de las plantas inoculadas y aumenta la altura del pepinillo, así como el diámetro y la longitud del fruto. Mientras que Apáez et al. (2025) reportaron que la aplicación de *Trichoderma* sp., *T. asperellum* y *T. harzianum* no mostró efecto sobre la altura de planta, sin evidenciar diferencias estadísticas significativas respecto al tratamiento testigo.

3.2.2. Número de hojas

Tabla 3.3

Análisis de varianza de número de hojas bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.

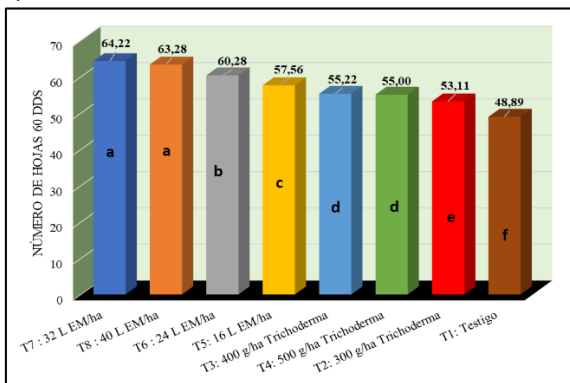
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratam.	7	571,2	81,6	285,31	<0,0001**
Error	16	4,58	0,29		
Total	23	575,77			

C.V. = 0,94 %

En la Tabla 3.3, se muestra el análisis de varianza del número de hojas registrado a los 60 días después de la siembra, cuyos resultados evidenciaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001^{**}$), por lo que se realizó la comparación de medias para determinar aquellos con mejor respuesta, asimismo, el coeficiente de variación de 0,94 % indicó una adecuada precisión experimental y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Figura 3.3

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en número de hojas, INIA-Ayacucho.



En la Figura 3.3, se muestra la prueba de Tukey para el número promedio de hojas por planta de

pepinillo a los 60 días después de la siembra, donde T7 (32 L EM/ha) alcanzó el mayor promedio, con 64,22 hojas, seguido de T8 (40 L EM/ha), que registró 63,28 hojas, sin presentar diferencias estadísticas significativas entre ambos tratamientos, asimismo, respecto al testigo, T7 y T8 mostraron incrementos de 31,36 % y 29,43 %, respectivamente, evidenciándose una respuesta favorable a la aplicación de EM, cuyas dosis permitieron obtener un mayor número de hojas en comparación con los tratamientos de *Trichoderma* y el testigo

En cuanto al efecto de *Trichoderma*, los tratamientos T3 (400 g/ha) y T4 (500 g/ha) presentaron promedios de 55,52 y 55,00 hojas, respectivamente, a los 60 días después de la siembra.

Estos resultados evidencian desempeño inferior a comparación de EM; sin embargo, superan estadísticamente al testigo que presentó 48,89 número de hojas. El efecto positivo de *Trichoderma* sp. se debe principalmente a su característica de promover el desarrollo radicular libre de enfermedades fúngicas debido a su característica antagonista.

Calero et al. (2019), determinaron que la aplicación de EM a una concentración de 100 mL L⁻¹ produjo un número significativamente mayor de hojas en el cultivo de pepino, alcanzando aproximadamente 30 hojas por planta, en comparación con el tratamiento testigo y la mezcla con vermicompost. Estos resultados coinciden con lo señalado por Rivas (2024), quien indica que el número de hojas por planta influye positivamente en el diámetro y la longitud de los frutos de pepinillo. Este comportamiento puede explicarse porque una mayor superficie foliar favorece una mayor tasa de fotosíntesis y, en consecuencia, una mayor disponibilidad de fotoasimilados para el crecimiento y desarrollo de los frutos. Asimismo, la composición microbiana de los EM activados podría contribuir al crecimiento y desarrollo de las plantas. De manera similar, Arana et al. (2025), señalan que tanto la aplicación individual como combinada de FitoMas-E® y microorganismos eficientes superaron al tratamiento control, destacando la

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú

combinación de FitoMas-E® (0,15 mL m⁻²) y microorganismos eficientes (0,4 mL m⁻²), que alcanzó 38,15 hojas por planta y difirió significativamente del resto de tratamientos. Gallo y Villavicencio (2024), señalan que la aplicación de *T. harzianum* a una dosis de 2,5 cc/cc/litro produjo un promedio de 14,85 hojas, superando al tratamiento testigo, que alcanzó 11,58 hojas. Asimismo, los autores reportaron que la aplicación edáfica obtuvo los mejores resultados, con una media de 15,04 hojas. Estos hallazgos coinciden con los resultados del presente estudio, donde la aplicación de *Trichoderma* permitió obtener un mayor número promedio de hojas en comparación con el tratamiento testigo. Por su parte, Alvarado et al. (2019), recomiendan la aplicación de *T. harzianum* a una dosis de 500 g.ha⁻¹ para el control del mildiu en el cultivo de pepino, debido a que favorece la aparición de nuevos brotes sanos y vigorosos. Sin embargo, Apáez et al. (2025), reportaron resultados diferentes, al no encontrar diferencias estadísticas entre la aplicación de *Trichoderma* y el tratamiento testigo, con 17,3 y 19,0 hojas por planta, respectivamente.

3.2.3. Diámetro de fruto (cm)

Tabla 3.4

Análisis de varianza de diámetro de frutos bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficientes en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacacucho.

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	7	0,69	0,10	3,90	0,0115*
Error	16	0,41	0,03		
Total	23	1,10			

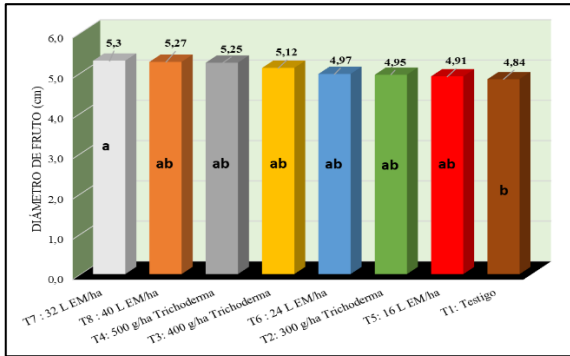
C.V. = 3,21 %

En la Tabla 3.4 se muestra los resultados del análisis de varianza para el diámetro de los frutos. Se observa que los tratamientos presentaron efectos estadísticamente significativos ($p = 0,0115^*$), lo que indica que al menos uno de ellos difiere significativamente de los demás. Ante este resultado, se realizó la prueba de comparación de medias para identificar los tratamientos que presentaron los mejores resultados. Asimismo, se obtuvo un coeficiente de variación de 3,21 %, lo que indica

una adecuada precisión y confiabilidad de los datos obtenidos.

Figura 3.4

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficientes en diámetro de frutos, INIA-Ayacacucho.



En la Figura 3.4, se muestra la prueba de Tukey para el diámetro promedio del fruto, donde el tratamiento T7 (32 L EM/ha) alcanzó el mayor valor, con 5,30 cm, superando estadísticamente al testigo, que registró una diferencia de 0,44 cm, equivalente a un incremento de 9,09 %, mientras que T8 (40 L EM/ha), correspondiente a la dosis más alta de EM, presentó un valor de 5,27 cm, seguido de T6 (24 L EM/ha) con 4,97 cm y T5 (16 L EM/ha) con 4,91 cm, ubicándose estos tratamientos en un nivel intermedio de respuesta. En el efecto de *Trichoderma*, con el tratamiento T4 (500 g/ha) se encontró un diámetro promedio de 5,25 cm, lo cual es similar el efecto de T7 de EM (“a”). Las dosis más bajas tuvieron efectos más bajos intermedias, donde T3 (400 g/ha) y T2 (300 g/ha) tuvieron promedios de 5,12 y 4,95 cm, respectivamente. Asimismo, estos no difieren claramente del testigo (4,84 cm), que comparten el grupo estadístico “b”.

En cuanto al efecto de los EM, los tratamientos T7 (32 L EM/ha) y T8 (40 L EM/ha) presentaron los mayores diámetros de fruto. Este resultado coincide con Rivas (2024), quien reportó que la dosis de 40 L EM/ha obtuvo un diámetro de 3,20 cm en pepinillo variedad Gurin. Las diferencias entre ambos estudios podrían deberse a las características varietales, debido a que Gurin es un pepino de tipo japonés, de frutos más delgados, mientras que Marketmore 76 produce frutos de mayor grosor. Arana et al. (2025) señalan que la aplicación del tratamiento con

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú

MOE y FitoMas-E® de forma combinada superaron estadísticamente al testigo, aunque no difirió significativamente de los tratamientos de aplicación simple.

En relación con el *Trichoderma* aplicado, el tratamiento T4 (500 g/ha) produjo un diámetro promedio de 5,25 cm, resultado similar a lo reportado por Lian et al. (2023), en el cultivo de pepinillo, quienes demostraron que *Trichoderma harzianum*, aplicado a una dosis de 10⁶ esporas/ml, incrementó el diámetro de los frutos en 12,3 % respecto al tratamiento control. Este efecto puede atribuirse a la producción de auxinas y a la estimulación de la absorción de nutrientes por parte de estos microorganismos. En este sentido, Almaghasla et al. (2023), señalan que *Trichoderma* contribuye a proteger las plantas frente a patógenos del suelo, como *Rhizoctonia solani*, favoreciendo indirectamente el desarrollo de los frutos. Asimismo, Awal et al. (2024), indican que mecanismos como la antibiosis y el micoparasitismo permiten suprimir el desarrollo de patógenos, reduciendo los efectos de las enfermedades y favoreciendo el rendimiento del cultivo. Por su parte, Rotimi et al. (2024), reportaron que la aplicación de *Trichoderma reesei* y *T. longibrachiatum* incrementó el diámetro de los frutos de pepinillo en 6,5 % y 7,8 %, respectivamente. Kredics et al. (2024), destacan que los inóculos multiespecie de *Trichoderma* pueden presentar efectos sinérgicos, y sugieren que dosis superiores a 2,5 mL podrían explorarse para maximizar el diámetro frutal, aunque advierten que concentraciones excesivas pueden generar efectos antagónicos por competencia intraespecífica.

3.2.4. Peso del fruto (g)

Tabla 3.5

Análisis de varianza de peso del fruto bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.

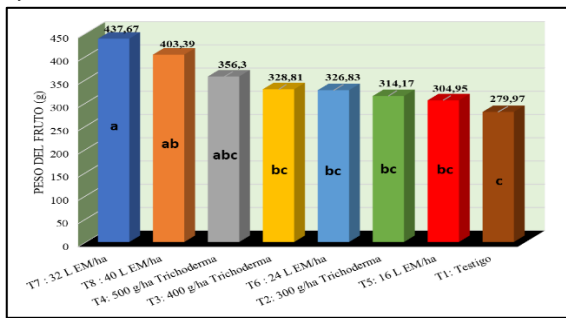
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Trat.	7	58476,87	8353,84	6,46	0,001**
Error	16	20683,37	1292,71		
Total	23	79160,24			

C.V. = 10,45 %

En la Tabla 3.5, se muestra el análisis de varianza correspondiente al peso de los frutos, cuyos resultados evidencian diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p = 0,001^{**}$). Esto indica que al menos uno de los tratamientos presenta un comportamiento estadísticamente diferente respecto a los demás. Por ello, se procedió a realizar la comparación de medias, con el propósito de determinar los tratamientos que obtuvieron mejores resultados. Asimismo, el coeficiente de variación fue de 10,45 %, valor que refleja una adecuada precisión experimental y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Figura 3.5

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en peso del fruto, INIA-Ayacucho



En la Figura 3.5, se muestra la prueba de Tukey, donde el tratamiento T7 (32 L EM/ha) alcanzó el mayor peso promedio de fruto (437,67 g), ubicándose en el grupo estadístico “a”. Este tratamiento no presentó diferencias estadísticas significativas con T8 (40 L EM/ha), ubicado en el grupo “ab”, con un promedio de 403,39 g. Asimismo, T7 presentó un peso de fruto estadísticamente superior a los tratamientos T3, T6, T2, T5 y T1. Tanto T7 como T8 superaron al tratamiento testigo, con incrementos de 56,33 % y 44,08 % en el peso del fruto, respectivamente. Por otra parte, los tratamientos T4 (500 g/ha de *Trichoderma*), T3 (400 g/ha), T6 (24 L de EM/ha), T2 (300 g/ha) y T5 (16 L de EM/ha) se ubicaron en los grupos estadísticos “abc” y “bc”, con promedios de 356,30; 328,81; 326,83; 314,17 y 304,95 g, respectivamente. Los tratamientos T3, T6, T2 y T5 presentaron un comportamiento estadísticamente similar entre sí, mientras que T4 mostró un comportamiento

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú

intermedio al compartir las letras “a”, “b” y “c” con diferentes tratamientos. Finalmente, el tratamiento testigo T1 (sin bioestimulantes) presentó el menor peso promedio (279,97 g), ubicándose en el grupo estadístico “c”.

En nuestro estudio, los tratamientos T7 (32 L EM /ha) y T8 (40 L EM/ha) influyeron significativamente en el peso del fruto, logrando promedios de 437,67 y 403,39 g, respectivamente. Estos valores superan ampliamente a los reportados por Rivas (2024), en pepino *cv. Gurin*, quien con una dosis de 32 L EM / ha obtuvo un peso promedio de 230,75 g sin diferencias significativas frente a su testigo. Esta superioridad en Canaán se atribuye al potencial genético de la variedad Marketmore 76 para translocar fotoasimilados bajo el estímulo de los microorganismos eficaces (EM). Asimismo, Rivas asocia los efectos positivos de los EM a la mayor disponibilidad de P y K mediante microorganismos solubilizadores, lo cual respalda nuestros hallazgos; dado que el suelo de Canaán no presentó déficit de P (107,20 ppm) ni de K (866 ppm), la inoculación microbiana optimizó la disponibilidad biológica y la absorción eficiente de estos macronutrientes. Arana et al. (2025), evaluaron el peso de los frutos de pepinillo y observaron variaciones notables entre los tratamientos. El tratamiento que superó a los demás, el que contenía microorganismos eficaces a 0,4 ml/m² + FitoMas-E® a 0,15 ml/m², produjo el mayor peso de fruto (419,5 g). Por otro lado, no se observaron diferencias significativas entre las aplicaciones individuales de FitoMas-E® (341,5g) y de microorganismos eficaces (308,25 g) y el tratamiento testigo.

Los tratamientos como con *Trichoderma* T4 (500 g/ha), T3 (400 g/ha), T2 (300 g/ha) muestran promedios de 356,3 g, 328,81g, 314,17 g. Estos resultados son efectos con promedios intermedios, superiores numéricamente al testigo, a su vez, inferiores al efecto de EM. Los efectos positivos de *Trichoderma* se explica desde su mecanismo de acción, donde Awal et al. (2024) afirman que estos producen enzimas líticas (quitinasas, glucanasas), antibiosis y competencia por nutrientes frente a

enfermedades, también induce a resistencia sistémica del cultivo como hortalizas. La diferencia en el efecto entre EM y *Trichoderma* podría atribuirse al pH = 7,62 del suelo, ya que Awal et al. (2024), menciona que estos se desarrollan mejor pH neutro a ácido (6,5 – 5,5). Asimismo, Lian et al. (2023) en sus hallazgos reportaron tras aplicar *Trichoderma harzianum* aplicado en pepino incrementos positivos de 28% respecto al control, también vieron actividad de enzimas antioxidantes y reducción considerable de marchitez de las plantas por accesión de *Fusarium*. En nuestro caso se encontró incremento máximo de 21,42% de incremento, siendo relativamente inferior. Sharma et al. (2023) también reporta beneficio positivo en pepino con *Trichoderma viride*, donde el peso seco y vigor de plántulas fueron mejores con dosis de 2,5 mL.L⁻¹. Además, confirmaron que mayores dosis de *Trichoderma* generan competencia a otros microbios del suelo, lo cual hace efectos negativos.

3.2.5. Longitud del fruto (cm)

Tabla 3.6

Análisis de varianza de longitud de fruto bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Trat.	7	17,87	2,55	3,12	0,0281*
Error	16	13,08	0,82		
Total	23	30,95			

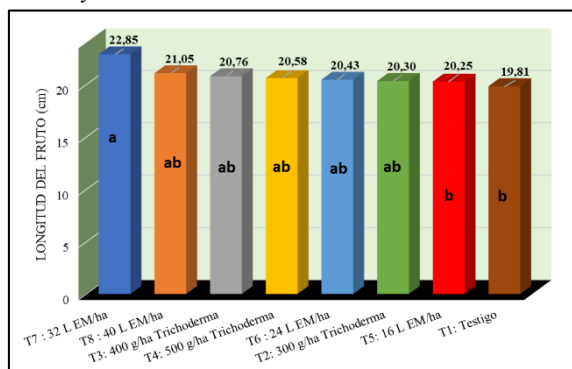
C.V. = 4,36 %

En la Tabla 3.6, se muestra el análisis de varianza correspondiente a la longitud de los frutos, cuyos resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p = 0,0281^*$). Esto indica que al menos uno de los tratamientos presentó un efecto diferente sobre la longitud de los frutos. Ante este resultado, se realizó la comparación de medias, con la finalidad de identificar los tratamientos con mejor comportamiento. Asimismo, se obtuvo un coeficiente de variación de 4,36 %, valor que refleja una buena precisión experimental y confiabilidad de los datos obtenidos.

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú

Figura 3.6

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces en longitud del fruto, INIA-Ayacucho.



En la Figura 3.6, se muestra la prueba de Tukey, donde tratamiento T7 (32 L EM/ha) presentó la mayor longitud de fruto, con 22,85 cm, ubicándose en el grupo estadístico “a”; no obstante, no difirió estadísticamente de los tratamientos T8 (21,05 cm), T3 (20,76 cm), T4 (20,58 cm), T6 (20,43 cm) y T2 (20,30 cm). Esto sugiere que, aunque existe una tendencia favorable con la aplicación de 32 L EM/ha, su efecto no fue estadísticamente superior frente a los demás tratamientos que presentaron valores intermedios. Finalmente, el tratamiento T7 mostró un incremento de 15,35 % en la longitud del fruto con respecto al tratamiento testigo.

Los tratamientos con *Trichoderma* en distintas dosis aplicados T4 (500 g/ha) con 20,58 cm, T3 (400 g/ha) con 20,76 cm y T2 (300 g/ha) con 20,30 cm; así como los tratamientos con EM, T6 (24 L EM /ha) con 20,43 cm y T8 (40 L EM/ha) 21,05 cm, en conjunto se agrupan en el mismo grupo estadístico “ab”, evidenciándose que no existe una diferencia estadística entre estos. En resumen, tanto el EM y *Trichoderma* tienen efectos muy similares en dosis intermedios, sin un efecto diferencial contundente.

En aplicaciones de EM en dosis 32 L EM/ha y 40 L EM/ha agua fueron relativamente mejor que *Trichoderma*, donde el mayor incremento fue 15,35% con respecto al testigo, gracias al tratamiento T7. Por su parte, Arana (2025) señala que la aplicación de EM + FitoMas-E® presentó la mayor longitud con 21,95 cm, sin embargo, no difiere significativamente del

tratamiento T3 (FitoMas-E®), pero si del resto de los tratamientos. El tratamiento control presentó un valor de 19,06 cm presenta la menor longitud del fruto.

Respecto a la aplicación de *Trichoderma*, Rotimi et al. (2024), en el cultivo de pepino demostraron tras aplicar *T. reesei* y *T. longibrachiatum* un incremento de 18% en longitud de frutos respecto al control, don han encontrado promedio de 21,5 cm de longitud con dosis de 2,0 – 2,5 mL. Estos son muy similares a nuestros resultados T4 (20,58 cm) y T3 (20,76 cm). Luego a estos beneficios atribuyeron a producción de giberelinas y auxinas, lo cual está involucrado en elongación del fruto. Desde el mecanismo de acción de *Trichoderma*, Awal et al. (2024) destacan que estos producen enzimas hidrolíticas (quitinasas, glucanasas) que no solo controlan patógenos sino también liberan sustancias inductoras de crecimiento de las plantas. Asimismo, Lian et al. (2023), reportaron incrementos de frutos en pepino, con valores de 12,5% respecto al testigo en suelos bajo influencia de patógenos como Fusarium. Pero en ausencia de fusarium reportaron incremento de longitud de hasta 8%.

Además, Rotimi et al. (2024), afirmaron que, el *Trichoderma* se desarrolla mejor en condiciones de pH neutro hacia abajo, donde en pH alcalinos baja la concentración de estos microbios. Esto explica las diferencias en sus efectos entre EM y *Trichoderma* en suelos de Canaán. Asimismo, Ticona (2025), menciona que la colonización de microbios es mejor en suelo que tiene % MO medio.

3.2.6. Número de frutos cosechados

Tabla 3.7

Análisis de varianza de número de frutos cosechados bajo el efecto de dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), INIA-Ayacucho.

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Trat.	7	12.51	1.79	39.66	<0.0001**
Error	16	0.72	0.05		
Total	23	13.23			

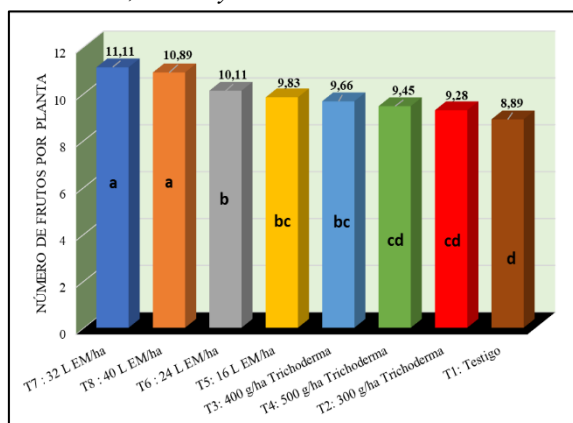
C.V. = 2,14 %

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú

En la Tabla 3.7, se muestra el análisis de varianza correspondiente al número de frutos de pepinillo, cuyos resultados evidenciaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001^{**}$). Esto indica que al menos uno de los tratamientos presentó un comportamiento estadísticamente diferente respecto a los demás en el número de frutos. Ante este resultado, se realizó la comparación de medias, con la finalidad de identificar los tratamientos con mejor comportamiento frente a la aplicación de EM y *Trichoderma*. Asimismo, se obtuvo un coeficiente de variación de 2,14 %, valor que refleja una adecuada precisión experimental y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Figura 3.7

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces en número de frutos cosechados, INIA-Ayacacucho.



En la Figura 3.7 se muestra la prueba de Tukey para el número promedio de frutos de pepinillo, donde se observa una respuesta diferenciada entre los tratamientos evaluados. Las aplicaciones de EM superaron consistentemente a los tratamientos con *Trichoderma* y al testigo en el número de frutos, destacando T7 (32 L EM/ha), que alcanzó un promedio de 11,11 frutos, seguido de T8 (40 L EM/ha), con 10,89 frutos, ambos tratamientos no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí, sin embargo, se diferenciaron significativamente del tratamiento testigo, con un incremento de 24,97 % y 22,49 %, respectivamente.

En el efecto de *Trichoderma* con los tratamientos T3 (400 g/ha), T4 (500 g/ha) y T2 (300 g/ha) resultaron con promedios de 9,66, 9,45 y 9,28 unidades de frutos, respectivamente. Estos resultados evidencian desempeño inferior a comparación de EM; asimismo, mantienen similitudes estadísticas con el testigo (8,89 frutos) “d”.

Con la aplicación de EM, en el presente trabajo de investigación se encontraron incrementos de 24,97 % y 22,50 % en los tratamientos T7 y T8, respectivamente en comparación con el tratamiento testigo. Rivas (2024), registró 11,5 frutos por planta con 32 L de EM/ha en pepino cv. Gurin, frente a 10,78 en el testigo, equivalente a un incremento de 6,68 %; mientras que, en Canaán, el tratamiento T7 alcanzó un promedio superior, diferencia que podría atribuirse a las condiciones ambientales, el manejo agronómico y las particularidades de la variedad utilizada.

Ticona (2025), al estudiar el pepinillo cv. Exocet, obtuvo 13,25 y 12,75 frutos por planta con 50 y 70 L/ha de EM, respectivamente; no obstante, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, evidenciándose una respuesta similar entre los tratamientos.

Respecto al efecto de *Trichoderma*, con los tratamientos, T3 (400 g/ha), T4 (500 g/ha) y T2 (300 g/ha) alcanzaron 9,66, 9,45 y 9,28 frutos por planta, respectivamente, sin evidenciar diferencias estadísticas entre ellos. Estos resultados difieren de lo reportado por Almaghasla et al. (2023), quienes señalaron que *T. viride*, *T. harzianum*, *T. hamatum* y *T. koningii* favorecieron el control de *Rhizoctonia solani* y permitieron incrementar el número de frutos hasta en 30 % respecto al testigo; sin embargo, cuando no estuvieron presentes patógenos susceptibles de ser controlados, el efecto de *Trichoderma* fue reducido, con aumentos de solo 5–8 %, lo que indicaría una expresión limitada de su capacidad de biocontrol. De manera similar, Sharma et al. (2023) observaron efectos favorables de *T. harzianum* sobre la germinación, el vigor de las plántulas, la emergencia y el desarrollo radicular del pepino. En el presente estudio, la elevada

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú

disponibilidad de fósforo (107,2 ppm) y potasio (866 ppm) podría haber limitado la respuesta del microorganismo, considerando que, según Rotimi et al. (2024), los beneficios de *Trichoderma* pueden ser más notorios bajo condiciones de menor disponibilidad de nutrientes.

3.2.7. Rendimiento en kg/m²

Tabla 3.8

Análisis de varianza del rendimiento (kg/m²) bajo el efecto de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), INIA-Ayacucho.

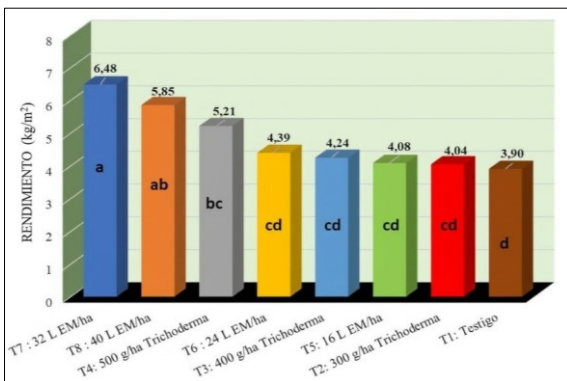
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Trat.	7	19,4	2,77	15,02	<0,0001**
Error	16	2,95	0,18		
Total	23	22,35			

C.V. = 9,00 %

En la Tabla 3.8, se muestra el análisis de varianza del rendimiento de pepinillo, observándose un efecto altamente significativo de los tratamientos ($p < 0,0001^{**}$), lo que indica que al menos uno de los tratamientos generó un rendimiento diferente a los demás; por ello, se realizó la comparación de medias para identificar los tratamientos con mayor respuesta productiva. Asimismo, el coeficiente de variación fue de 9,00 %, lo que evidencia una adecuada precisión experimental y confiabilidad de los resultados.

Figura 3.8

Comparación de medias (Tukey, 0,05) de los efectos principales de dosis de Trichoderma y microorganismos eficaces en el rendimiento (kg/m²), INIA-Ayacucho.



En la Figura 3.8 se muestra la prueba de Tukey para el rendimiento promedio de pepinillo, donde los tratamientos T7 (32 L EM/ha) y T8 (40

L EM/ha) alcanzaron los mayores rendimientos, con 6,48 y 5,85 kg/m², respectivamente, ambos ubicados en el grupo estadístico “a”, por lo que no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí. Asimismo, T7 y T8 superaron al tratamiento testigo T1, que registró 3,90 kg/m² y se ubicó en el grupo estadístico “d”, representando incrementos de 66,15 % y 50,00 %, respectivamente, frente al testigo. Por su parte, T4 (500 g/ha de *Trichoderma*) alcanzó 5,21 kg/m², mientras que T3 (400 g/ha de *Trichoderma*), T6 (24 L EM/ha), T5 (16 L EM/ha) y T2 (300 g/ha de *Trichoderma*) presentaron 4,39; 4,24; 4,08 y 4,04 kg/m², respectivamente. En conjunto, los tratamientos con aplicación de EM y *Trichoderma* mostraron mayores rendimientos que el testigo, destacando las dosis de 32 y 40 L EM/ha como las de mejor respuesta productiva.

Calero et al. (2019) indican que el empleo de los microorganismos promotores del crecimiento produce diversas sustancias, como hormonas y nutrientes, estos componentes favorecen la productividad de los cultivos.

Ticona (2025), señala que la aplicación de EM a una dosis de 70 L /ha EM superó estadísticamente en rendimiento a los tratamientos con dosis inferiores obteniendo una media de 2,4 kg/m² en el cultivo de pepinillo var. Exocet, mientras que el testigo presentó un rendimiento de 2,14 kg/m². Estos hallazgos son inferiores a nuestros resultados, debido principalmente a las características genéticas que presenta la var. Marketmore 76 (producción abundante y cosechas prolongadas), y las condiciones edafoclimáticas presentadas en condiciones del invernadero del presente trabajo. Por otro lado, Rivas (2024), realizó un trabajo de investigación en el cultivo de pepinillo bajo condiciones de campo en casa malla, indica que los tratamientos T2 (24 L EM/ha), T3 (32 L EM/ha) y T4 (40 L EM/ha) presentaron el mayor rendimiento total promedio de frutos obteniendo una media de 10,47, 10,57 y 10,56 Kg/m² respectivamente, estos no difieren estadísticamente. Sin embargo, el tratamiento T0 (Manejo de la empresa) presentó una media de 9,91 Kg/m², siendo inferior a todos. Estos datos

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú

superan a nuestros resultados, fue realizado en condiciones de Cañete-Lima, utilizando pepino tipo japones var. Gurin, que bajo invernadero llegan a presentar un rendimiento promedio de hasta 13,4 kg.m².

Gallo y Villavicencio (2024), determinaron que la aplicación edáfica de *Trichoderma harzianum* presentó los mayores rendimientos, destacando la dosis de 2,5 cc/L con 9834,29 kg/ha, seguida de las dosis de 2 cc/L y 1,5 cc/L, con 5799,31 y 5506,45 kg/ha, respectivamente. Asimismo, la aplicación edáfica presentó un rendimiento estadísticamente superior al obtenido mediante la aplicación foliar y el tratamiento testigo, lo que evidencia que una adecuada aplicación de los microorganismos puede favorecer la productividad del cultivo de pepino. Este efecto también fue observado desde una perspectiva fisiológica por Lian et al. (2023), quienes reportaron que la incorporación de *Trichoderma harzianum* favoreció la respuesta fisiológica de las plantas de pepino, al incrementar la actividad de enzimas antioxidantes como el superóxido dismutasa, ascorbato peroxidasa, catalasa y peroxidasa. Asimismo, se observó un aumento en el contenido de clorofila, la actividad radicular, la relación raíz-tallo y el vigor de las plántulas. En los frutos tratados con 10⁶ UFC/g de *T. harzianum*, se registraron mayores contenidos de azúcares solubles, proteínas y sólidos solubles, con incrementos de 66,06 %, 36,15 % y 7,95 %, respectivamente, en comparación con el testigo correspondiente. De igual manera, el rendimiento presentó un incremento de 50,19 % respecto al tratamiento sin *Trichoderma*. Los autores concluyeron que *T. harzianum* contribuye al mejoramiento de las características fisiológicas y bioquímicas del cultivo, favoreciendo la calidad y el rendimiento de los frutos, además de contribuir al control de la marchitez ocasionada por *Fusarium*, evidenciando su potencial como agente de biocontrol.

Alvarado et al. (2019), indicaron que la aplicación de *Trichoderma harzianum* (Tricho D), a una dosis de 500 g/ha, presentó un rendimiento total de 18 159,97 kg/ha, seguido del tratamiento con Benomyl 50 WP (400 g/ha),

que presentó 17 948,24 kg/ha, mientras que el testigo obtuvo 10 576,94 kg/ha. Asimismo, se evidenciaron diferencias estadísticas entre los tratamientos.

3.3. Variable de rentabilidad

3.3.1. Rentabilidad económica

Tabla 3.9

Rentabilidad económica en porcentaje del cultivo de pepinillo, INIA-Ayacucho.

Trat.	Descripción	Rdt. (kg/ha)	Precio Unit. (S/.)	Costo de prod. (S/.)	Venta total (S/)	Utilidad neta (S/)	Rent. (%)
T4	500 g/ha <i>Trichoderma</i>	31,843.52	1,20	18,206.05	38,212.20	20,006.17	109,89
T7	32 L EM/ha	39,605.76	1,20	23,684.45	47,526.90	23,842.46	100,67
T1	Testigo	23,836.80	1,20	14,782.05	28,604.20	13,822.11	93,51
T3	400 g/ha <i>Trichoderma</i>	25,914.88	1,20	17,521.25	31,097.90	13,576.61	77,49
T2	300 g/ha <i>Trichoderma</i>	24,692.48	1,20	16,836.45	29,631.00	12,794.53	75,99
T8	40 L EM/ha	35,755.20	1,20	25,910.05	42,906.20	16,996.19	65,60
T5	16 L EM/ha	24,936.96	1,20	19,233.25	29,924.40	10,691.10	55,59
T6	24 L EM/ha	26,831.68	1,20	21,458.85	32,198.00	10,739.17	50,05

En la Tabla 3.9 se observa que el tratamiento T4 (500 g/ha de *Trichoderma*) alcanzó la mayor rentabilidad económica, con 109,89 %, lo que significa que por cada S/ 1,00 invertido se obtuvo una ganancia aproximada de S/ 1,10, seguido de T7 (32 L de EM/ha) con 100,67 %. El testigo (T1) presentó una rentabilidad de 93,51 %, resultado que puede estar relacionado con las características productivas de la variedad Marketmore 76, las condiciones edafológicas favorables y las condiciones climáticas del invernadero. Por otro lado, T3, T2, T8, T5 y T6 presentaron rentabilidades de 77,49 %, 75,99 %, 65,60 %, 55,59 % y 50,05 %, respectivamente, siendo T6 el de menor rentabilidad, debido principalmente a los mayores costos asociados a los insumos requeridos. En general, T4 y T7 mostraron los mayores niveles de rentabilidad económica, constituyéndose en alternativas económicamente viables frente a los demás tratamientos evaluados.

En cuanto a la rentabilidad, Gallo y Villavicencio (2024), señalaron que la aplicación edáfica de *Trichoderma harzianum* a una concentración de 2,5 cc/L permitió obtener una rentabilidad de 101 %, superior a la registrada mediante la aplicación foliar y el tratamiento sin microorganismos, los cuales

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú

presentaron menores valores. Este comportamiento coincide con los resultados del presente estudio, donde la aplicación de *Trichoderma* permitió obtener una rentabilidad elevada y superar al tratamiento testigo, evidenciando su efecto favorable sobre el desempeño económico del cultivo. De manera complementaria, Alvarado et al. (2019), reportaron una rentabilidad económica de 149,76 % con la aplicación de *Trichoderma harzianum* a una dosis de 500 g/ha, valor que superó al obtenido por los demás tratamientos evaluados.

Rivas (2024), reportó que la aplicación de 32 L de EM/ha alcanzó el mayor beneficio neto, con S/ 111 938,51, seguida de la dosis de 40 L de EM/ha, que obtuvo S/ 110 457,27. En cambio, el tratamiento correspondiente únicamente al manejo de la empresa, sin aplicación de microorganismos eficaces, registró un beneficio neto de S/ 96 081,59. Estos resultados muestran que la rentabilidad es un criterio importante para valorar la conveniencia de un tratamiento, evidenciando que el uso de bioinoculantes puede favorecer tanto el rendimiento del cultivo como los beneficios económicos.

Rivas (2024) obtuvo que el mayor beneficio neto correspondió al tratamiento con la aplicación de 32 L de EM/ha, con un valor de S/ 111 938,51, seguido del tratamiento con 40 L de EM/ha, que registró S/ 110 457,27. Por su parte, el tratamiento correspondiente al manejo de la empresa, presentó un beneficio neto de S/ 96 081,59. En este sentido, las dosis de 32 y 40 L de EM/ha presentaron los mayores beneficios netos entre los tratamientos evaluados, superando al tratamiento sin aplicación de EM.

CONCLUSIONES

1. Se logró un mayor rendimiento con el tratamiento T4 (500 g/ha de *Trichoderma*), el cual obtuvo 5,21 kg/m², superando estadísticamente al testigo (3,90 kg/m²).
2. Se obtuvo un mayor rendimiento con el tratamiento T7 (32 L EM/ha) seguido del T8 (40 L EM/ha), reportando promedios de 6,48 y 5,85 kg/m² respectivamente, los

cuales superaron estadísticamente al testigo (3,90 kg/m²).

3. Se determinó una mayor rentabilidad económica con el tratamiento T4 (500 g/ha de *Trichoderma*) seguido del T7 (32 L EM/ha), presentando un porcentaje de 109,89 % y 100,67 % respectivamente, valores que resultaron superiores a los demás tratamientos evaluados y al testigo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almaghasla, M. I., El-Ganainy, S. M., & Ismail, A. M. (2023). Biological Activity of Four *Trichoderma* Species Confers Protection against *Rhizoctonia solani*, the Causal Agent of Cucumber Damping-Off and Root Rot Diseases. *Sustainability*, 15(9), 7250. <https://doi.org/10.3390/su15097250>
- Alvarado, A., Pilaloe, W., Torres, S., & Torres, K. (2019). Efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) en pepino. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 101-111. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v43n1/0377-9424-ac-43-01-101.pdf>
- Apáez, M., Ayvar, S., Díaz, N., Mena, A., & Damaso, A. L. (2025). Inoculación de *Trichoderma* spp. para promover en el crecimiento de pepino. *Ciencia e Innovación Agroalimentaria de la Universidad de Guanajuato*, 6(2), 287-297. <https://doi.org/https://doi.org/10.15174/cia.v6i12.93>
- Arana, F., Pérez, N., & Ronda, R. (2025). Respuesta del cultivo del pepino (*Cucumis sativus*, L.) a la aplicación de dos bioproductos. *17(4)*, 192-203. <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/2789>
- Awal, M. A., Abdullah, N. S., Dedat, P., Reza, D. D., Ratu, S., Yusmin, M.-Y., Mohd, S., & Febri, D. (2024). Mechanisms of action and biocontrol potential of *Trichoderma* against. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1). <https://doi.org/DOI:10.1080/23311932.2024.2394685>
- Bernardo, S. K. (2021). *Dosis de los microorganismos eficaces activados en el*

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú

- rendimiento del pepinillo (Cucumis sativus L.) en el CIFO, UNHEVAL, Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/8098>
- Calero, A., Quintero, E., Pérez, Y., González, Y., & González, T. N. (2019). Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 22(2), e1167. <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n2.2019.1167>
- Celiz, S. E., & Gamboa, M. (2025). Trichoderma : hongos microscópicos aliados de los cultivos agrícolas. *Revista de divulgación Científica iBIO*, 7(1), 198-198.
- Gallo, F. D., & Villavicencio, B. A. (2024). *Efecto de la aplicación edáfica y foliar de Trichoderma harzianum sobre las características agronómicas del cultivo de pepino*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11692>
- Kredics, L., Büchner, R., Balázs, D., Allaga, H., Kedves, O., Racić, G., Varga, A., Nagy, V. D., Vágvolgyi, C., & Sipos, G. (2024). Recent advances in the use of Trichoderma-containing multicomponent microbial inoculants for pathogen control and plant growth promotion. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 40(162). <https://doi.org/10.1007/s11274-024-03965-5>
- Lian, H., Li, R., Ma, G., Zhao, Z., Zhang, T., & Li, M. (2023). The effect of Trichoderma harzianum agents on physiological-biochemical characteristics of cucumber and the control effect against Fusarium wilt. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44296-z>
- MIDAGRI. (2023). *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego- Sistema Integrado de Estadística Agraria - SIEA*. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales/4-agricola>
- Mustelier, M., Garza, T., Ruiz, O., Cutiño, A., & Fernández, M. (2023). Efectos de las bacterias RR72, RR79 y RC138 en el crecimiento de *Cucumis sativus* L. en casa de cultivos protegidos. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 3(1), 5-13. Obtenido de <https://revista.excedinter.com/index.php/rtest/article/view/59/56>
- Rivas, D. A. (2024). Microorganismos eficientes (EM -1) en el rendimiento y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) cv. Gurin. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6852>
- Rotimi Olojugba, M., Toyosi Catherine, A., & Tope Jhonson, A. (2024). Changes in some soil chemical properties, growth, and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L) are caused by *Trichoderma reesei* and *Trichoderma longibrachiatum* in different land-use systems. *Plant science review*. <https://doi.org/10.51470/PSR.2025.06.01.10>
- Salto, J. E. (2022). Uso de microorganismos efectivos, en el manejo agronómico de hortalizas. *Universidad Técnica de Babahoyo*.
- Sharma, A., Shukla, A., & Gupta, M. (2023). Effect of bioagents on cucumber seed mycoflora, seed germination, and seedling vigour. *Scientific Reports*, 13(6052). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30253-3>
- Silva, C. D. (2024). *Efecto Agronómico de la aplicación foliar de microorganismos eficientes (EM), en dos variedades de pepino (Cucumis sativus L.)*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SILVA%20MORALES%20CRISTIAN%20DAVES.pdf>
- Ticona, D. A. (2025). *Efecto de cuatro dosis de microorganismos eficientes (ME) en el rendimiento del cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.) var. Exocet en el Distrito de Calana, Tacna*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jorge Basadre Grohmann]. <https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/5282>

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú