UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

INFLUENCIA DE DOS ABONOS PROCESADOS CON MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE *(Solanum lycopersicum)* VARIEDAD RÍO GRANDE EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

TATIANA FALCON ARCE

Pucallpa, Perú

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentada por **TATIANA FALCON ARCE** denominada: **"INFLUENCIA DE DOS ABONOS PROCESADOS CON MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) VARIEDAD RÍO GRANDE EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI",** para cumplir con el requisito académico del título profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos **APROBADO** por **UNANIMIDAD**, con el calificativo (*) **17 (DIECISIETE).**

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del Reglamento para el otorgamiento de Título Profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 15 de diciembre de 2025.

.....	.....
Ing. Fernando Pérez Leal, Dr. Presidente	Ing. José Antonio López Ucariegue, M. Sc. Secretario
.....	.....
Ing. Pablo Pedro Villegas Panduro, M. Sc. Miembro	Ing. Luis Alberto Díaz Sandoval, M.Sc Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación por el jurado evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Ing. Fernando Pérez Leal, Dr. .....
Presidente

Ing. José Antonio López Ucariegue, M.Sc. .....
Secretario

Ing. Pablo Pedro Villegas Panduro, M.Sc. .....
Miembro

Ing. Luis Alberto Díaz Sandoval, M.Sc. .....
Asesor

Bach. Tatiana Falcon Arce .....
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº V/752-2025.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"INFLUENCIA DE DOS ABONOS PROCESADOS CON MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) VARIEDAD RÍO GRANDE EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI"

Autor(es)	:	**FALCON ARCE, TATIANA**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**AGRONOMÍA**
Asesor(a)	:	**Mg. DIAZ SANDOVAL, LUIS ALBERTO**

Presenta un **porcentaje de similitud de 10%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación presenta un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 10/12/2025

Dr. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Tatiana Falcón Arce

Autor de la tesis titulada: "Influencia de dos abonos procesados con microorganismos eficientes (EM) en la producción de tomate (Solanum Lycopersicum) variedad Rio Grande en la Universidad Nacional de Ucayali"

Sustentada el año: 2025

Asesor(a): Mg. Luis Alberto Diaz Sandoval

Facultad: Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional: Agronomía

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 15 / 12 / 2025

Email: tatianafalcon250503@gmail.com Firma: _____

Teléfono: 939275047 DNI: 44706072

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

A mis padres Elías Falcón y Eugenia Arce, por ser mi ayuda emocional y económica, a ellos que con su ejemplo me enseñaron a ser un mejor ser humano, dotándome de humildad y perseverancia sobre todo por el gran amor que me dan sin pedir nada a cambio.

A mis hermanos en especial a mi hermano Yosep Falcón Arce, por ser mi consejero en todo momento, y porque me acompañó sus oraciones durante toda mi carrera.

A mi esposo Diego, por ser mi compañero que elegí para pasar el resto de mi vida y quien con su dosis de paciencia y perseverancia hicieron que culmine este trabajo.

A mis hijos Estefano y Matthew, por ser mi mayor inspiración de este trabajo, desde el día que llegaron a mi vida le dieron un giro de 360° y hoy puedo decir con toda seguridad que son la mayor bendición que mi Dios me pudo dar.

AGRADECIMIENTO

A mi Dios que es mi principio y mi fin, sin Dios no hubiese podido realizar este trabajo; gracias infinita doy a mi Padre Celestial porque, es mi sustento, mi sostén, mi fiel amigo; faltarían palabras en el diccionario para definir lo que Dios es en mi vida.

A mis adorados padres, por su amor incondicional, su apoyo emocional y sus consejos; siempre han estado a mi lado incluso en los momentos más difíciles.

A mi esposo Diego Rojas y mis hijos Estefano y Matthew que son mi lugar seguro, ustedes quienes me acompañaron en mis momentos difíciles, con sus palabras de aliento me ayudaron a superar los momentos de desánimo y frustración.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA……..	vi
AGRADECIMIENTO…….	vii
ÍNDICE GENERAL……	viii
RESUMEN…….....	xi
ABSTRACT……..……..	xii
INDICE DE TABLAS……..	xiii
INDICE DE FIGURAS……	xiv
INTRODUCCIÓN……..……	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA……	3
1.1. Descripción y fundamentación del problema…….....	3
1.2. Formulación del problema……..…….....	4
1.2.1. Problema general……..	4
1.2.2. Problemas específicos…….	4
1.3. Objetivo general y objetivos específicos……..……	5
1.3.1. Objetivo general……	5
1.3.2. Objetivos específicos……	5
1.4. Hipótesis y/o sistemas de hipótesis……..…	6
1.4.1. Hipótesis general……..	6
1.4.2. Hipótesis específicas……	6
1.5. Variables……..……	6
1.6. Justificación e importancia…….……	7
1.7. Viabilidad……..……	8
1.7.1. Desde el punto de vista social……	8
1.7.2. Desde el punto de vista económico……...	9
1.7.3. Desde el punto de vista ambiental……..…...	9
1.8. Limitaciones……..……	9

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO…… 10
2.1. Antecedentes de la investigación…… 10
2.1.1. Antecedentes internacionales…… 10
2.1.2. Antecedentes nacionales…… 11
2.1.3. Antecedentes locales…… 13
2.2. Bases teóricas…… 14
2.2.1. Origen de la especie…… 14
2.2.2. Descripción botánica…… 14
2.2.3. Características vegetativas de la planta…… 15
2.2.4. Etapas fenológicas…… 16
2.2.5. Requerimiento edafoclimático de la planta…….. 16
2.2.6. Requerimientos nutricionales del cultivo…….. 17
2.2.7. Laborales culturales…….. 17
2.2.8. Los abonos orgánicos……... 18
2.2.9. Los microorganismos benéficos…… 18
2.3. Definiciones conceptuales…… 19
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA…… 21
3.1. Tipo de investigación…… 21
3.2. Ubicación del ensayo…… 21
3.3. Condiciones ecológicas y edafoclimáticas…….. 22
3.4. Duración del ensayo…… 22
3.5. Variables en estudio..…… 23
3.6. Operacionalización de variables…….. 23
3.7. Ejecución del ensayo..…….. 25
3.8. Población y muestra……... 27
3.9. Diseño experimental……... 27
3.10. Dimensiones del ensayo…… 28

CAPÍTULO IV. RESULTADOS…… 30
4.1. Altura de planta……..... 30
4.2. Número de frutos por planta…….…. 34
4.3. Peso promedio de fruto……..…… 35
4.4. Rendimiento de frutos comerciales por planta……... 37
4.5. Rendimiento de frutos de descarte por planta……..…… 38
4.6. Rendimiento total de frutos por planta…….…….. 39
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS…… 42
5.1. Altura de planta……. 42
5.2. Número de frutos por planta…… 42
5.3. Peso promedio de fruto…… 43
5.4. Rendimiento de frutos comerciales por planta……. 44
5.5. Rendimiento de frutos de descarte por planta…….. 44
5.6. Rendimiento total de frutos por planta…….. 45
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES……..…… 46
CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES……..……..…….. 47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS…….…….. 48
ANEXOS……..…..…. 51

RESUMEN

El ensayo se ejecutó en el Centro de Producción de la Universidad Nacional de Ucayali, con la finalidad de determinar el efecto de la aplicación de dos abonos procesados con microorganismos eficientes en el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate variedad Río Grande. Los tratamientos probados bajo un diseño DCA con 4 repeticiones fueron T1= testigo, T2 = 2 kg m^2 de gallinaza, T3 = 2 kg m^2 de gallinaza + EM al 1%, T4 = 2 kg m^2 de vacaza y T5 =2 kg m^2 de vacaza + EM al 1%, mientras que, las variables dependientes fueron: altura de planta, número de frutos por planta, peso promedio de fruto, rendimiento de frutos comerciales por planta, rendimiento de frutos de descarte por planta y rendimiento total de frutos por planta. Los resultados indican que, el tratamiento a base de 2 kg de gallinaza m^2 procesada con 1% de microorganismos eficientes, obtuvo los mayores promedios de crecimiento del cultivo de tomate variedad Río Grande en altura de planta, con 14.43, 34.93 y 91.12 cm, a los 30, 45 y 60 días después del trasplante, respectivamente. De igual forma, el tratamiento a base de 2 kg de gallinaza m^2 procesada con 1% de microorganismos eficientes obtuvo los mayores promedios en las variables de rendimiento del cultivo de tomate variedad Río Grande, con 40.37 frutos por planta, 87.62 g de peso de fruto, 3.537 kg de frutos comerciales por planta, 0.41 kg de peso de frutos de descarte por planta y 3.948 kg de peso total de fruto por planta.

Palabras clave: Tomate, abonos, microorganismos eficientes, dosis, crecimiento, rendimiento.

ABSTRACT

The trial was carried at the Production Center of the National University of Ucayali, with the purpose of determining the effect of the application of two fertilizers processed with efficient microorganisms on the growth and yield of the Rio Grande variety tomato crop. The treatments tested under a DCA design with 4 repetitions were T1 = control, T2 = 2 kg m^2 of chicken manure, T3 = 2 kg m^2 of chicken manure + 1% ME, T4 = 2 kg m^2 of cow manure and T5 = 2 kg m^2 of vacaza + ME at 1%, while the dependent variables were: plant height, number of fruits per plant, average fruit weight, yield of commercial fruits per plant, yield of discarded fruits per plant and total yield of fruits per plant. The results indicate that the treatment based on 2 kg of chicken manure m^2 processed with 1% of efficient microorganisms, obtained the highest growth averages of the Rio Grande variety tomato crop in plant height, with 14.43, 34.93 and 91.12 cm, at 30, 45 and 60 days after transplant, respectively. Similarly, the treatment based on 2 kg of chicken manure m^2 processed with 1% of efficient microorganisms obtained the highest averages in the performance variables of the Rio Grande variety tomato crop, with 40.37 fruits per plant, 87.62 g of fruit weight, 3,537 kg of commercial fruits per plant, 0.41 kg of weight of discarded fruits per plant and 3,948 kg of total weight of fruit per plant.

Keywords: Tomato, fertilizers, efficient microorganisms, dose, growth, yield.

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Estructura del ANVA……. 27

Tabla 2. ANVA de altura de planta a los 30 días después del trasplante…. 31

Tabla 3. ANVA de altura de planta a los 45 días después del trasplante…. 31

Tabla 4. ANVA de altura de planta a los 60 días después del trasplante..… 32

Tabla 5. Altura de planta por tratamiento y por evaluación……. 33

Tabla 6. ANVA de número de frutos por planta……... 34

Tabla 7. Número de frutos por planta por tratamiento…….…….. 34

Tabla 8. ANVA de peso promedio de fruto por tratamiento……..…….. 35

Tabla 9. Peso promedio de fruto por tratamiento……..…….. 36

Tabla 10. ANVA de rendimiento de frutos comerciales por planta……..… 37

Tabla 11. Rendimiento de frutos comerciales por planta por tratamiento..… 37

Tabla 12. ANVA de rendimiento de frutos de descarte por planta……..… 38

Tabla 13. Rendimiento de frutos de descarte por planta por tratamiento….. 39

Tabla 14. ANVA de rendimiento total de frutos por planta…… 40

Tabla 15. Rendimiento total de frutos por planta por tratamiento…… 40

ÍNDICE DE FIGURAS

En el texto: **Pág**.

Figura 1. Ubicación satelital del ensayo……... 21

Figura 2. Croquis de la parcela experimental……. 29

Figura 3. Distribución de la unidad experimental……... 29

Figura 4. Incremento en altura de planta por tratamiento y evaluación…… 33

Figura 5. Número de frutos por planta por tratamiento……. 35

Figura 6. Peso promedio de fruto por tratamiento……. 36

Figura 7. Rendimiento de frutos comerciales por planta y tratamiento….. 38

Figura 8. Rendimiento de frutos de descarte por planta y tratamiento…… 39

Figura 9. Rendimiento total de frutos por planta y por tratamiento……. 41

En el anexo:

Figura 10A. Limpieza y preparación de terreno……. 57

Figura 11A. Preparación de EM Compost…….. 57

Figura 12A. Trasplante de plántulas de tomate……. 58

Figura 13A. Evaluación (15 días después del trasplante)…….. 58

Figura 14A. Evaluación (30 días después del trasplante) - Indicadores de crecimiento…… 59

Figura 15A. Segunda evaluación (45 días después del trasplante)…….. 60

Figura 16A. Tercera evaluación (60 días después del trasplante)……. 61

Figura 17A. Cuarta evaluación - Indicadores de rendimiento……. 62

Figura 18A. Cosecha del tomate……. 63

Figura 19A. Pesado de frutos……... 64

Figura 20A. Pesado de frutos descarte…….. 64

Figura 21A. Supervisión del jurado evaluador……... 65

INTRODUCCIÓN

Los suelos de la Amazonía baja peruana presentan una fertilidad limitada y frágil. Este problema se debe, principalmente, a la escasa presencia de materia orgánica, a un pH fuertemente ácido, a una capacidad de intercambio catiónico por debajo de los niveles óptimos, a una elevada saturación de aluminio y a la reducida disponibilidad de bases intercambiables. Estas condiciones restringen en gran medida la productividad agrícola, especialmente de cultivos alimenticios como las hortalizas, entre ellas el tomate (*Solanum lycopersicum*) (García, 2012).

La trayectoria histórica del tomate constituye un claro reflejo de la evolución agrícola y cultural de la humanidad. No solo evidencia el desarrollo de técnicas de cultivo, sino también los procesos de intercambio cultural y la transformación de los hábitos alimenticios a lo largo del tiempo. Antes de la llegada de los europeos, el tomate ya era cultivado y consumido por los pueblos precolombinos, formando parte esencial de su dieta. Con la colonización, los españoles lo introdujeron en Europa, donde fue progresivamente aceptado y posteriormente difundido a nivel mundial. A lo largo de los siglos, esta hortaliza ha pasado por continuos procesos de selección y mejoramiento, dando lugar a una amplia diversidad de variedades que van desde los pequeños “cherry” hasta los grandes “beefsteak”, en múltiples formas y colores (García, 2024).

Actualmente, el tomate es considerado una de las hortalizas más relevantes tanto en el ámbito nacional como internacional, debido a su elevado nivel de consumo, a la extensión de las áreas cultivadas y al valor económico de su producción. Su cultivo ha mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años, principalmente gracias al incremento del rendimiento, y en menor medida, a la ampliación de la superficie sembrada. Además de su papel económico y social, esta

hortaliza posee gran valor nutricional, ya que constituye una fuente importante de vitaminas y compuestos antioxidantes, lo que refuerza su importancia en la alimentación moderna (Terry *et al*., 2005).

En el caso del Perú, las regiones de Lima e Ica concentran alrededor del 70% de la producción nacional. Sin embargo, en la Amazonía, la producción se encuentra limitada por la degradación de los suelos y el manejo inadecuado de los nutrientes. Esta situación obliga a que los mercados locales se abastezcan con tomates procedentes de la costa y la sierra, transportados por vía terrestre. Durante la temporada de lluvias, el mal estado de las carreteras eleva los costos de transporte y, en consecuencia, el precio final del producto. Frente a esta problemática, resulta pertinente explorar alternativas que mejoren la calidad de los suelos, como la incorporación de enmiendas y abonos orgánicos, a fin de lograr una producción local más sostenible y competitiva (Terry *et al*., 2005).

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y fundamentación del problema

El tomate constituye el producto hortícola de mayor cultivo a nivel mundial, cuya relevancia radica no solo en su amplia aceptación comercial, sino también en los beneficios que aporta a la salud humana, debido a su elevado contenido de antioxidantes. Con el propósito de cubrir la creciente demanda global, se han implementado sistemas de agricultura protegida que dependen, en gran medida, de fuentes de fertilización de síntesis química. No obstante, considerando el alto costo económico y ambiental que implica este tipo de insumos, resulta indispensable explorar alternativas sostenibles de fertilización, tales como los abonos orgánicos, que contribuyen a reducir el impacto ambiental y, al mismo tiempo, requieren de genotipos con mayor capacidad productiva (Rodríguez *et al*., 2009).

Sin embargo, en la región amazónica y particularmente en el caso del tomate el cultivo orgánico de hortalizas se encuentra fuertemente limitado. Ello se debe a diversos factores, entre los que destacan la escasa investigación desarrollada, la alta incidencia de plagas y enfermedades, las deficiencias en el manejo agronómico, la fertilización inadecuada y la variabilidad climática. Como consecuencia, se generan afectaciones en los procesos metabólicos y fisiológicos de la planta, lo que repercute directamente en la reducción del rendimiento del cultivo.

A esta problemática se suma la baja disponibilidad de biofertilizantes en la región, cuya aplicación en diferentes cultivos depende no solo de la cantidad,

sino también de la calidad de estiércoles disponibles en el momento oportuno. Además, la investigación acerca de su uso en combinación con microorganismos eficientes sigue siendo insuficiente, pese a que estos organismos cumplen un rol fundamental en el suelo al acelerar la descomposición de la materia orgánica y disminuir la presencia de patógenos.

En ese sentido, Terry *et al*., (2005) sostienen que uno de los aportes más relevantes de la agricultura ecológica es precisamente la incorporación de biofertilizantes, dado que en los sistemas productivos representan una alternativa viable y de gran importancia para alcanzar un desarrollo agrícola sostenible. Esto se debe a que permiten mantener una producción de bajo costo, reducen la contaminación ambiental y, lo más significativo, conservan la fertilidad del suelo y su biodiversidad.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál será la influencia de dos abonos procesados con microorganismos eficientes (EM) en el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate variedad Río Grande en la Universidad Nacional de Ucayali?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será el efecto de la aplicación de dos abonos (gallinaza y vacaza), procesados con microorganismos eficientes (EM) en el crecimiento del cultivo de tomate variedad Río Grande en la Universidad Nacional de Ucayali?

- ¿Cuál será el efecto de la aplicación de dos abonos (gallinaza y vacaza), procesados con microorganismos eficientes (EM) en el rendimiento del cultivo de tomate variedad Río Grande en la Universidad Nacional de Ucayali?

1.3. Objetivo general y objetivos específicos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la influencia de la aplicación de dos abonos (gallinaza y vacaza), procesados con microorganismos eficientes (EM) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate variedad Río Grande en la Universidad Nacional de Ucayali.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la aplicación de dos abonos (gallinaza y vacaza), procesados con microorganismos eficientes (EM) en el crecimiento del cultivo de tomate variedad Río Grande en la Universidad Nacional de Ucayali
- Evaluar el efecto de la aplicación de dos abonos (gallinaza y vacaza), procesados con microorganismos eficientes (EM) en el rendimiento del cultivo de tomate variedad Río Grande en la Universidad Nacional de Ucayali.

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- Aplicando dos abonos (gallinaza y vacaza), procesados con microorganismos eficientes (EM), será posible determinar su influencia en el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate variedad Río Grande en la Universidad Nacional de Ucayali.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Aplicando dos abonos (gallinaza y vacaza), procesados con microorganismos eficientes (EM), será posible evaluar su influencia en el crecimiento del cultivo de tomate variedad Río Grande en la Universidad Nacional de Ucayali.
- Aplicando dos abonos (gallinaza y vacaza), procesados con microorganismos eficientes (EM), será posible evaluar su influencia en el rendimiento del cultivo de tomate variedad Río Grande en la Universidad Nacional de Ucayali.

1.5. Variables

Las variables independientes que se probaron en nuestro estudio fueron las fuentes orgánicas gallinaza y vacaza, con y sin procesamiento de microorganismos eficaces (EM), frente a un testigo sin aplicación, mientras que las variables dependientes probadas por el efecto de las fuentes orgánicas con y sin procesamiento de microorganismos eficaces (EM), fueron altura de planta como indicador de crecimiento y por otro lado, los indicadores de rendimiento

fueron número de frutos por planta, peso promedio de fruto, rendimiento de frutos comerciales y de descarte por planta y rendimiento total de frutos por planta.

Estas variables han sido analizadas tomando en cuenta los requerimientos nutricionales del cultivo de tomate y del estado de fertilidad del suelo, así como de los principales indicadores de crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate variedad Río Grande, en función de los tratamientos propuestos en el ensayo.

1.6. Justificación e importancia

Los sistemas agrícolas a largo plazo se sostienen cuando existe un uso efectivo de los recursos internos y en este caso, los biofertilizantes son un componente muy importante, porque se constituyen en un medio económicamente atractivo y aceptable para mejorar la cantidad y calidad de los productos (Mejía, 1995).

Entre los aportes del uso de microorganismos eficaces (EM) en la agricultura orgánica, se encuentra la capacidad de fijar el N atmosférico, la descomposición de los excedentes orgánicos, el aporte de nutrientes al suelo y la producción de varios compuestos como vitaminas y hormonas que estimulan el crecimiento adecuado de las plantas (Martínez, 2002), pero se logra cuando se dan las condiciones óptimas para metabolizar los sustratos, como disponibilidad de agua, pH y temperatura.

De manera similar, la aplicación de biofertilizantes a los cultivos va teniendo cada vez más importancia, desde el punto de vista económico y ecológico. Los microorganismos eficientes en pequeñas cantidades aumentan,

o modifican de una forma u otro cualquier proceso fisiológico del vegetal, considerándose a los bioactivos como productos activadores del crecimiento y desarrollo de las plantas, aportando compuestos directamente utilizables.

Rodríguez *et al.,* (2009), sostiene que, la producción de hortalizas con aplicación de biofertilizantes se ha globalizado a nivel mundial, porque su accionar presenta una mínima contaminación del ambiente que produce resultados alentadores, revalorando el uso eficiente de los residuos orgánicos y minimizando la aplicación de fertilizantes sintéticos para nutrir a las plantas.

En este sentido, el presente trabajo de investigación pretende, por tanto, promover el uso de alternativas ambientales y económicamente viables para incluirlas dentro de la producción agrícola a partir de la aplicación de productos orgánicos a base de los microorganismos benéficos o eficientes que aceleran el proceso de degradación de la materia orgánica y minimicen la incidencia de microorganismos patógenos.

1.7. Viabilidad

1.7.1. Desde el punto de vista social

Se considera viable por cuanto, en nuestra localidad existen productores dedicados a este cultivo, con un nivel tecnológico muy escaso y con la aplicación de la tecnología propuesta a base de fuentes orgánicas que existen en forma abundante y barata, pueden mejorar los índices de productividad de este cultivo, y propender a un mejor bienestar familiar y social.

1.7.2. Desde el punto de vista económico

La propuesta de investigación considera un nivel de tecnología accesible a los productores dedicados a este cultivo, con el uso de insumos locales, tanto para las fuentes orgánicas como para la provisión de microorganismos eficaces de forma artesanal y de bajo costo.

1.7.3. Desde el punto de vista ambiental

La aplicación de fuentes orgánicas procesadas con microorganismos eficientes, que se han usado en el ensayo permite el uso de tecnologías limpias y amigables con el ambiente, desplazando paulatinamente el uso de la fertilización convencional.

1.8. Limitaciones

No se ha tenido problemas en la consecución de los insumos, así como se ha contado con las facilidades de acceso al Centro de Producción de la Universidad Nacional de Ucayali, para las labores de manejo agronómico del cultivo de tomate y las evaluaciones de campo que fueron programadas oportunamente.

Cabe manifestar que, siendo un problema permanente, el ingreso de animales mayores y menores a los ensayos de investigación, se tuvo que cercar y acondicionar el campus experimental con postes de madera y alambre de púa, a fin de evitar el ingreso de los animales y su consecuente daño a las plantas de tomate.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Ruíz *et al*., (2023), evaluó en el estado de Chiapas (México), el efecto de los tiempos de aplicación de la harina del pez diablo (HPD) como fuente de fertilización orgánica en el cultivo de tomate var. Río Grande en condiciones de invernadero. En el experimento se utilizó suelo sin harina (SHPD), suelo y harina 15 días antes del trasplante (HPD15) y suelo con harina al momento del trasplante (HPD0). Se identificó que la HPD presentó un elevado contenido en proteínas, cenizas, fósforo y potasio (46.22, 31.13, 3.43 y 2.3%, respectivamente). La altura de la planta mostró un aumento del 13 % a los 126 días después del trasplante con HPD15, así como un aumento del 52 % en el diámetro ecuatorial del tallo en comparación con SHPD. El peso seco del follaje aumentó 5.8 veces en HPD0 y 1.8 veces para la longitud de la raíz en HPD15.

Por su parte, Estrada *et al*., (2022), desarrolló un ensayo en Durango (México), con el propósito de encontrar la mejor dosis de estiércol solarizado que aumente el rendimiento y la calidad nutritiva de dos híbridos de tomate bajo condiciones de malla sombra. Los tratamientos se ordenaron en un experimento factorial, con híbridos de tomate Palermo y Sahariana y dos dosis de estiércol bovino (40 y 60 t ha^{-1}), así como la fertilización química 280-50-00 N-P_2O_5-K_2O, con tres repeticiones. Los resultados indican que, con la interacción estiércol bovino solarizado (60 t ha^{-1}) y el hibrido Palermo se obtuvo

el más alto contenido de antioxidantes, sin embargo, las variables edáficas aumentaron aplicando 40 y 60 t ha^{-1} de estiércol.

A su vez, Gonzales *et al*., (2021) ejecutó un ensayo en el estado de Chapingo (México), para evaluar el efecto de abonos orgánicos como fuente de N sobre el desarrollo y atributos morfológicos en frutos de tomates uva, probando 7 tratamientos de fertilización, los cuales consistieron de una solución nutritiva mineral y diferentes mezclas de varios fertilizantes a base de N de origen animal certificados en dos concentraciones de 100 y 120%. Los resultados determinaron que, los tratamientos orgánicos T5 y T6 presentaron similar crecimiento que el tratamiento convencional (T7) y en los factores de producción, el tratamiento orgánico T5 fue similar al tratamiento convencional para el número de frutos por racimo, sin embargo, la firmeza de fruto fue mayor en los tratamientos orgánicos T1 y T4, superando al tratamiento inorgánico por 10.3 y 6%, respectivamente.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Alarcón *et al*., (2020), desarrolló un trabajo en la localidad de San Gabriel (Apurímac), con el la finalidad de evaluar el efecto de la influencia de microorganismos eficientes nativos en el tomate variedad “Río Grande”. Los factores fueron dosis (12,5, 25 y 50 cc) y frecuencias de aplicación (7, 14 y 21 días). Los resultados mostraron que la dosis de 25 cc de microorganismos nativos con una frecuencia de 14 días, contribuyó a mayor porte (39 cm), mayores flores (37 flores), mayores tallos por planta (5 tallos), mayor peso radicular (59,67 g) y mejor rendimiento por planta (1713,69 g).

Por su parte, Esteban (2020), efectuó un ensayo en Pichanaqui (Junin); teniendo como propósito evaluar el efecto de la fertilización en drench en el cultivo de tomate. Se usó el diseño de completamente al azar, con cuatro unidades experimentales, tres repeticiones y 5 tratamientos, T1: fertilización granulada, T2: fertilización en drench 100%, T3: fertilización en drench 80%, T4: fertilización en drench 60% y T5: fertilización en drench 40%; se usó un sustrato uniforme de mezcla de tierra agrícola con un kilo de compost para todos los tratamientos. Los resultados nos indican que la aplicación de la fertilización en drench a dosis de 80%, obtuvo 745,77 en área foliar y en la altura de planta, diámetro de planta, número de frutos y rendimiento ningún tratamiento influyo. La aplicación de la fertilización granulada influyó en el P disponible en el suelo con 45,61 mg kg^{-1}, la aplicación de fertilización en drench 100%, influyó en el K con 437,16 mg kg^{-1}, en la CIC con 6,59 y en el Ca con 3,44 y no hubo diferencia entre los tratamientos para el pH, materia orgánica, Mg, y acidez cambiable.

Por otro lado, un ensayo desarrollado por Monzón (2016), en el sector Molinopata (Abancay), tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de cuatro variedades de tomate, empleando el abono orgánico fermentado de gallinaza y de cuyaza, bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial 3x4, con tres repeticiones. De los tratamientos en estudio, en rendimiento, la variedad Vernal obtuvo mayor rendimiento con 36 693,2 kg ha^{-1}, seguido por Amaral con 35 000,4 kg ha^{-1}; Setcopa con 31 616,0 kg ha^{-1} y Río Grande, con 22 732,4 kg ha^{-1}. En cuanto al factor abonamiento, el mayor rendimiento se logró con gallinaza con 35.5 t ha^{-1}; mientras que, con abono de cuyaza se logró 34.7 t ha^{-1} y en el testigo solo produjo 24.3 t ha^{-1}. El tratamiento de tomate indeterminado con mayor rendimiento y rentabilidad fue Vernal con

abono fermentado de gallinaza con 40 270, 0 kg ha^{-1} y 84.87% de rentabilidad; seguido de Amaral con el mismo abono con 40 245, 0 kg ha^{-1} y 84.7% de rentabilidad. La variedad de crecimiento determinado Río Grande con abono fermentado de cuyaza tuvo mayor rendimiento 27644.6 kg ha^{-1} y rentabilidad del 97.3%.

2.1.3. Antecedentes locales

Ríos (2022), evaluó el efecto de diferentes concentraciones de dos enraizadores naturales: agua de coco (*Cocos nucifera*) y extracto de sapohuasca (*Cissus verticilata*) en esquejes de tomate en el Laboratorio de Hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali. Los tratamientos fueron T0 (Testigo sin dosis), T1 (250 cc de agua de coco en 4 litros de agua), T2 (500 cc de agua de coco en 4 litros de agua), T3 (750 cc de agua de coco en 4 litros de agua), T4 (50% de extracto de sapo huasca y 50% de agua), T5 (75% de extracto de sapo huasca y 25% de agua) y el T6 (100% de extracto de sapo huasca), bajo un Diseño Completamente al Azar con 7 tratamientos y 4 repeticiones. Los resultados indican que, el T6 (100% de extracto de sapo huasca), presentó el mayor porcentaje de esquejes enraizados (58.46%), mientras que, el T2 (500 cc de agua de coco en 4 litros de agua), fue superior a los demás tratamiento con 8 hojas por esqueje.

Por otro lado, Isuiza (2021), desarrolló un trabajo en Campo Verde (Ucayali), cuyo objetivo fue determinar el efecto de la aplicación de tres dosis: 100, 200 y 300 kg ha^{-1} de Acid Humic granulado, en los indicadores de rendimiento de dos variedades de tomate. Los resultados nos indican que, la variedad Regional a las dosis de 300 kg ha^{-1} del producto, reporta la mayor

cantidad de frutos por planta (13.9), el mejor peso promedio de fruto (46.93 g) y el mejor rendimiento por planta (825.75 g por planta) y el mayor rendimiento por ha (46.8 t ha^{-1}).

Asimismo, Vela (2018), probando en Pucallpa, el efecto de dos abonos (vacaza y gallinaza) enriquecidos con EM compost a la dosis de 2 kg/m^2 en el cultivo de lechuga, concluye que se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos con respecto al testigo, como gallinaza + EM y vacaza + EM, en las variables altura de planta, largo y ancho de hojas, ancho de hojas, número de hojas por planta, peso de lechuga a la cosecha y el rendimiento por ha.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen de la especie

"El tomate tiene como origen la zona occidental de Sudamérica y fue ingresado al continente europeo a inicios del siglo XIX, y cultivado en forma comercial en variedades de mesa e industrial". (Esteban 2020)

2.2.2. Descripción botánica

García (2012), describe al tomate como una planta herbácea, anual de porte erecto, con hojas compuestas y con 5 a 9 foliolos ovados u oblongos y con el borde dentado o lobulado. Las flores tienen pedicelos en cimas racemiformes simples o bífidas. El fruto es una baya roja, rosada, o amarillenta de forma oblonga, globosa con numerosas semillas aplanadas y amarillentas

2.2.3. Características vegetativas de la planta

Isuiza (2021), menciona que, en el tomate se presenta dos tipos de crecimiento: determinado e indeterminado. En este tipo, la planta se caracteriza por mostrar un crecimiento extensivo y desordenado, mientras que la planta de crecimiento determinado posee tallos con partes que presentan menos hojas por inflorescencia, lo cual repercute en un limitado crecimiento.

- **Sistema radical:** "Posee una raíz pivotante y varias raíces secundarias, sin embargo, cuando se daña la raíz principal, las raíces secundarias forman un sistema fasciculado, las que se concentran en los primeros 30 cm del suelo". (Monzón, 2016)

- **Tallos:** "Se caracterizan por ser semileñosos y con pilosidades a lo largo de todo el tallo. El eje principal es grueso, sobre el cual se insertan las hojas, los tallos secundarios y las inflorescencias". (Monzón, 2016)

- **Hojas:** Tienen la forma de ser compuestas, con foliolos peciolado y con borde dentado, dispuestas en forma alternada sobre la longitud del tallo.

- **Flor:** "Consta de cinco o más sépalos al igual que de pétalos, distribuidos en forma helicoidal y de similar número de estambres alternados con pétalos. El ovario es bio plurilocular y las flores se agrupan en racimos". (Monzón, 2016)

- **Fruto:** "Es una baya roja, rosada, o amarillenta de forma oblonga, globosa con numerosas semillas aplanadas y amarillentas y está

formada por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas". (Isuiza, 2021)

2.2.4. Etapas fenológicas

Monzón (2016), detalla 3 etapas fenológicas en el ciclo de vida del tomate, las cuales son:

- **Inicial:** Empieza con la germinación, cunado la planta genera energía para la síntesis de nuevos tejidos y mucha actividad fotosintética.
- **Vegetativa:** Empieza a los 20 días posteriores a la germinación y puede durar entre 25 a 30 días, caracterizándose por el requerimiento de mayores nutrientes para completar su crecimiento.
- **Reproductiva:** Empieza con la floración y continua hasta la fructificación completa de la planta, durando entre 30 a 40 días y se caracteriza porque los frutos extraen la mayoría de nutrientes para completar su desarrollo.

2.2.5. Requerimiento edafoclimático de la planta

Isuiza (2021), destaca que los factores climáticos cumplen un papel importante en las diferentes etapas fenológicas de la planta, y se encuentran relacionados estrechamente entre ellos.

De este modo, "la temperatura adecuada oscila entre 20 a 30 °C y las superiores afectan el proceso de fructificación, mientras que las temperaturas menores, originan en el desarrollo de la planta". (Ruíz *et al*., 2023)

Por otro lado, "la humedad relativa adecuada oscila entre 60 a 80%, y valores mayores favorecen la proliferación de enfermedades, así como tiene

influencia en el rajado del fruto por exceso de humedad, favoreciendo el estrés hídrico". (Ruíz *et al*., 2023)

"La luminosidad en el período vegetativo de la planta resulta crucial en la interrelación con las temperaturas diurna y nocturna y la luminosidad". (Ruíz *et al*., 2023)

"El suelo adecuado para el tomate debe ser suelto, de textura arcillosa y con alto contenido de materia orgánica, con pH entre 5.5 a 6.8, ligeramente ácidos a alcalinos". (Ruíz *et al*., 2023)

2.2.6. Requerimientos nutricionales del cultivo

Esteban (2020), señala que, en forma general, las exigencias nutricionales del cultivo de tomate en términos de N-P-K-Ca-Mg-S, son: 100 100-150-150-25-22) y el orden extractivo de nutrientes en forma decreciente es K, N, Ca, S, Mg y P.

2.2.7. Labores culturales

SENASA (2015), en su Guía para la implementación de BPA para el cultivo de tomate, señala las siguientes labores culturales:

- **Análisis del suelo:** Debe efectuarse previo a la siembra y constituye la base para el establecimiento de un programa de fertilización mediante el análisis de fertilidad del suelo, como la base para las recomendaciones de fertilización.

- **Control de plagas y enfermedades:** Esta labor se sustenta en el manejo integrado mediante la combinación de prácticas culturales, control etológico, control químico y el control biológico.
- **Control de malezas:** El cultivo debe estar libre de plantas invasoras, ya que estas compiten con el cultivo por nutrientes, agua y luz y son hospederos de plagas y enfermedades.
- **Cosecha:** Empieza a los 60 días después del trasplante, en función de la variedad y de los factores climáticos, tomando en cuenta el cambio de color de los frutos, de verde a rojo pálido, y se realiza conforme van madurando los frutos periódicamente.

2.2.8. Los abonos orgánicos

Un abono orgánico es cualquier material natural que se le agrega al terreno para mejorarlo y aumentar el rendimiento de los cultivos. Estos materiales incluyen desde una cobertura vegetal que se siembra para mejorar el suelo hasta la gallinaza, un lombricompost o un compost, cuya finalidad es proporcional al suelo de suficiente materia orgánica, para mejorar la retención de agua y de los nutrientes (Isuiza, 2021).

2.2.9. Los microorganismos benéficos

Los microorganismos eficientes conocidos como EM, contienen microorganismos seleccionados, incluyendo bacterias de ácido láctico y levaduras, compatibles entre sí y que pueden vivir en cultivo líquido y son producidos por un proceso de fermentación (Higa y Parr, s.f.).

Los autores mencionan que, la presencia de EM ayuda a la fermentación de la materia orgánica, por lo cual, en agricultura se ha utilizado para enriquecer el suelo y producir cultivos de calidad sanos, con mayor rendimiento, libre de enfermedades, y evitando el uso de productos químicos contaminantes.

Según la teoría de la energía orgánica, citada por Acosta (2012), los materiales orgánicos agregados al suelo son sometidos a una descomposición por microorganismos, la cual libera gran parte de los nutrientes requeridos por las plantas.

2.3. Definiciones conceptuales

- **Suelo:** Es un componente fundamental del ambiente, natural y finito, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y microrganismos que desempeñan procesos permanentes de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones vitales para la sociedad y el planeta.

- **Tomate:** El tomate es el fruto de la planta *Solanum lycopersicum*, el cual tiene importancia culinaria y es una verdura. Se considera a la fruta, ya que en su composición morfológica está formado por una baya que nace del ovario de la planta con flores, junto con sus semillas dentro de él. La planta de tomate por el tipo de crecimiento puede ser clasificado como determinado o indeterminado y puede crecer en forma rastrera, erecta o semierecta.

- **Abonos orgánicos:** Un abono orgánico es cualquier material natural que se le agrega al terreno para mejorarlo y aumentar el rendimiento de los cultivos.

- **Microorganismos eficientes:** Los microorganismos eficientes conocidos como EM, contienen microorganismos seleccionados, incluyendo bacterias de ácido láctico y levaduras, compatibles entre sí y que pueden vivir en cultivo líquido y son producidos por un proceso de fermentación.

- **Dosis:** Es la cantidad de una sustancia a la que se expone una persona durante un período de tiempo. La dosis es una medida de la exposición. Se expresa corrientemente en miligramos (cantidad) por kg (medida del peso corporal) por día (medida del tiempo) cuando la gente come o bebe agua, comida o suelo contaminados.

- **Crecimiento:** Es el aumento en el número de células de un organismo, lo que conlleva el aumento de tamaño. Es medible y cuantificable. El crecimiento se consigue por una doble acción: un aumento en el tamaño de las células del organismo y un aumento en su número real.

- **Rendimiento:** Es el producto o utilidad que rinde o da alguien o algo. rentabilidad, provecho, productividad, rédito, utilidad, performance.

- **Codex STAN 293-2007:** Es una norma técnica del Codex Alimentarius que se aplica a las variedades comerciales de tomates obtenidos de *Lycopersicon esculentum* Mill, de la familia *Solanaceae*, que habrán de suministrarse frescos al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado**.**

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue experimental, comparativo y observacional, con la finalidad de verificar la veracidad de la hipótesis planteada, es decir, uno de los abonos procesados con microorganismo eficaces tuvo efecto en el rendimiento del cultivo de tomate variedad Río Grande, mediante el uso de protocolos previamente establecidos.

3.2. Ubicación del ensayo

El ensayo fue desarrollado en el Centro de Producción de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en el Km 6.200 de la Carretera Federico Basadre, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes: Longitud 74º53´00”, Latitud 08º24´25”, Altitud 156.9 msnm.

Figura 1

Ubicación satelital del ensayo



Fuente: Google Earth (2023).

3.3. Condiciones ecológicas y edafoclimáticas

Según Pérez (2018), “la zona de estudio presenta un clima de constante calor, intensas precipitaciones pluviales, alto porcentaje de humedad relativa, elevada evapotranspiración, altas horas de sol diario, cielo parcialmente nublado y vientos regulares que predominan del norte”.

Pérez (2018), también indica que, la temperatura promedio de máximas es de 31,1 °C, el promedio de mínimas es de 20,4 °C, con una media anual de 25,7 °C; la precipitación pluvial promedio anual es de 1722,9 mm y varía durante el año, presentando dos temporadas lluviosas, la primera entre enero a mayo (más intensa con 175,81 mm/mes) y la segunda entre setiembre a diciembre (con 158,99 mm/mes).

Por otro lado, de acuerdo a los resultados del análisis de fertilidad, el suelo presenta una textura franca, con un pH de 6.27 (neutro), contenido medio de materia orgánica (3.27%), así como de P disponible (9.83 ppm), K (0.13 cmol/kg), Ca (4.70 cmol/kg), Mg (0.52 cmol/kg) y Al (0.00 cmol/kg) y, presenta un alto porcentaje de bases cambiables (100.00%), como se expresa en el Anexo 1.

3.4. Duración del ensayo

El ensayo se inició el mes de abril del 2023 y culminó en el mes de octubre del 2023, considerando desde la instalación del ensayo hasta la etapa de redacción del informe final de tesis.

3.5. Variables en estudio

En el presente estudio, las variables independientes consideradas fueron:

- **T1:** Testigo sin aplicación.
- **T2:** 2 kg/m² de gallinaza.
- **T3:** 2 kg/m² de gallinaza + EM al 1%.
- **T4:** 2 kg/m² de vacaza.
- **T5:** 2 kg/m² de vacaza + EM al 1%.

Por otro lado, las variables dependientes evaluadas, que representan los indicadores de respuesta del experimento, fueron:

- Altura de planta.
- Número de frutos por planta.
- Peso promedio de fruto.
- Rendimiento de fruto comercial por planta.
- Rendimiento de fruto de descarte por planta.
- Rendimiento de fruto total.

3.6. Operacionalización de variables

Los biofertilizantes vacaza y gallinaza**,** tanto en su forma natural como procesados con EM (microorganismos eficientes)**,** fueron aplicados de dos maneras: inicialmente de manera edáfica, incorporándolos directamente al suelo experimental, y posteriormente mediante aplicaciones foliares. La primera aplicación foliar se efectuó a los 15 días después del trasplante y se repitió en dos ocasiones adicionales, con intervalos de 15 días. Para estas

aplicaciones se empleó una bomba de mochila manual, procurando cubrir uniformemente todo el follaje de las plantas.

Cada unidad experimental contó con un área de 4 m². En los tratamientos con aplicación edáfica, se incorporaron 8 kg de la fuente orgánica descompuesta correspondiente. En los tratamientos que incluían biofertilizantes procesados, además de los 8 kg de abono descompuesto, se adicionaron 200 cc de EM Compost.

Las aplicaciones foliares se realizaron preparando una mezcla de 200 cc de EM Compost por cada bomba de mochila con capacidad de 20 litros, asegurando una distribución homogénea sobre las hojas de todas las plantas de tomate de la variedad *Río Grande*.

Variables dependientes

Los indicadores de crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), variedad *Río Grande*, se evaluaron de la siguiente manera:

- **Altura de planta:** Se midió en cuatro plantas seleccionadas de las dos hileras centrales de la parcela útil, a los 30, 45 y 60 días después del trasplante. Para ello se utilizó una cinta métrica, registrando la distancia desde la base del tallo, al nivel del suelo, hasta el punto apical de crecimiento de cada planta.

- **Número de frutos por planta:** Se contabilizaron, en cada cosecha, los frutos comerciales con madurez fisiológica presentes en las cuatro plantas centrales de cada unidad experimental.

- **Peso promedio de fruto:** Se recolectaron todos los frutos comerciales de cada una de las cuatro plantas centrales de cada unidad experimental. Posteriormente, fueron pesados en una balanza analítica en el Laboratorio de Suelos y, a partir de estos registros, se calculó el peso promedio de los frutos.

- **Rendimiento de frutos comerciales por planta:** Para esta variable, se separaron los frutos comerciales obtenidos de las cuatro plantas seleccionadas en cada unidad experimental. Los frutos fueron pesados en una balanza digital y con esos valores se determinó el promedio de rendimiento por planta.

- **Rendimiento de frutos de descarte por planta:** Se aislaron los frutos de descarte producidos en las cuatro plantas seleccionadas por unidad experimental. Estos se pesaron con una balanza digital y, a partir de los resultados, se obtuvo el promedio de rendimiento por planta en esta categoría.

- **Rendimiento total de frutos por planta:** A partir de los datos obtenidos de los frutos comerciales y de descarte, se sumaron los pesos correspondientes en cada una de las cuatro plantas centrales por unidad experimental, obteniéndose así el rendimiento total de frutos por planta.

3.7. Ejecución del ensayo

La preparación del terreno se llevó a cabo el 30 de abril de 2023**,** utilizando herramientas manuales como machetes y palas. Posteriormente, se procedió al acondicionamiento de las camas en cada unidad experimental.

La siembra del almácigo se realizó el 02 de abril de 2023, empleando semillas de tomate variedad *Río Grande*, de crecimiento determinado. La siembra se efectuó de manera directa en bandejas que contenían una mezcla de arena y tierra negra.

De forma paralela, se elaboró el EM Compost, para lo cual se mezcló 1 litro del producto base**,** 0,5 kg de melaza de caña de azúcar y 18 litros de agua**,** dejándose reposar para su fermentación.

El trasplante de las plántulas se efectuó 25 días después de la siembra**,** extrayéndolas cuidadosamente y colocándolas en el campo de acuerdo con la densidad de siembra establecida para el ensayo.

El manejo agronómico del cultivo incluyó riegos interdiarios en horas de la tarde y deshierbos manuales semanales. Durante el ciclo vegetativo no se registraron ataques significativos de plagas o enfermedades.

Las evaluaciones de crecimiento se realizaron a los 30, 45 y 60 días después del trasplante (17 de junio, 30 de julio y 15 de agosto de 2023). Por su parte, los indicadores de rendimiento fueron evaluados durante la cosecha, la cual se llevó a cabo en tres fechas o “pasadas”: 25 de agosto, 01 de septiembre y 09 de septiembre de 2023**.**

Los datos obtenidos en campo fueron procesados y tabulados con el apoyo de un paquete estadístico, complementando el análisis con la varianza (ANOVA) y la prueba de comparación de medias correspondiente.

Finalmente, se elaboró el borrador de la tesis con la asesoría del docente responsable, el cual fue sometido a la revisión del jurado académico y posteriormente defendido en la sustentación pública.

3.8. Población y muestra

La población de estudio estuvo conformada por 240 plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de la variedad *Río Grande*, establecidas en campo bajo una densidad de siembra de 0,50 m x 0,30 m, equivalente a 66 667 plantas por hectárea**.**

La muestra estuvo constituida por 80 plantas, seleccionadas a partir de las 4 plantas netas correspondientes a cada una de las 20 unidades experimentales incluidas en el ensayo.

3.9. Diseño experimental

Para la evaluación de las variables dependientes en función de los tratamientos aplicados, se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), conformado por 5 tratamientos y 4 repeticiones.

Cuando se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan al 0,05 de nivel de significación, con el propósito de identificar las diferencias estadísticas entre medias.

Tabla 1

Estructura del ANVA

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Repeticiones	4 – 1 = 3
Tratamientos	5 – 1 = 4
Error experimental	(4-1) (5-1) = 12
Total	(5) (4) – 1 = 19

Modelo matemático:

$$Yijk = u + Ti + Bj + Eij$$

Donde:

Yij = Observación de la j-esima variable dependiente.

u = Media general.

Ti = Efecto de i-esimo tratamiento.

Bj = Efecto de la j-esima repetición.

Eij = Efecto del error experimental.

3.10. Dimensiones del ensayo

Área total del ensayo:

- Largo: 16,00 m
- Ancho: 13,00 m
- Superficie: 208,00 m²
- Número total de plantas: 240

Bloques o repeticiones:

- Largo: 16,00 m
- Ancho: 2,00 m
- Superficie: 31,00 m²
- Separación entre bloques: 1,00 m

Unidades experimentales:

- Largo: 2,00 m
- Ancho: 2,00 m

- Superficie: 4,00 m²
- Densidad de siembra: 0,50 m x 0,30 m (66 667 plantas/ha)
- Número de hileras: 3
- Plantas por hilera: 4
- Plantas por unidad experimental: 12
- Plantas netas evaluadas por unidad experimental: 4

Figura 2

Croquis de la parcela experimental

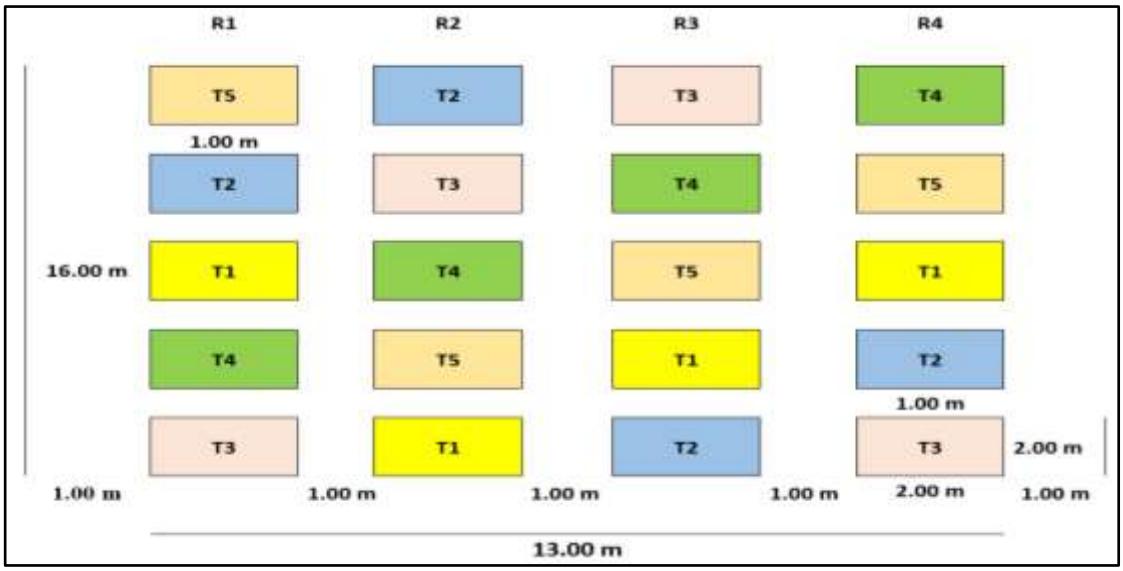


Figura 3

Distribución de la unidad experimental

ϖ	ϖ	ϖ
ϖ	ϖ	ϖ
ϖ	ϖ	ϖ
ϖ	ϖ	ϖ

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Las evaluaciones derivadas del efecto de las fuentes orgánicas y de la incorporación de microorganismos eficientes (EM) al 1% se llevaron a cabo en dos etapas principales: durante la fase de crecimiento, considerando la altura de planta**,** y en la etapa de rendimiento, evaluando las variables número de frutos por planta, peso promedio de fruto, rendimiento de frutos comerciales, rendimiento de frutos de descarte y rendimiento total por planta**.**

4.1. Altura de planta

La variable altura de planta del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad *Río Grande* fue analizada bajo la influencia de dos fuentes orgánicas (gallinaza y vacaza) y su combinación con la dosis de EM al 1%, en comparación con el testigo sin aplicación. La evaluación se efectuó en tres momentos del desarrollo fenológico: 30, 45 y 60 días después del trasplante**.**

A los 30 días posteriores al trasplante**,** el análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0,01$), con un coeficiente de variación del 10,8% y un coeficiente de determinación (R^2) de 0,82**,** lo que evidencia un modelo estadísticamente confiable para explicar la variabilidad observada en la altura de las plantas.

Tabla 2

ANVA de altura de planta a los 30 días después del trasplante

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	91.22	30.40	3.41	4.12 ^{ns}
Tratamientos	4	405.50	101.37	11.40	<0.001**
Error	12	106.75	8.89		
Total	19	603.48			
CV = 10.8%		R^2 = 0.82			

La prueba de Duncan destacó al tratamiento T5 (2 kg/m² de vacaza + EM al 1%)**,** con 14,4 cm de altura, superando a T3 (2 kg de gallinaza/ m^2 + EM al 1%) (12,1 cm) y T2 (2 kg de gallinaza/ m^2), (11,7 cm)**.** En contraste, el testigo sin aplicación (T1) registró apenas 7,43 cm**.**

A los 45 días después del trasplante, el análisis de varianza confirmó nuevamente diferencias altamente significativas (p < 0,01) entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 6,91% y un coeficiente de determinación muy confiable de 0,93 (Tabla 3).

Tabla 3

ANVA de altura de planta a los 45 días después del trasplante

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	24.92	8.30	0.37	0.09 ^{ns}
Tratamientos	4	871.18	217.85	4.23	<0.001**
Error	12	267.87	22.32		
Total	19	1163.97			
CV = 6.91 %			R^2 = 0.93		

En este caso, la prueba de rangos múltiples de Duncan destacó la superioridad de la aplicación del T5 (2 kg de vacaza/ m^2 + EM al 1%), con 34.93 cm, seguido de los tratamientos T3 (2 kg de gallinaza/m^2 + EM al 1%) y T4 (2 kg de vacaza/ m^2), con 30,81 y 30,50 cm, cada uno, mientras que, el T2 (2 kg de gallinaza/m^2) y el testigo sin aplicación registraron 28.62 y 14.56 cm, respectivamente.

A los 60 días después del trasplante, el análisis de varianza, determinó diferencias altamente significativas (P<0.01), con un coeficiente de variabilidad de 8.15% y un coeficiente de determinación muy confiable de 0.91.

Tabla 4

ANVA de altura de planta a los 60 días después del trasplante

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	139.12	46.37	1.27	0.15 ^{ns}
Tratamientos	4	708.05	177.01	3.23	<0.001**
Error	12	435.25	36.27		
Total	19	1282.42			

CV = 8.15 % R^2 = 0.91

Según Duncan, el mejor comportamiento se observó en T5 (2 kg de vacaza/ m^2 + EM al 1%), supera a los demás tratamientos en altura de planta, con 91.12 cm, seguido de los tratamientos T3 (2 kg de gallinaza/m^2 + EM al 1%) y T4 (2 kg de vacaza /m^2), con 64.25 y 55.5 cm, cada uno, dejando en el último lugar al T1 (testigo sin aplicación), quien registró sólo 43.12 cm de altura de planta.

Tabla 5

Altura de planta por tratamiento y por evaluación

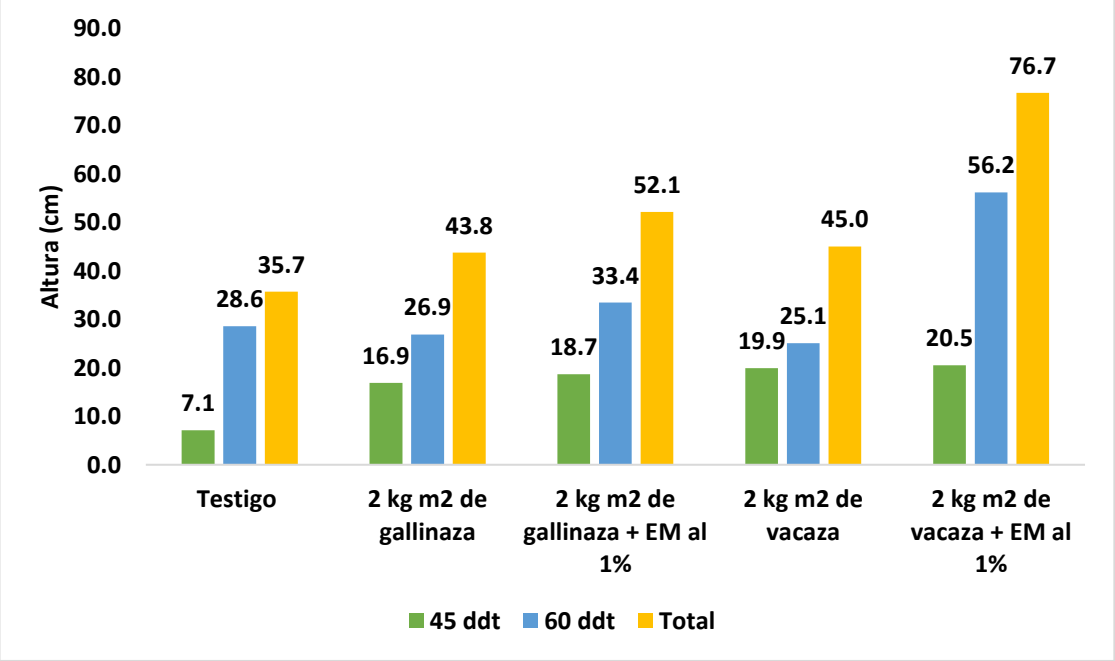
Tratamientos en estudio	Altura de planta (cm)		
	30 ddt	45 ddt	60 ddt
T1 = Testigo sin aplicación	7.43 d	14.56 d	43.12 d
T2 = 2 kg m^2 de gallinaza	11.75 b	28.62 c	55.50 c
T3 = 2 kg m^2 de gallinaza + EM al 1%	12.12 b	30.81 b	64.25 b
T4 = 2 kg m^2 de vacaza	10.56 c	30.50 b	55.56 c
T5 = 2 kg m^2 de vacaza + EM al 1%	14.43 a	34.93 a	91.12 a

(*) Letras iguales en la columna indican diferencias entre tratamientos.

En términos de incremento acumulado de altura**,** el tratamiento más eficiente fue T5, con 76,7 cm**,** seguido de T3 con 52,1 cm. En contraste, el testigo (T1) solo incrementó 35,7 cm al final del ensayo (Figura 4).

Figura 4

Incremento en altura de planta por tratamiento y evaluación



4.2. Número de frutos por planta

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas **(**p < 0,01) entre los tratamientos aplicados en la variable número de frutos por planta (Tabla 6). El modelo estadístico fue confiable, con un coeficiente de variación (CV) de 19,48% y un coeficiente de determinación (R^2) de 0,96**.**

Tabla 6

ANVA de número de frutos por planta

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	124.61	8.20	0.13	0.84 ns
Tratamientos	4	564.62	141.15	2.36	<0.001**
Error	12	714.79	59.56		
Total	19	1404.02			

CV = 19.48% R^2 = 0.96

La prueba de rangos múltiples de Duncan indicó que el tratamiento T5 (2 kg/m² de vacaza + EM al 1%) presentó el mayor promedio, con 40,37 frutos por planta**,** seguido por T3 (31,50 frutos) y T4 (28,75 frutos). En cambio, el testigo sin aplicación (T1) registró apenas 12,06 frutos (Tabla 7).

Tabla 7

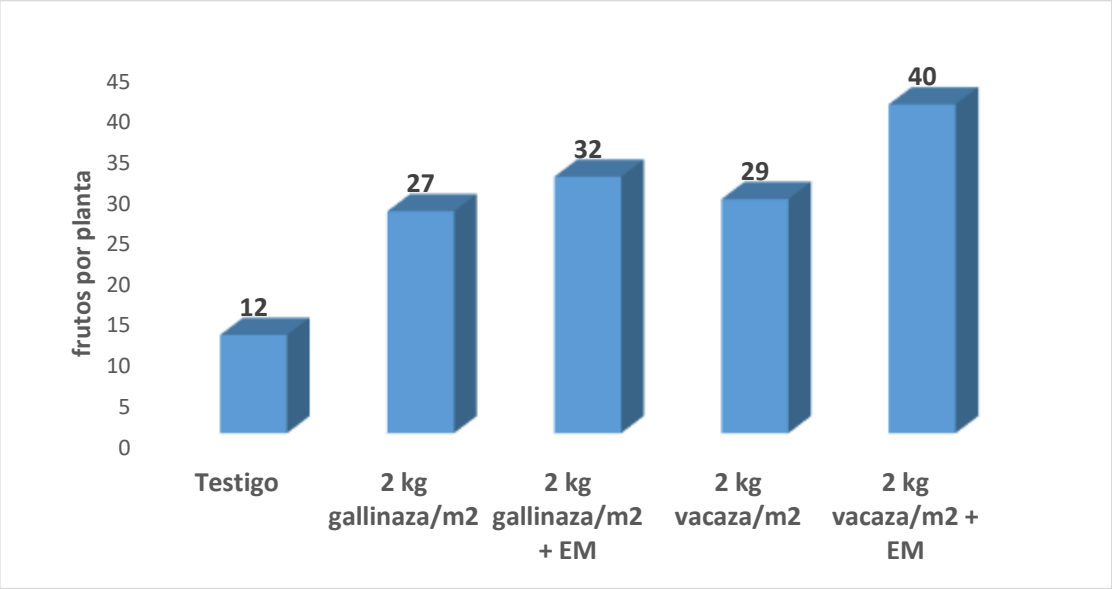
Número de frutos por planta por tratamiento

Tratamiento	Frutos por planta
T1 = Testigo sin aplicación	12.06 d
T2 = 2 kg/m² gallinaza	27.25 c
T3 = 2 kg/m² gallinaza + EM 1%	31.50 b
T4 = 2 kg/m² vacaza	28.75 bc
T5 = 2 kg/m² vacaza + EM 1%	40.37 a

(*) Letras iguales en la columna indican ausencia de diferencias estadísticas.

Figura 5

Número de frutos por planta por tratamiento



4.3. Peso promedio de fruto

Los resultados evidenciaron diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos para la variable peso promedio de fruto (Tabla 8). El análisis presentó un coeficiente de variación (CV) de 12,64% y un coeficiente de determinación (R^2) de 0,79, valores considerados adecuados.

Tabla 8

ANVA de peso promedio de fruto por tratamiento

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	204.32	68.10	1.69	0.21 ns
Tratamientos	4	365.27	91.31	2.27	<0.001**
Error	12	480.77	40.06		
Total	19	1050.36			

CV = 12.64% R^2 = 0.79

La prueba de Duncan confirmó que el mayor peso promedio se obtuvo en el tratamiento T5 (87,62 g)**,** seguido de T3 (73,12 g). Los tratamientos T4 (61,56 g**)** y T2 (58,58 g) no mostraron diferencias significativas entre sí, pero superaron al testigo T1, con apenas 42,18 g (Tabla 9).

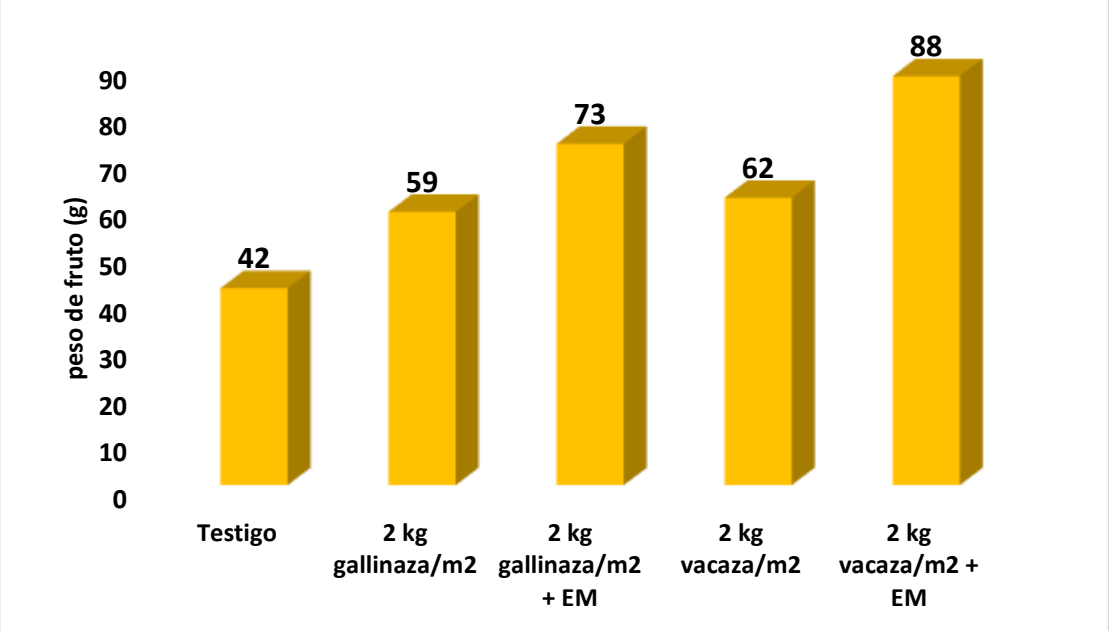
Tabla 9

Peso promedio de fruto por tratamiento

Tratamiento	Peso promedio (g)
T1 = Testigo sin aplicación	42.18 d
T2 = 2 kg/m² gallinaza	58.58 c
T3 = 2 kg/m² gallinaza + EM 1%	73.12 b
T4 = 2 kg/m² vacaza	61.56 c
T5 = 2 kg/m² vacaza + EM 1%	87.62 a

Figura 6

Peso promedio de fruto por tratamiento



4.4. Rendimiento de frutos comerciales por planta

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) para la variable rendimiento de frutos comerciales por planta (Tabla 10), con un coeficiente de variación (CV) de 17,08% y un coeficiente de determinación (R^2) de 0,82.

Tabla 10

ANVA de rendimiento de frutos comerciales por planta

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	127.12	42.37	2.00	0.31 ns
Tratamientos	4	643.24	160.81	7.59	<0.001**
Error	12	253.92	21.16		
Total	19	1024.28			

CV = 17.08% R^2 = 0.82

El mejor rendimiento se observó en T5 (3,537 kg/planta)**,** seguido de T3 (2,303 kg/planta). Los tratamientos T4 (1,769 kg) y T2 (1,595 kg) mostraron valores intermedios, mientras que el testigo (T1) obtuvo solo 0,508 kg (Tabla 11).

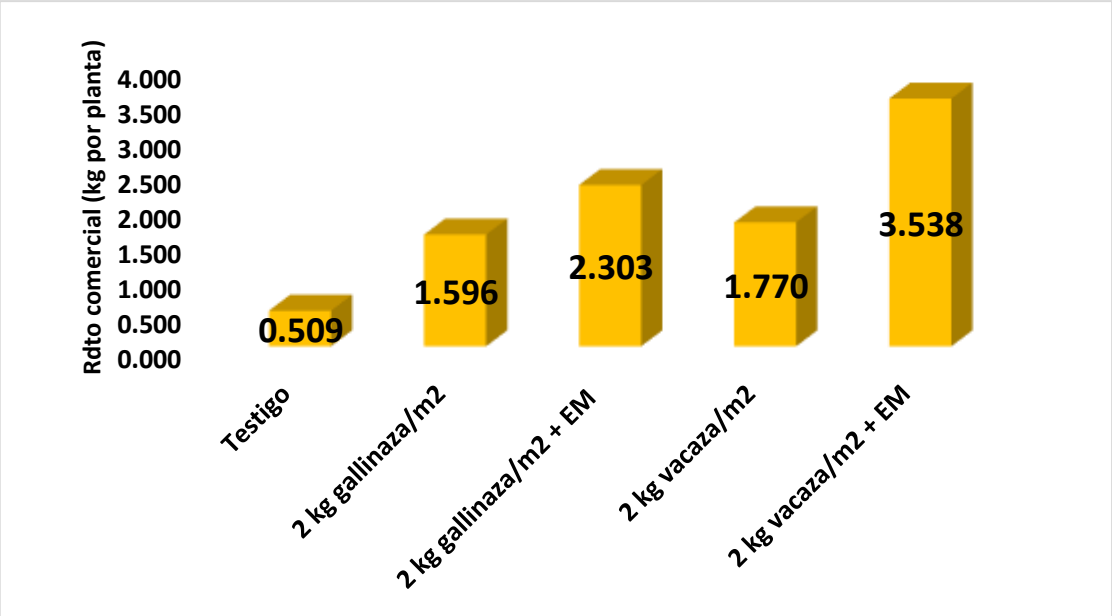
Tabla 11

Rendimiento de frutos comerciales por planta por tratamiento

Tratamiento	Rendimiento (kg/planta)
T1 = Testigo sin aplicación	0.508 d
T2 = 2 kg/m² gallinaza	1.595 c
T3 = 2 kg/m² gallinaza + EM 1%	2.303 b
T4 = 2 kg/m² vacaza	1.769 c
T5 = 2 kg/m² vacaza + EM 1%	3.537 a

Figura 7

Rendimiento de frutos comerciales por planta y tratamiento



4.5. Rendimiento de frutos de descarte por planta

El análisis estadístico evidenció diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos (Tabla 12), con un coeficiente de variación (CV) de 14,70% y un coeficiente de determinación (R^2) de 0,86**.**

Tabla 12

ANVA de rendimiento de frutos de descarte por planta

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	18.42	6.14	1.26	0.29 ns
Tratamientos	4	104.42	26.10	5.35	0.008**
Error	12	341.36	4.87		
Total	19	464.21			

CV = 14.70% R^2 = 0.86

Los menores valores se registraron en T5 (0,41 kg/planta), seguido por T1 (0,48 kg) y T2 (0,48 kg). En cambio, los mayores promedios se presentaron en T4 (0,69 kg) y T3 (0,64 kg) (Tabla 13).

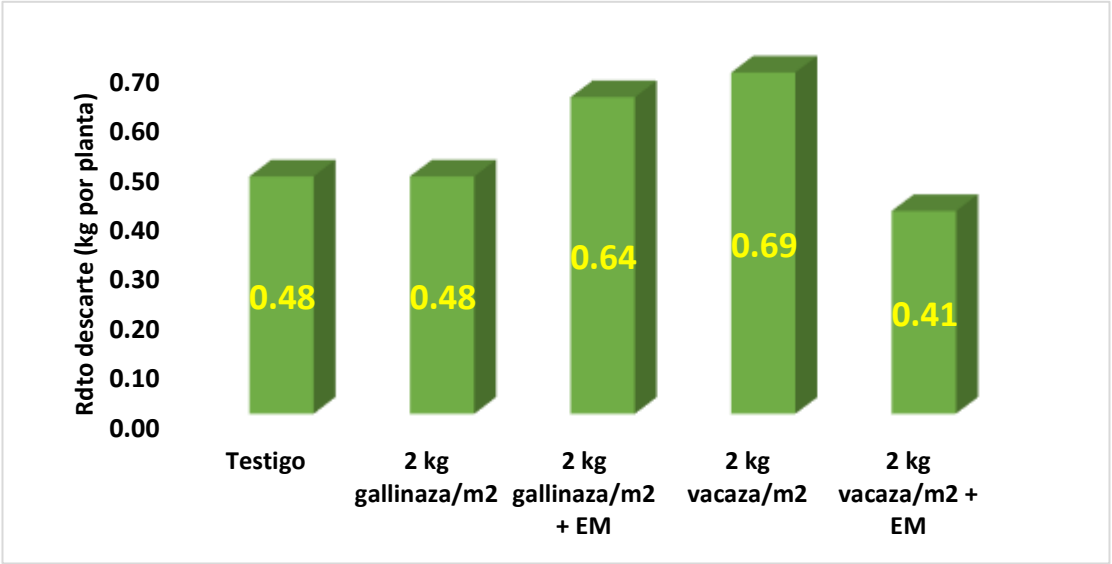
Tabla 13

Rendimiento de frutos de descarte por planta

Tratamiento	Rendimiento (kg/planta)
T1 = Testigo sin aplicación	0.48 b
T2 = 2 kg/m² gallinaza	0.48 b
T3 = 2 kg/m² gallinaza + EM 1%	0.64 a
T4 = 2 kg/m² vacaza	0.69 a
T5 = 2 kg/m² vacaza + EM 1%	0.41 b

Figura 8

Rendimiento de frutos de descarte por planta y tratamiento



4.6. Rendimiento total de frutos por planta

La variable rendimiento total de frutos por planta presentó diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) entre tratamientos (Tabla 14). El análisis indicó un coeficiente de variación (CV) de 12,08% y un coeficiente de

determinación (R^2) de 0,85, lo que confirma la confiabilidad del modelo estadístico.

Tabla 14

ANVA de rendimiento total de frutos por planta

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	1.46	0.48	2.74	0.16 ns
Tratamientos	4	76.81	19.20	108.04	<0.001**
Error	12	12.79	0.17		
Total	19	91.06			

CV = 12.08% R^2 = 0.85

La prueba de Duncan señaló la superioridad de T5 (3,948 kg/planta)**,** seguido de T3 (2,943 kg/planta). Los tratamientos T4 (2,460 kg) y T2 (2,076 kg) mostraron valores intermedios, mientras que el testigo T1 obtuvo apenas 0,989 kg/planta (Tabla 15).

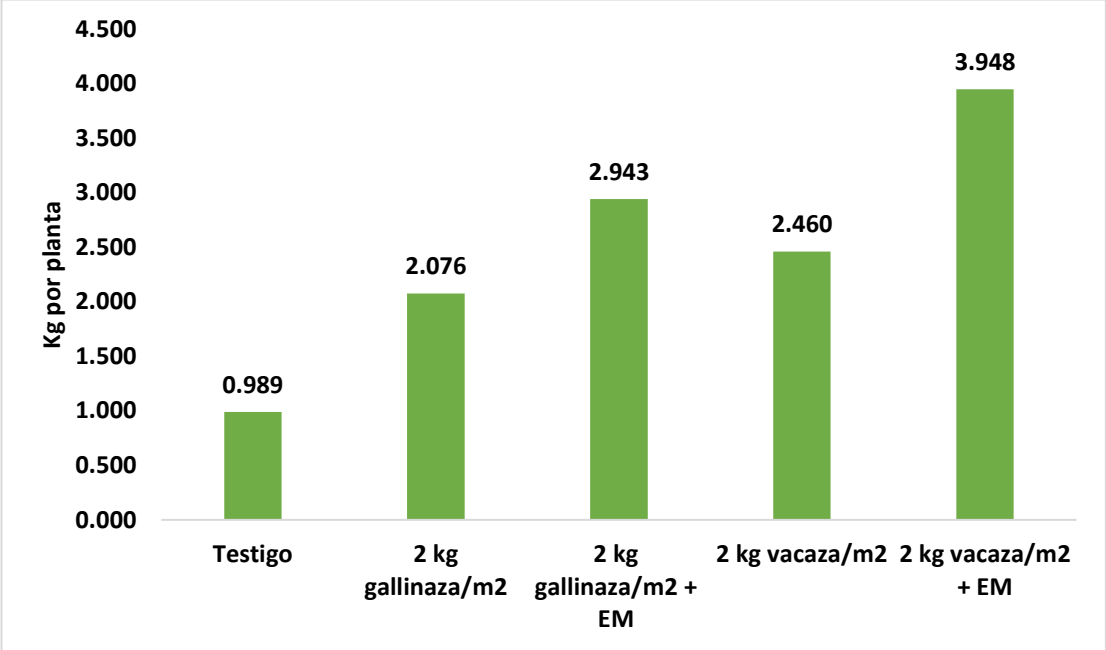
Tabla 15

Rendimiento total de frutos por planta por tratamiento

Tratamiento	Rendimiento total (kg/planta)
T1 = Testigo sin aplicación	0.989 d
T2 = 2 kg/m² gallinaza	2.076 c
T3 = 2 kg/m² gallinaza + EM 1%	2.943 b
T4 = 2 kg/m² vacaza	2.460 c
T5 = 2 kg/m² vacaza + EM 1%	3.948 a

Figura 9

Rendimiento total de frutos por planta y por tratamiento



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Altura de planta

Los resultados del presente estudio evidenciaron que la aplicación de biofertilizantes a base de gallinaza y vacaza, combinados con microorganismos eficientes (EM), generó un incremento significativo en la altura de las plantas de tomate variedad Río Grande**,** en comparación con el testigo sin aplicación. Particularmente, el tratamiento T5 (2 kg/m² de vacaza + EM al 1%) presentó los valores más altos en todas las evaluaciones, alcanzando hasta 91,12 cm a los 60 días después del trasplante.

Estos hallazgos coinciden parcialmente con lo señalado por Ruíz *et al.* (2023) en Chiapas (México), quien reportó que la aplicación de harina de pez diablo incrementó la altura de planta en un 13% a los 126 días. Asimismo, los resultados se asemejan a los de Alarcón *et al.,* (2020) en Apurímac, donde la incorporación de microorganismos nativos favoreció el crecimiento vegetativo, alcanzando 39 cm en porte de planta. En el ámbito local, Vela (2018) demostró que la combinación de vacaza y gallinaza enriquecidas con EM compost promovió una mayor altura en lechuga, lo que refuerza el papel de estos biofertilizantes en el desarrollo estructural de los cultivos.

5.2. Número de frutos por planta

En cuanto a la producción de frutos, se observó que el tratamiento T5 fue el más eficiente, alcanzando 40,37 frutos por planta**,** seguido de T3 y T4**,** mientras que el testigo apenas registró 12,06 frutos**.** El comportamiento de los

tratamientos que incluyeron EM confirma la importancia de los microorganismos en la disponibilidad de nutrientes para la fructificación.

Estos resultados contrastan con los reportados por Isuiza (2021) en Ucayali, quien encontró valores más bajos (13,9 frutos por planta) aplicando ácidos húmicos y fúlvicos. De manera similar, Monzón (2016) obtuvo en promedio 11,25 frutos con el uso de cuyaza, y Guanoquiza (2017) reportó apenas 9,4 frutos por planta con estiércol vacuno solarizado. Por lo tanto, puede afirmarse que la combinación de vacaza y EM en el presente ensayo logró superar los rendimientos descritos en la literatura.

5.3. Peso promedio de fruto

El peso promedio de fruto también reflejó diferencias notorias entre tratamientos, destacando nuevamente T5, con un promedio de 87,62 g**,** seguido de T3 con 73,12 g**.** Los tratamientos sin EM obtuvieron resultados intermedios, mientras que el testigo registró el valor más bajo (42,18 g).

Estos resultados corroboran lo descrito por Bayer (2015) y Valdivieso (2006)**,** quienes sostienen que los biofertilizantes mejoran las características de los frutos, especialmente en términos de peso y calidad. Comparando con otros estudios, Isuiza (2021) reportó un peso de 46,9 g por fruto en Campo Verde, cifras inferiores a las alcanzadas en esta investigación. En contraste, Ávila (2010) encontró promedios de 156 g aplicando té de bocashi, y Guanoquiza (2017) reportó 125,7 g con estiércol vacuno solarizado, resultados que superan los obtenidos en este ensayo, aunque confirman la tendencia positiva del uso de biofertilizantes.

5.4. Rendimiento de frutos comerciales por planta

El mayor rendimiento de frutos comerciales se obtuvo en el tratamiento T5**,** con 3,537 kg por planta**,** seguido de T3 con 2,303 kg**,** en tanto que el testigo alcanzó solo 0,508 kg**.** Esta diferencia refleja la influencia de los EM en la descomposición de la materia orgánica y la mejor disponibilidad de nutrientes para la planta.

De manera similar, Alarcón *et al., (2020)* en Apurímac reportaron que los microorganismos eficientes nativos mejoraron significativamente el rendimiento de la variedad Río Grande. A nivel local, Isuiza (2021) encontró valores mucho menores (825,7 g por planta) en la variedad Regional, lo que demuestra que el uso de biofertilizantes con EM puede ser más efectivo que la aplicación de ácidos húmicos.

5.5. Rendimiento de frutos de descarte por planta

En la variable rendimiento de frutos de descarte**,** el tratamiento T5 registró el valor más bajo (0,41 kg/planta), mientras que los tratamientos T3 y T4 presentaron los valores más altos (0,64 y 0,69 kg/planta, respectivamente). Estos resultados muestran que el uso de EM no solo aumenta la producción comercial, sino que también reduce el porcentaje de frutos descartados.

Lo encontrado coincide con lo descrito por Vela (2018) en cultivos de lechuga en Pucallpa, donde la aplicación de biofertilizantes enriquecidos con EM mejoró la calidad de la producción, reduciendo pérdidas asociadas a defectos en los órganos vegetales.

5.6. Rendimiento total de frutos por planta

Finalmente, en el rendimiento total de frutos por planta, el tratamiento T5 alcanzó 3,948 kg, seguido por T3 con 2,943 kg. Los valores más bajos correspondieron al testigo (0,989 kg), lo que confirma la superioridad de las aplicaciones combinadas de vacaza y EM.

Estos hallazgos se relacionan con lo reportado por Monzón (2016)**,** quien encontró que la variedad Río Grande alcanzó 27 644,6 kg/ha con cuyaza fermentada, y con lo señalado por Acosta (2012) en su teoría de la energía orgánica, que destaca cómo los microorganismos descomponen la materia orgánica liberando nutrientes esenciales para el cultivo. A nivel nacional, Alarcón *et al.,* (2020) también evidenciaron incrementos en el rendimiento con la aplicación de EM en Apurímac, reafirmando el potencial de esta práctica como alternativa sostenible frente a la fertilización química.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- La aplicación de gallinaza y vacaza enriquecidas con microorganismos eficientes (EM) influyó de manera significativa en el crecimiento y rendimiento del tomate variedad Río Grande, evidenciando que el uso de biofertilizantes procesados constituye una alternativa sostenible frente al manejo tradicional y cumple con el objetivo general de la investigación.

- En relación con el crecimiento del cultivo, los resultados mostraron que el tratamiento vacaza + EM (2 kg/m² + 1%) alcanzó las mayores alturas de planta en todas las evaluaciones, seguido de la gallinaza + EM, lo que demuestra la eficacia de los EM en la descomposición de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes esenciales.

- En cuanto al rendimiento del cultivo**,** el tratamiento vacaza + EM registró el mayor número de frutos, el mayor peso promedio y los más altos rendimientos comerciales y totales, superando de forma significativa a los tratamientos sin EM y al testigo, lo que confirma que la incorporación de microorganismos eficientes potencia la productividad del tomate en condiciones locales de la Universidad Nacional de Ucayali.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación de vacaza enriquecida con EM (2 kg/m² + 1%) como una práctica agronómica eficiente para el cultivo de tomate variedad Río Grande en la región de Ucayali, dado que este tratamiento obtuvo los mejores indicadores de crecimiento y rendimiento.

- Considerando los resultados obtenidos, se sugiere a los agricultores incorporar biofertilizantes orgánicos procesados con EM en lugar de fertilizantes químicos, ya que permiten una producción más sostenible, mejoran la fertilidad del suelo y reducen los costos de insumos de síntesis.

- Para futuras investigaciones, se recomienda realizar ensayos con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de EM**,** así como extender las pruebas a otras variedades de tomate y a distintos cultivos, con el fin de validar y ampliar la aplicabilidad de esta tecnología en la producción agrícola local y regional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta Almánzar, H. A. (2012). Microorganismos eficientes de montaña: evaluación de su potencial bajo manejo agroecológico de tomate en Costa Rica. Tesis Posgrado CATIE San José Costa Rica.

Alarcón, J.; Recharte, D.; Yanqui, F.; Moreno, S. & Buendía, M. (2020). Fertilizing with native efficient microorganisms has a positive effect on the phenology, biomass and production of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill).

Ávila, G. (2010). Aplicación de té de bocashi en el rendimiento del tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero.

Bayer, C. (2015). Biofertilizantes y su efecto en la calidad de frutos hortícolas. *Revista Latinoamericana de Agricultura Orgánica, 10*(2), 33-41.

Esteban Antonio, K. R. (2020). *Efecto de la fertilización en drench en el cultivo de Solanum lycopersicum en Pichanaqui*.

Estrada-Arellano, E., Murillo-Amador, B., Cervantes-Vázquez, T. J., Gallegos-Robles, M. Á., Fortis-Hernández, M., & Vázquez-Vázquez, C. (2022). Fertilización orgánica para mejorar calidad nutraceútica de híbridos de tomate y su efecto en las propiedades químicas del suelo. *Terra Latinoamericana*, *40*, e1613.

García, F. (2024). Guía completa para el cultivo y cuidado del tomate. En: La Huerta. Universidad ECCI.

García Ramírez, L. (2012). Niveles de abonamiento con humus de lombriz *(Eisenia foetida)* y su efecto en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum sculentum* L.) en Yurimaguas.

Gonzáles, J.; Lozano, C.; Preciado, P.; Arroyo, E.; Rojas, A.; Rodríguez, J. (2021). Fertilización orgánica contra convencional en el rendimiento, atributos

morfológicos y calidad de fruto de tomate uva en un sistema de subirrigación no recirculante.

Google Earth. (2023). *Ubicación satelital del Centro de Producción de la Universidad Nacional de Ucayali, Km 6.200 Carretera Federico Basadre, Ucayali, Perú* [Imagen satelital]. Google Earth.

Guanoquiza, L. (2017). Efecto del estiércol vacuno solarizado sobre la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Loja, Ecuador.

Higa, T. & Parr, J. F. (s.f). Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible. Centro Internacional de Investigación de Agricultura Natural. Traducido por FUNDASES.

Isuiza Cardozo, G. A. (2021). Efecto de diferentes dosis de ácidos húmicos y fúlvicos en el rendimiento de dos variedades de tomate (*Lycopersicum sculentum M*ill.) en la zona de Campo Verde Ucayali Perú. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa.

Martínez, V. R. (2002). Biofertilización y producción agrícola sostenible. Retos y perspectivas. XIII Congreso Científico del INCA. Programa y resúmenes. La Habana. Cuba.

Mejía, G. (1995). Agricultura para la vida: movimientos alternativos frente a la agricultura química. Cali, Colombia: Feriva, 252.

Monzón Sequeiros, C. A. (2016). Evaluación del rendimiento de tomate de crecimiento indeterminado (*Licopersum esculentum* Mill) de dos variedades híbridos utilizando abonos fermentados de gallinaza y cuyaza Abancay. Tesis Universidad Tecnológica de los Andes. Abancay.

Pérez Tang, O. (2018). Estudio prospectivo de los factores ecológicos de los caños naturales en la ciudad de Pucallpa Ucayali, Perú. Tesis Maestría Gestión Ambiental. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa.

Ríos Del Aguila, J. A. (2022). Efecto de diferentes concentraciones de enraizadores naturales agua de coco (*Cocos nucifera*) y extracto de sapohuasca (*Cissus verticilata*) en esquejes de tomate (*Lycopersicum sp*.) bajo condiciones de nebulización en Pucallpa. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa.

Rodríguez, G. E., Vargas, D. C., Sánchez, J. G., López, R. I., Rodríguez, C. A., Ruiz, J. C., Puente, P. O., & Miranda, R. M. (2009). Etnobotánica de *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme en el Occidente de México. Naturaleza y Desarrollo, Vol. 7, Núm. 2.

Ruíz-Aguilar, M. Y., Montes-Molina, J. A., Castañón-González, J. H., Gutiérrez-Miceli, F. A., Hernández-Guzmán, M., López-López, H., Ruiz-Valdiviezo, V. M., & Villalobos-Maldonado, J. J. (2023). Uso de la harina del pez diablo (*Pterygoplichthys* spp.) en la fertilización orgánica del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista internacional de contaminación ambiental*, *39*, 54848.

SENASA. (2015). Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de tomate.

Terry, E.; Leyva, A. & Hernández, A. (2005). Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *In* Revista Colombiana de Biotecnología. Vol VII (2) 47-54.

Valdivieso, R. (2006). Biofertilización y calidad de los frutos de tomate. *Revista de Ciencias Agrarias del Perú, 8*(2), 15-22.

Vela Rodríguez, B. (2018). Efecto de gallinaza y vacaza enriquecidas con microorganismos eficientes en el crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa*) en Pucallpa.

ANEXOS

ANEXO 1

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: VANNIA INES GARCIA LOVERA
PROCEDENCIA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI - PUCALLPA

FECHA DE REPORTE: 21/02/2024
RECIBO N° V1-2024

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

N°	DATOS		ANALISIS MECANICO				ANALISIS QUIMICO								ANALISIS QUÍMICO									
			Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	pH	CE	Materia Orgánica	N	C	P	K_2O	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiables	Acidez Cambiable	Saturación de Aluminio
			Ag	Arc	Lo		0-14	dS/m	M.O.	total	Orgánico	disponible			Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio	Aluminio	Hidrógeno				
	CODIGO DEL LAB.	DATOS DEL SOLICITANTE	%	%	%		1:1	1:1	%	%	%	ppm	ppm		CAMBIABLES Cmol(+)/kg							%	%	%
1	V1-2024	UNU-001-VIGL	52	15	33	Franco	6.27	0.27	3.27	0.1636	1.8966	9.8384	88.1973	5.474	4.705	0.529	0.131	0.110	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.
Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Dr. HUGO ALBERTO ROAMANI YUPANQUI

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Ingº GILMER BOLTON NEIRA TRUJILLO

Carretera Central KM 1.21 - Tingo María

GRACIA POR SU PREFERENCIA

ANALISISDESUELOSUNAS@HOTMAIL.COM
WHATSAPP: 979107531

ANEXO 2

RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES DE CAMPO POR TRATAMIENTO Y POR VARIABLES DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO

TRATAMIENTOS	INDICADORES DE CRECIMIENTO			INDICADORES DE RENDIMIENTO				
	Altura de planta (cm)							
	1° Evaluación (30 días)	2° Evaluación (45 días)	3° Evaluación (60 días)	Número de frutos por planta	Numero de frutos comerciales por planta	Numero de frutos de descarte por planta	Peso promedio de fruto (g)	Rendimiento total (kg por planta)
B1 T2R1 (M3) GALLINAZA	10	25	50	20	15	5	56	0.840
B1T2R1 (M2) GALLINAZA	12	28	48.3	18	14	4	58	0.812
B1T2R1 (M3) GALLINAZA	13	30	45	23	20	3	58	1.160
B1T2R1 (M9) GALLINAZA	14	28.2	52.2	20	15	5	56	0.840
B1T3R1(M12) G+EM	13	30	60	30	26	4	90	2.340
B1T3R1 (M6) G+EM	12	30.3	65.4	35	32	3	70	2.240
B1T3R1(M9)G+EM	14	32	70	28	20	8	85	1.700
B1T3R1(M7) G+EM	12	31.2	56	34	32	2	70	2.240
B1T4R1(M5) VACAZA	13	29	50	23	20	3	60	1.200
B1T4R1 (M6) VACAZA	13	30	63.2	25	20	5	63	1.260
B1T4R1(M12) VACAZA	14	28	57.2	20	15	5	60	0.900
B1T4R1 (M8)) VACAZA	14	30.4	54	38	30	8	60	1.800
B1T5R1 (M5)V+EM	16	35	90	35	30	5	65	1.950
B1T5R1 (M10) V+EM	16	34.2	85.3	46	40	6	70	2.800

B1T5R1(M9) V+EM	20	38.2	95	40	36	4	79	2.844
B1T5R1 (M1) V+EM	18	36	92.1	30	25	5	70	1.750
B1T1R1 TESTIGO	9	20	40	4	1	3	35	0.035
B1T1R1 TESTIGO	9	18	35	6	0	6	30	0.000
B1T1R1 TESTIGO	7	15	30	6	2	4	28.2	0.056
B1T1R1 TESTIGO	6.9	14.4	45.2	5	1	4	25	0.025
B2 T1R2 (M6) TESTIGO	9.3	13	42	10	5	5	45	0.225
B2 T1R2 (M9) TESTIGO	8	14	52	15	9	6	48	0.432
B2 T1R2 (M4) TESTIGO	7	16.3	45	15	5	10	42	0.210
B2 T1R2 (M7) TESTIGO	7.8	14.8	43.3	13	8	5	40	0.320
B2T2R2(M4) GALLINAZA	12.5	29.3	60	32	25	7	69	1.725
B2T2R2(M8) GALLINAZA	11.3	31.3	58.2	22	18	4	60	1.080
B2T2R2(M12) GALLINAZA	12.5	29.5	55	30	26	4	55	1.430
B2T2R2(M1) GALLINAZA	14	28	52	20	15	5	50	0.750
B2T3R2(M6) G+EM	12.3	30	66	30	25	5	85	2.125
B2T3R2(M7) G+EM	12	31.2	65.4	36	26	10	80	2.080
B2T3R2(M1) G+EM	13	30	67	40	30	10	70	2.100
B2T3R2(M4) G+EM	12	29.3	66	30	25	5	70	1.750
B2T4R2(M4) VACAZA	10	28	49	25	20	5	60	1.200
B2T4R2(M11) VACAZA	8	30	60.1	36	30	6	60	1.800
B2T4R2(M6) VACAZA	10	32	58.2	30	20	10	59	1.180
B2T4R2(M1) VACAZA	11.2	30.4	55	25	20	5	65	1.300
B2T5R2 (7) V+EM	13	36	94	49	45	4	100	4.500
B2T5R2 (4) V+EM	15	35.2	85	8	4	4	98	0.392
B2T5R2 (8) V+EM	14	38	90	50	45	5	90	4.050
B2T5R2 (2) V+EM	14	36	91.3	40	36	4	102	3.672
B3T1R3(M4) TESTIGO	6.3	14	40	15	7	8	45	0.315
B3T1R3(M6) TESTIGO	8	14	54.2	18	15	3	51	0.765

B3T1R3(M9) TESTIGO	5	15.3	55	10	6	4	40	0.240
B3T1R3(M1) TESTIGO	7.8	14.3	53.3	10	8	2	55	0.440
B3T2R3(M4) GALLINAZA	10.5	28	65	23	23		65	1.495
B3T2R3(M11) GALLINAZA	11.3	30.3	60.2	20	20		60	1.200
B3T2R3(M5) GALLINAZA	10.5	28.5	54	25	25		55	1.375
B3T2R3(M8) GALLINAZA	12	28	56	20	20		65	1.300
B3T3R3(M9) G+EM	12.3	32	63	28	20	8	80	1.600
B3T3R3(M11) G+EM	11	31.2	63.4	38	30	8	65	1.950
B3T3R3(M5) G+EM	12	31	67	25	20	5	60	1.200
B3T3R3(M2) G+EM	12	29.3	66	30	20	10	68	1.360
B3T4R3(M8) VACAZA	9	28	48	30	20	10	60	1.200
B3T4R3(M12) VACAZA	8	30	62.1	25	20	5	65	1.300
B3T4R3(M3) VACAZA	10	32	58.2	38	30	8	59	1.770
B3T4R3(M7) VACAZA	10.2	30.4	50	30	15	15	65	0.975
B3T5R3(M6)V+EM	12	35	90	40	35	5	90	3.150
B3T5R3(M3) V+EM	13	35.1	85	44	40	4	88	3.520
B3T5R3(M1) V+EM	14	38.3	90	38	35	3	90	3.150
B3T5R3(M12) V+EM	14	37	92.3	42	38	4	102	3.876
B4T1R4(M10) TESTIGO	7.3	13	30	17	15	2	45	0.675
B4T1R4(M5) TESTIGO	8	12.3	44.2	15	8	7	51	0.408
B4T1R4(M1) TESTIGO	5	14.3	40	10	7	3	40	0.280
B4T1R4(M7) TESTIGO	7.8	12.1	42	14	10	4	55	0.550
B4T2R4(M10) GALLINAZA	10	27	60	32	25	7	55	1.375
B4T2R4(M5) GALLINAZA	10.3	31.3	60.2	25	20	5	60	1.200
B4T2R4(M2) GALLINAZA	10.5	29.2	57	28	28		55	1.540
B4T2R4(M7) GALLINAZA	12	27	56	25	20	5	60	1.200
B4T3R4(M1) G+EM	11.5	30	60	34	30	4	70	2.100
B4T3R4(M7) G+EM	11	34.2	63.4	30	20	10	69	1.380

B4T3R4(M4) G+EM	12	33	67	25	20	5	60	1.200
B4T3R4(M11) G+EM	12	30.3	64	30	25	5	78	1.950
B4T4R4(M6) VACAZA	10	33	50	30	25	5	60	1.500
B4T4R4(M12) VACAZA	9.2	31	62.1	25	20	5	65	1.300
B4T4R4(M5) VACAZA	10.4	35	58.2	38	30	8	59	1.770
B4T4R4(M3) VACAZA	10	32.3	55	30	23	7	65	1.495
B4T5R4 (M7) V+EM	13	30	100	45	40	5	90	3.600
B4T5R4 (M12) V+EM	12.3	32.1	95	40	37	3	98	3.626
B4T5R4 (M2) V+EM	13	32.3	90	38	35	3	70	2.450
B4T5R4 (M5) V+EM	14	32	94.3	40	38	2	100	3.800

ANEXO 3

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

Figura 10A

Limpieza y preparación de terreno



Figura 11A

Preparación de EM Compost



Figura 12A

Trasplante de plántulas de tomate



Figura 13A

Evaluación (15 días después del trasplante)



Figura 14A

Evaluación (30 días después del trasplante) - Indicadores de crecimiento



Figura 15A

Segunda evaluación (45 días después del trasplante)



Figura 16A

Tercera evaluación (60 días después del trasplante)



Figura 17A

Cuarta evaluación - Indicadores de rendimiento



Figura 18A

Cosecha del tomate



Figura 19A

Pesado de frutos



Figura 20A

Pesado de frutos descarte



Figura 21A

Supervisión del jurado evaluador

