

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: "Evaluación de microorganismos de montaña autóctonos (MMA) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAs) como alternativa de manejo en el cultivo de tomate Cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo invernadero en el centro experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi."

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Cahueñas Noquez Marcos Andrés

TUTOR: Ing. Carlos David Herrera Ramírez, MSc

Tulcán, 2026.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Cahueñas Noquez Marcos Andrés con el número de cédula 1755122627 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de microorganismos de montaña autóctonos (MMA) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAs) como alternativa de manejo en el cultivo de tomate Cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo invernadero en el centro experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi."

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en la Codificación del Reglamento de Régimen Académico y de Estudiantes de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Firmado electrónicamente por:
CARLOS DAVID
HERRERA RAMIREZ

Validar únicamente con FirmaEC

Ing. Herrera Ramírez Carlos David, MSc.

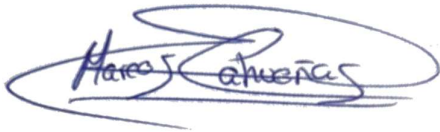
TUTOR

Tulcán, enero de 2026

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Cahueñas Noquez Marcos Andrés con cédula de identidad número 1755122627 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, reading "Marcos Cahueñas", enclosed within a large, stylized blue oval scribble.

Cahueñas Noquez Marcos Andrés

AUTOR

Tulcán, enero de 2026

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Cahueñas Noquez Marcos Andrés declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de microorganismos de montaña autóctonos (MMA) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAs) como alternativa de manejo en el cultivo de tomate Cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo invernadero en el centro experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Cahueñas Noquez Marcos Andrés

AUTOR

Tulcán, enero de 2026

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme guiado durante todo este proceso, por siempre escucharme cuando más lo necesite, por haber sido mi refugio en tiempos difíciles, y por haberme dado las más grandes alegrías durante toda esta etapa de formación profesional.

A mi padre José Cahueñas por haber sido mi apoyo durante todos estos años, gracias por nunca haberse rendido a pesar de lo difícil que sea el camino, su temple, fuerza y sabiduría han sido mi guía desde que tengo memoria y ha sido el regalo más grande que usted me ha dado a lo largo de mi vida, gracias, sin usted nada de esto hubiera sido posible.

A mi madre, Elena Noquez, por ser la madre más amorosa y comprensiva que existe, gracias por su apoyo constante y por el cariño que me sostuvo en los momentos más difíciles, su serenidad ante la adversidad y su inquebrantable fortaleza me han enseñado a vivir con la fe y determinación necesaria para nunca rendirme. Usted es y siempre será mi fortaleza y mi más grande inspiración.

A mis hermanos David, Santi y Gaby, doy gracias a Dios por bendecirme con su presencia en mi vida y por permitirme compartir junto a ustedes cada logro y cada momento como hermanos, gracias por darme la oportunidad de ser parte de sus vidas, de verlos cada día y de tener la certeza de que siempre puedo contar con ustedes, los quiero con todo mi corazón.

A mi tutor, MSc. David Herrera agradezco profundamente el tiempo y dedicación que me brindo durante este proceso, su orientación y conocimiento fueron fundamentales para el desarrollo de este proyecto. El profesionalismo, responsabilidad y conocimiento han sido ejemplo en mi formación profesional y personal, gracias por su acompañamiento y por compartir con generosidad sus enseñanzas.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por haberme dado los medios y herramientas para fomentar mi conocimiento, al brindarme los valores éticos e institucionales en mi formación como profesional, gracias mi querida Universidad.

Marcos Andrés Cahueñas Noquez

DEDICATORIA

Con todo el cariño y amor dedico esta parte de mi vida a Dios y a mis padres, el amor que me han dado desde el primer día de mi vida, las enseñanzas que me han formado como ser humano, el camino que me han ayudado a seguir con su guía ha sido base fundamental de mi formación como profesional, nunca dejaron de creer en mí, y ese es el regalo más valioso que pude tener en esta etapa de mi vida, son ustedes mi razón de ser.

Marcos Andrés Cahueñas Noquez

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
I. EL PROBLEMA	17
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3 JUSTIFICACIÓN	18
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	19
1.4.1 Objetivo General	19
1.4.2 Objetivos Específicos	20
1.4.3 Preguntas de Investigación	20
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.2. MARCO TEÓRICO	23
2.2.1 Cultivo de Tomate Cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>)	23
2.2.2 Taxonomía	24
2.2.3 Descripción botánica.....	24
2.2.4 Requerimientos Edafoclimáticos	26
2.2.5 Prácticas culturales.....	27
2.2.5 Sanidad.....	28
2.2.6 Requerimientos nutricionales del cultivo	29
III. METODOLOGÍA	32
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	32
3.1.1 Enfoque	32
3.1.2 Tipo de Investigación	32

3.2. IDEA A DEFENDER	32
3.2.1 Hipótesis nula.....	32
3.2.2 Hipótesis alternativa.....	33
3.3 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	33
3.3.1 Variable independiente	33
3.3.2 Variables dependientes	33
3.4. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	34
3.5 TRATAMIENTOS	36
3.5.1 Características del experimento	36
3.5.2 Diseño Experimental	37
3.5.3 Distribución en campo de la unidad experimental.....	37
3.5.4 Unidad Experimental	38
3.5.5 Población y muestra de la investigación	39
3.6 VARIABLES DEPENDIENTES O DE MEDICIÓN.....	39
3.6.1 Altura de planta en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>)	39
3.6.2 Calibre de tallo en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>)	39
3.6.3 Presencia de inflorescencias en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>)	39
3.6.4 Presencia de flores por inflorescencia en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>)	39
3.6.5 Frutos cosechados en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>)	40
3.6.6 Peso de fruto en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>)	40
3.6.7 Rendimiento en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>)	40

3.6.8 Costo/beneficio en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>)	40
3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	40
3.7.1 Análisis Estadístico	40
3.7.2 Análisis de la varianza	41
3.8. MÉTODOS UTILIZADOS	41
3.8.1 Preparación y propagación de microorganismos autóctonos.....	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1. RESULTADOS	43
4.1.1 Altura de la planta del cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) bajo el efecto de MMA y EMAS.....	43
4.1.2 Calibre del tallo del cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) bajo el efecto de MMA y EMAS.	46
4.1.4 Presencia de inflorescencias en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) bajo el efecto de MMA y EMAS.....	49
4.1.5 Presencia de flores por inflorescencia del cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) bajo el efecto de MMA y EMAS.....	52
4.1.6 Frutos cosechados en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) bajo el efecto de MMA y EMAS.....	54
4.8.7 Peso de frutos en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) bajo el efecto de MMA y EMAS	55
4.1.8 Rendimiento (tn/ha) del cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) bajo el efecto de MMA y EMAS.....	56
4.8.9 Costo/beneficio en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) bajo el efecto de MMA y EMAS.....	59
4.2. DISCUSIÓN	60
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1. CONCLUSIONES	62
5.2. RECOMENDACIONES	63

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
VII. ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica	24
Tabla 2. Descripción y operacionalización de variables.....	34
Tabla 3. Tratamientos evaluados	36
Tabla 4. Características del experimento	37
Tabla 5. Representación análisis de la varianza.....	41
Tabla 6. Prueba de Normalidad Shapiro-Willks para la altura de la planta en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) desde los 30 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS.	43
Tabla 7. Análisis de la varianza para la variable altura de la planta en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) desde los 30 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS.	44
Tabla 8. Prueba Tukey al 5% para la altura de la planta en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) desde los 30 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS.....	45
Tabla 9. Prueba de Normalidad Shapiro-Willks para calibre del tallo de la planta en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) desde los 30 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS	46
Tabla 10. Análisis de la varianza calibre del tallo de la planta en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) desde los 30 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS.....	47
Tabla 11. Prueba Tukey al 5 % para calibre de tallo de la planta en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) desde los 60 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS	48
Tabla 12. Prueba de Normalidad Shapiro-Willks presencia de inflorescencias en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) desde los 60 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de EMAS y MMA	49

Tabla 13. Análisis de la varianza para presencia de inflorescencias en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) desde los 60 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS	50
Tabla 14. Prueba Tukey al 5% de la variable presencia de inflorescencias por planta en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) desde los 60 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS	51
Tabla 15. Prueba de Normalidad Shapiro-Willks para la variable flores por inflorescencia en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) desde los 75 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS.....	52
Tabla 16. Análisis de la varianza para la variable presencia de flores por inflorescencia en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) desde los 75 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS	52
Tabla 17. Prueba Tukey al 5% para la variable presencia de flores por inflorescencia de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) desde los 75 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS	53
Tabla 18. Prueba de Normalidad Shapiro-Willks Fructificación por planta en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) a los 210 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS.....	54
Tabla 19. Análisis de la varianza para la variable frutos cosechados por planta en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) a los 210 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS.....	54
Tabla 20. Prueba Tukey al 5% frutos cosechados por planta en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) a los 210 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS.....	55
Tabla 21. Prueba de Normalidad Shapiro-Willks peso de frutos en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) a los 210 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS.....	55
Tabla 22. Análisis de la varianza para peso de frutos en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) a los 210 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS.....	56

Tabla 23. Promedios para la variable peso de frutos en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) a los 210 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS.....	56
Tabla 24. Prueba de Normalidad Shapiro-Willks para la variable rendimiento tn/ha en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) bajo el efecto de MMA y EMAS.....	57
Tabla 25. Análisis de la varianza para la variable rendimiento por hectárea en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) bajo el efecto de MMA y EMAS.....	57
Tabla 26. Prueba Tukey al 5% rendimiento tn/ha en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) bajo el efecto de MMA y EMAS	58
Tabla 27. Análisis costo-beneficio en el cultivo de tomate cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) bajo el efecto de MMA y EMAS	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del ensayo en Invernadero	38
Figura 2. Esquema de la unidad experimental.....	38
Figura 3. Esquema de la parcela neta.....	39
Figura 4. Recolección microorganismos de montaña (MMA) y microorganismos eficientes (EMAS).....	72
Figura 5. Elaboración solución madre y propagación MMA y EMAS.....	72
Figura 6. Preparación y desinfección del terreno	72
Figura 7. Trasplante de plántulas	73
Figura 8. Aplicación de los tratamientos.....	73
Figura 9. Tutorado de la planta.....	73
Figura 10. Podas	74
Figura 11. Recolección de datos.....	74
Figura 12. Cosecha	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	68
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	69
Anexo 3. Costos de producción en una hectárea de tomate cherry	71
Anexo 4. Proceso del experimento en campo microorganismos benéficos.....	72

RESUMEN

El cultivo de tomate cherry requiere la implementación de estrategias sostenibles que permitan reducir el uso de agentes químicos en su manejo agronómico. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos de montaña autóctonos (MMA) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAS) sobre el rendimiento del cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Isla, bajo condiciones de invernadero, como una alternativa de manejo agronómico. Para ello, se evaluaron MMA y EMAS recolectados en tres localidades (Huaca, El Carmelo y El Ángel), generándose seis tratamientos, a los cuales se añadió un tratamiento basado en un complejo comercial de microorganismos y un testigo absoluto, conformando un total de ocho tratamientos con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron aplicados vía foliar cada 15 días a una dosis de 100mL/L, bajo un diseño completamente al azar (DCA). Los resultados evidenciaron que el tratamiento T5 (EMAS de El Carmelo) presentó el mejor desempeño agronómico, alcanzando los mayores valores en altura de planta (1,97m), calibre del tallo (1,87cm), presencia de inflorescencias por planta (5,47), presencia de flores por inflorescencia (30,34), frutos cosechados por planta (71,13), y rendimiento del cultivo (28,30tn/ha), además de registrar la mejor relación costo/beneficio (2,08) mientras que en la variable peso del fruto no se registraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. En conjunto, estos resultados demuestran que el uso de EMAS constituye una alternativa viable al manejo convencional basado en agroquímicos, al promover un crecimiento vegetativo vigoroso, mejorar la productividad y asegurar una adecuada rentabilidad del cultivo de tomate cherry bajo estas condiciones de manejo.

Palabras Claves: tomate cherry, microorganismos de montaña autóctonos, microorganismos eficientes autóctonos, rendimiento, manejo agronómico.

ABSTRACT

The cultivation of cherry tomatoes requires the implementation of sustainable strategies that reduce the use of chemical agents in their agronomic management. The objective of this research was to evaluate the effect of applying native mountain microorganisms (MMA) and native efficient microorganisms (EMAS) on the yield of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum Mill*) of the Isla variety, under greenhouse conditions, as an alternative agronomic management strategy. To this end, MMA and EMAS collected in three locations (Huaca, El Carmelo, and El Ángel) were evaluated, generating six treatments, to which a treatment based on a commercial complex of microorganisms and an absolute control were added, making a total of eight treatments with four replicates. The treatments were applied foliar every 15 days at a dose of 100mL/L, under a completely randomized design (CRD). The results showed that the T5 treatment (EMAS from El Carmelo) showed the best agronomic performance, achieving the highest values in plant height (1.97 m), stem caliber (1.87 cm), number of inflorescences per plant (5.47), number of flowers per inflorescence (30.34), fruits harvested per plant (71.13), and crop yield (28.30 t/ha), as well as recording the best cost/benefit ratio (2.08), while no statistically significant differences were recorded between treatments in the fruit weight variable. Overall, these results demonstrate that the use of EMAS is a viable alternative to conventional agrochemical-based management, promoting vigorous vegetative growth, improving productivity, and ensuring adequate profitability of cherry tomato cultivation under these management conditions.

Keywords: cherry tomato, native mountain microorganisms, native efficient microorganisms, yield, agronomic management.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate Cherry se ha convertido en una alternativa hortícola de gran relevancia para el Ecuador, dado su potencial para dinamizar la economía local y fortalecer el desarrollo productivo en zonas de la Costa y Sierra, donde las condiciones climáticas y edáficas favorecen su óptimo crecimiento (Márquez-Zambrano et al., 2023). En las provincias Santa Elena y los valles de Azuay, Imbabura y Carchi se ha evidenciado en los últimos años una expansión significativa de las áreas destinadas a este cultivo, impulsada por la creciente demanda nacional e internacional de productos frescos y de alto valor nutricional (Agro Bayer Ecuador, 2024).

Entre las variedades de tomate Cherry más difundidas en el país destacan Sweet Million, reconocida por su alta productividad y tolerancia a enfermedades; Sungold, apreciada por su sabor dulce y su capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales; y Cherry Belle, valorada por su estabilidad fenológica y productiva. No obstante, el cultivo enfrenta desafíos importantes relacionados con el uso inadecuado y excesivo de agroquímicos, especialmente en zonas productoras como Manabí, donde los costos de producción se incrementan debido a la dependencia de insumos químicos. Esta situación evidencia la necesidad de adoptar prácticas agrícolas más sostenibles y económicamente viables, entre ellas el uso de microorganismos eficientes, que han demostrado mejorar la fertilidad del suelo, incrementar la productividad y no generar efectos adversos a largo plazo (Meza, 2022).

El tomate Cherry representa, además, una oportunidad económica estratégica para pequeños y medianos agricultores debido a su ciclo corto, elevada rentabilidad y creciente aceptación en mercados internacionales, particularmente en Estados Unidos y países europeos. Su producción bajo prácticas sostenibles y con certificaciones orgánicas puede aumentar de manera importante su valor comercial. En este sentido, la expansión del cultivo de tomate Cherry en Ecuador no solo fortalece la seguridad alimentaria, sino que también contribuye a la generación de empleo y al dinamismo económico de las comunidades rurales (Meza, 2022).

I. EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en Ecuador constituye una de las actividades hortícolas de mayor importancia debido a su amplia demanda y a su papel en la economía agrícola nacional, especialmente en provincias como Carchi, Imbabura y Pichincha, donde un gran número de productores depende de esta actividad para su sustento. No obstante, la producción de tomate se desarrolla mayoritariamente bajo un manejo convencional basado en el uso intensivo de pesticidas y fertilizantes químicos destinados a asegurar la sanidad y el rendimiento del cultivo. Si bien este enfoque ofrece resultados eficientes a corto plazo, genera efectos adversos en la salud del suelo, ya que el uso excesivo de insumos sintéticos elimina tanto microorganismos patógenos como microorganismos benéficos, provocando pérdida de fertilidad, degradación de la estructura del suelo, menor retención de agua y nutrientes, y una disminución sostenida de la materia orgánica esencial para mantener la funcionalidad del ecosistema agrícola (Vásquez, 2012).

Con el paso de los ciclos productivos, la acumulación de agroquímicos en el suelo afecta de manera significativa la microbiota nativa, alterando la actividad de bacterias biofertilizantes y otros microorganismos que desempeñan funciones clave en la nutrición y crecimiento de los cultivos. Esta alteración genera una pérdida progresiva de biodiversidad microbiana y compromete la sostenibilidad de los sistemas agrícolas a largo plazo, ya que los compuestos residuales permanecen en el suelo y reducen su capacidad para sostener procesos biológicos esenciales (Rivera et al., 2010).

Otro aspecto crítico del manejo convencional del tomate es la bioacumulación de pesticidas como resultado del uso prolongado y excesivo de plaguicidas. Muchos de estos compuestos presentan una degradación extremadamente lenta, llegando a permanecer miles de años en el ambiente antes de transformarse en sustancias no tóxicas. La falta de buenas prácticas agrícolas favorece que estos residuos se filtren

hacia aguas subterráneas y superficiales utilizadas para consumo humano, lo que constituye un riesgo directo para la salud pública (INHEM, 2014).

En un estudio realizado por el Ministerio del Ambiente (2004) mediante el análisis de frutos recolectados en Pichincha, Imbabura y Carchi, se evidenció que los tomates presentaban residuos de agroquímicos que superaban hasta ocho veces los límites máximos establecidos por el Codex Alimentarius de la FAO. Esta contaminación se relaciona con daños en el tracto digestivo, hígado, riñones y sistema nervioso central, afectando tanto a consumidores como a los agricultores expuestos al manejo de estas sustancias.

La situación es particularmente alarmante en la provincia del Carchi, donde, según el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (2002), los agricultores presentan uno de los índices más altos de intoxicación por plaguicidas a nivel mundial, registrándose cuatro muertes por cada 10.000 habitantes al año debido al contacto con sustancias químicas agrícolas. Este escenario evidencia la necesidad urgente de promover alternativas sostenibles, como el uso de fertilizantes orgánicos y métodos ecológicos, que permitan reducir la dependencia de agroquímicos, mejorar la salud del suelo, proteger la biodiversidad y salvaguardar la salud de las personas que producen y consumen tomate en el país.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto de la aplicación de microorganismos de montaña autóctonos (MMA) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAS) sobre el rendimiento del cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill)?

1.3 JUSTIFICACIÓN

En Ecuador, el manejo del cultivo de tomate se lo hace principalmente de forma convencional, caracterizado por el uso intensivo de pesticidas y fertilizantes químicos para maximizar la productividad en el cultivo y protegerla contra plagas y enfermedades, pero, el uso excesivo de agroquímicos generan residuos que eliminan patógenos y microorganismos benéficos presentes en el ecosistema productivo por igual, además, afecta la estructura del suelo permitiendo la disminución de materia orgánica, disminución en la capacidad de retener humedad y pérdida de nutrientes en el suelo, promoviendo la acumulación de residuos químicos en los frutos de tomate y transformándose en un factor de riesgo para la salud humana al consumir estos productos (Meza, 2022).

El uso de microorganismos eficientes en la agricultura puede representar una alternativa ecológica para reducir la dependencia de agroquímicos y promover el uso de prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Estos microorganismos permiten disminuir la dependencia de insumos agroquímicos por su acción que promueve mejorar la salud edáfica y aumentar la biodiversidad microbiana y disponibilidad de nutrientes. Al integrar estos microorganismos en las prácticas agrícolas se garantiza una producción de alimentos de alta calidad y libres de residuos químicos en su composición, alineándose con la creciente demanda de productos saludables y sostenibles dado por los consumidores (Tigse, 2022).

El uso y aplicación de microorganismos de montaña puede promover la regeneración microbiana en ecosistemas afectados por el uso intensivo de agroquímicos, esto por promover la descomposición en la materia orgánica y control de agentes patógenos en los ecosistemas productivos. Estos microorganismos mejoran la fertilidad del suelo, aceleran la germinación, ayudan en procesos de fijación de nitrógeno, contribuyen al crecimiento saludable de los cultivos de fácil producción libres de residuos tóxicos y de bajo costo, permitiendo mejorar la calidad del suelo, así como fomentar la producción de alimentos nutritivos y sostenibles (INIFAP, 2019).

El uso y aplicación de microorganismos benéficos nativos en la agricultura ofrece ventajas económicas significativas frente al uso de productos agroquímicos, al implementarlos como alternativa de biofertilizantes y bioplaguicidas, se reducen los costos de producción y optimizan los márgenes de rentabilidad. Estos microorganismos mejoran la salud edáfica y la fertilidad del suelo, lo que resulta en incrementos en los rendimientos y calidad de los cultivos, minimizando riesgos económicos relacionados con la contaminación por uso de agroquímicos en los ecosistemas productivos. Asimismo, el uso de prácticas agrícolas sostenibles abre oportunidades de mercado alineadas con la demanda de productos ecológicos (Pazmiño, 2024).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos de montaña autóctonos (MMA) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAS) sobre el rendimiento del

cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Isla, bajo condiciones de invernadero como alternativa de manejo agronómico.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Comparar el efecto de la aplicación de microorganismos de montaña (MMA) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAS), obtenidos de tres localidades distintas, sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill).
- Identificar el tratamiento que promueva la mejor productividad en el cultivo de tomate Cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill).
- Efectuar un análisis económico mediante la determinación del índice costo/beneficio de cada tratamiento en estudio.

1.4.3 Preguntas de Investigación

¿Cuál es la diferencia en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Isla entre los tratamientos con microorganismos de montaña autóctonos (MMA) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAS), obtenidos de distintas localidades, bajo condiciones de invernadero?

¿Qué tratamiento con MMA o EMAS influye de manera favorable en la productividad del cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Isla?

¿Cuál es el índice costo/beneficio registrado por los tratamientos con microorganismos de montaña autóctonos (MMA) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAS) en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill)?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Alarcón et al. (2020) evaluaron el efecto de los microorganismos eficientes autóctonos (EMA) sobre el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill, variedad "Río Grande") en San Gabriel, Apurímac, Perú. El estudio se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3×3 + testigo y tres repeticiones, considerando tres dosificaciones de EMA (12,5; 25 y 50 cc) /litro y tres frecuencias de aplicación (cada 7, 14 y 21 días). Se analizaron variables agronómicas como altura de planta, número de tallos, número de flores, área foliar, peso de la raíz y rendimiento por planta. Los resultados mostraron que la dosificación de 25 cc/L aplicada cada 14 días fue la más efectiva, alcanzando 39 cm de altura, 37 flores por racimo, 24 cm² de área foliar, 59,67 g de peso de raíz y un rendimiento de 1713,69 g/planta. Estos hallazgos evidenciaron que el uso de EMA favorece un desarrollo más uniforme del cultivo y aumenta la productividad, reduciendo la dependencia de agroquímicos.

Tigse (2022) desarrolló un estudio en la Granja Experimental "La Pradera", en Antonio Ante, Imbabura, con el objetivo de evaluar el efecto de los microorganismos de montaña provenientes de suelos de páramo sobre la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.). Se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres dosificaciones (5%, 10% y 20%), un testigo y una frecuencia de aplicación cada 15 días tanto en área foliar como edáfica. El tratamiento al 5% mostró un incremento del 22,85% en flores desarrolladas, 33,62% en frutos cuajados y 38,45% en frutos cosechados respecto al testigo. Asimismo, el rendimiento aumentó en un 61,18% y se obtuvieron los mejores calibres comerciales con esta dosificación. Aunque no se encontraron diferencias estadísticas en el control de plagas y enfermedades, el estudio concluyó que los microorganismos autóctonos mejoran significativamente el crecimiento y rendimiento del cultivo, recomendándose su aplicación desde etapas tempranas.

Olivera (2015) evaluó, en la fase de semillero, el efecto de los microorganismos nativos del suelo (MNM) sobre el comportamiento agroproductivo del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), mediante la aplicación de dosis de 25, 50 y 100 ml/L de agua, además de un tratamiento control sin aplicación del biopreparado. Se analizaron variables morfoagronómicas como altura de planta, número de plantas por tratamiento, grosor del tallo y duración de la fase de semillero previa al trasplante. Los resultados indicaron que la dosis de 50 ml/L presentó el mejor desempeño agronómico en todos los parámetros evaluados, registrando diferencias estadísticas significativas frente al testigo y los demás tratamientos. Se concluyó que esta dosis mejora el comportamiento agro productivo del cultivo durante la etapa de semillero.

Calero et al. (2019) evaluaron el comportamiento agronómico del tomate riñón frente a la aplicación de microorganismos eficientes, utilizando un diseño experimental con cuatro tratamientos y tres repeticiones: sin aplicación, inoculación de semilla, aplicación foliar y la combinación de ambas. El estudio se realizó en tres variedades (Amalia, Rilia y Seen-2). Los resultados demostraron que la combinación de inoculación de semillas y aplicación foliar de microorganismos fue la más eficiente, incrementando el diámetro del tallo, altura de planta, número de hojas y el rendimiento final. Se registraron aumentos del 26% en las variedades Amalia y Rilia, y del 25% en Seen-2 en comparación con el control. Además, el ciclo de producción se redujo un 24% en Amalia y Seen-2, y un 22% en Rilia. El estudio concluyó que la aplicación combinada de microorganismos eficientes mejora significativamente el crecimiento y la productividad del tomate bajo condiciones tropicales.

Ferral et al. (2019) realizaron un experimento en la Cooperativa "Joe Westbrook", en Sancti Spíritus, Cuba, para evaluar el efecto de los microorganismos eficientes autóctonos sobre el nematodo *Meloidogyne incognita* y el desarrollo del tomate. El estudio, llevado a cabo entre diciembre de 2013 y marzo de 2014, utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones por tratamiento y tres dosificaciones (150, 200 y 250 mL por litro de agua). Los resultados mostraron que la dosis de 250 mL fue la más efectiva en la reducción de la infestación del nematodo, mientras que la dosis de 200 mL generó mejores resultados en altura de planta, número de flores, número de frutos por inflorescencia, diámetro y peso del fruto. Se concluyó que el uso de microorganismos autóctonos aporta beneficios tanto en el control biológico del nematodo como en la productividad del cultivo, constituyendo una alternativa ecológica eficaz en suelos afectados por problemas fitosanitarios.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Cultivo de Tomate Cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill)

2.2.1.1 Generalidades del Tomate Cherry

El tomate cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pertenece a la familia *Solanaceae* y corresponde a una planta herbácea de ciclo anual que se caracteriza por producir frutos pequeños, redondeados y de diversos colores, predominando el rojo, aunque también existen variedades amarillas, naranjas y negras. Su fruto, de textura jugosa y sabor dulce, contiene semillas diminutas rodeadas de pulpa carnosas. Aunque comparte similitudes con otras variedades de la especie, se diferencia por su tamaño reducido y su mayor concentración de azúcares, que intensifica su sabor (Soto, 2015).

2.2.1.2 Origen del Cultivo

El tomate cherry tiene su origen en las zonas andinas de América del Sur, especialmente en Chile, Perú y Ecuador, donde antiguamente se cultivaban especies silvestres de frutos pequeños y redondeados. Se considera una de las formas más primitivas del tomate domesticado y, con el tiempo, ha ganado popularidad debido a su sabor dulce, tamaño práctico y versatilidad tanto en la agricultura como en la gastronomía mundial (Meza, 2022).

2.2.1.3 Importancia del Cultivo

En Ecuador, la horticultura se desarrolla principalmente en la Sierra y los valles interandinos, zonas con condiciones edafoclimáticas favorables para cultivos de alto valor como el tomate cherry. Este cultivo representa una alternativa rentable para pequeños y medianos productores debido a su creciente demanda en el mercado local e internacional. Su calidad organoléptica lo hace atractivo para mercados gourmet y cadenas de supermercados. Además, el interés internacional —especialmente de Norteamérica y Europa— por productos diferenciados y obtenidos mediante prácticas sostenibles o certificaciones orgánicas abre oportunidades para la exportación de esta hortaliza (Meza, 2022).

2.2.1.4 Valor Nutricional

Según la Fundación Española de Nutrición (2022), el tomate cherry está compuesto por aproximadamente 90% de agua, lo que le confiere bajo contenido calórico y un sabor dulce debido a la presencia de fructosa y glucosa. Destaca su aporte de vitamina C (20–30 mg por cada 100 g), que cubre hasta el 40% de la ingesta diaria

recomendada, además de vitamina A, β -carotenos y licopeno, un antioxidante natural presente en concentraciones de 2,5 a 4,5 mg por cada 100 g. Este último compuesto ha sido ampliamente estudiado por su papel en la prevención de enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer, convirtiendo al tomate cherry en un alimento de alto valor nutricional y funcional.

2.2.2 Taxonomía

Tabla 1. Clasificación taxonómica

Reino:	<i>Plantae</i>
Subreino:	<i>Tracheobionta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Asteridae</i>
Orden:	<i>Solanales</i>
Familia:	<i>Solanaceae</i>
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>S. Lycopersicon esculentum Mill</i>

Fuente: (Garzón, 2011)

2.2.3 Descripción botánica

2.2.3.1 Raíz

El sistema radicular del tomate cherry es superficial y está constituido por una raíz principal corta, poco robusta, con un córtex y un cilindro central donde se localiza el xilema. Presenta además abundantes raíces secundarias y adventicias que se adhieren firmemente al suelo. La epidermis de estas raíces posee pelos absorbentes capaces de captar agua y nutrientes eficientemente (INTA, 2019).

2.2.3.2 Tallo

El tallo principal mide entre 2 y 4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares. A lo largo del tallo se originan hojas, tallos secundarios e inflorescencias, y también puede generar raíces cuando entra en contacto con el suelo, lo que favorece su propagación (INTA, 2019).

2.2.3.3 Hojas

Las hojas son compuestas y pinnadas, formadas por entre 7 y 9 folíolos de color verde oscuro que alcanzan longitudes de 10 a 25 cm. Cada hoja se une al tallo mediante un pecíolo y presenta bordes dentados. Además, poseen una superficie cubierta de pelos absorbentes que permiten aprovechar la humedad del ambiente (INTA, 2019).

2.2.3.4 Flor

Las flores son hermafroditas, pequeñas y de color amarillo intenso, con un diámetro de entre 1 y 2 cm. Se desarrollan en racimos simples o ramificados que surgen en el tallo y en las ramas opuestas a las hojas. En las variedades de tomate cherry, un racimo puede contener entre 4 y 40 flores (INTA, 2019).

2.2.3.5 Fruto

El fruto del tomate cherry es pequeño, de forma redondeada o de pera, con un diámetro de 1 a 3 cm y un peso promedio de 10 g. Su coloración varía según la variedad, siendo roja, amarilla, rosada o anaranjada. Los frutos se agrupan en ramilletes que pueden contener 15 o más unidades (INTA, 2019).

2.2.3.6 Semilla

Las semillas son aplanadas, ligeramente glandulares y miden entre 2 y 5 mm. Poseen una alta capacidad germinativa, la cual puede mantenerse hasta por dos años bajo condiciones adecuadas de almacenamiento (INTA, 2019).

2.2.3.7 Variedades

Sweet Million: es una variedad de crecimiento indeterminado, caracterizada por floración continua y fructificación prolongada, lo que permite cosechas escalonadas durante toda la temporada, su vigor vegetativo facilita el sostén de racimos largos con numerosos frutos pequeños de 15 a 20 gramos, de color rojo brillante y buena firmeza, además destaca por su alta productividad y tolerancia a enfermedades comunes (Organic India Seeds, 2024).

Sungold: se distingue por su rápido desarrollo y floración temprana, lo que permite una entrada en producción en menor tiempo, su principal atributo es el sabor marcadamente dulce debido al alto contenido de azúcares, acompañado de frutos redondeados de color naranja intenso con un peso entre 10 y 15 gramos, además presenta una buena capacidad de adaptación a distintas condiciones ambientales, manteniendo estabilidad en la fructificación y calidad del fruto incluso en climas variables (AgronoBlog, 2023).

Cherry Belle: se caracteriza por su uniformidad fenotípica y su rendimiento confiable en ambientes protegidos como invernaderos, presenta una germinación uniforme, floración estable y maduración rápida, lo que favorece ciclos de producción cortos

y eficientes, sus frutos son pequeños, con un peso menor a 22 gramos, de forma redondeada y color rojo brillante (García et al., 2018).

Isla: el tomate cherry variedad Isla se caracteriza por producir frutos pequeños redondeados de color rojo brillante y sabor dulce con un ligero toque ácido, es una variedad criolla apreciada por su alta productividad y adaptabilidad a diferentes tipos de suelo y condiciones climáticas, las plantas pueden alcanzar alturas superiores a los dos metros y presentan un ciclo fenológico aproximado de seis meses en climas cálidos (Desiguspro, 2025).

2.2.4 Requerimientos Edafoclimáticos

2.2.4.1 Suelo

El tomate cherry se adapta mejor a suelos de textura media a franca, con buena aireación, drenaje y profundidad. Los suelos franco-arenosos, arcillo-arenosos y aquellos con alto contenido de materia orgánica favorecen el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes. El pH ideal se encuentra entre 5,9 y 6,5 (Quiroz P., 2018).

2.2.4.2 Temperatura

La temperatura óptima para el cultivo varía de acuerdo con la etapa fenológica, durante la germinación se requieren valores entre 20 y 25 °C, en la fase vegetativa la temperatura adecuada oscila entre 18 y 25 °C durante el día y entre 15 y 18 °C durante la noche, mientras que en la etapa de floración y fructificación se recomiendan temperaturas diurnas de 20 a 25 °C y nocturnas de 16 a 18 °C. Temperaturas superiores a 30 °C pueden causar estrés térmico y reducir el cuajado de frutos (Quiroz P., 2018).

2.2.4.3 Humedad

El cultivo prospera con una humedad relativa entre 65% y 75%, rango que equilibra transpiración, intercambio gaseoso y absorción de nutrientes. Humedades superiores favorecen enfermedades fúngicas, mientras que niveles bajos causan estrés hídrico (Quiroz P., 2018).

2.2.4.4 Radiación Lumínica

El tomate cherry requiere alta intensidad lumínica y entre 8 y 16 horas de luz solar diaria. La falta de luz afecta la floración, polinización y fotosíntesis (Quiroz P., 2018).

2.2.5 Prácticas culturales

2.2.5.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno comprende tres labores principales: el arado, que permite voltear la capa superficial del suelo entre 30 y 45 cm de profundidad; el rastrado, que desmenuza los terrones y mejora la estructura del suelo; y la formación de camas de trasplante, con alturas de 25 a 40 cm, procurando mantener una humedad cercana al 30 %. Estas prácticas facilitan la incorporación de materia orgánica y mejoran la aireación (Torres P., 2017).

2.2.5.2 Propagación

El tomate cherry se propaga mediante semillas, las cuales deben sembrarse a una profundidad de 0,5 a 1 cm, en ambientes cálidos con temperaturas entre 23 y 33 °C. Aunque puede realizarse siembra directa, se recomienda el uso de semilleros para obtener plántulas vigorosas y facilitar su manejo hasta el trasplante (Torres P., 2017).

2.2.5.3 Trasplante

El trasplante se efectúa entre los 30 y 35 días después de la siembra, cuando las plántulas alcanzan un desarrollo adecuado. Antes de realizarlo, es importante verificar que la humedad del suelo esté entre 65 % y 85 %. Los hoyos donde se colocarán las plantas deben ser ligeramente mayores que el tamaño del cepellón, lo que favorece la adaptación y el enraizamiento rápido (Torres P., 2017).

2.2.5.4 Podas

Poda de formación: se realiza entre los 25 y 30 días posteriores al trasplante para definir el número de tallos que se desarrollarán en la planta, pudiendo ser uno, dos, tres o cuatro. En invernaderos se recomienda mantener un solo tallo para facilitar el tutorado y el manejo, eliminando durante esta poda los brotes que crecen en la base del tallo y debajo del primer racimo floral, así como las hojas amarillentas que afectan el crecimiento del cultivo (Torres P., 2017).

Poda de yemas o chupones: después de definir los tallos, se eliminan los chupones que aparecen entre el tallo principal y los pecíolos de las hojas antes de alcanzar 2 a 3 cm, evitando que consuman nutrientes. Los chupones se desarrollan entre los 30 y 90 días tras el trasplante, por lo que esta labor debe realizarse varias veces por semana, dejando un pequeño fragmento de tallo de 1 a 3 cm para favorecer la cicatrización (Torres P., 2017).

Poda de hojas: esta poda se realiza cuando el follaje se vuelve denso, con el fin de eliminar hojas viejas y mejorar la ventilación, reduciendo la humedad y disminuyendo el riesgo de enfermedades. Al mismo tiempo, permite mayor entrada de luz, favorece la floración y el cuajado de los frutos, y debe iniciarse después de cosechar el primer racimo, continuando progresivamente a medida que se recolectan los siguientes (Torres P., 2017).

Poda de yema terminal o despunte: el despunte consiste en cortar la yema principal cuando el racimo inferior está formado, dejando dos hojas por encima del último racimo. Esta poda define el número de racimos por planta y concentra la energía en los frutos, aumentando su tamaño, de modo que generalmente cada planta produce entre 8 y 16 racimos (Torres P., 2017).

2.2.5.5 Tutorado

El tutorado consiste en guiar las plantas verticalmente mediante cuerdas, evitando que hojas y frutos toquen el suelo y facilitando el manejo del cultivo. Esto previene daños por el peso de los frutos, mejora la calidad al evitar el contacto con el suelo, favorece la ventilación del follaje y simplifica el control fitosanitario y la cosecha. Al exponer mejor la planta a la luz, se obtiene un follaje más sano y mayor productividad, contribuyendo al control de enfermedades (Torres P., 2017).

2.2.5.6 Riego

El riego del tomate varía según factores como temperatura, humedad relativa, radiación solar y tipo de suelo, y debe comenzar inmediatamente después del trasplante. Posteriormente se realizan riegos regulares para mantener la humedad adecuada durante todo el ciclo, evitando aplicar agua por la tarde ya que esto aumenta la humedad y favorece enfermedades. Regar por la mañana permite una mejor absorción de agua y mejora la ventilación del follaje (Torres P., 2017).

2.2.5 Sanidad

2.2.5.1 Moho gris (*Botrytis sp*)

El moho gris afecta al tomate tanto en campo abierto como en invernadero y es causado por un hongo necrotrófico que destruye células vegetales para alimentarse, produciendo podredumbre y un micelio gris característico. Este hongo sobrevive en restos de cosecha o en otras plantas y se dispersa por el viento gracias a sus esporas livianas, desarrollándose mejor en condiciones de temperatura moderada, alta

humedad y plantaciones densas o mal ventiladas, aumentando el riesgo de epidemias (Fierro, 2023).

2.2.5.2 Tizón temprano (*Alternaria solani* Cooke)

El tizón temprano es una de las enfermedades más importantes del tomate, capaz de afectar todos los órganos aéreos, aunque las hojas son las más dañadas. En casos graves, puede destruir casi todo el follaje, disminuyendo la fotosíntesis y el transporte de minerales, lo que reduce la producción hasta en un 50% a 80% y afecta significativamente los rendimientos (Seipasa, 2021).

2.2.5.3 Tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary)

Conocido como "lancha del tomate", se desarrolla en temperaturas de 15 a 22 °C con humedad relativa superior al 80%. Este patógeno se transmite por semillas y puede sobrevivir como micelio en otros cultivos de solanáceas o restos de cosechas anteriores. Sin control de fungicidas, la infección puede alcanzar entre 40% y 90% de los frutos, mientras que con rotación adecuada de fungicidas sistémicos la afectación se reduce entre 12% y 50% (AgriSolver, 2019).

2.2.6 Requerimientos nutricionales del cultivo

2.2.6.1 Manejo convencional

En el manejo convencional, la fertilización se ajusta al ciclo fenológico mediante fertiirrigación. En la fase de establecimiento se prioriza fósforo para estimular raíces, con aportes iniciales de N (40–60 kg/ha), P (30–40 kg/ha) y K (40–50 kg/ha). Durante la floración se incrementa el suministro de N (80–100 kg/ha) y K (100–120 kg/ha), complementando con Ca y Mg para asegurar cuajado y firmeza. En fructificación, el potasio se convierte en el nutriente clave (180–220 kg/ha), acompañado de N (120–150 kg/ha) y micronutrientes como B y Zn, lo que garantiza frutos de buena calidad comercial y alta productividad (Berrueta, C., et al., 2024).

2.2.6.2 Manejo orgánico

En el manejo orgánico la estrategia se centra en mejorar la fertilidad del suelo y estimular la microbiota, para ello se incorporan compost en dosis de 10 a 12 t/ha y estiércol descompuesto de 5 a 8 t/ha antes del trasplante, durante el ciclo del cultivo se aplican biofertilizantes líquidos en dosis de 20 a 30 L/ha cada 15 días, junto con extractos de algas y humus líquido para favorecer el enraizamiento y la floración, en la etapa de fructificación se emplean biofertilizantes ricos en potasio como ceniza

vegetal fermentada en dosis de 20 a 25 L/ha, complementados con extractos foliares de ortiga que contribuye a mejorar la firmeza y resistencia del fruto, este manejo promueve una adecuada calidad organoléptica y mayor resiliencia del cultivo, aunque generalmente presenta rendimientos moderados en comparación con el sistema químico (Araújo, W. F., et al., 2025).

2.2.6.3 Microorganismos benéficos

A) Los Microorganismos de Montaña Autóctonos (MMA): su captura en ecosistemas boscosos mediante la acumulación de hojarasca y raíces en descomposición genera un ambiente favorable para microorganismos especializados en la degradación de materia orgánica. En estos consorcios predominan hongos *lignocelulolíticos* de los géneros *Trichoderma*, *Aspergillus* y *Penicillium*, cuya actividad permite la descomposición de compuestos complejos como celulosa y lignina, liberando nutrientes esenciales para el suelo. Asimismo, se promueve la presencia de actinobacterias como *Streptomyces* y *Micromonospora*, reconocidas por su capacidad de producir sustancias antimicrobianas que contribuyen al control biológico de patógenos. El proceso de fermentación anaeróbica mediante la adición de afrecho de trigo y melaza proporciona fuentes accesibles de carbono y energía, lo que favorece la multiplicación de bacterias heterótrofas facultativas como *Bacillus* y *Pseudomonas*, involucradas en la mineralización de compuestos orgánicos y en la síntesis de sideróforos. Posteriormente, la fase de activación líquida con melaza y agua sin cloro estimula el crecimiento de bacterias ácido-lácticas del género *Lactobacillus* y levaduras como *Saccharomyces*, las cuales generan metabolitos tales como ácidos orgánicos, vitaminas y enzimas que fortalecen la estabilidad del consorcio microbiano y la fertilidad del suelo (INIAP, 2019).

B) Microorganismos eficientes autóctonos (EMAS): su captura en ecosistemas vírgenes mediante el uso de capturadores con sustratos nutritivos promueve la formación de comunidades microbianas diversificadas. En este proceso se favorece principalmente el desarrollo de bacterias ácido-lácticas del género *Lactobacillus*, responsables de acidificar el medio y mejorar la disponibilidad de nutrientes como fósforo y micronutrientes. Las levaduras, principalmente *Saccharomyces* y *Candida*, aportan enzimas y vitaminas que complementan la nutrición vegetal, mientras que las bacterias fotosintéticas como *Rhodopseudomonas* y *Rhodobacter* contribuyen a la fijación de carbono y a la producción de compuestos bioactivos que estimulan el crecimiento de las plantas. Durante la fase de propagación en tanques

suplementados con leche y yogurt, se incrementa la presencia de bacterias probióticas como *Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium*, debido a la disponibilidad de lactosa y proteínas, lo que refuerza la resistencia de los cultivos frente a microorganismos patógenos. De manera complementaria, la inclusión de bacterias fijadoras de nitrógeno como *Azotobacter* favorece el aumento de la disponibilidad de este elemento en el suelo (INIAP, 2019).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1 Enfoque

El enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativo, ya que se recolectaron y analizaron datos numéricos de variables de desarrollo y rendimiento tales como la altura de la planta, el calibre del tallo, presencia de inflorescencias, presencia de flores por inflorescencia, frutos cosechados, peso del fruto y el rendimiento del cultivo. Estas mediciones permitieron comprobar las hipótesis planteadas e identificar patrones de comportamiento y respaldar la validación teórica del estudio mediante análisis estadísticos, empleando ANOVA y la prueba de Tukey al 5 %.

3.1.2 Tipo de Investigación

3.2.2.1 Experimental

La presente investigación adoptó un enfoque experimental, conformado por tratamientos basados en la aplicación de dos tipos de microorganismos benéficos: Microorganismos de montaña autóctonos (MMA) y Microorganismos eficientes autóctonos (EMAS) procedentes de tres localidades distintas. Estos tratamientos fueron evaluados en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Isla para evaluar el comportamiento de crecimiento y productividad en el cultivo, el experimento se desarrolló bajo un diseño completamente al azar.

3.2. IDEA A DEFENDER

3.2.1 Hipótesis nula

HO: La aplicación de microorganismos de montaña autóctonos y microorganismos eficientes autóctonos no influyeron en la productividad de tomate Cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill).

3.2.2 Hipótesis alternativa

Ha: La aplicación de microorganismos de montaña autóctonos y microorganismos eficientes autóctonos influyeron en la productividad de tomate Cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill).

3.3 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Variable independiente

La variable independiente estuvo constituida por la aplicación de dos tipos de microorganismos autóctonos: microorganismos de montaña autóctonos (MMA) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAS) procedentes de tres localidades distintas.

3.3.2 Variables dependientes

La variable dependiente estuvo conformada por los parámetros agronómicos y productivos del cultivo de tomate cherry.

3.4. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 2. Descripción y operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Independiente (MICROORGANISMOS BENÉFICOS)	Microorganismos de Montaña Autóctonos (MMA) obtenido mediante la recolección directa de la capa orgánica como hojarasca de la capa superficial del suelo.	Procedencia: Recolectados en Huaca, El Carmelo y El Ángel. Aplicación foliar cada 15 días (100 mL/L).	Aplicación foliar	Bomba de fumigar
	Microorganismos Eficientes Autóctonos (EMAS) obtenidos mediante la colocación de un sustrato fermentable a base de arroz como medio selectivo para la colonización microbiana.	Procedencia: Recolectados en Huaca, El Carmelo y El Ángel. Aplicación foliar cada 15 días (100 mL/L).	Aplicación foliar	Bomba de fumigar
Dependiente (VARIABLES MEDICIÓN)	DE Altura de la planta	Longitud (m): Medición desde la base del tallo hasta el ápice.	Medición directa	Flexómetro
	Calibre del tallo	Diámetro (cm): Medición del grosor del tallo en la parte baja la planta.	Medición directa	Pie de rey
	Presencia de inflorescencias	Conteo de inflorescencias presentes por planta.	Observación directa	Registro de campo
	Presencia de flores por inflorescencia	Conteo de flores por inflorescencia.	Observación directa	Registro de campo
	Frutos cosechados	Conteo de frutos en estado pintón en cosecha.	Conteo unitario	Registro de campo
	Peso del fruto	Peso promedio del fruto por tratamiento (g).	Pesaje	Balanza digital
	Rendimiento del cultivo	Peso total de frutos por planta expresado (tn/ha).	Conteo y pesaje	Balanza digital

Relación costo/beneficio

Determinación de ingresos y egresos
por tratamiento y cálculo del índice
C/B

Análisis económico

Computador

3.5 TRATAMIENTOS

La presente investigación estuvo constituida en la aplicación de microorganismos benéficos, con el propósito de evaluar su efecto sobre el crecimiento y productividad del cultivo de tomate cherry.

Los tratamientos se conformaron por los dos tipos de microorganismos benéficos: microorganismos de montaña autóctonos (MMA) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAS). Ambos tipos fueron recolectados en tres localidades distintas: Huaca, El Carmelo y El Ángel, esta interacción dio lugar a un total de seis tratamientos: tres tratamientos correspondientes a MMA y tres tratamientos correspondientes a EMAS, cada uno asociado a una de las tres localidades evaluadas. A estos se incorporaron dos tratamientos adicionales, un tratamiento con microorganismos comerciales EM, aplicados según las recomendaciones del fabricante y un testigo absoluto, sin aplicación de microorganismos, dando como resultado ocho tratamientos implementados en esta investigación.

Tabla 3. Tratamientos evaluados

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
T1	Microorganismos de montaña autóctonos (MMA) recolectados en Huaca	Aplicación foliar cada 15 días a 100 mL/L
T2	Microorganismos de montaña autóctonos (MMA) recolectados en El Carmelo	Aplicación foliar cada 15 días a 100 mL/L
T3	Microorganismos de montaña autóctonos (MMA) recolectados en El Ángel	Aplicación foliar cada 15 días a 100 mL/L
T4	Microorganismos eficientes autóctonos (EMAS) recolectados en Huaca	Aplicación foliar cada 15 días a 100 mL/L
T5	Microorganismos eficientes autóctonos (EMAS) recolectados en El Carmelo	Aplicación foliar cada 15 días a 100 mL/L
T6	Microorganismos eficientes autóctonos (EMAS) recolectados en El Ángel	Aplicación foliar cada 15 días a 100 mL/L
T7	Complejo de microorganismos comerciales	Aplicado vía foliar cada 15 días solución madre diluido en agua 100ml/L "Microorganismos Eficientes EM"
T8	Testigo absoluto	Sin aplicación

3.5.1 Características del experimento

El experimento estuvo conformado por un total de 768 plantas distribuidas en las 32 unidades experimentales, 24 plantas por unidad experimental y una muestra de 12 plantas por parcela neta.

Tabla 4. Características del experimento

CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES
Número de tratamientos	8
Repeticiones	4
Número de unidades experimentales	32 UE
Área total del experimento	170 m ²
Área de la unidad experimental	1.5 m ²
Número total de plantas en el experimento	768
Número de plantas por unidad experimental	24
Tamaño de la muestra por UE	12 plantas
Distancia entre camas	1.00 m
Ancho de cama	0.50 m
Distancia entre plantas	0.25 m
Distancia entre hileras	0.20 m

3.5.2 Diseño Experimental

El experimento tiene un diseño completamente al azar (DCA) conformado por 8 tratamientos con un total de 32 unidades experimentales en un área de 170 m².

3.5.3 Distribución en campo de la unidad experimental

El esquema en campo de los tratamientos estuvo conformado por 32 unidades distribuidos en 12 m² de largo por 13.50 m² de ancho, esto debido a que se cuenta con 8 tratamientos con 4 repeticiones.

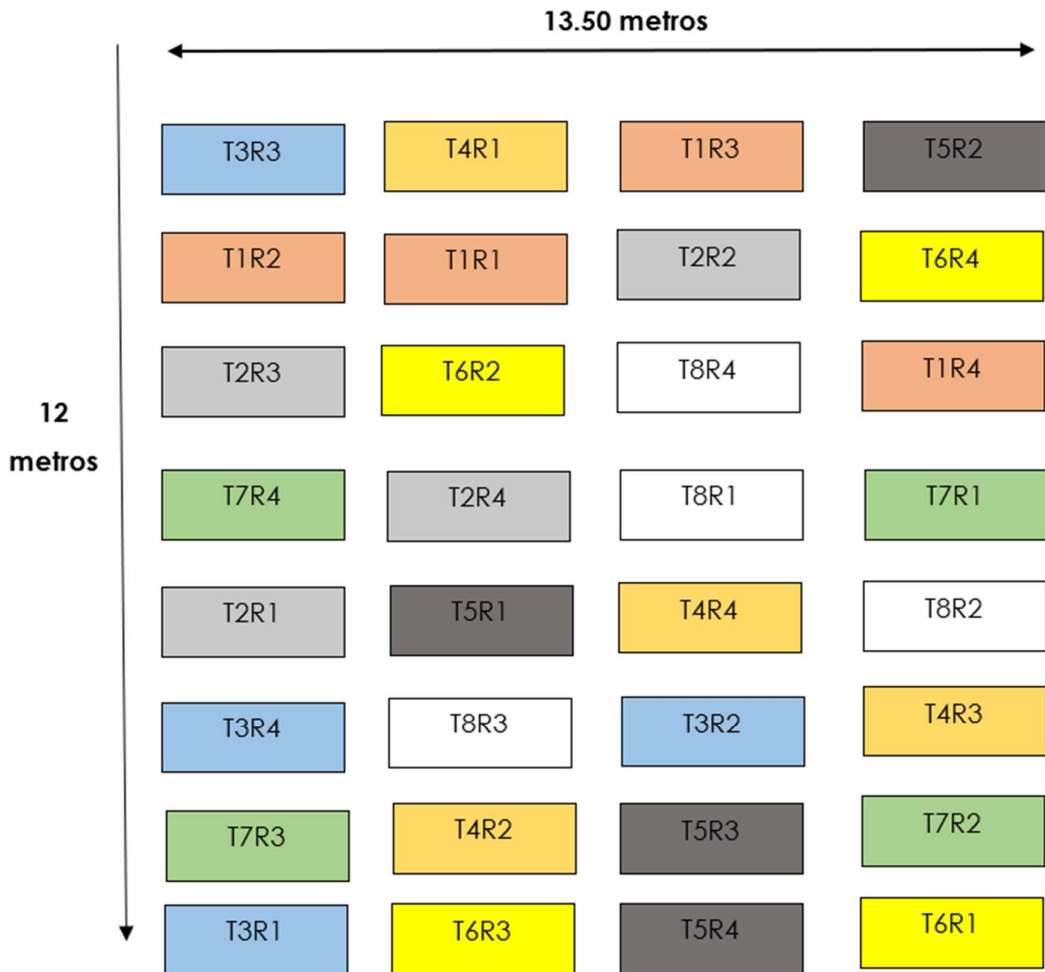


Figura 1. Esquema del ensayo en Invernadero

3.5.4 Unidad Experimental

La unidad experimental estuvo conformada por un área de $1.5m^2$, la distancia de siembra entre plantas fue de 25cm en doble hilera a una distancia de 20 cm entre sí, y un total de 24 plantas por unidad experimental.

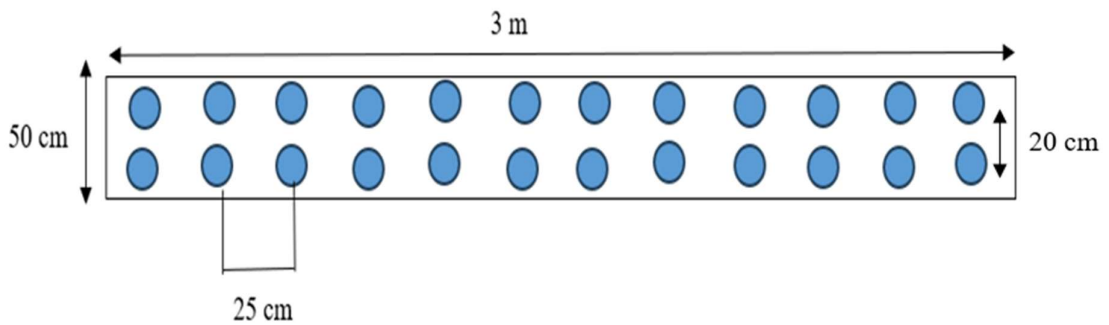


Figura 2. Esquema de la unidad experimental

3.5.5 Población y muestra de la investigación

En la unidad experimental se delimito una parcela neta conformada por 12 plantas que representan la población en estudio, que fueron seleccionadas para la toma de datos y mediciones planteadas en el experimento. Las 12 plantas restantes actuaron como bordes amortiguadores que permitieron que la parcela neta no se vea afectada por factores externos a las unidades experimentales

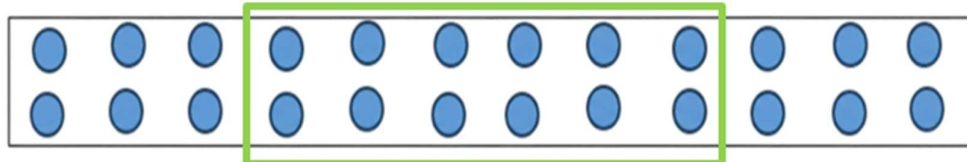


Figura 3. Esquema de la parcela neta

3.6 VARIABLES DEPENDIENTES O DE MEDICIÓN

3.6.1 Altura de planta en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*)

La altura de las plantas se midió desde la base del tallo hasta el ápice utilizando un flexómetro. Las mediciones se realizaron cada 15 días, desde los 30 hasta los 135 días después del trasplante (ddt), evaluando un total de 12 plantas por unidad experimental.

3.6.2 Calibre de tallo en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*)

El calibre del tallo principal se midió en su base con un pie de rey. Las evaluaciones se efectuaron cada 15 días, desde los 30 hasta los 135 ddt, en las 12 plantas seleccionadas como muestra experimental.

3.6.3 Presencia de inflorescencias en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*)

La presencia de inflorescencias se evaluó mediante conteo visual del número total de estructuras por planta. Las mediciones se realizaron desde los 60 hasta los 135 ddt. La última evaluación coincidió con el despunte efectuado a los 135 días, práctica que limita la formación de nuevas estructuras reproductivas.

3.6.4 Presencia de flores por inflorescencia en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*)

El número de flores por inflorescencia se determinó mediante conteo, considerando únicamente aquellas con la yema floral abierta y las estructuras completamente

formadas (pétalos, estambres y pistilo). Las evaluaciones se realizaron cada 15 días, desde los 75 hasta los 135 ddt.

3.6.5 Frutos cosechados en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*)

El número de frutos por planta se determinó mediante conteo de frutos en estado de madurez comercial (grado pintón). Las cosechas se realizaron desde los 120 hasta los 210 ddt, con una frecuencia de ocho días, completando un total de 12 recolecciones durante el periodo de evaluación.

3.6.6 Peso de fruto en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*)

Durante cada cosecha se realizó la recolección y el pesaje individual de los frutos en estado pintón utilizando una balanza digital. Los registros se realizaron en intervalos de ocho días durante toda la etapa de cosecha.

3.6.7 Rendimiento en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*)

El rendimiento por unidad de superficie se determinó mediante la recolección de todos los frutos comerciales por planta en estado pintón. Posteriormente, se efectuó el pesaje total utilizando una balanza digital, expresando los resultados en toneladas por hectárea (tn/ha).

3.6.8 Costo/beneficio en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*)

El análisis costo/beneficio se realizó al finalizar el experimento, considerando los costos de producción y los ingresos generados por cada tratamiento, con base en el rendimiento obtenido. Con esta información se calculó el índice costo/beneficio.

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.7.1 Análisis Estadístico

La investigación contó con un diseño experimental completamente al azar (DCA). De acuerdo con los datos obtenidos, se aplicó la prueba de ANOVA, la cual permitió determinar si existían diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, posteriormente, se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% para identificar que tratamientos presentaron diferencias significativas entre sí. Asimismo, se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk modificada, la cual se empleó para comprobar si los datos presentaban una distribución normal. Todos análisis se efectuaron utilizando el software InfoStat versión 2020.

3.7.2 Análisis de la varianza

La (Tabla 5) presenta la estructura del análisis de varianza (ANOVA) aplicado al experimento, en el cual se consideraron las fuentes de variación correspondientes al tratamiento y al error experimental, además del total. El factor tratamiento contó con 7 grados de libertad (gl), mientras que el error presentó 24 gl, resultando en un total de 31 gl.

Tabla 5. Representación análisis de la varianza

FV	Procedimiento	Gl
Total	Tr-1	31
Tratamiento	T-1	7
Error	(T-1) (r-1)	24

Leyenda: Tr= tratamientos*repeticiones; T=Tratamientos; r=repeticiones.

3.8. MÉTODOS UTILIZADOS

3.8.1 Preparación y propagación de microorganismos autóctonos

La obtención y reproducción de los microorganismos se realizó para cada grupo de microorganismo: A) Microorganismos de Montaña Autóctonos (MMA) y B) Microorganismos Eficientes Autóctonos (EMAS). Ambos fueron recolectados en Huaca, El Carmelo y El Ángel, y posteriormente se aplicaron al cultivo a una dosis de 100mL/L cada 15 días vía foliar.

3.8.1.1 Microorganismos de montaña autóctonos (MMA)

Captura y procedencia: Se seleccionaron las localidades de Huaca, El Carmelo y El Ángel debido a su conservación natural y abundancia de materia orgánica en el suelo, donde se recolectaron aproximadamente 5 kg de hojarasca cercana a raíces de árboles y zonas en descomposición, siguiendo el método propuesto por INIAP (2019).

Recolección y preparación del material: La hojarasca recolectada se trituró y desmenuzó manualmente, retirando el material vegetal verde o por el contrario material vegetal completamente seco para asegurar la presencia de microorganismos activos. Luego, el material se extendió sobre plástico y se incorporaron 1 kg de afrecho de trigo y 1 L de melaza disuelta en agua, ajustando la humedad del sustrato por el método de compactación manual.

Propagación: La mezcla se colocó por capas dentro de un recipiente plástico y se compactó para eliminar aire retenido, ya que la fermentación ocurrió en condiciones

anaeróbicas. El recipiente se selló herméticamente y se mantuvo en sombra durante 30 días. Al finalizar, se verificó la formación de una capa blanca y un olor a tierra de monte; cuando no se cumplían estas características, el material se descartó (INIAP, 2019).

Activación en medio líquido: Para la activación, se colocaron 5 kg de MMA en un costal permeable y se sumergieron en un tanque con 180 L de agua sin cloro, donde previamente se disolvieron 5 L de melaza. El tanque se cerró herméticamente y la mezcla se dejó fermentar durante 10 días. Tonalidades azuladas u olores desagradables indicaron contaminación, mientras que aromas a café o tierra húmeda confirmaron una activación adecuada (INIAP, 2019).

3.8.1.2 Microorganismos eficientes autóctonos (EMAS)

Captura y procedencia: Se colocaron capturadores elaborados a base de arroz cocido, melaza y harina de pescado, cerrados herméticamente con nylon en la tapa, para después ser enterrados parcialmente durante 15 días en Huaca, El Carmelo y El Ángel para favorecer la colonización microbiana. Se colocaron 40 capturadores por localidad. (Pozo Moina et al., 2018).

Cosecha de microorganismos: Una vez transcurridos los 15 días, se extrajeron los capturadores y se recolectó el arroz colonizado, el cual se transfirió a un recipiente limpio para su posterior uso (Pozo Moina et al., 2018).

Preparación de la solución madre: Para la solución madre se mezclaron 10 L de agua sin cloro, 5 L de melaza previamente diluida y el arroz colonizado. La mezcla se dejó fermentar en condiciones anaeróbicas durante 15 días (IICA, 2013).

Propagación de microorganismos eficientes autóctonos: Se utilizó un tanque de 60 L donde se mezclaron 15 L de la solución madre con 5 L de leche, 5 L de yogurt natural y 5 L de melaza. El tanque se llenó con agua limpia sin cloro, dejando un espacio de 10 cm desde el borde superior. Se instaló una manguera conectada a una botella con agua para permitir la salida controlada de los gases producidos en la fermentación. El proceso se mantuvo en condiciones anaeróbicas durante 15 días (IICA, 2013).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Altura de la planta del cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo el efecto de MMA y EMAS.

La prueba de normalidad para la variable de altura de la planta demostró que los datos tienen un comportamiento normal, desde los 30 hasta los 135 días después del trasplante, es decir, todas las mediciones realizadas corresponden a datos paramétricos (Tabla 6).

Tabla 6. Prueba de Normalidad Shapiro-Willks para la altura de la planta en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) desde los 30 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS.

Días después del trasplante	Altura de la planta				
	N	Media (m)	D.E	W*	P valor
30	32	0,12	0,02	0,92	0,062
45	32	0,16	0,03	0,97	0,802
60	32	0,19	0,03	0,93	0,115
75	32	0,41	0,08	0,93	0,127
90	32	0,60	0,10	0,92	0,060
105	32	0,91	0,14	0,94	0,264
120	32	1,04	0,18	0,94	0,188
135	32	1,45	0,32	0,93	0,112

Legenda: N = Tamaño de muestra; Media = Promedio aritmético de los datos; D.E. = Desviación estándar; W = Estadístico de la prueba de Shapiro-Wilk; p valor = Nivel de significancia asociado a la prueba de normalidad; $p > 0.05$: distribución normal; $p < 0.05$ distribución no normal.

En el análisis de varianza correspondiente a la variable altura de planta (Tabla 7), se determinó que existieron diferencias estadísticas significativas al 5% entre los tratamientos a los 30 y 60 días después del trasplante (ddt), y al 1% altamente significativas partir de los 75 hasta los 135 ddt, mientras que a los 45 ddt no se registraron diferencias estadísticamente significativas. El coeficiente de variación se mantuvo por debajo del 16% durante todo el periodo experimental con una altura promedio de las planta inicial de 0.12 m y final de 1.45 m a los 135 ddt.

Tabla 7. Análisis de la varianza para la variable altura de la planta en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) desde los 30 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS.

F.V	G. L	Días después del trasplante							
		30	45	60	75	90	105	120	135
		P (valor)							
Total	31								
Tratamientos	7	0,0393*	0,0845ns	0,0161*	0,0111*	<0,0001*	0,0020*	0,0001*	<0,0001*
Error	24	0,01	0,01	0,01	0,07	0,05	0,22	0,28	0,03
Promedio (m)		0,12	0,16	0,19	0,41	0,60	0,91	1,04	1,45
CV (%)		15,39%	14,95%	11,96%	13,99%	8,23%	11,34%	11,00%	2,72%

Leyenda: F.V = Fuente de variación; G.L = Grados de libertad; CV = Coeficiente de variación; ns= no significativo; *= 5% significativo; **=1% altamente significativo; (ddt)=días después del trasplante.

La prueba de Tukey (Tabla 8) evidenció que el tratamiento T5 (EMAS El Carmelo) presentó un crecimiento superior y sostenido desde los 30 hasta los 135 días después del trasplante (ddt), ubicándose constantemente en el rango A y alcanzando una altura promedio final de 1.97 m, lo que lo posicionó como el tratamiento más destacado del estudio. En un segundo nivel de desempeño se situó el tratamiento T6 (EMAS El Ángel), correspondiente principalmente al rango B, finalmente, los tratamientos T1 (MMA Huaca) y T8 (Testigo Absoluto) registraron los valores más bajos de altura de la planta durante todo el periodo experimental, manteniéndose en los rangos F y G en su última evaluación a los 135 ddt.

Tabla 8. Prueba Tukey al 5% para la altura de la planta en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) desde los 30 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS

TRATAMIENTOS										MEDIA (m)					RANGO					
30 ddt			60 ddt			75 ddt			90 ddt			105 ddt			120 ddt			135 ddt		
T5 (E-C)	0,14	A	T5 (E-C)	0,22	A	T5 (E-C)	0,51	A	T5 (E-C)	0,76	A	T5 (E-C)	1,10	A	T5 (E-C)	1,36	A	T5 (E-C)	1,97	A
T6 (E-A)	0,13	AB	T6 (E-A)	0,22	A	T6 (E-A)	0,50	A	T6 (E-A)	0,73	A	T6 (E-A)	1,03	AB	T6 (E-A)	1,19	AB	T6 (E-A)	1,72	B
T2 (M-C)	0,13	AB	T7 (C-M)	0,21	B	T7 (C-M)	0,42	B	T7 (C-M)	0,61	B	T7 (C-M)	0,94	ABC	T7 (C-M)	1,07	BC	T4 (E-H)	1,61	C
T3 (M-A)	0,12	AB	T2 (M-C)	0,20	B	T2 (M-C)	0,41	B	T4 (E-H)	0,61	B	T2 (M-C)	0,91	ABC	T2 (M-C)	1,03	BC	T7 (C-M)	1,52	D
T7 (C-M)	0,12	AB	T3 (M-A)	0,19	B	T4 (E-H)	0,14	B	T2 (M-C)	0,59	B	T4 (E-H)	0,90	BC	T4 (E-H)	1,01	BC	T2 (M-C)	1,40	E
T4 (E-H)	0,12	AB	T4 (E-H)	0,19	B	T3 (M-A)	0,38	B	T3 (M-A)	0,53	B	T3 (M-A)	0,83	BC	T3 (M-A)	0,97	BC	T3 (M-A)	1,32	E
T8 (TA)	0,10	B	T8 (TA)	0,18	B	T8 (TA)	0,34	B	T8 (TA)	0,52	B	T1 (M-H)	0,80	C	T1 (M-H)	0,88	C	T1 (M-H)	1,09	F
T1 (M-H)	0,09	B	T1 (M-H)	0,16	B	T1 (M-H)	0,33	B	T1 (M-H)	0,51	B	T8 (TA)	0,77	C	T8 (TA)	0,84	C	T8 (TA)	0,96	G

Leyenda: T1 (M-H) = microorganismos de montaña autóctonos de Huaca; T2(M-C) = microorganismos de montaña autóctonos de El Carmelo; T3(M-A) = microorganismos de montaña autóctonos de El Ángel; T4(E-H) = microorganismos eficientes autóctonos de Huaca; T5(E-C) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T6(E-A) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T7(C-M) = complejo de microorganismos comerciales; T8(TA)= Testigo Absoluto.

4.1.2 Calibre del tallo del cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo el efecto de MMA y EMAS.

En la prueba de normalidad (Tabla 9) se demostró que todas las evaluaciones desde los 30 hasta los 135 días después del trasplante para la variable diámetro del tallo corresponden a datos paramétricos ($p > 0.05$).

Tabla 9. Prueba de Normalidad Shapiro-Willks para calibre del tallo de la planta en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) desde los 30 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS

Días después del trasplante	Calibre del tallo				
	N	Media (cm)	D.E	W*	P valor
30	32	1,27	0,03	0,96	0,565
45	32	1,30	0,02	0,92	0,066
60	32	1,34	0,04	0,94	0,224
75	32	1,41	0,07	0,90	0,111
90	32	1,51	0,10	0,93	0,103
105	32	1,65	0,11	0,91	0,048
120	32	1,66	0,11	0,97	0,753
135	32	1,71	0,11	0,94	0,234

Legenda: N = Tamaño de muestra; Media = Promedio aritmético de los datos; D.E. = Desviación estándar; W = Estadístico de la prueba de Shapiro-Wilk; p valor = Nivel de significancia asociado a la prueba de normalidad; $p > 0.05$: distribución normal; $p < 0.05$ distribución no normal.

El análisis de varianza para la variable calibre del tallo (Tabla 10) evidenció que durante los primeros 45 días después del trasplante (ddt) no se registraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. A partir de los 60 y 75 ddt, se observaron diferencias estadísticas significativas al 5%, mientras que desde los 90 hasta los 135 ddt las diferencias fueron al (1%), reflejando variaciones en el comportamiento de los tratamientos en las etapas avanzadas del cultivo. El diámetro promedio del tallo mostró un incremento progresivo, pasando de 1.27 cm a los 30 ddt hasta 1.71 cm a los 135 ddt. Los coeficientes de variación estuvieron comprendidos entre 1.71% a 4.53% durante toda la investigación.

Tabla 10. Análisis de la varianza calibre del tallo de la planta en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) desde los 30 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS

F.V	G. L	Días después del trasplante							
		30	45	60	75	90	105	120	135
		p-valor							
Total	31								
Tratamientos	7	0,6364ns	0,7755ns	0,494*	0,0143*	<0,0001*	<0,0004*	<0,0001*	<0,0001*
Error	24	0,02	0,01	0,03	0,07	0,03	0,11	0,08	0,07
Promedio (cm)		1,27	1,30	1,34	1,41	1,51	1,62	1,66	1,71
CV (%)		2,34%	1,71%	2,87%	3,78%	2,80%	4,53%	3,76%	3,30%

Leyenda: F.V = Fuente de variación; G.L = Grados de libertad; CV = Coeficiente de variación; ns= no significativo; *= 5% significativo; **=1% altamente significativo; (ddt)=días después del trasplante.

La prueba de comparación de Tukey (Tabla 11) indicó que el tratamiento T5 (EMAS El Carmelo) presentó un desempeño superior en el crecimiento del calibre del tallo respecto a los demás tratamientos desde los 60 hasta los 135 días después del trasplante (ddt), ubicándose de manera consistente en el rango A durante toda la evaluación y alcanzando un diámetro final de 1.87 cm a los 135 ddt. El tratamiento T6 (EMAS El Ángel) mostró un comportamiento destacado, manteniéndose principalmente en los rangos A y AB, con un desarrollo cercano al de T5. Por su parte, el tratamiento T8 (Testigo Absoluto) presentó el crecimiento más limitado, permaneciendo en los rangos inferiores durante todo el periodo y situándose de manera más representativa en el rango D en la última evaluación, con un calibre final de 1.59 cm.

Tabla 11. Prueba Tukey al 5 % para calibre de tallo de la planta en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) desde los 60 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS

TRATAMIENTOS		MEDIA (cm)														RANGO			
60 ddt		75 ddt				90 ddt				105 ddt				120 ddt				135 ddt	
T5 (E-C)	1,37	A	T5 (E-C)	1,47	A	T5 (E-C)	1,63	A	T5 (E-C)	1,78	A	T5 (E-C)	1,85	A	T5 (E-C)	1,87	A		
T6 (E-A)	1,36	A	T6 (E-A)	1,43	AB	T6 (E-A)	1,62	A	T6 (E-A)	1,68	AB	T6 (E-A)	1,75	AB	T6 (E-A)	1,81	AB		
T7 (C-M)	1,34	A	T7 (C-M)	1,43	AB	T7 (C-M)	1,60	AB	T4 (E-H)	1,65	ABC	T7 (C-M)	1,73	AB	T7 (C-M)	1,77	AB		
T3 (M-A)	1,33	A	T4 (E-H)	1,40	AB	T4 (E-H)	1,51	BC	T7 (C-M)	1,64	ABC	T2 (M-C)	1,65	BC	T4 (E-H)	1,73	BC		
T2 (M-C)	1,33	A	T2 (M-C)	0,39	AB	T1 (M-H)	1,46	CD	T2 (M-C)	1,60	BC	T4 (E-H)	1,63	BC	T2 (M-C)	1,70	BCD		
T1 (M-H)	1,32	A	T3 (M-A)	1,37	AB	T2 (M-C)	1,45	CD	T3 (M-A)	1,58	BC	T3 (M-A)	1,63	BC	T3 (M-A)	1,64	CD		
T4 (E-H)	1,32	A	T1 (M-H)	1,36	AB	T3 (M-A)	1,40	D	T1 (M-H)	1,54	BC	T1 (M-H)	1,56	C	T1 (M-H)	1,60	CD		
T8 (TA)	1,31	A	T8 (TA)	1,35	B	T8 (TA)	1,39	D	T8 (TA)	1,49	C	T8 (TA)	1,53	C	T8 (TA)	1,59	D		

Leyenda: T1 (M-H) = microorganismos de montaña autóctonos de Huaca; T2(M-C) = microorganismos de montaña autóctonos de El Carmelo; T3(M-A) = microorganismos de montaña autóctonos de El Ángel; T4(E-H) = microorganismos eficientes autóctonos de Huaca; T5(E-C) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T6(E-A) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T7(C-M) = complejo de microorganismos comerciales; T8(TA)= Testigo Absoluto.

4.1.4 Presencia de inflorescencias en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo el efecto de MMA y EMAS

En la prueba de normalidad (Tabla 12) de la variable presencia de inflorescencias por planta en el cultivo demostró que todas las evaluaciones realizadas desde los 60 hasta los 135 días después del trasplante corresponden a datos paramétricos ($p > 0.05$).

Tabla 12. Prueba de Normalidad Shapiro-Willks presencia de inflorescencias en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) desde los 60 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de EMAS y MMA

Días después del trasplante	Presencia de Inflorescencias				
	N	Media (p/f)	D.E	W*	P valor
60	32	1,33	0,39	0,94	0,270
75	32	2,18	0,55	0,92	0,101
90	32	3,11	0,70	0,93	0,143
105	32	3,48	0,79	0,93	0,107
120	32	3,89	0,80	0,96	0,589
135	32	4,84	0,95	0,94	0,202

Leyenda: N = Tamaño de muestra; Media = Promedio aritmético de los datos; D.E. = Desviación estándar; W = Estadístico de la prueba de Shapiro-Wilk; p valor = Nivel de significancia asociado a la prueba de normalidad; $p > 0.05$: distribución normal; $p < 0.05$ distribución no normal; p/f=presencia de inflorescencias.

El análisis de varianza para la variable presencia de inflorescencias por planta en el cultivo (Tabla 13) mostró diferencias estadísticas altamente significativas al 1% entre los tratamientos a los 60, 75, 90, 105 y 135 días después del trasplante (ddt), mientras que a los 120 ddt se registraron diferencias estadísticas significativas al 5%. El promedio de inflorescencias por planta presentó un incremento progresivo, pasando de 1,33 inflorescencias a los 60 ddt a 4,84 inflorescencias a los 135 ddt. Los coeficientes de variación (CV) oscilaron entre 13,39% y 17,63% durante la investigación.

Tabla 13. Análisis de la varianza para presencia de inflorescencias en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) desde los 60 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS

F.V	G. L	Días después del trasplante					
		60	75	90	105	120	135
		p-valor					
Total	31						
Tratamientos	7	<0,0001*	0,0003*	0,0006*	0,0009*	0,0359	0,0041*
Error	24	0,76	3,31	5,68	7,58	11,13	12,73
Promedio (presencia de inflorescencias)		1,33	2,18	3,11	3,48	3,89	4,84
CV (%)		13,39%	17,05%	15,63%	16,16%	17,51%	15,05%

Leyenda: F.V = Fuente de variación; G.L = Grados de libertad; CV = Coeficiente de variación; ns= no significativo; *= 5% significativo; **=1% altamente significativo; (ddt)=días después del trasplante

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 14) evidenció que el tratamiento T6 (EMAS El Ángel) presentó un desarrollo floral superior frente a los demás tratamientos a lo largo de todo el periodo de evaluación, manteniéndose de forma continua en el rango A desde los 60 hasta los 135 días después del trasplante (ddt), a los 135 ddt el T6 (EMAS El Ángel) alcanzó un promedio de 5,86 de inflorescencias por planta, compartiendo este rango con el tratamiento T5 (EMAS El Carmelo), que también mostró un crecimiento sostenido y equilibrado, con un promedio de 5,47 inflorescencias por planta. En contraste, el tratamiento T8 (Testigo Absoluto) presentó un desarrollo floral limitado durante todas las evaluaciones, reflejando el menor número de inflorescencias con un promedio máximo de 3,70 inflorescencias por planta a los 135 ddt, ubicándose en el rango B.

Tabla 14. Prueba Tukey al 5% de la variable presencia de inflorescencias por planta en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) desde los 60 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS

TRATAMIENTOS		60 ddt		75 ddt		90 ddt		105 ddt		120 ddt		135 ddt					
		MEDIA (p/f)		MEDIA (p/f)		MEDIA (p/f)		MEDIA (p/f)		MEDIA (p/f)		MEDIA (p/f)					
		RANGO		RANGO		RANGO		RANGO		RANGO		RANGO					
T6 (E-A)	1,88	A	T6 (E-A)	3,07	A	T6 (E-A)	4,10	A	T6 (E-A)	4,32	A	T6 (E-A)	4,65	A	T6 (E-A)	5,86	A
T7 (C-M)	1,71	A	T5 (E-C)	2,58	AB	T5 (E-C)	3,56	AB	T5 (E-C)	4,12	AB	T5 (E-C)	4,53	AB	T5 (E-C)	5,53	A
T5 (E-C)	1,62	AB	T7 (C-M)	2,21	ABC	T7 (C-M)	3,55	AB	T7 (C-M)	4,10	AB	T7 (C-M)	4,29	AB	T7 (C-M)	5,47	AB
T4 (E-H)	1,28	BC	T2 (M-C)	2,17	BC	T4 (E-H)	3,12	AB	T4 (E-H)	3,63	ABC	T4 (E-H)	0,38	AB	T3 (M-A)	4,92	AB
T3 (M-A)	1,25	BC	T4 (E-H)	2,13	BC	T2 (M-C)	2,92	B	T2 (M-C)	3,10	ABC	T1 (M-H)	3,69	AB	T4 (E-H)	4,61	AB
T1 (M-H)	1,10	CD	T3 (M-A)	1,91	BC	T1 (M-H)	2,60	B	T1 (M-H)	3,10	ABC	T2 (M-C)	3,69	AB	T2 (M-C)	4,39	AB
T2 (M-C)	1,05	CD	T1 (M-H)	1,75	BC	T3 (M-A)	2,52	B	T3 (M-A)	2,82	BC	T3 (M-A)	3,45	AB	T1 (M-H)	4,23	AB
T8 (TA)	0,75	D	T8 (TA)	1,61	C	T8 (TA)	2,52	B	T8 (TA)	2,64	C	T8 (TA)	3,04	A	T8 (TA)	3,70	B

Leyenda: T1 (M-H) = microorganismos de montaña autóctonos de Huaca; T2(M-C) = microorganismos de montaña autóctonos de El Carmelo; T3(M-A) = microorganismos de montaña autóctonos de El Ángel; T4(E-H) = microorganismos eficientes autóctonos de Huaca; T5(E-C) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T6(E-A) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T7(C-M) = complejo de microorganismos comerciales; T8(TA)= Testigo Absoluto; p/f = presencia de inflorescencias.

4.1.5 Presencia de flores por inflorescencia del cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo el efecto de MMA y EMAS

La prueba de normalidad (Tabla 15) mostro que todas las evaluaciones desde los 75 hasta los 135 días después del trasplante para la variable de floración corresponden a datos paramétricos ($p > 0.05$).

Tabla 15. Prueba de Normalidad Shapiro-Willks para la variable flores por inflorescencia en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) desde los 75 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS

Días después del trasplante	Presencia de flores por inflorescencia				
	N	Media (f/i)	D.E	W*	P valor
75	32	8,73	3,11	0,94	0,191
90	32	11,29	4,89	0,92	0,125
105	32	14,39	3,81	0,91	0,056
120	32	14,34	3,50	0,96	0,688
135	32	24,10	5,96	0,95	0,455

Leyenda: N = Tamaño de muestra; Media = Promedio aritmético de los datos; D.E. = Desviación estándar; W = Estadístico de la prueba de Shapiro-Wilk; p valor = Nivel de significancia asociado a la prueba de normalidad; $p > 0.05$: distribución normal; $p < 0.05$ distribución no normal; f/i = flores por inflorescencia.

El análisis de varianza para la variable presencia de flores por inflorescencia (Tabla 16) evidenció la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas al 1% entre los tratamientos en todas las etapas de evaluación, comprendidas desde los 75 hasta los 135 días después del trasplante (ddt). Los valores promedio de flores por inflorescencia mostraron una tendencia de incremento progresivo en las mediciones, con valores que oscilaron entre 8,73 y 23,77 con coeficientes de variación se mantuvieron entre 9,11% y 18,9 en el experimento.

Tabla 16. Análisis de la varianza para la variable presencia de flores por inflorescencia en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) desde los 75 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS

F.V	G.L	Días después del trasplante				
		75	90	105	120	135
Total	31					
Tratamientos	7	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	0,0016**	<0,0001**
Error	24	65,36	25,38	108,27	157,68	208,66
Promedio (flores por inflorescencia)		8,73	11,29	14,39	14,34	23,77
CV (%)		18,90%	9,11%	14,76%	17,87%	12,41%

Leyenda: F.V = Fuente de variación; G.L = Grados de libertad; CV = Coeficiente de variación; ns= no significativo; * = 5% significativo; **=1% altamente significativo; (ddt)=días después del trasplante.

La prueba de Tukey (Tabla 17) mostró que los tratamientos T5 (EMAS El Carmelo) y T6 (EMAS El Ángel) se destacaron sobre los demás, compartiendo el rango A a los 90 y 105 días después del trasplante (ddt). Sin embargo, a los 75, 120 y 135 ddt, T6 (EMAS El Ángel) mantuvo un desarrollo constante y alcanzó un promedio de 25,83 flores por inflorescencia a los 135 ddt, mientras que T5 registró el valor más alto con 33,02 flores, sobresaliendo como el tratamiento con la floración más intensa. En contraste, el tratamiento T8 (Testigo Absoluto) presentó un desarrollo limitado, permaneciendo de manera constante en los rangos inferiores (C y D) a lo largo de toda la evaluación y alcanzando un máximo de 15,38 flores por inflorescencia a los 135 ddt.

Tabla 17. Prueba Tukey al 5% para la variable presencia de flores por inflorescencia de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) desde los 75 hasta los 135 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS

TRATAMIENTOS			MEDIA (f/i)						RANGO					
75 ddt			90 ddt			105 ddt			120 ddt			135 ddt		
T6 (E-A)	14,49	A	T5 (E-C)	18,78	A	T6 (E-A)	19,1	A	T6 (E-A)	17,91	A	T5 (E-C)	33,02	A
T5 (E-C)	10,32	B	T6 (E-A)	17,88	A	T5 (E-C)	18,11	A	T7 (C-M)	17,17	AB	T7 (C-M)	27,19	AB
T4 (E-H)	9,36	B	T7 (C-M)	14,38	B	T4 (E-H)	16,77	AB	T5 (E-C)	16,22	ABC	T6 (E-A)	25,83	ABC
T7 (C-M)	8,98	B	T2 (M-C)	9,15	C	T7 (C-M)	15,63	AB	T3 (M-A)	15,54	ABC	T4 (E-H)	24,96	ABC
T3 (M-A)	7,85	BC	T4 (E-H)	9,09	C	T3 (M-A)	12,63	BC	T4 (E-H)	14,27	ABC	T2 (M-C)	23,86	ABC
T2 (M-C)	7,35	BC	T3 (M-A)	8,91	C	T2 (M-C)	12,54	BC	T2 (M-C)	11,69	BC	T3 (M-A)	22,41	C
T1 (M-H)	6,83	BC	T8 (TA)	6,21	D	T1 (M-H)	10,68	CD	T1 (M-H)	11,19	BC	T1 (M-H)	20,2	D
T8 (TA)	4,69	C	T1 (M-H)	5,92	D	T8 (TA)	9,69	D	T8 (TA)	10,75	C	T8 (TA)	15,38	D

Leyenda: T1 (M-H) = microorganismos de montaña autóctonos de Huaca; T2(M-C) = microorganismos de montaña autóctonos de El Carmelo; T3(M-A) = microorganismos de montaña autóctonos de El Ángel; T4(E-H) = microorganismos eficientes autóctonos de Huaca; T5(E-C) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T6(E-A) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T7(C-M) = complejo de microorganismos comerciales; T8(TA)= Testigo Absoluto; f/i = flores por inflorescencia.

4.1.6 Frutos cosechados en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo el efecto de MMA y EMAS

En la prueba de normalidad (Tabla 18) se determinó que la variable frutos cosechados por planta demostró que corresponde a un conjunto de datos paramétrico ($p > 0.05$) a los 210 días después del trasplante.

Tabla 18. Prueba de Normalidad Shapiro-Willks Fructificación por planta en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) a los 210 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS

Días después del trasplante	Frutos cosechados				
	N	Media (Frutos/planta)	D.E	W*	P valor
210	32	50,83	14,79	0,91	0,071

Legenda: N = Tamaño de muestra; Media = Promedio aritmético de los datos; D.E. = Desviación estándar; W = Estadístico de la prueba de Shapiro-Wilk; p valor = Nivel de significancia asociado a la prueba de normalidad; $p > 0.05$: distribución normal; $p < 0.05$ distribución no normal.

El análisis de varianza para la variable frutos cosechados por planta (Tabla 19) mostró diferencias altamente significativas al 1% a los 210 días después del trasplante (ddt), lo que evidencia que los tratamientos aplicados influyeron de manera determinante en la producción de frutos durante el periodo evaluado. En promedio, se obtuvieron 50,83 frutos por planta, con un coeficiente de variación de 6,50%.

Tabla 19. Análisis de la varianza para la variable frutos cosechados por planta en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) a los 210 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS

F.V	G.L	Días después del trasplante	
		210	p-valor
MODELO	31		
Tratamientos	7		<0,0001**
Error	24	261,81	
Promedio (frutos/planta)		50,83	
CV (%)	31	6.50%	

Legenda: F.V = Fuente de variación; G.L = Grados de libertad; CV = Coeficiente de variación; ns= no significativo; * = 5% significativo; **=1% altamente significativo; (ddt)=días después del trasplante

La prueba de Tukey (Tabla 20) para la variable frutos cosechados demostró que los tratamientos T5 (EMAS El Carmelo) y T6 (EMAS El Ángel) se ubicaron en el rango A, registrando los valores más altos para la variable de frutos cosechados por planta. El tratamiento T5 alcanzó un promedio de 71,13 frutos, seguido de T6 con 67,33 frutos, en contraste, los tratamientos T1 (MMA Huaca) y T8 (testigo absoluto) se situaron en

el rango D, con promedios de 32,55 y 29,25 frutos por planta, respectivamente, constituyéndose como los de menor producción entre los tratamientos evaluados.

Tabla 20. Prueba Tukey al 5% frutos cosechados por planta en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) a los 210 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS

TRATAMIENTOS	MEDIA (f/p)	RANGO
	210 ddt	
T5 (E-C)	71,13	A
T6 (E-A)	67,33	A
T7 (C-M)	56,54	B
T4 (E-H)	56,48	B
T2 (M-C)	51,54	B
T3 (M-A)	41,83	C
T1 (M-H)	32,55	D
T8 (TA)	29,25	D

Leyenda: T1 (MMA-H) = microorganismos de montaña autóctonos de Huaca; T2(MMA-C) = microorganismos de montaña autóctonos de El Carmelo; T3(MMA-A) = microorganismos de montaña autóctonos de El Ángel; T4(EMAS-H) = microorganismos eficientes autóctonos de Huaca); T5(EMAS-C) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T6(EMAS-A) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T7(CMC)= complejo de microorganismos comerciales; T8(TA)= Testigo Absoluto; f/p=frutos por planta.

4.8.7 Peso de frutos en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo el efecto de MMA y EMAS

La prueba de normalidad (Tabla 21) para el peso del fruto demostró que la variable corresponde y contiene datos paramétrico ($p > 0.05$) a los 210 días después del trasplante.

Tabla 21. Prueba de Normalidad Shapiro-Willks peso de frutos en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) a los 210 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS

Días después del trasplante	Peso de frutos				
	N	Media (g)	D.E	W*	P valor
210	32	7.83	0.65	0,93	0,145

Leyenda: N = Tamaño de muestra; Media = Promedio aritmético de los datos; D.E. = Desviación estándar; W = Estadístico de la prueba de Shapiro-Wilk; p valor = Nivel de significancia asociado a la prueba de normalidad; $p > 0.05$: distribución normal; $p < 0.05$ distribución no normal; g = gramos.

El análisis de varianza para la variable peso de frutos (Tabla 22) no mostró diferencias estadísticas significativas al 5% ni altamente significativas al 1% entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue de 8,38%, y el peso promedio de los frutos registrado fue de 7,83 gramos por fruto.

Tabla 22. Análisis de la varianza para peso de frutos en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) a los 210 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS

F.V	G.L	Días después del trasplante	
		210	p-valor
Total	31		
Tratamientos	7	0,6537	
Error	24	10,38	
Promedio (g)		7,83	
CV (%)		8,38%	

Leyenda: F.V = Fuente de variación; G.L = Grados de libertad; CV = Coeficiente de variación; ns= no significativo; *= 5% significativo; **=1% altamente significativo; g = gramos.

En la Tabla 23 se presentan los promedios para la variable peso de frutos en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo el efecto de los tratamientos con MMA y EMAS. Todos los tratamientos se ubicaron en el mismo rango estadístico (A), lo que evidencia la ausencia de diferencias significativas al 5% y altamente significativas al 1%. Los valores promedio oscilaron entre 7,55 g en el tratamiento T6 (EMAS El Ángel) y 8,40 g en el tratamiento T5 (EMAS El Carmelo), siendo este último el que registró el mayor peso de fruto dentro de la evaluación.

Tabla 23. Promedios para la variable peso de frutos en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) a los 210 días después del trasplante bajo el efecto de MMA y EMAS

TRATAMIENTOS	MEDIA (g/fruto)
T5 (E-C)	8,40
T2 (M-C)	8,11
T7 (C-M)	7,79
T3 (M-A)	7,76
T1 (M-H)	7,75
T4 (E-H)	7,68
T8 (TA)	7,65
T6 (E-A)	7,55

Leyenda: T1(M-H) = microorganismos de montaña autóctonos de Huaca; T2(M-C) = microorganismos de montaña autóctonos de El Carmelo; T3(M-A) = microorganismos de montaña autóctonos de El Ángel; T4(E-H) = microorganismos eficientes autóctonos de Huaca; T5(E-C) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T6(E-A) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T7(C-M) = complejo de microorganismos comerciales; T8(TA)= Testigo Absoluto; g = gramos.

4.1.8 Rendimiento (tn/ha) del cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo el efecto de MMA y EMAS

En la prueba de normalidad (Tabla 24) para el rendimiento se demostró que dicha variable corresponde a un dato paramétrico ($p < 0.05$) a los 210 días después del trasplante.

Tabla 24. Prueba de Normalidad Shapiro-Wilks para la variable rendimiento tn/ha en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo el efecto de MMA y EMAS

Días después del trasplante	Rendimiento tn/ha				
	N	Media (T/Ha)	D.E	W*	P valor
210	32	18,91	5,85	0,92	0,077

Leyenda: N = Tamaño de muestra; Media = Promedio aritmético de los datos; D.E. = Desviación estándar; W = Estadístico de la prueba de Shapiro-Wilk; p valor = Nivel de significancia asociado a la prueba de normalidad; p > 0.05: distribución normal; p < 0.05 distribución no normal; tn/ha = tonelada por hectárea.

El análisis de varianza para la variable rendimiento (Tabla 25) demostró la presencia de diferencias altamente significativas al 1% entre los tratamientos a los 210 días después del trasplante. El rendimiento promedio del experimento fue equivalente a 18,91 tn/ha y un coeficiente de variación fue de 7,94%.

Tabla 25. Análisis de la varianza para la variable rendimiento por hectárea en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo el efecto de MMA y EMAS

F.V	G.L	Días después del trasplante
		210
		p-valor
Total	31	
Tratamientos	7	<0,0001**
Error	24	54,14
Unidad (tn/ha)		18,91
CV (%)		7,94%

Leyenda: F.V = Fuente de variación; G.L = Grados de libertad; CV = Coeficiente de variación; ns= no significativo; *= 5% significativo; **=1% altamente significativo; tn/ha = tonelada por hectárea.

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 26) demostró que el tratamiento T5 alcanzó el mayor rendimiento con 28,30 tn/ha sobre los demás tratamientos, ubicándose en el rango A, seguido del tratamiento T6 con 24,01 tn/ha, asignado al rango B. Los tratamientos T7 y T4 presentaron valores intermedios de 20,77 y 20,57 tn/ha, situándose ambos en el rango BC y el tratamiento T8 presentó el menor rendimiento con 10,58 tn/ha, ubicado en el rango E.

Tabla 26. Prueba Tukey al 5% rendimiento tn/ha en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo el efecto de MMA y EMAS

TRATAMIENTOS	MEDIA (tn/ha)	RANGO
	210 ddt	
T5 (E-C)	28,30	A
T6 (E-A)	24,01	B
T7 (C-M)	20,77	BC
T4 (E-H)	20,57	BC
T2 (M-C)	19,78	C
T3 (M-A)	15,39	D
T1 (M-H)	11,90	DE
T8 (TA)	10,58	E

Leyenda: T1(M-H) = microorganismos de montaña autóctonos de Huaca; T2(M-C) = microorganismos de montaña autóctonos de El Carmelo; T3(M-A) = microorganismos de montaña autóctonos de El Ángel; T4(E-H) = microorganismos eficientes autóctonos de Huaca; T5(E-C) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T6(E-A) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T7(C-M) = complejo de microorganismos comerciales; T8(TA)= Testigo Absoluto; tn/ha= tonelada por hectárea.

4.8.9 Costo/beneficio en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo el efecto de MMA y EMAS.

En la Tabla 27 se presenta el análisis costo/beneficio de los diferentes tratamientos. El tratamiento T5 (EMAS El Carmelo) se posicionó como el más rentable, alcanzando un retorno de 2.08 dólares por cada dólar invertido, constituyéndose en la alternativa de mayor eficiencia económica, por otro lado, el tratamiento con la menor relación costo/beneficio fue el T8 (Testigo Absoluto), con un C/B de 0.16, lo que indica que por cada dólar invertido únicamente se generó un retorno de 0.13 dólares, evidenciando una baja rentabilidad. Asimismo, se destaca que todos los tratamientos con microorganismos eficientes autóctonos (EMAS) presentaron valores superiores en la relación costo/beneficio respecto a los tratamientos conformados por microorganismos de montaña autóctonos (MMA), demostrando un mejor desempeño económico en este estudio.

Tabla 27. Análisis costo-beneficio en el cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo el efecto de MMA y EMAS

TRATAMIENTOS	COSTO MARGINAL (USD/HA)	COSTO DEL TRATAMIENTO (USD/HA)	COSTO TOTAL (USD/HA)	RENDIMIENTO (TN/HA)	PRECIO DE VENTA (USD/KG)	VALOR DE VENTA TOTAL	UTILIDAD	RELACIÓN COSTO BENEFICIO
T1 (MMA-H)	22796	140,75	22937	11900	2,5	29750	6813	0,30
T2 (MMA-C)	22796	140,75	22937	19780	2,5	49450	26513	1,16
T3 (MMA-A)	22796	140,75	22937	15390	2,5	38475	15538	0,68
T4 (EMAS-H)	22796	148,75	22945	20570	2,5	51425	28480	1,24
T5 (EMAS-C)	22796	148,75	22945	28300	2,5	70750	47805	2,08
T6 (EMAS-A)	22796	148,75	22945	24010	2,5	60025	37080	1,62
T7 (CMC)	22796	86,00	22882	20770	2,5	51925	29043	1,27
T8 (TA)	22796	0,00	22796	10580	2,5	26450	3654	0,16

Leyenda: T1 (MMA-H) = microorganismos de montaña autóctonos de Huaca; T2(MMA-C) = microorganismos de montaña autóctonos de El Carmelo; T3(MMA-A) = microorganismos de montaña autóctonos de El Ángel; T4(EMAS-H) = microorganismos eficientes autóctonos de Huaca; T5(EMAS-C) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T6(EMAS-A) = microorganismos eficientes autóctonos de El Carmelo; T7(CMC)= complejo de microorganismos comerciales; T8(TA)= Testigo Absoluto.

4.2. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para la variable altura de planta demostraron que el tratamiento T5 (EMAS El Carmelo) tuvo el mejor desempeño con 1.97 m a los 135 días después del trasplante (ddt), este comportamiento podría asociarse a la acción conjunta de bacterias fotosintéticas y fijadoras de nitrógeno presentes en los microorganismos eficientes autóctonos (EMAS), las cuales contribuyen a la síntesis de aminoácidos y hormonas vegetales que estimulan la división celular, promoviendo un crecimiento vegetativo vigoroso. En contraste, el tratamiento T8 (testigo absoluto), que no recibió aplicación de microorganismos, registró únicamente 0.96 m a los 135 ddt, evidenciando el impacto positivo de los EMAS sobre el desarrollo del cultivo. Estos resultados coinciden con lo reportado por Alarcón et al. (2020), quienes observaron incrementos significativos en la altura del cultivo de tomate al aplicar EMAS.

Respecto al calibre del tallo, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos durante los primeros 45 días después del trasplante, sin embargo, a partir de los 60 ddt estas diferencias fueron evidentes y se volvieron altamente significativas entre los 90 y 135 ddt, lo que indica que los efectos de los tratamientos se intensifican en las etapas intermedias y finales del ciclo del cultivo, de manera que el tratamiento T5 (EMAS El Carmelo) se destacó al registrar un diámetro final de 1.87 cm a los 135 ddt. Este comportamiento se podría atribuir a la presencia de levaduras en los EMAS, capaces de sintetizar citoquininas que estimulan la división celular en tejidos vasculares, favoreciendo el engrosamiento del tallo, hallazgos que coinciden con lo señalado por Olivera (2015), quien evidenció un mayor grosor de tallo al aplicar microorganismos nativos.

En las variables reproductivas a los 135 ddt, el tratamiento T6 (EMAS El Ángel) tuvo la presencia de 5,86 inflorescencias por planta y T5 (EMAS El Carmelo) alcanzó un desarrollo floral de 33,02 flores por inflorescencia, en contraste, el tratamiento T8 (testigo absoluto) evidenció un rendimiento reproductivo limitado, con la presencia de 3,70 inflorescencias por planta y floral de 15,38 flores, siendo el de menor desempeño entre todos los tratamientos. Este comportamiento podría atribuirse al efecto bioestimulante de las EMAS, resultado de la acción sinérgica entre bacterias fotosintéticas, levaduras y bacterias ácido-lácticas, que favorecen la formación de estructuras reproductivas y reducen el estrés biótico al inhibir patógenos en la rizosfera, permitiendo que la planta destine nutrientes en la formación de estructuras

reproductivas. Estos resultados coinciden con lo reportado por Ferral et al. (2019), quienes también observaron incrementos en la formación de estructuras reproductivas con la aplicación de EMAS.

En cuanto al número de frutos cosechados por planta, el tratamiento T5 (EMAS El Carmelo) presentó el mejor desempeño con 71,13 frutos por planta, superando al T8 (testigo absoluto), que registró 29.25 frutos. Este comportamiento podría atribuirse a la acción de los EMAS en la rizosfera, al mejorar la disponibilidad de nutrientes mediante procesos como la fijación de nitrógeno y la solubilización de fósforo, favoreciendo así una mayor fructificación, en concordancia con lo reportado por Ferral et al (2019) quienes observaron una mayor producción de frutos al aplicar microorganismos autóctonos.

Respecto al peso del fruto, no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, este comportamiento podría relacionarse con la característica genética del tomate cherry, que tiende a producir mayor número de frutos de menor tamaño, a diferencia del tomate riñón, que desarrolla frutos menos numerosos con mayor biomasa (Bonalli & Nichea, 2024).

En cuanto al rendimiento, se evidenció que la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos (EMAS) mejoró significativamente la productividad del cultivo, el tratamiento T5 (EMAS El Carmelo) alcanzó el mayor rendimiento con 28,30 t/ha, seguido por T6 (EMAS El Ángel) con 24,01 t/ha, en contraste, el tratamiento T8 (testigo absoluto) registró el valor más bajo con 10,58 t/ha, reflejando la ausencia de efectos benéficos cuando no se aplican microorganismos. El desempeño superior de T5 podría estar relacionado con la capacidad de los EMAS para mejorar la disponibilidad de nutrientes esenciales, favoreciendo la formación de biomasa reproductiva y aumentando la productividad. Estos resultados coinciden con lo señalado por Calero et al. (2019), quienes reportaron incrementos de hasta 26% en el rendimiento del tomate mediante el uso de EMAS.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, demostrando que la aplicación de microorganismos de montaña autóctonos y microorganismos eficientes autóctonos influyeron en la productividad de tomate Cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill). Estos hallazgos son coherentes con lo reportado por Alarcón. (2020), quien evidenció que las EMAS influyen tanto el crecimiento vegetativo como el rendimiento del cultivo.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Luego de evaluar el efecto de los microorganismos montaña autóctonos (MMA) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAS) provenientes de tres localidades distintas, se concluye que estos tratamientos influyeron positivamente en el crecimiento vegetativo, desarrollo reproductivo y rendimiento del cultivo de tomate cherry (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo condiciones de invernadero.

- El tratamiento T5, constituido por EMAS de El Carmelo, presentó el mayor crecimiento vegetativo del cultivo, alcanzando 1,97 m, lo que evidencia su efecto positivo sobre la elongación y vigor de la planta.
- En la variable calibre del tallo, el tratamiento T5 (EMAS de El Carmelo) registró el mayor engrosamiento, con un diámetro final de 1,87 cm a los 135 ddt, reflejando un mejor desarrollo estructural y soporte de la planta.
- El tratamiento T6, conformado por EMAS de El Carmelo, obtuvo 5,86 inflorescencias por planta, lo que favoreció el potencial productivo del cultivo.
- Respecto a variable de presencia de flores por inflorescencia, el tratamiento T5 (EMAS de El Carmelo) obtuvo el mejor desarrollo floral más, con 30,02 flores, indicando una mayor capacidad reproductiva por unidad floral.
- En la variable frutos cosechados, el tratamiento T5, constituido por EMAS de El Carmelo, fue el más eficiente, registrando 71,13 frutos por planta, lo que confirma su efecto positivo sobre la fructificación.
- El mayor rendimiento correspondió al tratamiento T5 (EMAS de El Carmelo), con 28,30 tn/ha, consolidándolo como el tratamiento más productivo bajo las condiciones del estudio.
- El tratamiento T5(EMAS El Carmelo) constituido por EMAS fue el tratamiento fue el de mayor rentabilidad con una relación de 2,08 USD por cada dólar invertido

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar la investigación sobre el uso de microorganismos de montaña autóctonos (MMA) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAS) mediante estudios de seguimiento a largo plazo, con el fin de obtener resultados concluyentes y evaluar la persistencia y los posibles efectos acumulativos de estos microorganismos en el suelo y en las plantas bajo condiciones similares.
- Evaluar diferentes dosificaciones de MMA y EMAS con el fin de determinar la concentración óptima que mejore el desarrollo y productividad del cultivo de tomate cherry.
- Realizar estudios que integren planes nutricionales balanceados en combinación con MMA y EMAS, con el propósito de analizar su posible efecto sinérgico durante las fases vegetativas y reproductivas del cultivo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AgriSolver. (2019). *Tizón tardío en tomate: Manejo Integrado de Phytophthora infestans*. <https://www.agrisolver.com/blog/tizon-tardio-en-tomate-manejo-integrado-de-phytophthora-infestans>.
- Agro Bayer Ecuador. (2024). *Solución para Tomate*. Cultivo de Tomate | Agro Bayer Ecuador.
- AgronoBlog. (2023). *Dominando las etapas fenológicas del tomate: Estrategias avanzadas para una cosecha abundante y de calidad superior*. <https://agronoblog.com/etapas-fenologicas/dominando-las-etapas-fenologicas-del-tomate-estrategias-avanzadas-para-una-cosecha-abundante-y-de-calidad-superior>
- Alarcon, 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 (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 67–73. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.08>.
- Araújo, W. F., et al. (2025). *Cultivo agroecológico del tomate cherry con uso de biofertilizantes en ambiente protegido*. *Bioagro*, 37(2), 199–208.
- Arvensis. (2023). *Beneficios de la agricultura ecológica para tu salud*. <https://www.arvensis.com/es/blog/beneficios-de-la-agricultura-ecologica-para-tu-salud/>.
- Berrueta, C., et al. (2024). *Manejo eficiente de la fertirrigación en el cultivo de tomate bajo invernáculo*. INIA Uruguay.
- Bonalli, F. J., Nichea, C. A. (2024). *Efecto del injerto, número de ramas y ácido salicílico sobre el crecimiento y producción de tomate (*Solanum lycopersicum*)** [Trabajo final de licenciatura, Universidad Nacional de La Plata]. SEDICI Repositorio Institucional UNLP. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27620/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Calero H., A., Quintero R., E., Pérez D., Y., Olivera V., D., Peña C., K., Castro L., I., & Jiménez H., J. (2019). Evaluación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(1), 67–78. <https://doi.org/10.22267/rcia.193601.99>.

- Desiguspro. (2025). Tomates cherry: 15 variedades, cómo cultivar, descripción y características. Village Desiguspro. Tomates cherry: 15 variedades, cómo cultivar, descripción y características.
- Ferral, Ceila. F. Pedro. C. Damarys. (2019). *Uso de microorganismos eficientes autóctonos, en el manejo de Meloidogyne incognita en el cultivo del tomate Use of native efficie*. Ctro. Agr. Vol.46 No.4 Santa Clara Oct.-Dic. 2019 Epub 01-Oct-2019.
- Fierro, Y. (2023). *MOHO GRIS, PUDRICIÓN GRIS O BOTRYTIS EN TOMATE*. <https://www.rainbowagrolatam.com/co/detalle-de-moho-gris,-pudricion-gris-o-botrytis-en-tomate-291>.
- Fundación Española de la Nutrición. (2022). *Tomate Lycopersicom Esculentum Mill*. <https://www.fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/tomate.pdf>.
- García, J., Pérez, L., & Ramírez, M. (2018). *Evaluación de genotipos de tomate cherry en condiciones de invernadero*. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 12(1), 113–125. http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732018000100113
- Garzón Rendón, J. (2011). *Caracterización y evaluación morfoagronómica de la colección de tomate tipo Cherry de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10024>.
- González-Estrada, M., & Amador, C. (2017). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 8. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153822003>.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2002). *Impactos en la producción salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador*. https://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Los_plaguicidas_100.Pdf.
- Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. (2014). *Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud*. <https://www.redalyc.org/Pdf/2232/223240764010.Pdf>.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES AGRICOLAS Y PECUARIAS. (2019). *Manuales Prácticos para la Elaboración de Bioinsumos*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/737319/13_Microorganismos_de_montan_a.Pdf.
- López Marín, L. M. (2017). *Manual técnico del cultivo de tomate (Solanum Lycopersicum)*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. Manual Técnico del Cultivo de Tomate - Ligia Mayela López Marín - Plataforma PLATICAR.
- Márquez-Zambrano, B. E., Prado-Carpio, E., Garzón Montealegre, V. J., & Carvajal Romero, H. (2023). Sistema de producción sustentable de tomates cherry (solanum lycopersicum var. cerasiforme): riego permanente y cultivo

- alternativo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 9832–9847. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5093.
- Meza., E. (2022). *Caracterización del cultivo de tomate Cherry (Solanum lycopersicum var. cerasiforme) en sistemas hidropónicos*. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13323/E-UTB-FACIAG-AGRON000031.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Molina, J. (2012). *MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS (EMAs) EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CUY*. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3289/1/Tesis-34agr.pdf>.
- Mora, Michel. M. M. (2019). *Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas*. Http://Scielo.Sld.Cu/Scielo.Php?Script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093.
- Olivera, Dilier. L. Lázaro. C. Alexander. M. Jorge. (2015). *EMPLEO DE MICROORGANISMOS NATIVOS MULTIPROPOSITOS (MNM) EN EL COMPORTAMIENTO AGRO-PRODUCTIVO DE CULTIVOS HORTÍCOLAS*. Https://Www.Grupoagricoladecuba.Gag.Cu/Media/Agrotecnia/Pdf/39_2015/No_7/34_42.Pdf.
- Organic India Seeds. (2024). *Semillas de tomate Sweet Million – Tomates cherry de alto rendimiento para jardinería en casa*. Organic India Seeds. <https://www.organicindiaseeds.com/es/products/sweet-million-tomato-seeds-high-yield-cherry-tomatoes-for-home-gardening>
- Pozo Moina, A. M., Quesada, J., & Cerón Pazmiño, A. M. (2018). Captura, identificación, multiplicación y aplicación de microorganismos eficientes autóctonos (EMAs), para su aprovechamiento en la producción integral agropecuaria. *SATHIRI*, 2, 107. <https://doi.org/10.32645/13906925.214>.
- Quiroz P., M. (2018). *Requerimientos climáticos para el cultivo del tomate*. La Cruz, Chile: Cápsula Radial INIA La Cruz, <https://hdl.handle.net/20.500.14001/67820>.
- Rivera, D., Camelo, M., Estrada, G., Obando, M., & Bonilla, R. (2010). *Efecto de diferentes plaguicidas sobre el crecimiento de azotobacter chroococcum*. <Https://Dialnet.Unirioja.Es/Descarga/Articulo/4808947.Doc#:~:Text=La%20utilizaci%C3%B3n%20de%20agroqu%C3%ADmicos%20en,A%20este%20tipo%20de%20sustancias>.
- Seipasa. (2021). *Alternaria en tomate: todo lo que debes saber para su control*. <Https://Www.Seipasa.Com/Es/Blog/Alternaria-En-Tomate-Lo-Que-Debes-Saber-Para-Su-Control/>.
- Tigse, D. (2022). *EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE RIÑÓN (Solanum lycopersicum L.), EN CHALTURA*. <Https://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/12043/2/03%20AGP%20315%20TRABAJO%20GRADO.Pdf>.

- Torres P., A. (2017). *Manual de cultivo del Tomate bajo invernadero*. La Cruz, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias, no. 377. 114 p.
- Vásquez, Zurita. Q. Hernán. P. Ana. (2012). *Evaluación del comportamiento de fungicidas microbiológicos en la prevención de botritis en el cultivo de fresa (Fragaria vesca)*. <https://Repositorio.Uta.Edu.Ec/Handle/123456789/1680>.
- Zeballos, M. (2017). *Caracterización de microorganismos de montaña (MM) en biofertilizantes artesanales*. <https://Bdigital.Zamorano.Edu/Server/Api/Core/Bitstreams/32881915-2d77-496a-B7cd-00bffb2a2eff/Content>.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	Cahueñas Noquez Marcos Andrés	CÉDULA DE IDENTIDAD:	1755122627
PERIODO ACADÉMICO:	2026A		
PRESIDENTE TRIBUNAL	PHD SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL	DOCENTE TUTOR:	MSc. CARLOS DAVID HERRERA RAMIREZ
DOCENTE:	MSc EDISON MARCELO IBARRA ROSERO		
TEMA DEL TIC:	"Evaluación de microorganismos de montaña autóctonos (MMA) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAs) como alternativa de manejo en el cultivo de tomate Cherry (Lycopersicon esculentum Mill) bajo invernadero en el centro experimental San Francisco, cantón Huancabamba, provincia del Carchi"		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,00	Diferenciar MMA-EMAS
3	METODOLOGÍA	8,00	Analizar la metodología de los TRATAMIENTOS
4	RESULTADOS	8,00	Revisar las tablas, no comprimir la información, comparar con los tratamientos de estudio
5	DISCUSIÓN	8,00	Mejorar la discusión de los tratamientos tratados
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,00	las conclusiones deben concordar con los objetivos de la investigación
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8,00	Vocalizar la exposición de acuerdo al tiempo
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,00	Revisar normas de redacción, faltas de ortografía y formato

Obteniendo una nota de: 8,00 Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el 21/01/2026


PHD SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL
PRESIDENTE TRIBUNAL


MSc EDISON MARCELO IBARRA ROSERO
DOCENTE


MSc. CARLOS DAVID HERRERA RAMIREZ
DOCENTE TUTOR

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND
NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Cahueñas Noquez Marcos Andrés				
DATE: Jueves, 28 de enero de 2026				
Topic: "Evaluación de microorganismos de montaña autóctonos (MMA) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAs) como alternativa de manejo en el cultivo de tomate Cherry (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) bajo invernadero en el centro experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi"				
MARKS AWARDED QUANTITATIVE AND QUALITATIVE				
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o
Investigación.**

Autor: Cahueñas Noquez Marcos Andrés

Fecha de recepción del abstract: 27 de enero de 2026

Fecha de entrega del informe: Miércoles, 28 de enero de 2026

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros
Responsable del
CIDEN

Anexo 3. Costos de producción en una hectárea de tomate cherry

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Surcado	20	jornal	15	300
Trasplante	30	jornal	15	450
Deshierbas	120	jornal	15	1800
Tutorado	30	jornal	15	450
Podas	120	jornal	15	1800
Fertilización	60	jornal	15	900
Cosecha	150	jornal	15	2250
Subtotal:				7950
Infraestructura				
Arriendo Invernadero	7	unidad	350	2450
Subtotal:				2450
Materiales directos				
Estacas	500	unidad	0,20	100
Alambre	1000	unidad	3,45	3450
Plántulas	47407	unidad	0,16	7585
Cabuya de amarre	200	unidad	3	600
Subtotal:				11735
Materiales elaboración de "MMA"				
Baldes 120lt	3	unidad	15	45
Balde 20lt	3	unidad	2	6
Arroz	25	libras	0,50	13
Afrecho de Trigo	15	libras	0,35	5
Melaza	2	litros	10	20
Tarrinas Plásticas	120	unidad	0,10	12
Malla nylon	10	metros	2	20
Subtotal:				121
Movilización				20
Subtotal:				20
Materiales elaboración de "EMAs"				
Baldes 120lt	3	unidad	15	45
Balde 20lt	3	unidad	2	6
Arroz	25	libras	0,50	13
Melaza	2	litros	10	20
Leche	5	litros	0,5	3
Yogurt natural	5	litros	0,75	4
Harina de pescado	10	libras	0,70	7
Tarrinas Plásticas	120	unidad	0,10	12
Malla nylon	10	metros	2	20
Subtotal:				129
Movilización				20
Subtotal:				20
Materiales elaboración de microorganismos comerciales				
Balde 120lt	3	unidad	15	45
Melaza	1	litros	10	10
ME Comerciales	5	litros	5,6	28
Subtotal:				83
Movilización				5
Subtotal:				5
Fertilización				
MMA	300	litros	0,41	123
EMAS	300	litros	0,43	129
ME	300	litros	0,27	81
15-15-15	20	qq	32	640
Subtotal:				973
Fitosanitarios:				
Oxamil	2	litros	7,50	15
Tiofanato Metil	2	litros	2,90	6
Subtotal:				21
COSTO TOTAL:				23506

Anexo 4. Proceso del experimento en campo microorganismos benéficos



Figura 4. Recolección microorganismos de montaña (MMA) y microorganismos eficientes (EMAS)



Figura 5. Elaboración solución madre y propagación MMA y EMAS



Figura 6. Preparación y desinfección del terreno



Figura 7. Trasplante de plántulas



Figura 8. Aplicación de los tratamientos



Figura 9. Tutorado de la planta



Figura 10. Podas



Figura 11. Recolección de datos



Figura 12. Cosecha