



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD INGENIERIA  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**Evaluación del efecto de un preparado microbiano sobre la calidad  
postcosecha de *Solanum Lycopersicum* cultivado en invernadero**

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial**

**Autor:**

**Toala Mecias, Kevin Domitilo**

**Tutor:**

**Mgs. Daniel Luna**

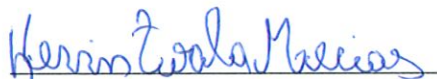
**Riobamba, Ecuador. 2026**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo Kevin Domitilo Toala Mecias, con cédula de ciudadanía 0803984822, autor del trabajo de investigación titulado: Evaluación del efecto de un preparado microbiano sobre la calidad postcosecha de *Solanum lycopersicum* cultivado en invernadero, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Así mismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 15 de abril del 2026.



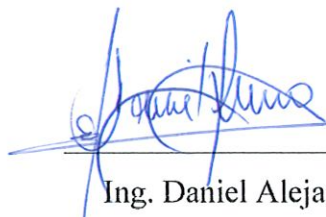
Kevin Domitilo Toala Mecias

C.I: 0803984822

## DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Daniel Luna catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Evaluación del efecto de un preparado microbiano sobre la calidad postcosecha de *Solanum lycopersicum* cultivado en invernadero, bajo la autoría de Kevin Domitilo Toala Mecias; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 15 del mes de abril de 2026



---

Ing. Daniel Alejandro Luna

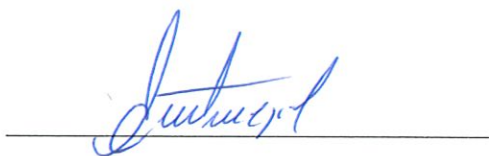
C.I: 1713065843

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

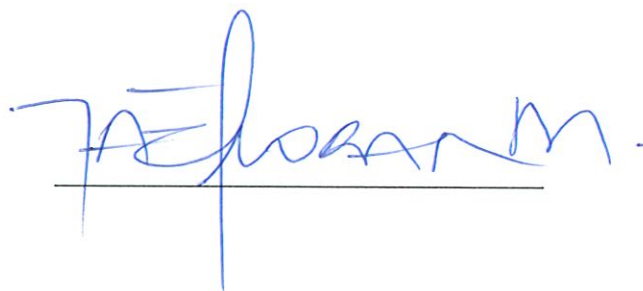
Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Evaluación del efecto de un preparado microbiano sobre la calidad postcosecha de *Solanum lycopersicum* cultivado en invernadero, presentado por Kevin Domitilo Toala Mecias, con cédula de identidad número 0803984822, bajo la tutoría del Ing. Daniel Alejandro Luna; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 15 de abril del 2026

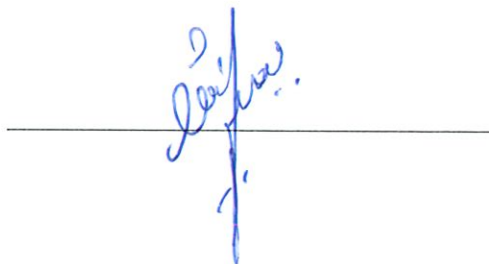
Dra. Ana Mejía López  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Mgs. José Antonio Escobar  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



PhD. José Efraín Miranda  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**





# CERTIFICACIÓN

Que, **Kevin Domitilo Toala Mecias** con CC: **0803984822**, estudiantes de la Carrera **AGROINDUSTRIA**, Facultad de **FACULTAD DE INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **Evaluación del efecto de un preparado microbiano sobre la calidad postcosecha de *Solanum lycopersicum* cultivado en invernadero**", cumple con el 6 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **Compilatio**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 21 de enero de 2026



---

Mgs. Daniel Luna  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por guiarme y darme fortaleza para alcanzar este logro; a mi padre, por su esfuerzo y ejemplo; a mi abuela, que desde el cielo me acompaña y cuya memoria sigue siendo mi mayor inspiración; a mis hermanos por su apoyo incondicional; a mis primos, por su amistad y apoyo sincero; a mis amigos, por acompañarme en cada etapa de este camino; a mi novia, por su amor, comprensión y aliento incondicional; a mis tías, por su afecto y consejos; y a mi madrastra, por su respaldo y confianza. A todos ustedes, gracias por ser parte fundamental de este logro y de mi crecimiento personal y profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi profundo agradecimiento a Dios por su guía, fortaleza y sabiduría durante todo este proceso, dedicándole este logro como testimonio de su luz en mis desafíos.

Agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo, la Facultad de Ingeniería y la carrera de Agroindustria para formar mis conocimientos y valores profesionales.

A la memoria de mi abuela Clarisa Preciado, cuyo amor y sabiduría me inspiraron siempre; dedico este trabajo a su legado eterno.

A mi padre, pilar de sacrificio y apoyo incondicional; a mis hermanos, tías, primos y madrastra por su fe constante y motivación familiar; este triunfo es compartido con ustedes.

A mi novia, refugio de paz y aliento incansable en momentos de agotamiento académico; tu amor sostuvo cada página de esta tesis.

A mis amigos por su solidaridad, risas y compañía enriquecedora; ya mi tutor por su orientación experta, paciencia y mentoría profesional.

Finalmente, me reconozco por mi perseverancia y valentía ante obstáculos, afirmando que los sueños se cumplen con dedicación y bendición divina.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I.....	14
1. INTRODUCCION.....	14
1.1 ANTECEDENTES .....	14
1.2 PROBLEMA .....	15
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	15
1.4 OBJETIVOS.....	16
CAPÍTULO II.....	17
2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. MARCO REFERENCIAL .....	17
2.2. MARCO TEORICO .....	19
2.2.1. EL TOMATE.....	19
2.2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL TOMATE.....	19
2.2.3. VALOR NUTRICIONAL DEL TOMATE.....	20
2.2.4. MORFOLOGÍA DEL TOMATE .....	20
2.2.5. VARIEDAD DE TOMATES SEMBRADAS EN EL ECUADOR .....	21
2.2.6. CULTIVO Y FLORACIÓN DEL TOMATE .....	23
2.2.7. CONDICIONES AMBIENTALES ÓPTIMAS .....	24
2.2.8. BENEFICIO DEL TOMATE PARA LA REGIÓN.....	24
2.2.9. PROCESO DE MADURACIÓN Y CALIDAD POSTCOSECHA .....	25
2.2.10. ÍNDICE DE MADURACIÓN.....	25

2.2.11. GRADOS BRIX .....	25
2.2.12. ACIDEZ TITULABLE.....	26
2.2.13. BIOL.....	26
2.2.14. MICROORGANISMOS EFICIENTES EN PRODUCCIÓN DE UN BIOL .....	26
CAPÍTULO III. ....	27
3. METODOLOGÍA.....	27
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	27
3.2.1. DOSIFICACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE BIOL .....	29
3.2.2. PROTOCOLO DE APLICACIÓN DEL BIOL.....	29
3.2.3. PROTOCOLO DE DOSIFICACIÓN Y CODIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS	30
3.2.4. PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL TOMATE POSTCOSECHA .....	30
3.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	31
3.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO Y TAMAÑO DE MUESTRA .....	31
3.5. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	32
3.5.1. LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LOS BIOLES SE TABULARON EN UNA HOJA DE CÁLCULO DE MICROSOFT EXCEL.....	32
CAPÍTULO IV. ....	33
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	33
4.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL BIOL SIN ME.....	33
CAPÍTULO V. ....	39
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	39
BIBLIOGRAFÍA .....	40
ANEXOS.....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Clasificación taxonómica del tomate.....	20
<b>Tabla 2</b> Requisitos ambientales y de manejo para un cultivo eficiente de tomate .....	24
<b>Tabla 3</b> Formulación, proceso y componentes .....	28
<b>Tabla 4</b> Parámetros determinados en los análisis de los bioles .....	31
<b>Tabla 5</b> Análisis de calidad química del biol sin ME y biol enriquecido con ME .....	33
<b>Tabla 6</b> Resultados de análisis realizados a los tomates en la postcosecha.....	35
<b>Tabla 7</b> Prueba Wilcoxon para pérdida de peso .....	38
<b>Tabla 8</b> Prueba de Wilcoxon para Nitrógeno total .....	52
<b>Tabla 9</b> Prueba de Wilcoxon para zinc .....	52
<b>Tabla 10</b> Prueba de Wilcoxon para calcio .....	52
<b>Tabla 11</b> Prueba de Wilcoxon para fósforo .....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Tomate Diamante.....	21
<b>Figura 2</b> Tomate Micaela.....	22
<b>Figura 3</b> Tomate Sulay .....	22
<b>Figura 4</b> Tomate Cherry .....	23
<b>Figura 5</b> Tomate Daniela.....	23
<b>Figura 6</b> Grados de madurez del Tomate .....	27
<b>Figura 7</b> Grafica que ilustra la variación del peso de los tomates a lo largo del tiempo ....	37

## RESUMEN

Ecuador se distingue por su notable capacidad productiva agrícola, sustentada en la diversidad de sus ecosistemas que facilitan el cultivo de una amplia variedad de frutos, destacando el tomate (*Solanum lycopersicum*) como uno de los productos más consumidos en los hogares ecuatorianos. El presente trabajo de investigación trata de superar dichas limitaciones mediante la caracterización de un biol elaborado a partir de microorganismos eficientes (ME), como las bacterias lácticas, las levaduras para los diferentes tratamientos con las altas concentraciones del biol y la calidad postcosecha del fruto. Se incluyó la preparación mediante fermentación anaeróbica controlada, a temperatura ambiente durante 30 días, de dos tipos de biol, uno sin ME y otro con ME (biol control), a lo que siguieron pruebas de estabilidad y conteo microbiano. Posteriormente, se llevaron a cabo tratamientos foliares por aspersión en plantas de tomate variedad diamante bajo invernadero, de 3 concentraciones diluidas (5%; 10% y 15%) siguiendo un diseño completamente aleatorizado con 3 repeticiones de cada tratamiento, y un testigo sin biol. Los frutos se cosecharon en el estado maduro verde y se almacenaron a 12 - 15°C durante 21 días, evaluando distintos parámetros de calidad (pérdida de peso, sólidos solubles totales (grados Brix), acidez titulable). La evaluación de los datos se realizó mediante pruebas estadísticas no paramétricas (Wilcoxon y Friedman) y chi - cuadrado para determinar la existencia de diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). Los resultados obtenidos reflejan mejoras significativas de la calidad postcosecha a partir de la concentración del 10% del biol, al optimizar la firmeza de los frutos, disminuyendo la pérdida de peso, las pudriciones y mejorando los sólidos solubles, y validando así su efectividad superior. Estos resultados dan un impulso al biol como una alternativa ecológica y adaptada al medio frente a los productos químicos sintéticos, de tales prácticas sostenibles de postcosecha en la agroindustria ecuatoriana.

Palabras claves: calidad postcosecha, preparado microbiano, microorganismos eficientes, biol.

## Abstract

Ecuador is distinguished by its remarkable agricultural productivity, underpinned by the diversity of its ecosystems, which facilitate the cultivation of a wide range of fruits. The tomato (*Solanum lycopersicum*) stands out as one of the most consumed products in Ecuadorian households. This research aims to overcome these limitations by characterizing a biol produced by efficient microorganisms (EM), such as lactic acid bacteria and yeasts, for various treatments using high concentrations of the biol, and by assessing the fruit's postharvest quality. The preparation included controlled anaerobic fermentation at room temperature for 30 days of two types of biol, one without EM and the other with EM (control biol), followed by stability tests and microbial counts. Subsequently, foliar spray treatments were applied to greenhouse-grown 'Diamante' tomato plants at three dilutions (5%, 10%, and 15%), following a completely randomized design with three replicates per treatment and a control without biol. The fruits were harvested at the green-mature stage and stored at 12–15 °C for 21 days, during which various quality parameters (weight loss, total soluble solids (°Brix), titratable acidity) were evaluated. Data evaluation was performed using nonparametric statistical tests (Wilcoxon and Friedman) and the chi-square test to determine significant differences ( $p < 0.05$ ). The results obtained reflect significant improvements in postharvest quality at the 10% biol concentration, optimizing fruit firmness, reducing weight loss and decay, and enhancing soluble solids, thereby validating its superior effectiveness. These results give a boost to biol as an environmentally friendly, locally adapted alternative to synthetic chemical products, supporting such sustainable postharvest practices in the Ecuadorian agro-industry.

**Keywords:** postharvest quality, microbial preparation, efficient microorganisms, biol.



Reviewed by:

Mgs. Sonia Granizo Lara.

**ENGLISH PROFESSOR.**

c.c. 0602088890

## CAPÍTULO I.

### 1. INTRODUCCION.

#### 1.1 Antecedentes

Durante la última década, la producción y el consumo mundial de tomate rojo (TR), así como su consumo per cápita, han mostrado una tendencia sostenida al alza. En este contexto, China se posiciona como el principal productor y consumidor a nivel global, mientras que Estados Unidos destaca como el mayor importador y México como el principal país exportador de esta hortaliza (Ortega & Cevallos, 2022).

De acuerdo con la tendencia internacional de la producción de tomate, se estima que Ecuador en 2015 tuvo una disminución de su producción total de 73 847 toneladas a 68 355 toneladas, debido a la reducción de la superficie cultivada y de la productividad nacional. El año 2004 es el que más producción tuvo con 84 886 toneladas, en consecuencia, se produjo un descenso en el cultivo, con algunos picos en los años 2007, 2010, 2012 y 2014 y una producción total actual de 68 335 toneladas (Ortega & Cevallos, 2022).

A nivel nacional el cultivo de tomate de mesa bajo invernadero tiene un papel protagónico en la Sierra central, sobre todo en la provincia de Tungurahua, donde se concentra el 60 % de la producción total del país. El III Censo Nacional Agropecuario (CNA) estima que la superficie sembrada es de 3 054 hectáreas (Ortega & Cevallos, 2022).

El tomate es ampliamente consumido fresco, ya sea solo o en mezcla con otros vegetales en ensaladas. Sin embargo, también tiene una gran demanda industrial, dado que sus características organolépticas (sabor, dulzura, acidez, color y contenido de sólidos) lo convierten en un ingrediente esencial para la elaboración de salsas, pastas y otras preparaciones culinarias (Solis & Pinto, 2020).

El sabor del fruto está directamente relacionado con la concentración relativa de azúcares y ácidos, principalmente fructosa y ácido cítrico, siendo más apreciados aquellos tomates con altos niveles de ambos componentes (Yara, 2025).

Estos factores, junto con el tamaño, la clasificación y otros atributos físicos, influyen considerablemente en el precio y la comerciabilidad del producto, ya que en muchos países existen estándares mínimos de calidad (Yara, 2025).

Frente al aumento de la población y a las crecientes exigencias del mercado, se vuelve indispensable una producción más eficiente, que combine tecnologías agrícolas con alternativas de manejo sustentable, como el uso de fertilizantes foliares y bioestimulantes (Gonzales & Pilco, 2021).

Con el paso del tiempo, los problemas de producción se han intensificado, lo que ha motivado a los agricultores a buscar soluciones más sostenibles que les permitan mantener la productividad sin generar impactos negativos en el ambiente. Estas estrategias buscan

además reducir costos y enfrentar desafíos como la baja fertilidad del suelo, el aumento en el consumo de agua para riego y la disminución de los rendimientos productivos (Gonzales & Pilco, 2021). En este sentido, las prácticas de fertilización juegan un papel fundamental en la calidad del tomate, influyendo en aspectos como el color, la firmeza, el tamaño y la vida útil del fruto, características especialmente relevantes para los tomates destinados al consumo fresco (Yara, 2025).

## **1.2 Problema**

Las pérdidas postcosecha en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) representan un desafío crítico para la agricultura ecuatoriana, especialmente en el cantón Chambo (Tungurahua), donde comprometen tanto la cantidad como la calidad del producto final y afectan directamente la rentabilidad de los pequeños agricultores. En el país, estas pérdidas alcanzan el 35% del volumen producido desde la cosecha hasta llegar al consumidor, originadas principalmente por un manejo inadecuado en las etapas de producción, transporte y comercialización (Pilataxi Ramírez, 2019). En Chambo, la situación es grave, ya que el 82% de los agricultores desconoce técnicas apropiadas de manejo postcosecha, lo que acelera el deterioro del fruto, reduce su valor comercial y genera rechazos en mercados locales y regionales.

Reside en la deficiencia nutricional del suelo, que restringe la absorción de elementos esenciales como fósforo (P), nitrógeno (N), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S). Esta limitación baja la estructura fisiológica de la planta, haciendo que los frutos sean más susceptibles a daños mecánicos, pudriciones fúngicas y pérdida de atributos organolépticos clave durante el almacenamiento y transporte. Como consecuencia se aprecian reducciones en parámetros de calidad postcosecha tales como: firmeza del fruto, índice de maduración, grados brix, acidez titulable, y, retención del color, lo cual, da menor vida útil al tomate y mayores pérdidas, en un contexto donde dependen del cultivo como principal fuente de ingresos.

A pesar de la utilización de un tipo de fertilizante químico para tratar de mejorar esta situación, optimizando así la producción, los fertilizantes químicos no solo no resuelven el problema de fondo en la etapa postcosecha, sino que, además, van a aumentar el deterioro del suelo a medio plazo. Por ello, se requiere resolver este problema mediante una alternativa sustentable que fortalezca la nutrición vegetal desde la producción, reduzca efectivamente pérdidas postcosecha y suba la calidad del fruto sin comprometer la salud del suelo, como el uso de preparados microbianos.

## **1.3 Justificación**

Esta investigación es relevante porque propone una alternativa biotecnológica innovadora y validada localmente al uso excesivo de agroquímicos en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), el producto hortícola más importante de Ecuador, donde las pérdidas postcosecha alcanzan el 35% por deficiencias nutricionales y manejo adecuado (Pilataxi Ramírez, 2019; INEC, 2023).

Su importancia radica en optimizar la calidad postcosecha, para elevar el valor comercial del fruto, regenerar la fertilidad del suelo degradado en Tungurahua mediante microorganismos eficientes (ME) y reducir el impacto ambiental de fertilizantes químicos que provocan saturación edáfica (Jiménez, 2011; Gonzales & Pilco, 2021).

El estudio innova al formular dos tipos específicos de biol foliar con ME (bacterias lácticas y levaduras), adaptados al contexto ecuatoriano, evaluando concentraciones optimizadas (2,5%, 5% y 10%) en condiciones de invernadero. Los biofertilizantes foliares mejoran la absorción de macro y micronutrientes que aceleran el crecimiento y estimulan la producción de fitohormonas y enzimas que fortalecen la planta (Pedraza, 2021; Toalombo, 2013).

Diferentes estudios avalan su eficacia, en el que Reyes (2021) confirma que ME tienen la capacidad de producir metabolitos secundarios bioactivos que permiten que la tasa de retenciones de nutrientes aumente entre un 20 hasta un 30%; además, Parra Huertas (2010) indica que la biol foliar permite reducir las enfermedades de raíz en un 40%. Sin embargo, faltan trabajos locales que optimicen los niveles o concentraciones de ME para tomate de mesa en invernadero, siendo este trabajo una oportunidad para llenarla.

Este trabajo dejará a beneficio inmediato a los agricultores de Chambo, los capacitará en técnicas postcosecha (82% de ellos no presenta ningún tipo de conocimiento, algunos incluso asegurarán de que no la han escuchado), puentes para la agroindustria ecuatoriana, e impulsa una agricultura sostenible alineada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 2: Hambre cero; ODS 12: Consumo Responsable) (Ricarte Ortiz & Alemán Mancheno, 2021).

## **1.4 Objetivos**

### **General**

Evaluar el efecto de un preparado microbiano sobre la calidad postcosecha de *Solanum lycopersicum* cultivado en invernadero.

### **Específicos**

- Elaborar un biol a partir de diferentes microorganismos eficientes.
- Evaluar el efecto postcosecha de la dosificación de diferentes concentraciones de biol.

## CAPÍTULO II.

### 2. MARCO TEÓRICO.

#### 2.1. MARCO REFERENCIAL

González León et al. (2022) aplicaron microorganismos eficientes foliares mediante aspersión semanal (10-20 cc/L) diluidos en (400 L/ha) durante todo el ciclo productivo de tomate en diseño completamente al azar (DCA) triplicado con 3 bloques en invernadero. Monitorearon parámetros nutricionales (NPK foliar), sensoriales (panel entrenado 20 jueces) y fisicoquímicos (firmeza, Brix) a cosecha y postcosecha (15 días a 3°C). Obtuvieron mejoras significativas en calidad nutritiva (+18% N, +22% K foliar), sensorial (25% mayor aceptación consumidor, escala hedónica 9 puntos) y firmeza (+12 vs control), atribuidas a solubilización de fosfatos y fijación N<sub>2</sub> (p<0,05 LSD).

Riverón Beatriz (2025) utilizó *Bacillus subtilis* en aspersión acuosa (10<sup>8</sup> UFC/mL) en suspensión acuosa estabilizada (pH 6,5, glicerol 5%) por aspersión foliar (semanal x8 desde trasplante) y postcosecha (3 inmersiones 2 min frutos maduro -verde). Almacén de 12 - 15°C 90% HR pudriciones (*Botrytis*, *Alternaria*), peso fresco, vida útil 12 días (28 vs 16 control) y mantuvo firmeza 82% vs 65% control (ANOVA, Tukey p<0,01; colonización endofítica confirmada PCR).

Andrade Alfonso, Fortis Manuel & Pablo Preciado (2022) aislaron *Bacillus cereus* cepa nativa de rizosfera tomate *Saladette* (Invernadero Esmeraldas), caracterizaron (16S rRNA, producción IAA/ sideróforos) y aplicación foliar (5mL/L 10<sup>7</sup> UFC/mL 14d x10 desde V3) radicular en DCA 3x3 repeticiones (variedad Resistente VF). Mediciones: rendimiento (kg/planta), biomasa raíz/tallo y nutrientes foliares (ICP-MS). Aumentó rendimiento frutos 32% (2,8 vs 3,6 kg/planta), biomasa raíz 28%, flores 35% y K foliar + 24% (p<0,05 Mann – Whitney; relación B/C 2,1).

Alarcón Juan, Recharte & Yanqui (2020) encontraron ME autóctonos (*Lactobacilos*, levaduras) en suelos andinos y fertilizaron (15 cc/L preparado fermentado, semanal x6 desde trasplante) en bloques al azar 4 repeticiones (hibrido Dinámico). Evaluaron morfo – agronómicos (altura, área foliar, raíces frescas). Incremento altura planta (22% área foliar 35% peso raíz 28%). Investigadores Mundo Agropecuario (2023) ensayaron (*Pseudomonas*, *Azospirillum*) biofertilizante foliar (20 mL/L, 2x10<sup>8</sup> UFC/mL) en etapas fenológicas V4-R1 tomate Cherry invernadero intensivo (factorial 4x3: dosis x frecuencias). Se analizó absorción nutrimental (15N, 32P trazadores), rendimiento y calidad (Brix, acidez). Se reportó +18% rendimiento (5,2 vs 4,4 kg/m<sup>2</sup>), absorción N+26%, P+31% (Tukey p<0,05); procesos químicos identificados: solubilización Zn/Fe, auxinas endógenas +42%).

Andrade et al., (2022) aislaron *Bacillus cereus* cepa nativa de rizosfera tomate *Saladette* (Invernadero Esmeraldas), caracterizaron (16S rRNA, producción IAA/ sideróforos) y aplicación foliar (5mL/L 10<sup>7</sup> UFC/mL quincenal x10 desde V3) radicular en DCA 3x3 repeticiones (variedad Resistente VF). Midieron rendimiento (kg/planta), biomasa

raíz/tallo y nutrientes foliares (ICP-MS). Incrementó el rendimiento frutos 32% (2,8 vs 3,6 kg/planta), biomasa raíz 28%, flores 35% y K foliar + 24% ( $p < 0,05$  Mann – Whitney; relación B/C 2,1).

Alarcón Juan et al., (2020) encontraron ME autóctonos (*Lactobacilos*, levaduras) en suelos andinos y fertilizaron foliar (15 cc/L preparado fermentado, semanal x6 desde trasplante) en bloques al azar 4 repeticiones (hibrido Dinámico). Evaluaron morfo – agronómicos (altura, área foliar, raíces frescas). Incrementó altura planta 22%, área foliar 35%, peso raíz 28%.

Investigadores Mundo Agropecuario (2023) ensayaron (*Pseudomona*, *Azospirillum*) biofertilizante foliar (20 mL/L,  $2 \times 10^8$  UFC/mL) en etapas fenológicas V4-R1 tomate Cherry invernadero intensivo (factorial 4x3: dosis x frecuencias). Se analizó absorción nutrimental (15N, 32P trazadores), rendimiento y calidad (Brix, acidez). Se reportó +18% rendimiento (5,2 vs 4,4 kg/m<sup>2</sup>), absorción N+26%, P+31% (Tukey  $p < 0,05$ ); procesos químicos identificados: solubilización Zn/Fe, auxinas endógenas +42%).

Aguilar Castillo (2023) aplicó biol, estiércol bovino foliar 5-15% v/v (semanal x10 desde trasplante) + manejo integrado postcosecha (1-MCP, atmósfera modificada) en tomate DCA triplicado. Se comparó con el control químico (imazalil). Mejoró conservación: pérdidas peso -22% (6% vs 28%), firmeza +28%, vida comercial en 32 días vs 21; B/C 2,8 económico.

Alarcón Zayas (2013) comparó biofertilizantes de *Azotobacter* y *Fosfobacterium*, como biofertilizantes mediante el uso de NPK por vía foliar, mediante una dilución 1:50, con el uso quincenal y 10 aplicaciones) Tomate DCA (n=3). Se midieron firmeza (texturometro), Brix (refractómetro), vida útil a 25 °C. En la biol inferior: firmeza un 20% de las muestras (9,5 vs. 7,9N), Brix un 18% (6,1 vs. 5,2), pudriciones un 32% vs química; proporciones a recomendarse 70% biol + 30% químico (ANOVA  $p < 0,05$ ).

Rojas Anaya, Chávez Díaz & Ruíz Ramírez (2021) evaluaron EM simbióticos (*Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*) foliares ( $10^7$  FC/mL). Bisemanal x12) en ensayos (placas giberelinas/IAA). Cuantificaron metabolitos volátiles (GC-MS) y hormonas. Demostraron liberación auxinas (45 µg/g), giberelinas (32 µg/g); +22% crecimiento aéreo, +30% raíces, nodulación 18% vs control ( $p < 0,01$  t-Student); simbiosis confirmada por microscopía.

Davidovich, De la Asunción & Acosta (2023), estudian la efectividad de los preparados microbianos de los patógenos postcosecha *Fusarium* y *Rhizopus* (UFC/g), evaluando peso, firmeza y vida útil (21 días de almacenamiento). La aplicación redujo las pudriciones hasta un 38% (12% vs 50% control), mantuvo el mayor peso fresco (92% vs 78%) y disminuyó la producción de etileno en un 45%, gracias a mecanismos de antibiosis y competencia por espacio/nutrientes ( $0 < 0,01$ ).

Vasquez Cieza (2021), evaluó la aplicación en la parte aérea del cultivo de microorganismos efectivos (ME) combinando *Lactobacillus plantarum* y *Kluyveromyces marxianus* (5 mL/L a  $10^7$  UFC/mL, 12 aplicaciones quincenales), sobre tomate variedad VF 1366, triplicando el contenido de ácidos (DCA) durante el ciclo productivo. En fase postcosecha (25 días a 13°C), analizó firmeza mediante un penetrómetro, el índice de pudriciones (&visual) y carga microbiológica (UFC/g), obteniendo resultados significativos: retención de firmeza al 85% frente al 62% del testigo, reducción del/en pudriciones del 31% (9% frente a 40%) y ninguna *Listeria*, con diferencias estadísticas significativas tras prueba de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ).

Cornejo Vera (2023) evaluó la aplicación foliar de biol (diluciones 1:100 a 1:500 v/v, 8 aplicaciones semanales) en lechuga variedad *King Leaf*, con diseño experimental de 4 repeticiones. Analizó masa fresca por planta, contenido de nitratos foliares (por espectrofotometría) y nitrógeno total foliar, obteniendo incrementos significativos en productividad y mejoras en calidad nutricional: la masa fresca aumentó un 19% (285 vs 240 g/planta), los nitratos foliares se redujeron un 42% (1,200 vs 2,100 ppm) y el nitrógeno foliar creció un 15%

Gil L (2023) determinó biol óptimo (pH 4,2 NPK 2-1-3%, *Kluyveromyces*  $10^7$ , *Lactobacillus*  $10^6$  UFC/mL) y aplicó foliar 5-15% v/v (semanal x8 desde 4 hojas verdaderas) en tomate DCA cuadruplicado (variedad Carolina). Evaluaron postcosecha (21 días 13 °C): firmeza (penetrómetro), Brix, pérdida de peso, pudriciones. Maximizó firmeza +15% (8,2 vs 7,1 N), Brix +12% (5,8 vs 5,2°), peso fresco 91% vs 82% control sin fitotoxicidad (Friedman  $p < 0,05$ ); optimizó 10%.

## **2.2. MARCO TEORICO**

### **2.2.1. El tomate**

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una planta herbácea anual o perenne de la familia *Solanaceae*, originaria de Sudamérica y cultivada mundialmente como hortaliza por su fruto comestible tipo baya, que botánicamente es una fruta, pero culinariamente se considera vegetal por su sabor umami. Es caracterizada por tallos erectos o ascendentes de 1 – 3 m de altura con vello pegajoso, hojas alternas compuestas pinnadas (4-10 pulgadas, 5-9 folíolos dentados de 3 pulgadas), flores pequeñas amarillas en racimos estrellados (5 lóbulos) polinizadas por abejas, y frutos globosos variables en tamaño, forma y color (rojo, predominantemente ricos en licopeno, vitamina C, A y antioxidantes) (Extensión de la Universidad Estatal de Carolina del Norte, 2021).

### **2.2.2. Clasificación Taxonómica del Tomate**

La taxonomía del tomate se especifica en la siguiente tabla (Lamilla, 2022):

**Tabla 1***Clasificación taxonómica del tomate*

<b>Categoría</b>	<b>Detalle</b>
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>Lycopersicon</i>
Especie	<i>Esculentum</i>
Nombre binomial	<i>Lycopersicon esculentum</i>

Nota. Adaptado de “<https://letstalkscience.ca/educational-resources/backgrounders/tomato-taxonomy>”

### **2.2.3. Valor Nutricional del Tomate**

El tomate fresco es una fruta que está conformada en su mayoría por agua, con un impresionante 94% de su peso. Esto es lo que lo hace tan bajo en calorías, aporta solo alrededor de 18 kcal por cada 100 gramos. También, su contenido de carbohidratos es bastante bajo (3,50%), al igual que el de proteínas (1%), grasas (0,11%) y fibra (1,40%). Lo que destaca del tomate es su alta concentración de vitamina C, lo que alcanza los 26,6 mg por cada 100 gramos, cubriendo casi el 45% de las necesidades diarias de un adulto sano. Esta vitamina es crucial para poder tener un sistema inmunológico fuerte y una piel saludable (Haro, 2024).

El tomate también ofrece otras vitaminas importantes, como las del grupo B y la vitamina E, así como una buena cantidad de ácido fólico y betacarotenos, que son precursores de la vitamina A, esenciales para la visión y la función celular (Haro, 2024).

En minerales destaca su contenido de potasio (250 mg), que es vital para la función muscular y el equilibrio electrolítico, además de hierro (0,70 mg), magnesio (8,30 mg) y fosforo (27 mg) (Haro, 2024).

### **2.2.4. Morfología del Tomate**

El tomate se cultiva una vez al año, aunque el ciclo puede alcanzarse con facilidad durante varios años en unas condiciones de cultivo óptimas, pues cuenta con un sistema radicular pivotante muy potente de extensión de 40-60 cm de profundidad efectiva y una raíz principal muy larga en la que surgen numerosas ramificaciones secundarias y adventicias para maximizar la absorción agua y nutrientes de los suelos fértiles, húmedos y drenados (Intagri, 2018).

El tallo es anguloso y presenta una vellosidad bien visible. Inicialmente tiene un porte erguido, pero cuando alcanzado un determinado desarrollo este se hace un poco rastrero. Las hojas son compuestas e imparipinnadas. Comúnmente están constituidas a partir de 7-9 folíolos lobulados. La floración se realiza en forma de racimos dispuestos en diferentes pisos. El fruto es una baya globosa de color rojo en el momento de la maduración normalmente.

Estas bayas pueden ser lisas o acostilladas, según las variedades. El tamaño de los frutos es variable, desde 3 cm de diámetro hasta 16 cm. Las semillas son grisáceas, con forma de disco y pequeñas. En un gramo puede haber hasta 350 semillas. La capacidad germinativa de estas semillas es de 4 o 5 años (AgroEs).

### 2.2.5. Variedad de Tomates sembradas en el Ecuador

Se detalla una lista de los principales tomates. Esta clasificación es sobre tipos de tomate, clasificados según diversos factores como su forma, tamaño, uso y variedad.

1. **Diamante:** Tomate redondo, con planta vigorosa, con un alto cuaje y entrenudos cortos. Planta con buen nivel de resistencia a diferentes enfermedades que afectan el tomate. Frutos redondos y homogéneos, con alta firmeza. Su maduración destaca por ser un rojo intenso. Su peso es de 180-220g. Alta postcosecha para el mercado (Agroverde, 2025).

#### Figura 1

*Tomate Diamante*



*Nota.* Adaptado de “shutterstock”, por Leestudio, 2021

(<https://www.shutterstock.com/es/image-photo/whole-half-otento-sweet-diamond-tomatoes-1909955857>)

2. **Micaela.** Su fruto es de mayor tamaño, de alta dureza, larga vida y racimo uniforme, excelente cuajado en frío, tomate recomendado tanto en la costa como en la sierra. Se adapta bien de 0 – 1500m a campo abierto y hasta 2800m bajo invernadero (Agroverde, 2017).

## Figura 2

*Tomate Micaela*



*Nota.* Adaptado de “Agroverde Soluciones para el Agro”  
(<https://agroverde.com.ec/producto/micaela/>)

- 3. Sulay.** Frutos con buena firmeza, sin hombros verdes, para cultivo en invernaderos y campo abierto, adaptable a diferentes fechas de plantío, buen cuaje, resistente a la postcosecha. Se adapta bien de 0 – 1500m a campo abierto y hasta 2800m en invernadero (Agroverde, 2017).

## Figura 3

*Tomate Sulay*



*Nota.* Adaptado de “Agroverde Soluciones para el Agro”  
(<https://agroverde.com.ec/producto/sulay/>)

- 4. Cherry.** Posee frutos de tamaño muy pequeño, de 1 a 3 cm de diámetro, con un peso promedio de 10gr, se agrupan en ramilletes de 15 o más frutos y existen variedades de colores muy variables, como amarillos, rojos o naranjas. Los frutos pueden ser del tipo pera o redondos. Su consumo preferentemente es en fresco, como pasabocas, en cócteles y para decorar platos (Agroverde, 2017).

#### **Figura 4**

*Tomate Cherry*



*Nota.* Adaptado de “infobae”, por C. Amanda Osuna, 2025  
(<https://www.infobae.com/espana/2025/01/31/tomates-cherry-propiedades-beneficios-y-contraindicaciones/>)

- 5. Daniela.** Tomate de larga vida, alta dureza, planta fuerte y productiva. Su potencial rendimiento es excelente y la calidad de fruto extraordinaria. Se adapta desde 0 a 1500m a campo abierto y hasta 3000m bajo invernadero (Agroverde, 2017).

#### **Figura 5**

*Tomate Daniela*



*Nota.* Adaptado de “Agroverde Soluciones para el Agro”  
(<https://agroverde.com.ec/producto/daniela-ha-144/>)

#### **2.2.6. Cultivo y Floración del tomate**

La siembra del tomate se realiza indirectamente mediante trasplante de plántulas germinadas en 4 – 7 días post – siembre en almácigos o bandejas (25-28°C sustrato húmedo), listas para un trasplante a 30 – 35 días cuando presenten 3 hojas verdaderas expandidas con un sistema radicular compacto (Intagri, 2018).

Para que el cultivo se desarrolle adecuadamente, es fundamental que el suelo esté bien preparado mediante labranza, lo que garantiza una textura suelta, buena aireación y un drenaje adecuado. El riego debe ser constante para favorecer el crecimiento, evitando tanto el estrés hídrico como el encharcamiento. La floración comienza entre 4 y 6 semanas después del trasplante y puede durar varios meses en variedades indeterminadas. La producción de frutos puede mantenerse de manera continua si se controla cuidadosamente las condiciones ambientales y fitosanitarias (Snyder, 2019).

### 2.2.7. Condiciones Ambientales Óptimas

Para poder conseguir un desarrollo óptimo y la máxima productividad en el cultivo del tomate, es fundamental poder controlar condiciones ambientales y del suelo, como temperatura, humedad relativa, luz, pH del sustrato, tipo de suelo y gestión del riego. Estas variables afectan directamente la fisiología de la planta, la floración y el cuajado de frutos, además de ayudar a prevenir enfermedades. A continuación, se presenta una tabla 2, que resumen los rangos ideales recomendados por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) (Saavedra Del Real, 2024).

**Tabla 2**

*Requisitos ambientales y de manejo para un cultivo eficiente de tomate*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor ideal</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Fuente</b>
Temperatura	20 – 25 °C (día), ≥ 12°C (noche)	Temperaturas menores a 10°C que afectan la germinación y desarrollo	(Saavedra Del Real, 2024)
Humedad relativa	50 – 70 %	Humedad adecuada para evitar enfermedades fúngicas	(Saavedra Del Real, 2024)
Luz	12 – 17 horas diarias, 5,000 – 20,000 lux	12h con intensidad suficiente para desarrollo fotosintético y cuajado	(Saavedra Del Real, 2024)
pH del sustrato	6,0 – 6,5	pH ideal para mejora óptima de nutrientes	(Saavedra Del Real, 2024)
Suelo	Bien drenaje, enriquecido en materia orgánica	Con una profundidad de 40 cm, buen drenaje para evitar problemas de oxigenación y de acumulación de sales	(Saavedra Del Real, 2024)
Riego	Riego constante, evitando encharcamientos	Tener humedad uniforme, sin saturar el suelo para no afectar raíces y no causar enfermedades	(Saavedra Del Real, 2024)

### 2.2.8. Beneficio del Tomate para la Región

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es la hortaliza más importante desde el punto de vista económico y social en la región, tanto para el consumo fresco como para la industria agroalimentaria. Según el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA) de Ecuador,

el cultivo de tomate trae beneficios significativos para la economía local, generando empleo agrícola, impulsando la agroindustria y mejorando la seguridad alimentaria (SIPA, 2018).

En áreas como la Sierra y la Costa, donde se encuentra mayor parte de tierras cultivadas, el tomate es un cultivo esencial para pequeños y medianos agricultores, quienes se benefician de su rendimiento y creciente demanda. Del punto de vista nutricional, el tomate es fuente de antioxidantes, vitaminas (C, A, K), minerales como potasio y hierro, compuestos bioactivos como el licopeno, ayudan a prevenir enfermedades cardiovasculares, refuerzan el sistema inmunológico y mejoran la salud digestiva, contribuyendo así al bienestar de la población local.

### **2.2.9. Proceso de Maduración y Calidad Postcosecha**

El proceso de maduración del tomate se encuentra lleno de cambios bioquímicos y metabólicos. En esta etapa, la clorofila se descompone, se produce licopeno y  $\beta$  - caroteno, y el almidón se transforma en azúcares y compuestos aromáticos. Estos cambios son claves para poder definir características esenciales como sabor, firmeza y vida útil del fruto.

Entender el ciclo metabólico durante la maduración es crucial para establecer parámetros de control postcosecha, esto incluye monitorear la degradación de la clorofila, el aumento de licopeno y la firmeza del tomate. La calidad postcosecha se mide a través del índice de maduración, evalúa el color, firmeza y el contenido de sólidos solubles para determinar el momento óptimo de comercialización y consumo. Además, una nutrición balanceada antes de la cosecha, especialmente con un manejo adecuado de potasio y calcio mediante fertirrigación, es fundamental para garantizar frutos firmes, sabrosos y con una mayor vida útil (Jaramillo Noreña, Rodríguez, Guzman A., & A. Zapata).

Durante la postcosecha, controlar factores como la temperatura, la humedad y el manejo del etileno es esencial para regular la maduración y preservar la calidad, lo que ayuda a prolongar la vida en anaquel y a minimizar pérdidas de ablandamiento o deterioro.

### **2.2.10. Índice de maduración**

Es una medida que indica que un producto alimenticio se encuentra lo suficientemente maduro para la cosecha. Se utiliza principalmente en cadenas de suministros de productos frescos para frutas y verduras. La madurez de cosecha óptima garantiza los productos frescos tengan vida útil de almacenamiento adecuada y que cumplan con la aceptación y el gusto del consumidor en los minoristas (Vijayalaxmi, 2024).

### **2.2.11. Grados brix**

Indican la cantidad de azúcar (fructosa, glucosa y sacarosa) presente en el fruto, algo que influye de forma decisiva en su sabor. Determinan la cantidad de azúcar en la fruta fresca y es esencial para conocer en qué estado madurativo se encuentra y, por lo tanto, se establece el momento óptimo para su cosecha y consumo (seipasa, 2021).

### **2.2.12. Acidez titulable**

Se debe a la presencia de los ácidos en la fruta y lo cuales pueden ser medidos mediante un proceso de titulación ácido/base, este parámetro es fundamental como indicador de calidad y el sabor del producto ya que los ácidos contribuyen al sabor agrio o ácido de la misma, su valor se expresa en % (Hannacolombia).

### **2.2.13. Biol**

Es un abono orgánico de contextura líquida, el cual se obtiene de la descomposición de los desechos orgánicos a través de la digestión anaeróbica, llevado a cabo en el interior de un digestor, este producto sirve como fertilizante y puede ser empleado en la agricultura reemplazando los fertilizantes químicos. Así también, los fertilizantes orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno, amoníaco, hormonas vegetales (*auxinas* y *giberelinas*), vitaminas (*tiamina* y *riboflavina*) y aminoácidos que ayudan a regular el metabolismo de las plantas, favoreciendo el enraizamiento, el tamaño de las plantas, la floración, la germinación de las semillas e incluso la protección contra posibles plagas, enfatizando estas propiedades, el biol se convierte en una buena alternativa como un buen fertilizante (Gil, 2023).

### **2.2.14. Microorganismos eficientes en producción de un biol**

*Lactobacillus acidophilus* es una bacteria ácido láctica que juega un papel importante en la fermentación anaeróbica; produce ácido láctico y ayuda a controlar microorganismos patógenos, lo que contribuye a la estabilidad y conservación del biol (Galindo Casavilca & Huamani Carbajal, 2024). Por su parte, *Kluyveromyces* es una levadura termo tolerante de rápido crecimiento que secreta diversas enzimas líticas, utiliza diferentes azúcares y produce etanol (PMC, 2023).

La combinación de estos dos microorganismos permite un proceso bioquímico eficiente, acelerando la descomposición, optimizando la calidad del producto final y potenciando los efectos positivos en el crecimiento y nutrición de las plantas. Por todas estas características y sinergias, hemos considerado a *Lactobacillus acidophilus* y *Kluyveromyces* como microorganismos clave en esta investigación.

## CAPÍTULO III.

### 3. METODOLOGÍA.

#### 3.1. Tipo de Investigación.

La investigación adopta un enfoque cuantitativo con diseño experimental destinado a evaluar el impacto de un preparado biológico sobre la calidad postcosecha del tomate (*Solanum lycopersicum*).

#### 3.2. Diseño de investigación

Se diseñó y formuló una solución líquida compuesta por materia orgánica de origen natural y cultivos microbiológicos funcionales, destinada a actuar como agente fertilizante en cultivos de *Solanum lycopersicum* (tomate) evaluando su efecto sobre las propiedades de calidad en la fase postcosecha. Por otro lado, se preparó un biofertilizante enriquecido con ME (*Lactobacillus acidophilus* y de *Kluyveromyces spp*).

El biol enriquecido con ME se aplicó mediante aspersión foliar a las unidades experimentales, plantas de tomate de la variedad diamante cultivados en invernaderos, en tres concentraciones volumétricas distintas (V/V): control, 10%, 5% y 2,5%, seleccionadas según parámetros de las formulaciones comerciales estándar para aplicaciones foliares.

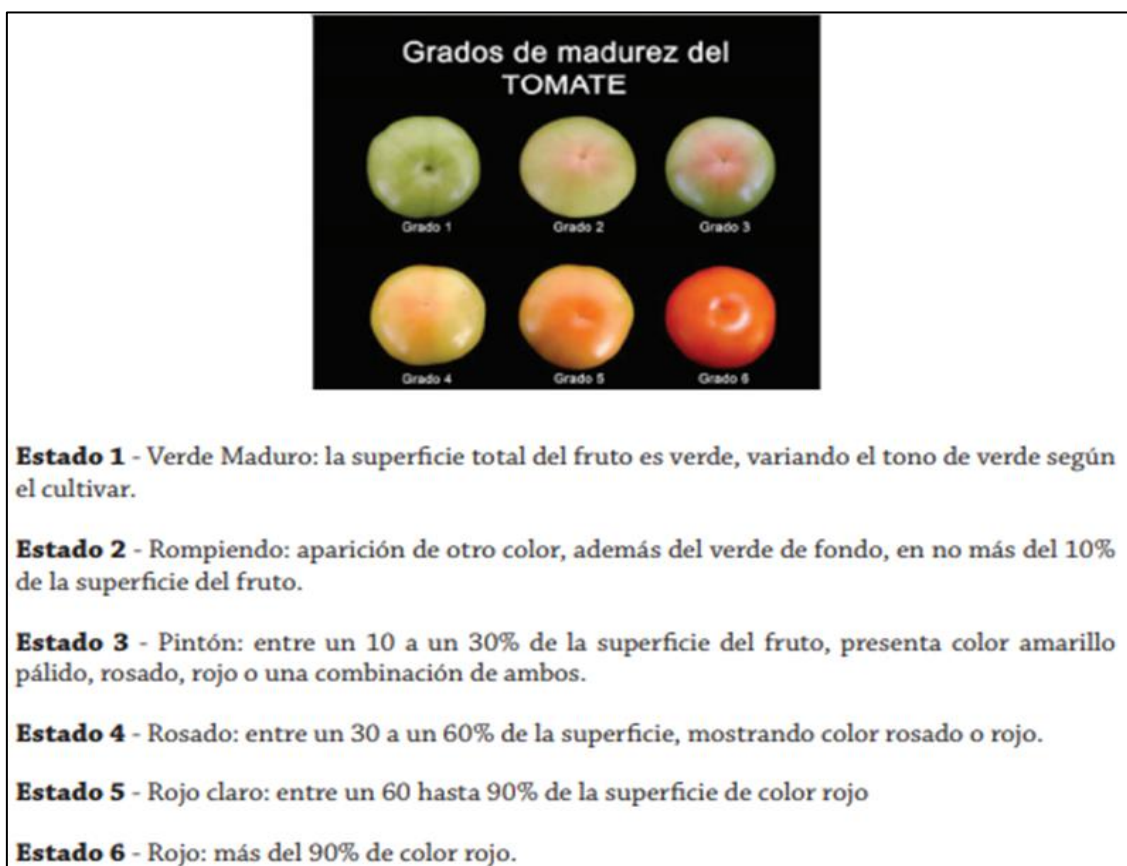
Paralelamente, se aplicó el biol sin ME en las mismas concentraciones volumétricas. Cada dosis se replicó tres veces, resultando en un total de 21 unidades experimentales (plantas) sometidas al tratamiento.

El biol se aplicó durante el periodo de producción. Tras finalizar esta etapa, se procedió a la cosecha de los tomates, se eligieron 3 tomates de cada planta tomando en cuenta un índice de maduración grado 2, como se muestra en la figura 6.

Para elaborar el biol, se realizó en un volumen total de 100L, utilizando un recipiente de plástico modificado para procesos de fermentación anaerobia. La elección de los sustratos, las cantidades precisas de los mismos y el procedimiento de preparación se llevaron a cabo siguiendo la “Guía de elaboración y aplicación de bio insumos para una producción agrícola sostenible”, publicada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (Tencio, 2017). Los detalles específicos de la formulación proceso y los componentes utilizados se detallan en la tabla 3.

## Figura 6

### Grados de madurez del Tomate



Nota. Adaptado de “Buenas Prácticas Agrícolas para Tomate Riñón” (<https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/Gui%CC%81a-de-BPA-para-tomate-de-rin%CC%83o%CC%81n.pdf>)

## Tabla 3

Formulación, componentes, cantidades y procedimiento.

Componente	Cantidades	Procedimiento
Melaza	7 L	Agregar al tanque de plástico grado alimentario.
Mezcla orgánica	5 L	Peso de la materia orgánica e incorporación al tanque
Agua	86 L	Usar agua sin cloro (dejar reposar 24 h para eliminar cloro) o agua destilada.
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	1 L	Incorporar la bacteria para favorecer la fermentación.
<i>Kluyveromyces</i>	1 L	Añadir la levadura, para iniciar la fermentación.

La preparación del biol comienza con la mezcla uniforme de los ingredientes en un tanque hermético. Es importante agitar bien esta mezcla para asegurarse de que todos los componentes se integren a la perfección. Después, en el tanque se lo modificó dejando una pequeña manguera, haciéndola burbujear en un recipiente lleno de agua, para permitir la

salida de gases, principalmente dióxido de carbono, que se produce durante la fermentación anaeróbica.

El recipiente se mantiene cerrado en un medio ambiente con temperatura controlada (25 y 30°C) entre 30-60 días aproximadamente; durante este tiempo, la mezcla experimentó un cambio de color a marrón oscuro y un olor característico a fermento, lo cual son indicadores muy evidentes de que la fermentación está siendo la adecuada.

El biol, al finalizar el proceso de fermentación, muestra propiedades típicas, color fuerte, olor a fermento, indicativos de que ya está listo para su aplicación como biofertilizante.

En esta formulación, se incorporaron 1L de cultivo microbiano enriquecido con *Kluyveromyces sp.* y otros 1L con *Lactobacillus acidophilus*, asegurando concentraciones óptimas para una fermentación anaeróbica y volumen total adecuado (100L). En estas dosis se alinean con estudio que utilizaron volúmenes de 1,5 a 5L de ME en mezclas de 20 – 200L (Guanuche Maceira & Holguin Moreira, 2021). Estos microorganismos se obtuvieron del grupo de investigación PANIAM.

### **3.2.1. Dosificación de las concentraciones de biol**

Una vez que se completó el proceso de fermentación del biol y se lograron las condiciones óptimas para el producto, se procedió a realizar diluciones para su dosificación en las unidades experimentales. Estas diluciones se las estableció en relación a productos comerciales presentes en el mercado agrícola, se establecieron tres concentraciones, que se recomienda para la dosificación foliar en la etapa de producción en *Solanum lycopersicum*, estas fueron 2,5%, 5% y 10% de concentración (v/v).

Para la solución 2,5%, 5% y 10% (v/v), se preparó tanto los bioles base sin ME como los enriquecidos con ME, diluyendo cada uno en agua sin cloro hasta completar un volumen final de 1000mL por concentración.

Las concentraciones preparadas se aplicaron mediante dosificación foliar utilizando una Bomba Manual Mochila 20V 5Bar Super Total. Esta bomba cuenta con boquilla ajustable que permite controlar el tamaño de gota para una aplicación uniforme y eficiente, facilitando un buen alcance y cobertura del producto aplicado.

### **3.2.2. Protocolo de Aplicación del Biol**

La aplicación foliar del biol representa una práctica ampliamente recomendada en la agricultura sostenible, adoptada en Múltiples estudios y proyectos, así como en protocolos de marcas reconocidas como Agripac (línea BIOABOR), Agriol Ecuador y WatersupplyEC. Estas promueven aplicaciones foliares semanales con concentraciones entre 2,5% y 10% durante etapas críticas de desarrollo del cultivo. En este trabajo, el biol se aplica mediante dosificación foliar, asegurando una cobertura uniforme sobre el follaje de la planta, con una

frecuencia de una vez por semana para mantener una nutrición constante y que estimule el desarrollo del cultivo.

El protocolo se aplicó durante tres semanas consecutivas, específicamente en fase de producción del cultivo, cuando comienza el desarrollo del fruto. Esta etapa es clave, ya que el biol favorece el engrosamiento y mejora la calidad del producto final.

### **3.2.3. Protocolo de dosificación y codificación de tratamientos**

Para la evaluación de características fenotípicas y crecimiento de *Solanum lycopersicum*, se identificó cada planta y tratamiento mediante un sistema de codificación alfanumérica que garantiza trazabilidad precisa. El formato que se utilizó fue TxRxYY, donde T representa el tratamiento, x la réplica del ensayo, y YY indica la presencia o ausencia de microorganismos efectivos (ME). Por ejemplo, T1R1CP corresponde al primer tratamiento, primera réplica, sin ME.

En este estudio, las plantas que no recibieron biol se denominan “Tratamiento 1”, mientras que las que fueron cultivadas de biol base con ME como “Tratamiento 2”.

### **3.2.4. Parámetros analizados en el tomate postcosecha**

Se seleccionaron muestras procedentes de lotes de cosecha tratados con la formulación biol enriquecida con ME, conformadas en tríadas por cada concentración experimental, dando un total de nueve unidades muestrales

De manera complementaria, se incluyeron muestras de un tratamiento con biol sin probióticos, así como un control sin intervención biológica, para establecer comparativos estadísticamente significativos. La característica de la calidad físico – químico de los frutos de tomate se hizo mediante cuatro parámetros principales, indicadores fundamentales de madurez y calidad agroindustrial: grados Brix, acidez titulable, pérdida de peso e índice de maduración (IM).

Los grados Brix se determinó con un refractómetro de mano digital, expresados en % m/m como medida de sólidos solubles totales. La acidez titulable se cuantificó por titulación ácido – base con NaOH 0,1N hasta el punto final (fenolftaleína). La pérdida de peso se registra en gramos (g) con balanza analítica digital. Finalmente, el índice de maduración (IM) se calculó como la relación matemática entre grados Brix y acidez titulables.

#### **Ecuación 1**

*Índice de maduración*

$$IM = \frac{\text{grados Brix}}{\text{Acidez}}$$

Donde:

- IM = Índice de maduración
- Grados Brix (°Brix)= Porcentaje de sólidos solubles totales, medidos con refractómetro en el jugo del fruto.
- Acidez titulable = Concentración total de ácidos orgánicos, expresados generalmente con porcentaje de ácido cítrico, que se determina por titulación con solución alcalina estándar (NaOH).

### 3.3. Técnicas de Recolección de Datos

Para obtener datos químicos del biol con ME y sin ME, se recolectaron y analizaron muestras representativas. Los análisis se realizaron en el laboratorio SETLAB cuyos parámetros y métodos se indican en la tabla 4.

Cada muestra se analizó por triplicado. Mediciones de acidez titulables y grados brix se llevó a cabo en muestras individuales por planta y por tratamiento. Además, la masa de los frutos se procesa mediante pesaje directo en balanzas, con registros diarios en cada unidad experimental durante 16 días consecutivos, permitió generar confiabilidad para el análisis estadístico de la variabilidad y las tendencias de crecimiento.

**Tabla 4**

*Parámetros determinados en los análisis de los bioles*

Parámetro	Unidad	Método de análisis
Nitrógeno total	g/L	Método Oficial AOAC 2001.11
Zinc	g/L	Espectrometría de absorción atómica de llama
Calcio	g/L	AOAC/Colorimétrico/Espectrofotométrico
Fosforo	g/L	AOAC/ Colorimétrico/Espectrofotométrico
Magnesio	g/L	Espectrofotometría de absorción atómica
Potasio	g/L	Espectrofotometría de absorción atómica
Cobre	g/L	Espectrofotometría de absorción atómica

### 3.4. Población de Estudio y Tamaño de Muestra

El estudio se llevó a cabo con la variedad de tomate “*Diamante*”, cultivada en un invernadero en “Chambo” diseñado para ofrecer las mejores condiciones para su crecimiento. Este invernadero mantiene un ambiente controlado, permitiendo que se adapten factores como temperatura, humedad y luz, todos de gran relevancia para alcanzar un buen rendimiento y calidad en tomate.

El tamaño de la muestra se estableció basándose en investigaciones anteriores sobre cultivos de tomate, donde se sugiere tener al menos 3 repeticiones por tratamiento para poder detectar diferencias significativas con un nivel de confianza del 95% (García, 2020). Esta recomendación se adaptó a las capacidades logísticas y recursos disponibles, asegurando que el experimento mantuviera su validez estadística (FAO, 2019). Así, el diseño experimental incluye un número adecuado de plantas por tratamiento, lo que garantiza que los resultados sean confiables y representativos.

### **3.5. Procesamiento de Datos**

#### **3.5.1. Los resultados del análisis de los bioles se tabularon en una hoja de cálculo de Microsoft Excel**

Los resultados reportados por el laboratorio privado se tabularon en una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Posteriormente, se usó el mismo programa para obtener la media y la desviación estándar de cada parámetro medido; tanto para el biol enriquecido como para el biol no enriquecido.

Estos resultados, además, fueron objeto de estudio estadístico. Cada uno de los parámetros medidos fue puesto a prueba en el IBM SPSS Statistics con el objetivo de determinar si hay diferencias significativas entre el biol con microorganismos y el control.

En la fase de postcosecha, los datos de acidez y grados Brix se analizaron por separado. Inicialmente, la información fue organizada en una hoja de cálculo de Microsoft Excel y, a partir de estos valores, se calculó el índice de maduración para los tratamientos de 10%, 5% y 2,5% de ME. Posteriormente, para el análisis estadístico del índice de maduración, se aplicó una prueba de normalidad de *Shapiro-Wilk*, seguida de un análisis de varianza (ANOVA) y, finalmente, una prueba post hoc para identificar diferencias significativas entre los tratamientos.

Los datos de peso se procesaron estadísticamente con IBM SPSS Statistics mediante las siguientes pruebas: Normalidad *Kolmogorov – Smirnov* para determinar la idoneidad de pruebas paramétricas o no paramétricas en los análisis posteriores; al no cumplir con distribución normal ( $p < 0,05$ ), se optó por pruebas no paramétricas.

Posteriormente, se aplicó la prueba de Friedman a los tratamientos con ME para detectar diferencias significativas entre grupos. Al encontrar las diferencias, la prueba de Wilcoxon comprometido que tratamiento ejercía mayor influencia sobre el peso del tomate.

## CAPÍTULO IV.

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados del análisis del biol sin ME

En la Tabla 5, se muestran los resultados del análisis químico del biol enriquecido con ME y sin ME, donde se presentan los valores promedio y su desviación estándar en gramos por litro (g/L).

**Tabla 5**

*Análisis de calidad química del biol sin ME*

Parámetro	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Media ( $\bar{x}$ )	Desvest	Rango	
						MÍN	MÁX
Nitrógeno total	77,67	79	76	77,56	$\pm 1,50$	0,5	Sin Límite
Zinc	5,1	5,2	5,1	5,13	$\pm 0,05$	0,005	$\leq 0,05$
Calcio	31	32	30	31	$\pm 1,00$	0,05	Sin Límite
Fósforo	27	34	23	28	$\pm 5,56$	0,1	Sin Límite
Magnesio	10,93	12,5	9,8	11,08	$\pm 1,35$	0,03	Sin Límite
Potasio	16,27	18,5	14,8	16,52	$\pm 1,86$	0,2	Sin Límite
Cobre	0,97	1,25	0,82	1,01	$\pm 0,21$	0,001	$\leq 0,02$

*Nota.* Los parámetros analizados del tratamiento 1, se realizaron por triplicado, fueron enviados a realizar en laboratorio externo.

**Tabla 6***Análisis de calidad química del biol con ME*

Parámetro	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Media ( $\bar{x}$ )	Desvest	Rango	
						MÍN	MÁX
Nitrógeno total	80,67	81	81	80,89	0,19	0,5	Sin Limite
Zinc	7,13	7,3	7,1	7,18	0,11	0,005	$\leq 0,05$
Calcio	57	58	56	57	1	0,05	Sin Limite
Fosforo	33	34	32	33	1	0,1	Sin Limite
Magnesio	12,27	12,5	11,8	12,19	0,36	0,03	Sin Limite
Potasio	18,27	18,5	17,8	18,19	0,36	0,2	Sin Limite
Cobre	1,26	1,25	1,28	1,26	0,02	0,001	$\leq 0,02$

*Nota.* Los parámetros analizados del tratamiento 2, se realizaron por triplicado, fueron enviados a realizar en laboratorio externo.

Los valores obtenidos cumplen con la vigente normativa del Manual Técnico para el control de Fertilizantes y Usos Afines al suelo (Carla, 2022), confirmando la idoneidad de ambos bioles como biofertilizantes orgánicos.

De acuerdo con lo que indica la Tabla 6, las concentraciones que arrojan los biol enriquecidos con ME son consistentemente superiores para todos los macronutrientes y micronutrientes evaluados, con destacadas diferencias en el parámetro de referencia

La prueba de Friedman no detectó diferencias significativas entre replicas ( $p > 0,05$ ), corroborando la homogeneidad interna de los datos, mientras la prueba de Wilcoxon por pares arrojó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en todas las variables, validando que el ME incrementa efectivamente condiciones nutritivas.

Los resultados obtenidos son muy coincidentes con los observados por Uvario y Salcedo, (2024), quienes evidenciaron incrementos similares en la biodisponibilidad de nutrientes por inoculación con ME dado la acción sinérgica de las bacterias lácticas y las levaduras, las que solubilizan minerales y optimizan la fermentación anaeróbica. De igual forma Cornejo Vera, (2021) mostró incrementos de 25 - 35% en el N, P y K en bioles enriquecidos con *Lactobacillus plantarum* y levaduras, defendiéndolo en la producción de ácidos orgánicos que completa cationes; por su parte Fernández et al., (2020) corroboran en Ecuador que los ME incrementan la biodisponibilidad de Zn y Cu en hasta un 45% dado la

quelación microbiana y efectivamente coincide con la menor variabilidad observada CV < 5% vs > 10% en biol sin ME).

García et al. (2023) explican que las levaduras *Saccharomyces* y *Bacillus subtilis* del ME aceleran la hidrólisis de enlaces orgánicos en sustratos lignocelulósicos, liberando macronutrientes secuestrados. Esta valida los resultados estadísticos, donde el efecto del ME supera la variabilidad natural de fermentaciones sin inoculante, posicionando al biol enriquecido como formulación óptima para aplicaciones postcosecha en tomate.

#### 4.2. Resultados de Acidez, Grados Brix e Índice de Maduración

Los resultados del análisis químico realizado en laboratorio para muestras de tomate en postcosecha se resumen en la Tabla 7, donde se presentan los valores de cada parámetro según los tratamientos aplicados.

**Tabla 7**  
*Índice de maduración*

Grupo	Acidez (%)	Grados Brix	Índ. Maduración	CV% (IM)
Con ME (10%)	0.550 ± 0.020	4.267 ± 0.058	7.762 ± 0.196	2.53%
Con ME (5%)	0.517 ± 0.015	4.700 ± 0.100	9.105 ± 0.429	4.71%
Con ME (2.5%)	0.573 ± 0.015	4.033 ± 0.058	7.040 ± 0.272	3.86%
Sin ME (10%)	0.400 ± 0.010	4.000 ± 0.100	10.002 ± 0.253	2.53%
Sin ME (5%)	0.380 ± 0.010	4.100 ± 0.100	10.792 ± 0.270	2.51%
Sin ME (2.5%)	0.400 ± 0.010	3.800 ± 0.100	9.502 ± 0.241	2.54%
Control	0.390 ± 0.010	4.000 ± 0.100	10.259 ± 0.263	2.57%

**Tabla 8**  
*Pruebas de normalidad*

Grupo	Variable	n	W	p-valor	Resultado
Con ME	Acidez	9	0.9691	0.8866	Normal ✓
Con ME	Brix	9	0.9034	0.2726	Normal ✓
Con ME	Índ. maduración	9	0.9402	0.5842	Normal ✓
Sin ME	Acidez	9	0.9364	0.5449	Normal ✓
Sin ME	Brix	9	0.9714	0.9060	Normal ✓
Sin ME	Índ. maduración	9	0.9621	0.8199	Normal ✓
Control	Acidez	3	10.000	10.000	Normal ✓
Control	Brix	3	10.000	10.000	Normal ✓
Control	Índ. maduración	3	0.9992	0.9449	Normal ✓

**Tabla 9***Anova*

Variable	F (ANOVA)	p-ANOVA	H (K-W)	p K-W	$\eta^2$	Signif.
Acidez	134.18	< 0.001	14.97	0.0006	0.937	***
Grados Brix	6.35	0.008	8.30	0.016	0.414	**
Índ. maduración	21.31	< 0.001	13.82	0.001	0.703	***

**Tabla 10**

Comparaciones post-hoc (Acidez %)

Comparación	Dif. medias	T	p (Bonf.)	d Cohen	Resultado
Con ME vs Sin ME	+0.153	14.55	< 0.001	6.86	Sig. ***
Con ME vs Control	+0.157	9.01	< 0.001	7.28	Sig. ***
Sin ME vs Control	+0.003	0.40	1.000	0.28	No sig.

Estos resultados indican que la aplicación de biol en diferentes concentraciones mejora la calidad interna del tomate al incrementar la acidez titulable y los grados Brix, lo que se asocia con una mayor acumulación de sólidos solubles y ácidos orgánicos relacionados con el sabor y la estabilidad del fruto.

De forma simultánea, la disminución del índice de maduración observada en los tratamientos con biol sugiere un retardo en la maduración fisiológica, consistente con un menor avance en el cambio de color y una menor degradación de paredes celulares, lo cual favorece una vida útil más prolongada y una textura más firme.

Este comportamiento coincide con lo reportado por Cornejo Vera (2021), quién encontró que el uso de bioles en tomate reduce el índice de maduración y mantiene una relación más equilibrada entre azúcares y ácidos, y con Uvario y Salcedo (2024), quienes señalaron que la aplicación de bioles enriquecidos con microorganismos eficaces incrementa la biodisponibilidad de nutrientes y contribuye a una maduración más lenta y controlada del fruto. En ambos casos, se propone que los metabolitos producidos durante la fermentación (ácidos orgánicos, compuestos fenólicos y reguladores de crecimiento de origen microbiano) regulan la respiración y la síntesis de etileno, generando unos efectos muy similares a los que se han obtenido en este estudio.

Así pues, los tratamientos con biol, en particular a 10% y 2,5%, no solo mejoran la calidad organoléptica del tomate, al aumentar los sólidos solubles y la acidez, sino que también constituyen una herramienta tecnológica adecuada para poder extender la vida postcosecha, dado que se consigue mantener un índice de maduración en el agua menos alto que en el tratamiento realizado sin ME.

Cabe mencionar que la acidez titulable y los grados Brix aumentan bastante con la aplicación de biol, indicando así una mayor concentración de azúcares solubles, lo cual es beneficioso para la calidad sensorial. El biol 10% se optimiza el equilibrio organoléptico

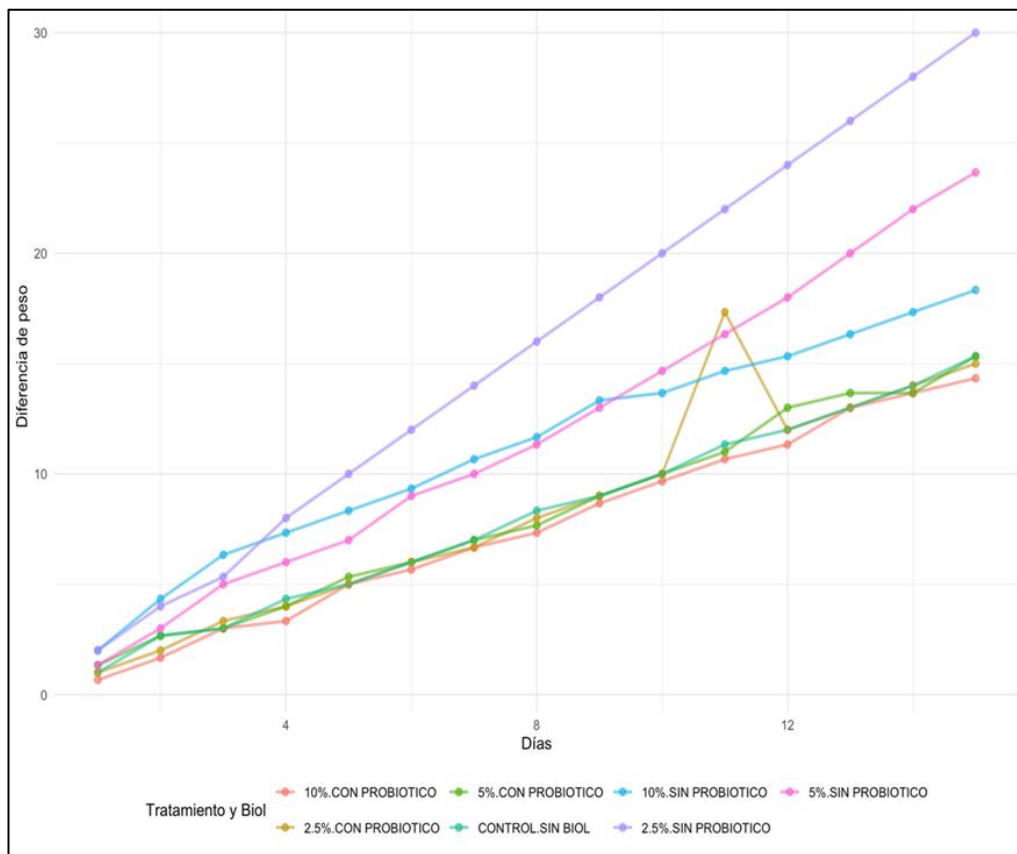
(mayor acidez + Brix), mientras el biol 2,5% maximiza retardo de maduración (índice 7,03). La disminución del índice de maduración sugiere que el biol modula respiración y etileno, coincidiendo con Cornejo Vera (2021) y Uvario y Salcedo (2024), quienes atribuyen este efecto a metabolitos fermentativos que estabilizan pectinas y equilibran perfiles azúcar/ácido.

#### 4.2.2 Resultados de la variación del peso de los tomates

En la Figura 7, se observa como varia el peso del tomate desde el día 1 hasta el día 16 después de la cosecha. La curva de color morado representa los tratamientos de control, mientras que las otras curvas muestran los resultados de tratamientos con diferentes concentraciones de biol.

**Figura 7**

*Grafica que ilustra la variación del peso de los tomates a lo largo del tiempo*



El tratamiento con biol al 10% mostró una pérdida de peso, es decir, que las concentraciones altas que se aplican a los sustratos en el cultivo sostienen, a posteriori, la firmeza y el peso fresco del tomate (Soto Trujillo, 2023; León Becerra, 2018). Este efecto protector se puede responder a la alta concentración de potasio (18,27 g/L) y calcio (57 g/L) que se observó en el biol reciclado con ME, que refuerza la integridad de las paredes celulares y la regulación de la transpiración cuticular, pero también a los ácidos húmicos que producen cutículas cerosas más resistentes (Cevallos, 2021). Los resultados se alinean con

la menor evolución del índice de maduración observado a la vez; es decir, existe una sinergia sobre el metabolismo respiratorio y un equilibrio híbrido del fruto.

La prueba de normalidad *Kolmogorov – Smirnov* confirmó que los datos no siguen una distribución normal ( $p = 0,004 < 0,05$ ), por lo que se optó por utilizar pruebas estadísticas no paramétricas. La prueba de Friedman reveló diferencias significativas en el peso promedio entre los tratamientos con y sin EM ( $p < 0,05$ ), lo cual fue respaldado por la prueba de Wilcoxon, que indicó una diferencia de peso significativamente menor en los tomates tratados con EM.

Al comparar diferentes concentraciones de biol (2,5%, 5% y 10%), se encontró diferencias significativas en la diferencia de pérdida de peso ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 11**

*Prueba Wilcoxon para pérdida de peso*

<b>Grupo</b>	<b>10% con probiótico</b>	<b>2,5% con probiótico</b>	<b>5% con probiótico</b>	<b>Control. Sin biol</b>	<b>10% sin probiótico</b>	<b>2,5% sin probiótico</b>
2,5% con probiótico	0,0120	-	-	-	-	-
-5% con probiótico	0,0120	10	-	-	-	-
Control. Sin biol	0,0127	10	10	-	-	-
10% sin probiótico	0,0118	0,0120	0,0118	0,0118	-	-
2,5% sin probiótico	0,0013	0,0013	0,0118	0,0013	0,0129	-
5% sin probiótico	0,0118	0,0120	0,0120	0,0118	10	0,0118

Los tratamientos que no presentaron diferencias significativas fueron los tratamientos que en la tabla presentan celdas que tienen un p-valor mayor a 0,05. Por otro lado, las demás concentraciones con y sin probióticos y el control, demostraron tener diferencias significativas, ya que con la prueba estadística se obtuvieron valores menores al 0,05. El mejor tratamiento determinado por datos obtenidos corresponde al 10% con probiótico, ya que este grupo presenta una menor diferencia pérdida de peso en comparación con los demás, destacando como el más eficaz.

## CAPÍTULO V.

### 5. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- La composición nutricional de los bioles elaborados cumplió con los estándares para biofertilizantes, donde las características analizadas en laboratorio evidenciaron concentraciones suficientes de nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, que son necesarios para generar crecimiento vegetativo y la calidad final del fruto.
- La aplicación de preparados microbianos dio lugar a una mejora en la calidad postcosecha del tomate. Las estadísticas sugirieron diferencias significativas entre tratamientos con y sin probióticos, lo que justifica el hecho de que los microorganismos eficientes incidan en parámetros como el peso, firmeza e índice de maduración del fruto.
- La concentración del 2.5% de biol fue seleccionada como el tratamiento más apropiado ya que presentó mayores resultados en conservación del peso fresco y calidad postcosecha en el tomate. Se corroboró con estadísticas que evidenciaron diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0,05$ ), donde el 2.5% presentó el peso promedio más elevado.

#### 5.2. Recomendaciones

- Generar más pruebas como práctica cotidiana en cultivos de tomate en invernadero. Esta concentración tuvo efectos favorables sobre la calidad postcosecha y puede utilizarse como estrategia agroecológica para incidir en la productividad.
- Capacitar a los productores en la elaboración y utilización de preparados microbianos. La correcta formulación, conservación y aplicación del biol permite obtener resultados y limita las pérdidas durante cosecha y postcosecha.
- Ampliar el estudio a otras variedades y a otras condiciones de cultivo. Se sugiere que se evalúe el efecto del biol en otros tipos de tomate y en otro tipo de ambientes productivos que permitan validar la eficiencia y recomendaciones técnicas más amplias.

## BIBLIOGRAFÍA

- AgroEs. (2014). El tomate, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico o agronómico. AgroEs. Obtenido de <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/tomate/339-tomate-descripcion-morfologia-y-ciclo>
- Agroverde. (2025). Diamante F1. Agroverde. Obtenido de <https://agroverde.com.ec/producto/diamante-f1/>
- Aguilar Castillo, E. R. (2023). *Manual de manejo postcosecha de tomate*. ICTA. Obtenido de <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Tomate/Manual%20Tomate%202024%20Div..pdf>
- Alarcón Zayas, A. (2013). *Calidad postcosecha del tomate (Solanum Lycopersicum L.) cultivado en sistemas ecológicos de fertilización* [Tesis]. Obtenido de [https://oa.upm.es/21908/1/ALEJANDRO\\_ALARCON\\_ZAYAS.pdf](https://oa.upm.es/21908/1/ALEJANDRO_ALARCON_ZAYAS.pdf)
- Amaguaña, L. (2009). *Evaluación de tres biofertilizantes frente a tres dosis de aplicación en el tomate riñón (solanum lycopersicum) bajo invernadero en quichinche – Otavalo* [Tesis]. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/148/1/03%20AGP%2091%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf>
- Archila, O. M. (2018). *Aproximación al manejo de efecto de Botrytis*. Bogotá.
- Camacho, J., & Recharte, D. (2020). Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Scientia Agropecuaria*, 11, 67-74. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172020000100067](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000100067)
- Canchari, H. (2025). Tomates. Análisis del % de Acidez y °Brix. Obtenido de: <https://es.scribd.com/document/891968235/TOMATE-ANALISIS-DE-EL-DE-ACIDEZ-Y-BRIX>
- Carla, C. (2022). *Manual técnico para el registro y control de fertilizantes, enmiendas de suelo y productos afines de uso agrícola*. Agrocalidad. Obtenido de <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/06/Manual-fertilizantes-ver7.pdf>
- Cifuentes, A., Fortis, M., & Preciado, P. (2022). Promoción del crecimiento de tomate saladette con *Bacillus cereus* y estiércol solarizado en invernadero. *Terra Latinoamericana*, 40. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342022000701259&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342022000701259&script=sci_arttext)

- CORPOICA. (2017). *Buenas prácticas agrícolas –BPA- en la producción de tomate bajo condiciones protegidas*. FAO. Obtenido de <https://www.fao.org/4/a1374s/a1374s00.pdf>
- Cornejo Vera, A. A. (2021). *Evaluación de una fórmula de biol en la producción de cacao (Theobroma cacao L.)* [Tesis]. Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CORNEJO%20VERA%20ADONIS%20ABEL.pdf>
- Cruz Cárdenas, C. I., Zelaya Molina, L., Sandoval Cancino, G., De los Santos Villalobos, S., Rojas Anaya, E., Chávez Díaz, I. F., & Ruíz Ramírez, S. (Julio de 2021). Utilización de microorganismos para una agricultura sostenible en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(5), 899-911. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342021000500899](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342021000500899)
- Davidovich Young, G., De la Asunción Romero, R., & Acosta Montoya, Ó. (30 de agosto de 2023). Potencial de incorporación postcosecha de microorganismos patógenos en estructuras frutales. *Agronomía Mesoamericana*, 35. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-13212024000200010](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212024000200010)
- Dicyt. (08 de julio de 2019). Un biofertilizante combina desechos de cultivos de tomate y energía solar. *DICYT*. Obtenido de <https://www.dicyt.com/noticias/un-biofertilizante-combina-desechos-de-cultivos-de-tomate-y-energia-solar>
- DryGair. (2021). ¿Cuáles son las condiciones ideales para los tomates de invernadero? *DryGair*. Obtenido de <https://drygair.com/es/blog-es/cuales-son-las-condiciones-ideales-para-los-tomates-de-invernadero/>
- El Comercio. (11 de septiembre de 2019). 334USD millones en pérdidas por alimentos en Ecuador. *El Comercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/sociedad/toneladas-alimento-pierden-ecuador-crisis/>
- Escalona Contreras, V. H., Correa San Martín, J., & González Olivares, A. (2019). *Manejo postcosecha de tomates y pimientos frescos y de IV gama*. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/175675/Manejo-postcosecha-de-tomates-y-pimientos-fresco.pdf>
- FAO. (2021). *Estadísticas de producción agrícola*. FAO. Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/58971ed8-c831-4ee6-ab0a-e47ea66a7e6a/content>
- Fornaris, G. (2007). *Cosecha y manejo postcosecha. Conjunto tecnológico para la producción de tomate*. Obtenido de <https://www.uprm.edu/eea/wp->

content/uploads/sites/177/2016/04/TOMATE-Cosecha-y-Manejo-Postcosecha-v2007.pdf

- Genta, H., Bernal, R., & Guarinoni, C. (s.f.). *Fisiología y manejo de postcosecha en tomate de primor*. Obtenido de <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6438/1/111219220807113219.pdf>
- Genta, S. R., et al. (1 de noviembre de 2012). Maduración de tomates con etileno. *Hortalizas*. Obtenido de <https://www.hortalizas.com/cultivos/tomates/maduracion-de-tomates-con-etileno/?amp>
- Gil, L. (2023). Biofertilizante “biol”: caracterización física, química y microbiológica. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 11(2), 336-354. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2664-09022023000200336](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2664-09022023000200336)
- Gonzales, O., & Pilco, J. (2021). *Uso de bioestimulantes en la producción de tomate tipo pera en clima cálido tropical* [Tesis]. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/d019237d-3c27-4fb4-a8a3-d67d74aa74cf/content>
- González León, Y., Ortega Bernal, J., Anducho Reyes, M. A., & Mercado Flores, Y. (15 de diciembre de 2022). *Bacillus subtilis* y *Trichoderma*: Características generales y su aplicación en la agricultura. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 26, 31-44. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-888X2022000100318](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2022000100318)
- Haro, A. (2024). Tomate. Puleva. Obtenido de <https://www.lechepuleva.es/aprende-a-cuidarte/tu-alimentacion-de-la-a-z/t/tomate>
- Hueso, K., Romero, J., & González, R. (28 de septiembre de 2021). Evaluación del impacto energético-ambiental del tomate cultivado en invernadero: Un estudio de caso en Almería (España). *ICAI*. Obtenido de <https://www.icaei.es/evaluacion-del-impacto-energetico-ambiental-del-tomate-cultivado-de-tomate-en-invernadero-un-estudio-de-caso-en-almeria-espana/>
- Intagri. (2017). Tipos y especialidades del tomate. *INTAGRI*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/tipos-y-especialidades-de-tomate>
- Jaramillo Noreña, J., Rodríguez, P. V., Guzmán A., M., & Zapata, M. A. (2006). *El cultivo de tomate bajo invernadero*. Obtenido de [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1224/43125\\_50546.pdf?](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1224/43125_50546.pdf?)
- Jiménez, E. (2011). *Aplicación de biol y fertilización química en la rehabilitación de praderas, “Aloag – Pichincha”* [Tesis]. Obtenido de <https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6815f732-45fc-4c34-8b41-fc71eaf9fb4c/content>

- Lamilla, E. (2022). *Taxonomía del tomate*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/339866434/Taxonomia-Del-Tomate>
- Manvert. (09 de septiembre de 2021). Los microorganismos y sus beneficios en la agricultura del siglo XXI. Manvert. Obtenido de <https://manvert.com/medios/microorganismos-beneficios-agricultura>
- Martínez Guido, S. I., Monroy Garduño, L. F., Andrade Gómez, M. A., Estrada Ortíz, P., Baeza López, B. I., Téllez Ojeda, E., & Gutiérrez Antonio, C. (2024). Revalorización sustentable de residuos agroindustriales de la producción de jitomate. En *Memorias del 1er Congreso Internacional de Posgrado (POST 2024)*. Obtenido de [https://post2024.com/wp-content/uploads/2024/07/POST2024\\_LIBRO\\_TRABAJOS\\_COMPLETOS.pdf](https://post2024.com/wp-content/uploads/2024/07/POST2024_LIBRO_TRABAJOS_COMPLETOS.pdf)
- Monge Pérez, J. E., & Loría Coto, M. (diciembre de 2018). Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivado bajo invernadero: correlaciones entre variables. *Revista Médica del Hospital Nacional de Niños*, 53, 37-46. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0379-39822019000300037](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822019000300037)
- Morales, N. (2012). *Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/483445240/tomate-prottegido-pdf>
- Mundo agropecuario. (2023). Un biofertilizante con bacterias aumentó el rendimiento de los tomates de invernadero en un 32 por ciento. Obtenido de <https://mundoagropecuario.com/un-biofertilizante-con-bacterias-aumento-el-rendimiento-de-los-tomates-de-invernadero-en-un-32-por-ciento/>
- Navarro López, E., Nieto, R. Á., Corrales García, J., Del Rosario García, M. M., & Ramírez Arias, A. (17 de mayo de 2012). Calidad postcosecha en frutos de tomate hidropónico producidos con agua residual y de pozo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 18, 293-306. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2012000300001](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2012000300001)
- Nieves, M. (2011). *"Aplicación de biol en el cultivo de tomate (lycopersicum esculentum mill), en el sitio santa rosa, recinto trinidad cantón paján"* [Tesis]. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/476/1/ECU-AGROP-2011-23.pdf>
- Ortega, G., & Cevallos, K. (2022). Evaluación y selección de híbridos de tomate *Solanum lycopersicum* L. (Mill.) en Puerto la Boca, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 15, 49-58. Obtenido de <https://portal.amelica.org/ameli/journal/71/713303003/html/>
- Pallo, K. V. (2022). *Evaluación de dos bioestimulantes en el desarrollo vegetativo de tomate riñón (lycopersicon esculentum) en la parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga* [Tesis]. Obtenido

de <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/9c385219-bed0-4630-bf42-7c09f4e95a4b/content>

- Parra Huertas, R. A. (2010). Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos. *Revista Lasallista de Investigación*, 7, 112-127. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612010000100012](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612010000100012)
- Pedraza, R. (2021). *Los biofertilizantes y su relación con la sostenibilidad agrícola*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/36977>
- Pilataxi Ramírez, J. E. (2019). *Efecto del recubrimiento con tres soluciones de almidón de yuca en la conservación del fruto de tomate riñón (Solanum lycopersicum, Mill)* [Tesis]. Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/33fb532a-132e-4b37-8f3d-e64180eb6539/content>
- Poscosecha.com. (05 de febrero de 2024). Problemática y pautas para disminuir las pérdidas postcosecha en tomate. *Poscosecha.com*. Obtenido de <https://www.poscosecha.com/citrosol/problematika-y-pautas-para-disminuir-las-perdidas-poscosecha-en-tomate>
- Rattin, J., Viglianchino, L., Hernández, F., & Yommi, A. (11 de diciembre de 2023). Evolución de la calidad postcosecha en frutos de tomate con diferentes sistemas de producción. *Investigación Joven*, 10. Obtenido de <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/16253>
- Reyes, F. (2021). *Los biofertilizantes y su relación con la sostenibilidad agrícola*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/36977>
- Ricaurte Ortiz, P. S., & Alemán Mancheno, G. V. (15 de diciembre de 2021). *Análisis de los sistemas de manejo postcosecha en tomate de árbol (solanum betaceum), aplicadas en las plantaciones agrícolas del Cantón Chambo* [Tesis]. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8463>
- Riverón, B. (3 de abril de 2025). Formulados multiorganismo aislados del microbioma del tomate para mejorar su postcosecha. *Poscosecha.com*. Obtenido de <https://www.poscosecha.com/formulados-multiorganismo-aislados-del-microbioma-del-tomate-para-mejorar-su-poscosecha>
- Rizo, E. (3 de septiembre de 2010). Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha en tomate. *Hortalizas.com*. Obtenido de <https://www.hortalizas.com/miscelaneos/recomendaciones-para-mantener-la-calidad-poscosecha-en-tomate/?amp>

- Sánchez López, D. B., Gómez Vargas, R. M., Garrido Rubiano, M. F., & Bonilla Buitrago, R. R. (2012). Inoculation with plant growth promoting bacteria. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(7), 1401-1415.
- Sara Laspina, O. (2022). *Tomate Industria*. Alimentos Argentinos. Obtenido de [https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/economias-regionales/producciones-regionales/informes/Informe\\_Tomate.pdf](https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/economias-regionales/producciones-regionales/informes/Informe_Tomate.pdf)
- Solis, E., & Pinto, A. (2020). *Evaluación de rendimiento y calidad organoléptica de 5 cultivares de tomate (Solanum lycopersicum) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019*. ICTA. Obtenido de <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Informes%20Finales%20IICA-CRIA%202020/5%20TOMATE%20ORIENTE/CultivaresPasta-CUNOR-RSolis/Tomate%20para%20Pasta-2019.pdf>
- Tencio, R. (2017). *Guía de elaboración y aplicación de bioinsumos para una producción agrícola sostenible*. Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/f08-10924.pdf>
- Toalombo, M. (2013). *Aplicación de abonos orgánicos líquidos tipo biol al cultivo de mora (rubus glaucus benth)* [Tesis]. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b7b97689-3fc5-4960-b93f-2fadf9536e4d/content>
- Uvario, D., & Salcedo, E. (2024). Composición química del digestato líquido proveniente de digestión anaerobia de residuo de cosecha y su efecto sobre el cultivo de tomate. *Biotecnia*, 26. Obtenido de <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/2424/1531>
- Vasquez Pincay, A. M. (2020). *Bacillus subtilis para el control de Botrytis cinerea del tomate (solanum lycopersicum)* [Tesis]. Obtenido de [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VASQUEZ%20PINLAY%20ANGY%20MELINA\\_compressed.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VASQUEZ%20PINLAY%20ANGY%20MELINA_compressed.pdf)
- Vásquez Cieza, L. (2021). *Efectos de microorganismos eficientes en calidad postcosecha de tomate* [Tesis]. Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4381/Luis%20Vasquez%20Cieza.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- VeryAgro. (7 de agosto de 2024). Tomate en Invernadero ¿Cuáles son los Factores Agronómicos Clave de Clima y Suelo? *VeryAgro*. Obtenido de <https://www.veryagro.com/blog/post/tomate-en-invernadero-cuales-son-los-factores-agronomicos-clave-de-clima-y-suelo>
- Yara. (2025). Influir en la calidad del tomate. *Yara*. Obtenido de <https://www.yara.com.mx/nutricion-vegetal/tomate/influir-en-la-calidad/>

## ANEXOS

### Anexo 1. Bioles Preparados

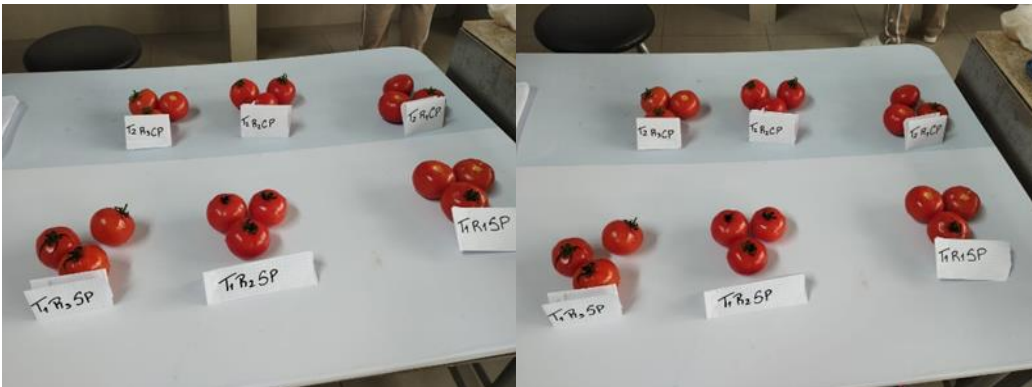
*Envase biol*



*Nota.* Imagen de 100L de biol

### Anexo 2. Codificación

*Imagen de tomates con su codificación*



### Anexo 3. Análisis de laboratorio

*Estudiante realizando acidez titulable*



**Figura 8**

*Estudiante realizando grados Brix*



## Análisis químico

**SETLAB**  
**SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS**  
Dirección: Galo Plaza y Jaime Róldos Email: [luciasilva@yahoo.com](mailto:luciasilva@yahoo.com)  
"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

---

**REPORTE DE RESULTADOS**

**Nombre del Solicitante / Name of the Applicant**  
Sr. Kevin Toala.

**Domicilio / Address** Riobamba **Teléfonos / Telephones**

**Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested**  
Biol orgánico con y sin probiotico

**Marca comercial / Trade Mark**  
No tiene

**Características del producto / Ratings of the product**  
Color, Olor y sabor característico

**Resultados Bromatológicos**

Parámetro	Sin Probiótico Rhe- 11182	Con Probiótico Rhe- 11183	Método/Norma
Calcio, (g/L)	31	57	AOAC/Colorimétrico/Espectrofotométrico
Fósforo, (g/L)	27	33	AOAC/Colorimétrico/Espectrofotométrico
Nitrógeno total, (g/L)	77,67	80,67	Método Oficial AOAC 2001.11
Cinc, (g/L)	5,1	7,13	Espectrometría de absorción atómica de llama
Magnesio, (g/L)	10,93	12,27	Espectrometría de absorción atómica
Cobre, (g/L)	0,97	1,26	Espectrofotometría de absorción atómica
Potasio, (g/L)	16,27	18,27	Espectrofotometría de absorción atómica

Emitido en: Riobamba, el 26 de mayo de 2025

LUCIA  
MONSERRAT  
H SILVA  
DELEY

Firmado digitalmente  
por LUCIA  
MONSERRATH SILVA  
DELEY  
Fecha: 2025.05.26  
14:15:16 -0500

**SETLAB**  
Servicio de Transferencia Tecnológica  
y Laboratorios Agropecuarios

Ing. Lucia Silva D.  
**RESPONSABLE TECNICO**

## SETLAB

**SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS**

Dirección: Galo Plaza y Jaime Róldos Email: [luciasilva@yahoo.com](mailto:luciasilva@yahoo.com)

"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

### REPORTE DE RESULTADOS

**Nombre del Solicitante / Name of the Applicant**

Sr. Kevin Toala

**Domicilio / Address**

Riobamba

**Teléfonos / Telephones**

**Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested**

Biol orgánico con y sin probiótico

**Marca comercial / Trade Mark**

No tiene

**Características del producto / Ratings of the product**

Color, Olor y sabor característico

### Resultados Bromatológicos

Parámetro	Sin Probiótico Rhe- 11184	Con Probiótico Rhe- 11185	Método/Norma
Calcio, (g/L)	32	58	AOAC/Colorimétrico/Espectrofotométrico
Fosfóro, (g/L)	34	34	AOAC/Colorimétrico/Espectrofotométrico
Nitrógeno total, (g/L)	79	81	Método Oficial AOAC 2001.11
Cinc, (g/L)	5,2	7,3	Espectrometría de absorción atómica de llama
Magnesio, (g/L)	12,5	12,5	Espectrometría de absorción atómica
Cobre, (g/L)	1,25	1,25	Espectrofotometría de absorción atómica
Potasio, (g/L)	18,5	18,5	Espectrofotometría de absorción atómica

Emitido en: Riobamba, el 26 de mayo de 2025

LUCIA  
MONSERRAT  
H SILVA  
DELEY

Firmado digitalmente  
por LUCIA  
MONSERRATH SILVA  
DELEY  
Fecha: 2025.05.26  
14:15:16 -05'00'

**SETLAB**  
Servicio de Transferencia Tecnológica  
y Laboratorios Agropecuarios

Ing. Lucia Silva D.  
**RESPONSABLE TECNICO**

# SETLAB

**SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS**  
 Dirección: Galo Plaza y Jaime Roldos Email: [luciasilva@yahoo.com](mailto:luciasilva@yahoo.com)  
 "Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

---

**REPORTE DE RESULTADOS**

**Nombre del Solicitante / Name of the Applicant**  
 Sr. Kevin Toala

**Domicilio / Address** Riobamba **Teléfonos / Telephones**

**Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested**  
 Biol orgánico con y sin probiotico

**Marca comercial / Trade Mark**  
 No tiene

**Características del producto / Ratings of the product**  
 Color, Olor y sabor característico

**Resultados Bromatológicos**

Parámetro	Sin Probiótico Rhe- 11186	Con Probiótico Rhe- 11187	Método/Norma
Calcio, (g/L)	30	56	AOAC/Colorimétrico/Espectrofotométrico
Fosforo, (g/L)	23	32	AOAC/Colorimétrico/Espectrofotométrico
Nitrógeno total, (g/L)	76	81	Método Oficial AOAC 2001.11
Cinc, (g/L)	5,1	7,1	Espectrometría de absorción atómica de llama
Magnesio, (g/L)	9,8	11,8	Espectrometría de absorción atómica
Cobre, (g/L)	0,82	1,28	Espectrofotometría de absorción atómica
Potasio, (g/L)	14,8	17,8	Espectrofotometría de absorción atómica

Emitido en: Riobamba, el 26 de mayo de 2025

LUCIA  
MONSERRAT  
H SILVA  
DELEY

Firmado digitalmente  
por LUCIA  
MONSERRATH SILVA  
DELEY  
Fecha: 2025.05.26  
14:15:14 -05'00'

**SETLAB**  
 Servicio de Transferencia Tecnológica  
 y Laboratorios Agropecuarios

Ing. Lucia Silva D.  
**RESPONSABLE TECNICO**

#### **Anexo 4. Desarrollo periódico de los tomates**

*Desarrollo de los tomates en los días 1 al 5*



*Desarrollo de los tomates en los días 6 al 10*



*Desarrollo de los tomates en los días 11 al 16*



**Anexo 5. Tablas de resultados de las pruebas de Wilcoxon para evaluar la calidad de los bioles con ME y sin ME**

*Prueba de Wilcoxon para Nitrógeno total*

<b>Z</b>	<b>p-valor</b>	<b>Relación</b>
-1,633	0,102	Con microorganismos > sin microorganismos.

*Prueba de Wilcoxon para cinc*

<b>Z</b>	<b>p-valor</b>	<b>Relación</b>
-1,633	0,102	Con microorganismos > sin microorganismos.

*Prueba de Wilcoxon para calcio*

<b>Z</b>	<b>p-valor</b>	<b>Relación</b>
-1,732	0,083	Con microorganismos > sin microorganismos.

*Prueba de Wilcoxon para fósforo*

<b>Z</b>	<b>p-valor</b>	<b>Relación</b>
-1,604	0,109	Con microorganismos > sin microorganismos.

*Prueba de Wilcoxon para magnesio*

<b>Z</b>	<b>p-valor</b>	<b>Relación</b>
-1,414	0,157	Con microorganismos > sin microorganismos.

*Pruebas de Wilcoxon para potasio*

<b>Z</b>	<b>p-valor</b>	<b>Relación</b>
-1,414	0,157	Con microorganismos > sin microorganismos.

*Prueba de Wilcoxon para cobre*

<b>Z</b>	<b>p-valor</b>	<b>Relación</b>
-1,414	0,157	Con microorganismos > sin microorganismos.

**Anexo 6. Resultados de la Prueba de Normalidad para Datos de Peso de Tomates.**

*Prueba de Normalidad en Kolmogorov - Smirnov*

<b>Estadístico</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>p-Valor</b>
0,058	384	0,004

*Nota.* Esta tabla muestra los resultados obtenidos en SPSS Statistics al realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar normalidad.

**Anexo 7. Resultados de las pruebas estadísticas realizadas a los tomates en la postcosecha con probióticos y sin probióticos.**

*Test de Friedman para tratamientos con ME y sin ME*

<b>N</b>	<b>Chi-cuadrado</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>p-valor</b>
192	140,028	1	<0,001

*Nota.* En esta tabla se describen los resultados reportados por el programa SPSS Statistics al realizar el test de Friedman sobre los tratamientos con EM y sin EM.

*Prueba de Wilcoxon sobre datos obtenidos con aplicación de biol y sin aplicación*

<b>Z</b>	<b>p-valor</b>	<b>Relación entre las medias</b>
-10,221	<0,001	Sin Probióticos > Con Probióticos

*Nota.* En esta tabla se detallan los resultados reportados por el programa SPSS Statistics al realizar la prueba de Wilcoxon sobre los tratamientos con probióticos y sin probióticos.

**Anexo 8. Resultados de las pruebas estadísticas realizadas a los tomates en la postcosecha con probióticos al 2,5%; 5% y 10%.**

*Prueba estadística de tomates en la postcosecha*

<b>N</b>	<b>Chi-cuadrado</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>p-valor</b>
48	135,682	3	<0,001

*Nota.* En esta tabla se describen los resultados reportados por el programa SPSS Statistics al realizar el test de Friedman sobre los tratamientos con EM a distintas concentraciones.

*Prueba de Wilcoxon para los tratamientos con probióticos a distintas concentraciones*

	<b>C2-C1</b>	<b>C3-C1</b>	<b>C3-C2</b>
<b>Z</b>	-8,539	-2.161	-8,188
<b>p-valor (bilateral)</b>	<0,001	0,031	<0,001

*Nota.* C1, C2 y C3 son etiquetas que indican varios porcentajes de biol añadido. C1 es 10%, C2 es 5% y C3 es 2,5%.

**Anexo 9. Resultados de las pruebas estadísticas sobre el índice de maduración, para el control, con ME y sin ME.**

*Prueba de Friedman para los tratamientos control, sin ME y con ME*

<b>N</b>	<b>3</b>
Chi – cuadrado	2,000
Gi	2
Sig. asin.	0,035

*Nota.* Indica que si hay diferencias significativas entre los grupos analizados. Se rechaza la hipótesis nula que plantea que no existen diferencias entre grupos, y se concluye que al menos dos grupos hay diferencias significativas en las variables, con un nivel de confianza del 95%.